

# Metabolički profil - pokazatelj hranidbenog statusa ovaca i koza

---

Išasegi, Irena

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:849868>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-30**



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](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Irena Išasegi, apsolvant  
Sveučilišni diplomski studij Zootehnika  
Smjer Specijalna zootehnika

**METABOLIČKI PROFIL – POKAZATELJ HRANIDBENOG STATUSA OVACA I  
KOZA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Irena Išasegi, absolvent

Sveučilišni diplomski studij Zootehnika

Smjer Specijalna zootehnika

**METABOLIČKI PROFIL – POKAZATELJ HRANIDBENOG STATUSA OVACA I  
KOZA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Josip Novoselec, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, mentor
3. Dr. sc. Željka Klir, član

**Osijek, 2020.**

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. METABOLIČKI PROFIL.....	4
3. BIOKEMIJSKI POKAZATELJI.....	5
3.1. Glukoza.....	5
3.2. Urea.....	6
3.3. Proteini (bjelančevine).....	6
3.4. Albumini.....	7
3.5. Trigliceridi.....	8
3.7. Neesterificirane masne kiseline (NEFA).....	9
3.8. Beta hidroksimaslačna kiselina (BHB).....	10
3.9. Minerali.....	11
3.10. Aspartat aminotransferaza (AST).....	14
3.11. Alanin aminotransferaza (ALT).....	14
3.12. Alkalna fosfataza (ALP).....	14
3.13. Gama glutamiltransferaza (GGT).....	15
4. HEMATOLOŠKI POKAZATELJI.....	16
5. ODREĐIVANJE OPSKRBLJENOSTI ORGANIZMA ENERGIJOM, BJELANČEVINAMA I MINERALIMA, TE STATUS JETRE.....	19
5.1. Procjena opskrbljenosti organizma energijom.....	19
5.2. Procjena opskrbljenosti organizma bjelančevinama.....	19
5.3. Procjena opskrbljenosti organizma mineralima.....	20
5.4. Status jetre.....	21
6. ČIMBENICI METABOLIČKOG PROFILA.....	22
7. ZAKLJUČAK.....	38
8. POPIS LITERATURE.....	39
9. SAŽETAK.....	45
10. SUMMARY.....	46
12. POPIS SLIKA.....	48
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....	49
BASIC DOCUMENTATION CARD.....	50

## 1. UVOD

Uzgoj visoko specijaliziranih pasmina ovaca i koza najčešće mesnog ili mliječnog genetskog potencijala temelj je intenzivne stočarske proizvodnje. Radi što bolje iskoristivosti genetske dispozicije za proizvodnju ciljanog proizvoda, pojačani su i zahtjevi životinja glede kvalitetnijeg obroka. Posebnu pozornost treba posvetiti hranidbi i uravnoteženim obrocima glede hranjivih tvar. Vrlo je važna zaštita zdravlja životinja radi osiguranja uzgoja i proizvodnje zdravih životinja, te dobivanje higijensko i zdravstveno ispravnih proizvoda životinjskog podrijetla.

Kod utvrđivanja hranidbenog i zdravstvenog statusa ovaca i koza, osim standardnog utvrđivanja tjelesnih mjera i tjelesne kondicije, u novije vrijeme koristi se metabolički profil. Metabolički profil se temelji na utvrđivanju određenih hematoloških i biokemijskih pokazatelja u krvi. To je pretpostavka dijagnosticiranja različitih hranidbenih pogrešaka i pomnog praćenja zdravstvenog statusa životinje. Prilikom sakupljanja podataka o zdravstvenom statusu životinja preduvjet je imati kvalitetno znanje iz zootehničke i veterinarske struke.

Metabolički profil obuhvaća skup određenih analitičkih testova koji služe kao dijagnostičko sredstvo. Analize krvi važan su dijagnostički postupak pri dijagnozi bolesti. Razvoj laboratorijske opreme i računalnih programa doveli su do veće upotrebe metaboličkog profila zbog brže analize krvi i lakše statističke obrade rezultata.

Hematološki pokazatelji koji se najčešće utvrđuju su broj eritrocita, leukocita, koncentracija hemoglobina i vrijednost hematokrita, broj trombocita, sadržaj srednjeg volumena eritrocita (MCV), prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima (MCH), srednja koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC), te iz krvnog razmaza udio pojedinih stanica bijele loze (limfociti, neutrofil, eozinofili, monociti, bazofili).

Biokemijski pokazatelji koji se najčešće utvrđuju su koncentracije minerala, glukoza, ureja, kreatinin, albumin, globulin, ukupni protein, triglicerid, kolesterol, neesterificirane masne kiseline (NEFA), te aktivnost enzima (alanin aminotransferaza - ALT, aspartat aminotransferaza - AST, alkalna fosfataza - ALP i gama glutamiltransferaza – GGT).

Tablica 1. Referente vrijednosti za određene pokazatelje u krvi ovaca

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Vrijednost	Pokazatelj	Mjerna jedinica	Vrijednost
Kalcij	mmol/l	2,88-3,20	ALT	U/l	6-20
Fosfor-anorg	mmol/l	1,62-2,36	AST	U/l	60-280
Kalij	mmol/l	3,90-5,40	CK	U/l	8,1-12,9
Natrij	mmol/l	139-152	GGT	U/l	20-52
Klor	mmol/l	95,0-103,0	LDH	U/l	238-440
Željezo	μmol/L	29,70-39,7	ALP	U/l	68-387
Bakar	μmol/L	9,13-25,2	Leukociti	×10 <sup>9</sup> l	9-15
Glukoza	mmol/l	2,78-4,44	Eritrociti	×10 <sup>9</sup> l	9-15
Ureja	mmol/l	2,86-7,14	Trombociti	×10 <sup>9</sup> l	500
Kolesterol	mmol/l	1,35-1,97	Hemoglobin	g/l	90-150
Trigliceridi	mmol/l	0,0-0,2	Hematokrit (PVC)	%	27-45
Kreatinin	μmol/L	106-168	MCV	fl	28-40
Ukupni protein	g/L	60,0-79,0	MCH	pg	8-12
Albumini	g/L	24-30	MCHC	g/dl	310-340
Globulini	g/L	35-57	pH		7.32-7.54
Ukupan bilirubin	mg/dl	0,1-0,5	pCO <sub>2</sub>	mmHg	41,30
Laktati	mmol/l	0,1-0,5	tCO <sub>2</sub>	mmol/l	21-28
			HCO <sub>3</sub>	mmol/l	20-25

ALT- alanin aminotransferaza; AST – aspartat aminotransferaza; ALP - alkalne fosfataza; GGT – gama glutamintransferaza; LDH - laktat dehidrogenaza; CK - keratin kinaza; MCV - sadržaj srednjeg volumena eritrocita; MCH - prosječan sadržaj hemoglobina u eritrocitima; MCHC - srednja koncentracija hemoglobina u eritrocitima; pCO<sub>2</sub> i tCO<sub>2</sub> parcijalni i ukupni CO<sub>2</sub>; HCO<sub>3</sub> - bikarbonat

Izvor : (Kanenko i sur., 2008., Kramer i sur. 2000.)

Koncentracija istraživanih pokazatelja u krvi ovisi o brojnim čimbenicima koji se dijele na genetske i negenetske. U genetske čimbenike ubrajamo genotip (pasmina) i spol životinje, a u negenetske godišnje doba, dob životinje, zdravstveno stanje, hranidbu, reprodukcijski status, uvjete držanja, metode određivanja te način rukovanja s uzorcima. To je najvažnije što se mora uzeti u obzir pri određivanju metaboličkog profila, njegovog tumačenja i primjene u procjeni hranidbenog statusa.

Metabolički profil koristan je kada je proveden s pravilno odabranim životinjama, kojima je određen indeks tjelesne kondicije, nalaze se u optimalnim uvjetima i imaju zadovoljavajuću hranidbu.

Sezona hranidbe ima značajan utjecaj na metabolički profil, te se za test odabiru životinje s pašnjaka i životinje hranjenje u staji. Vrlo je važno utvrđivanje metaboličkog profila u ovaca i koza s pašnjaka, jer je vrlo teško pratiti konzumaciju i kemijski sastav obroka. Nedostaci hranjivih tvari u obrocima utječu na proizvodnost ovaca i koza.

Cilj rada bio je utvrditi mogućnost primjene metaboličkog profila prilikom procjene hranidbenog i zdravstvenog statusa ovaca i koza, te analizirati novija znanstvena istraživanja o utjecaju genetskih i negenetskih čimbenike na metabolički profil ovaca i koza.

## 2. METABOLIČKI PROFIL

Izraz “metabolički ili krvni” profil koristi se već duže vremensko razdoblje, a prvi su ga opisali Payne i sur. (1970.) u govedarskoj proizvodnji. Ovaj test se kasnije proširio i na druge vrste i kategorije životinja. Pretraga krvi u veterinarskoj dijagnostici služi kao dopuna dijagnosticiranju kliničkih događaja i otkrivanju hranidbenih pogrešaka kod pojedinih životinja ili stada.

Krv se za analizu prikuplja u prijepodnevnim satima u epruvete ovisno o planiranoj analizi. Biokemijski pokazatelji se utvrđuju iz krve plazme ili seruma, a hematološki u punoj krvi. Životinja treba biti mirna te dobro obuzdana u vrijeme uzimanja uzorka. Pravilna venopunkcija je važna kako ne bi došlo do tromboze. Epruvete moraju biti napunjene do prikazanog ograničenja kako bi se osigurao pravilan omjer krvi i antikoagulansa. Uzorke krvi za hematološka ispitivanja najbolje je obraditi u što kraćem vremenu nakon prikupljanja, ali ako nema mogućnosti treba ih hladiti na 4°C najduže 24 sata nakon uzimanja uzoraka, izuzetak je pri utvrđivanju broja trombocita koji treba odrediti 4-6 sati nakon uzimanja uzoraka (Polizopoulou, 2010.).

Ukupna krvna slika može se obaviti ručno ili uz pomoć sofisticiranog uređaja. Automatizirani hematološki uređaji omogućuju brže utvrđivanje broja stanica u krvi, izračun hemoglobina i eritrocita, ali ne mogu otkriti morfološke abnormalnosti. Utvrđivanje broja eritrocita i određenih morfoloških promjena korisni su za procjenu anemije. Dobro pripremljen krvni uzorak bitan je za interpretaciju krvnih stanica. Analiziranje krvi omogućeno je bržim i učinkovitijim uvođenjem automatske laboratorijske opreme i novih računalnih programa koji osiguravaju lakšu statističku obradu podataka, te dovode do jasnijeg tumačenja samih rezultata. U cilju smanjenja cijene same analize postoji i mogućnost uzimanja skupnih uzoraka te izražavanje prosječne vrijednosti za određeni pokazatelj u krvi. Točna procjena hematoloških podataka ovisi o pravilnom prikupljanju, pripremi i transportu uzoraka krvi.



### **3. BIOKEMIJSKI POKAZATELJI**

#### **3.1. Glukoza**

Glukoza je najrasprostranjeniji monosaharid u prirodi i nalazi u krvi svih sisavaca. Glukoza je potrebna za sve procese u organizmu što ju čini najvažnijim izvorom energije. Koncentracija glukoze u krvi jedna je od najvažnijih metaboličkih pokazatelja funkcioniranja u organizmu. Mehanizam regulacije stalne razine glukoze u organizmu naziva se glikemija. Povišena koncentracija glukoze u krvi naziva se hiperglikemija. To je stanje koje nastaje prvi povećanom konzumiranju šećera, ili pri oboljenjima jetre i poremećaju rada endokrinih žlijezda. Suprotno tome stanju, pad koncentracije glukoze ispod fizioloških vrijednosti naziva se hipoglikemija. Pojavljuje se tijekom dužeg gladovanja i/ili povećanim potrebama za glukozom. Primjer je ketoza kod muznih krava kada je količina unutarnjih pričuva glukoze i glikogena nedovoljna zbog povećane proizvodnje mlijeka nakon teljenja (Ramadan i Harapin, 1998.). Glukoza izravnom apsorpcijom iz crijeva ili proizvodnjom u jetri iz preteče glukoze (ugljikohidrata, aminokiselina i laktata) dospjeva u krv. Monosaharidi glukoza, fruktoza i galaktoza nastaju radom probavnih enzima u metabolizmu ugljikohidrata. Najveći dio fruktoze i galaktoze pretvara se u glukozu prilikom resorpcije u epitelu crijeva, te odlazi u krv. Dio fruktoze i galaktoze koji je ostao resorpcijom može dospjeti u krv, te u jetru portalnim krvotokom. U jetri je omogućena međusobna pretvorba sva tri monosaharida, te se fruktoza i galaktoza nizom reverzibilnih reakcija pretvaraju u glukozu. Svi ugljikohidrati se u obliku glukoze prenose do ostalih tkiva u organizmu (Kaneko i sur., 1997.). Suprotan učinak od inzulina imaju glukagon, kortizol i adrenalin. Oni potiču glukoneogenezu i glikoneolizu, a rezultat toga je porast glukoze u krvi. Proces glukoneogeneze koji se odvija u jetri također je izvor glukoze u krvi. U njemu se vrši sinteza glukoze iz tvari koje nisu ugljikohidrati, primjerice aminokiseline, glicerol, mliječna kiselina i propionat kod preživača. Kod preživača se proces probave glavne ugljikohidrata konzumiranih hranom podvrgava djelovanju mikroflore u predželucima, koja ih zatim fermentira do hlapivih masnih kiselina octene, propionske i maslačne kiseline. Mali dio lako probavljanih ugljikohidrata iz hrane ne prolazi fermentaciju u predželucima, te služi kao izvor glukoze za izravnu apsorpciju u krv (Kaneko i sur., 1997.).

### **3.2. Urea**

Urea je glavni metabolički produkt dušikovih tvari u organizmu. Nastaje iz amonijaka i ugljikovog dioksida putem Krebsovog ciklusa u jetri, te ovisi o dnevnom unosu bjelančevina i endogenom metabolizmu bjelančevina. Urea se izlučuje preko bubrega, a određeni dio se reapsorbira iz primarne mokraćne. Urea je, osim bubrežnih, pokazatelj i ekstrarenalnih poremećaja u organizmu. Hrana bogata bjelančevinama ili pojačani metabolizam bjelančevina uslijed temperature, traume ili krvarenja može utjecati na povišenu koncentraciju ureje. Povišenje ili smanjenje koncentracije ureje u krvi također može biti posljedica povećanog ili smanjenog uzimanja tekućine, isto kao i oligurije, odnosno poliurije (Ramadan i Harapin, 1998.). Bjelančevine se razgrađuju u buragu preživača i tvore amonijak, a bakterije buraga ga prerađuju ponovno u aminokiseline. Brzina rasta mikroflora ne ovisi o brzini razgradnje konzumiranih bjelančevina, ali ovisi o količini konzumirane energije. Hrana bogata bjelančevinama osigurati će veliku količinu amonijaka u buragu, dok će hrana bogata ugljikohidratima utjecati na njegovu brzu potrošnju. Iz navedenog može se zaključiti da će neuravnotežen omjer bjelančevina i ugljikohidrata, odnosno energija u hrani utjecati na povećanu ili smanjenu koncentraciju amonijaka u buragu (Ramadan i Harapin, 1998.). Indirektan pokazatelj koncentracije amonijaka u buragu je koncentracija ureje u krvi kod preživača sa zdravim bubrezima. Nakon apsorpcije kroz epitel bugarove sluznice višak amonijaka pretvara se u ureju u jetri. Prilikom hranidbe krmivima siromašnim bjelančevinama urea može putem sline dospjeti u burag gdje služi za sintezu mikrobnih aminokiselina. U krvnom serumu koncentracija glukoze na taj način služi kao pokazatelj odnosa bjelančevina i energije (Ramadan i Harapin, 1998.).

### **3.3. Proteini (bjelančevine)**

Proteini ili bjelančevine su makromolekule građene od jednog ili više lanaca aminokiselina, koje su međusobno povezane peptidnom vezom. Bjelančevine su osnovne strukturne tvari organa i cijeloga životinjskog organizma. Izgrađuju mišićno tkivo, vezivno tkivo, kožu, dlaku, vunu, perje, rogove i papke. Enzimi, veći broj hormona, kao i protutijela bjelančevinaste su prirode. U tijelu životinja bjelančevine mogu biti izgrađene samo od bjelančevina iz hrane, te su njihove rezerve u organizmu ograničene na oko 7%.

Iz navedenog životinje trebaju svakodnevno konzumirati dostatne količine bjelančevina u obroku (Domaćinović, 2006.). Bjelančevine su sastavljene od ugljika, kisika, i dušika. Također, veliki broj proteina u strukturi sadrži sumpor, fosfor i natrij.

U bjelančevinama je odnos sljedećih elemenata:

- ugljik 51,0-55,0 %
- dušik 15,5-16,5 %
- vodik 6,5-7,5 %
- sumpor 0,5-2,0 %
- kisik 21,5-23,5 %
- fosfor do 1,5 %

Također, iz navedenih elemenata građene su i aminokiseline koje čine molekulu bjelančevina. Pojedine biljne bjelančevine, a osobito životinjske razlikuju se međusobno po aminokiselinskom sastavu i prostornoj strukturi (Domaćinović, 2006.). Bjelančevine se dijele na proste ili prave, te složene ili konjugirane. Proste ili prave bjelančevine hidrolizom daju samo aminokiseline i polipeptide kao njihove derivate. Složene ili konjugirane predstavljaju kombinaciju bjelančevina s neproteinskim radikalom. Proteini u krvi imaju različitu funkciju, a to su zaštitna uloga od infekcija, održavanje koloidno-osmotskoga tlaka, djeluju kao puferi, te kao takvi imaju ulogu u održavanju acido-bazne ravnoteže i imaju transportnu funkciju u krvi. Ukupni proteini u serumu su zbroj svih proteina u krvotoku te su najveća komponenta krvi ([www.breyer.hr](http://www.breyer.hr)). Određivanje koncentracije ukupnih proteina u krvi koristi se u dijagnostici i terapiji raznih bolesti jetre, bubrega, koštane srži i ostalih metaboličkih bolesti. Odstupanje koncentracije ukupnih proteina u serumu od referentnih vrijednosti ukazuju na disproteinemiju ili poremećaj ravnoteže vode.

### **3.4. Albumini**

Podjela pravih ili prostih bjelančevina prema strukturnoj konfiguraciji je na globularne i vlaknaste. Globularne bjelančevine karakteriziraju polipeptidni lanci specifične konfiguracije, dok vlaknaste bjelančevine grade izduženi peptidni lanci. Međusobno su povezani različitim poprečnim vezama i zbog toga imaju vrlo stabilnu strukturu.

Primjer takvih proteina su albumini, vrlo rasprostranjene bjelančevine u biljnom i životinjskom organizmu. Pri zagrijavanju koaguliraju, termolabilni su i topivi u vodi. Najpoznatiji albumini su: ovalbumin iz jaja, serumalbumini krvnog seruma i laktalbumin iz mlijeka (Domaćinović, 2006.). Albumini imaju transportnu ulogu u krvnoj plazmi jer sudjeluju u prijenosu nekih tvari netopljivih u vodi. Vežanjem pojedinih sastojaka krvne plazme na albumin sprječava se njihov gubitak kroz bubrege, primjerice nekonjugirani bilirubin ili masne kiseline. Albumini održavaju koloidno-osmotski tlak koji održava protutežu hidrostatskog tlaka krvi kojeg stvara srce. Koloidno-osmotski tlak ne dopušta hidrostatskom tlaku da preko krvnih kapilara izbací preveliku količinu tekućine u izvanstanični prostor. To je razlog zbog čega pri hipoalbumeniji nastaju edemi.

### **3.5. Trigliceridi**

Trigliceridi su esteri alkohola glicerola i masnih kiselina, te su sastavi dio lipoproteina u krvnoj plazmi. Kako bi organizam iskoristio masti iz hrane ili masnih pričuva trigliceridi se prvo razgrađuju uz pomoć enzima na glicerol i masne kiseline. Glicerol se pretvara u glukozu, a masne kiseline se razgrađuju do jednostavnih uz oslobađanje energije. Ako organizam konzumira prevelike količine ugljikohidrata, njihov se višak pretvara preko glicerola u trigliceride, te se pohranjuju u masnom tkivu u obliku tjelesne masti. Jedan od izvora masnih kiselina za sintezu mliječne masti u sekretornim stanicama mliječne žlijezde su trigliceridi u krvi (Vernon, 2005.). U stanicama sluznice crijeva iz masnih kiselina i monoglicerida nastalih probavom masti sintetiziraju se trigliceridi i oslobađaju se u limfu kao sastavni dio hilomikrona. Trigliceridi se u jetri sintetiziraju iz NEFA krvi, suviška glukoze, acetata i propionata te se oslobađaju u krvotok u sastavu VLDL (Bruss, 1997.). U sastavu hilomikrona i VLDL-a trigliceridi se transportiraju u krvi. Porast koncentracije triglicerida u krvnoj plazmi rezultat je njihove povećane resorpcije u crijevima te povećane sinteze u jetri. Pad koncentracije triglicerida ogleđa se u smanjenju resorpcije, smanjenu sintezu u jetri i povećanom opsegu razgradnje triglicerida.

### **3.6. Kolesterol**

Kolesterol je steroid koji se nalazi u svakoj stanici u organizmu jer se nalazi u sastavu stanične membrane. Služi kao prekursor za sintezu steroidnih hormona, vitamina D, žučnih kiselina i slično. Navedene tvari većinom grade kolesterol endogenog podrijetla koji se sintetizira u organizmu, te mala količina egzogenog kolesterola koji se apsorbira iz probavnog sustava. Veći dio kolesterola se sintetizira i razgrađuje u jetri, ali i druga tkiva imaju ulogu pri sintezi, primjerice sluznica tankog crijeva. Stvara se iz koenzima A, nastaje kao proizvod metabolizma ugljikohidrata, bjelančevina i ponajviše masti (Ramadan i Harapin, 1998.). Kolesterol se nalazi većinom u svim stanicama životinjskog organizma. Kod biljojeda ne postoji mogućnost unosa kolesterola hranom jer je količina kolesterola u biljkama vrlo mala. Sinteza kolesterola odvija se iz prekursora acetil-CoA većinom u jetri, te malim količinama u kori nadbubrežne žlijezde, testisima i jajnicima (Beitz, 2004.). Unos kolesterola hranom utječe na opseg sinteze u jetri. Hidroksimetilglutaril koenzim A reduktaza (HMG-CoA reduktaza) glavni je enzim u sintezi kolesterola. Na smanjenu aktivnost HMG-CoA reduktaze utječu povišene koncentracija kolesterola u plazmi, glukagon i glukokortikoidi, dok njezinu aktivnost potiču snižena koncentracija kolesterola u krvi i inzulin (Bruss, 1997.). Kolesterol koji se sintetizirao u jetri može se izlučiti putem zući, poslužiti za sintezu žučnih kiselina te se esterificirati s višim masnim kiselinama i potom izlučiti u krv kao dio lipoproteina niske gustoće (VLDL). Kolesterol se još u krvi prenosi u sastavu HDL, koji služi za prijenos kolesterola iz perifernih tkiva u jetru (Tall i Lange, 1978.). Kolesterol se krvlju prenosi vezan na lipoproteine, gdje je 30% u slobodnom obliku, a 70% je u esterificiranom obliku (Ramadan i Harapin, 1998.).

### **3.7. Neesterificirane masne kiseline (NEFA)**

Neesterificirane masne kiseline (NEFA) su dugolančane masne kiseline koje se oslobađaju iz masnih pričuva prilikom gladovanja. U slučaju stresa i uzbuđenja koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) se povećava. Znatnije se povećava u kasnoj gravidnosti i ranoj laktaciji, prije beta hidroksimaslačne kiseline (BHB) (Herak-Perković i sur., 2012.). Kad je mast pohranjena u masnom tkivu potrebna negdje drugdje u tijelu radi izvora energije, mora se najprije prenijeti iz masnog tkiva do potrebnih tkiva.

Prenosi se većinom u obliku slobodnih masnih kiselina, koje nastaju hidrolizom triglicerida u masne kiseline i glicerol. Pri poticanju hidrolize najmanje su važne dvije skupine hidrolize. Ako je masnim stanicama dostupno premalo glukoze, dostupne količine njezinoga razgranatog proizvoda alfa glicerofosfata također su nedostatne. On je potreban za stvaranje glicerolskoga dijela triglicerida, a pri njegovom se manjku trigliceridi hidroliziraju (Guyton i Hall, 2006.). Kad izađu iz masnih stanica u plazmu, masne kiseline jako ioniziraju i odmah se spajaju s albuminima u plazmi. Takve masne kiseline zovu se slobodne masne kiseline ili neesterificirane masne kiseline, kako bi se razlikovale od ostalih masnih kiselina u plazmi koje postoje u obliku estera glicerola, kolesterola ili drugih tvari (Guyton i Hall, 2006.).

Koncentracija NEFA i BHB u krvnoj plazmi ili serumu koriste se kao najpouzdaniji pokazatelj negativne energetske ravnoteže i predispozicije za ketozu. Negativni energetski status odraz je porasta razine NEFA (Payne i Payne, 1987.). Ako koncentracija NEFA u krvnoj plazmi znatno poraste, zbog ograničenog kapaciteta vezanja na albumine, porasti će udio NEFA nevezanih na albumine (Bruss, 1997.). NEFA koje nisu vezane na albumine imaju toksične učinke na membrane stanica (Ramasamy i sur., 1991.). Kao posljedica povećanog opsega lipolize u krvi poraste koncentracija NEFA (Vernon, 2005.). U najvećoj mjeri jetra, skeletni i srčani mišić koriste neesterificirane masne kiseline za dobivanje energije putem beta-oksidacije u mitohondrijima (Neely i sur., 1972.). Također se koriste u u mliječnoj žlijezdi za sintezu mliječne masti.

### **3.8. Beta hidroksimaslačna kiselina (BHB)**

Beta hidroksimaslačna kiselina (BHB) je kratkolančana masna kiselina koja nastaje kada se masti intenzivno iskorištavaju za proizvodnju energije, te pripada u skupinu ketonskih tijela. Prilikom gladovanja životinje, povisuje mu se tjelesna vrijednost zajedno s drugim ketonskim tijelima. Prilikom velikih potreba za glukozom (kasna gravidnost, laktacija) koncentracija beta hidroksimaslačne kiseline (BHB) usko je povezana s energetskim statusom. Za vrijeme stresa ne dolazi do povećanja koncentracije beta hidroksimaslačne kiseline (BHB) (Herak-Perković i sur., 2012.). Iz maslačne kiseline u stijenci predželudaca sintetiziraju se određene količine beta hidroksimaslačne kiseline (BHB) (Drackley i sur., 1990.).

Značajna koncentracija glukoze se iskorištava za potrebe sinteze laktoze u mliječnoj žlijezdi, te se time smanjuje koncentraciju glukoze u krvi. To ima za posljedicu smanjenje koncentracije inzulina i povećanje koncentracije glukagona u krvi, s posljedičnim povećanim obujmom lipolize i betaoksidacije nastalih masnih kiselina (Vernon, 2005). Iz njih nastaje znatna količina acetil-CoA, te polovičan broj od C-atoma slobodnih masnih kiselina. Nastali acetil-CoA ulazi u ciklus limunske kiseline u količini koja je ovisna o raspoloživosti oksalacetata (OA), a on ovisi o koncentraciji glukoze. Dio acetil-CoA koji je ostao skreće u ketogenezu, što je osnova za stvaranje ketonskih tijela (Zammit, 1983.). Specifičnost metabolizma preživača je i niža koncentracija oksal-acetata u mitohondrijima, što utječe na nastanak ketonskih tijela (Vernon, 2005.). Najvažniji enzim ketogeneze je mitohondrijska hidroksimetilglutaril koenzim A sintaza (HMG CoA-sintaza) (Valerra i sur., 1994.) i gotovo je u potpunosti ograničen na mitohondrije jetre (McGarry i Foster, 1969.). Količina HMG CoA-sintaze povećana je pod utjecajem cikličnog adenozin monofosfata, glukokortikoida, tijekom gladovanja i dijabetesa, a inzulin i ponovno hranjenje djeluju na njeno smanjenje.

### **3.9. Minerali**

Minerali su kemijski elementi esencijalno potrebni za normalno funkcioniranje svakog organizma. Pojavljuju se kao slobodni ioni ili kao sastavni dio određenih organskih spojeva (hormona, enzima). Svaki mineral ima specifično djelovanje, a potrebni su u mnogim biokemijski procesima primjerice pri regulaciji metabolizma i ravnoteže tekućine u tijelu, kontrakciji mišića, sintezi proteina, proizvodnji energije, izgradnji kostiju, funkcioniranju staničnih membrana te sudjeluju u provođenju živčanih podražaja. Poznato je do sada oko 103 minerala, a dijele se u dvije skupine: makroelementi i mikroelementi (elementi u tragovima). Makrominerali su kalcij, sumpor, magnezij, kalij, klor i natrij, dok u skupinu mikrominerala pripada cink, željezo, silicij, mangan, bakar, jod i krom. U životinjskim se tkivima mineralne tvari (anorganske i organske) nalaze u različitim koncentracijama i u relativno malim količinama, svega 3-5% ukupne tjelesne mase (Domaćinović, 2006.). Potrebna količina mineralnih elemenata u hrani za životinje je vrlo mala, ali je obvezna njihova pravilna i dostatna opskrba za normalno funkcioniranje organizma. Udio pojedinih minerala u tijelu životinje vrlo je različit pa su stoga različite i potrebe u hrani za određenim mineralima.

Kalcij se u životinjskom organizmu gotovo u potpunosti nalazi u anorganskom obliku. Njegov značaj ogleda se u regulaciji reakcije krvi i tkivnim tekućinama, te sudjeluje i u zgrušavanju krvi. Sastavni je dio stanične membrane te je vrlo važan za njenu dobru propusnost i transport tvari. Uloga kalcija u organizmu vezana je uz aktivaciju pojedinih enzimatskih sustava koji su važni prilikom kontrakcije glatkih i poprečno-prugastih mišića, kao i u tankom crijevu za aktivnost tripsina. Stimuliranjem sinteze acetil-kolina kalcijem potiče se aktivnost živčanog sustava prilikom prijenosa podražaja. Djelovanjem određenih hormonskih i vitaminskih tvari kontroliran je promet kalcija (Domaćinović, 2006.). Kod nedostatka kalcija u obroku životinje javlja se defeciti koji se najprije očituje na oboljenju kostiju. Njegov nedostatak kao i nedostatak fosfora, ili oba zajedno kod mlađih životinja izaziva bolest zvanu rahitis, a očituje se usporenim rastom, iskrivljenim kostima i natečenim upaljenim zglobovima. Kod starijih životinja nedostatak navedenih minerala naziva se osteomalacija te zbog demineralizacije kosti postaju meke i lomljive, a kod osteoporoze kosti se istanjuju, postaju porozne i krhke. Nedostatak kalcija najviše utječe na visoko gravidne životinje zbog brzog razvoja koštanog tkiva. Kad se putem hrane prima suvišak kalcija nastaje hiperkalcemija, kada organizam višak kalcija skladišti u velikim cjevastim kostima kao pričuvu. Na resorpciju i metabolizam drugih minerala nepovoljno utječe hiperkalcemija (Domaćinović, 2006.).

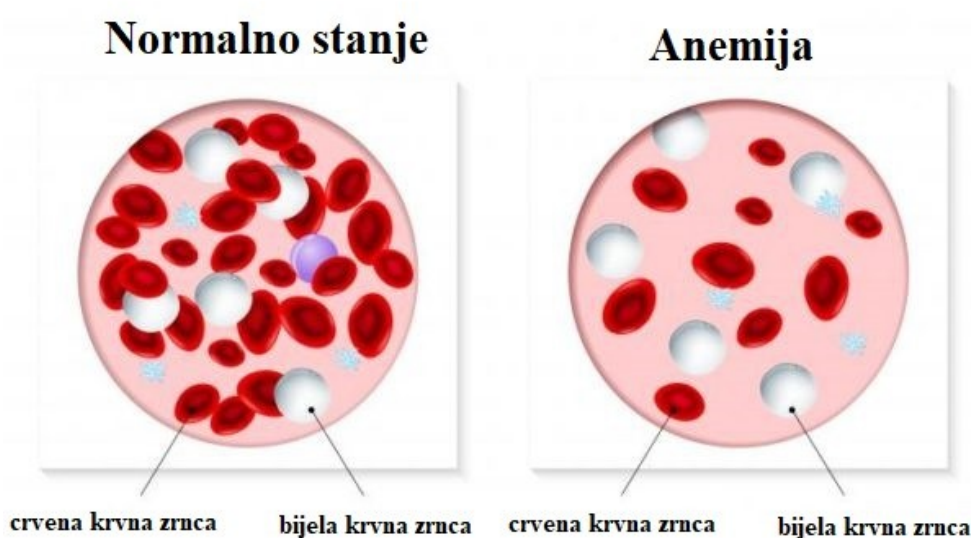
Fosfor ima veliki značaj kao građevni element kosti i zajedno s kalcijem zastupljen je u mekim tkivima i krvi gdje obavlja različite fiziološke funkcije. Fosfor se nalazi u krvi u obliku anorganskih i organskih fosfata. U staničnim elementima krvi fosfor je prisutan samo u sastavu organskih spojeva, a serum sadrži uglavnom anorganske fosfate. Fosfor kao sastavna komponenta ADP-a, ATP-a i kreatin-fosfata aktivno sudjeluju u metabolizmu energije, ugljikohidrata, aminokiselina i masti te sudjeluju u transportu masnih kiselina. Pozivajući se na fiziološke funkcije u organizmu, fosfor je mineral s najširim spektrom djelovanja (Domaćinović, 2006.). Do smanjenja sadržaja ovog elementa u krvnoj plazmi dovodi nedostatak fosfora u hrani, što za posljedicu ima smanjeni udio fosfora u kostima, a to izaziva lako lomljive i krhke kosti. Prilikom dužeg manjka fosfora dolazi do gubitka apetita, zaostajanja u rastu, negativnog utjecaja na plodnost, a duži nedostaci dovode do rahitisa i osteomalacije. Kod nepreživača je više izražen nedostatak kalcija, dok je kod preživača češći nedostatak fosfora. Mineralni dodaci u smjesama i obrocima redovno se koriste kao dopuna organskim krmivima (Domaćinović, 2006.).



Željezo je ubrojeno u skupinu mikroelemenata, međutim po udjelu u organizmu nalazi se između makro i mikroelemenata. Od 60-70% ukupne količine željeza dostupno je u hemoglobinu, 15-20% u jetri, te oko 3-20% u mioglobinu. Primarna funkcija željeza je da se javlja kao sastavni dio hemoproteina, hemoglobina (Hb) sudjeluje u prijenosu kisika te tako čini najvažniji element disanja.

Mioglobin je drugi važan hemoprotein sa željezom i ima dobar kapacitet vezanja kisika. Osim što mioglobin predstavlja skladište kisika u mišićima, olakšava i njegov transport tijekom rada mišića. Prilikom manjeg opterećenja mišića, niži je sadržaj mioglobina i mišićno tkivo poprima svjetliju boju. Od količine kisika u stanici ovise i svi oksidacijski procesi pri razgradnji hranjivih tvari (Domaćinović, 2006.).

Anemija se javlja kao posljedica nedostatka željeza u obrocima jer se time smanjuje koncentracija hemoglobina i broj eritrocita. Također anemija može nastati kao posljedica neke infekcije parazitima jer je pojačan gubitak krvi. Slab apetit, umanjen prirast, gruba koža i dlaka, te narušeni imunitet obilježja su anemije. Mlađe kategorije životinja imaju izraženije potrebe za željezom. Nedostatak magnezija može izazvati hemolitičku anemiju, gdje se željezo nakuplja u tkivu uz nastajanje lipoperoksida i oštećenja membrana stanica. Prevelike količine selena u hrani također dovode do nakupljanja željeza u jetri i bubrezima (Domaćinović, 2006.).



Slika 1. Prikaz normalnog stanja/anemija u organizmu

Izvor: fitzdravlje.com

### **3.10. Aspartat aminotransferaza (AST)**

Aspartat aminotransferaza (AST) u krvnom serumu koristi se za utvrđivanje određenih bolesti. Promjene aktivnosti aspartat aminotransferaza (AST) iznad referentnih vrijednosti mogu ukazati na određene bolesti. Navedeni enzim nije specifičan isključivo za jetru, te mu se važnost očituje u dijagnostici bolesti jetre i srčanog mišića. Kod ozlijede poprečno prugastih mišića i kod miopatije mijenja se aktivnost AST-a u serumu. Hematopatije i miopatije razlikuju se ponajprije tijekom bolesti, a mogu se razlučiti kliničkim i laboratorijskim pretragama. Pri akutnom hepatitisu aktivnost ALT-a i AST-a se izrazito povećava, dok je kod razvoja kronične upale jetre i razvoja ciroze, te akutne opstruktivne žutice njihovo povećanje umjerenije (Radman i Harapin, 1998.).

### **3.11. Alanin aminotransferaza (ALT)**

Alanin aminotransferaza (ALT) je enzim koji pripada u skupinu aminotransferaza, a njegova uloga je sudjelovanje u metabolizmu aminokiselina. Naziva se često i jetrenim enzimom. U stanicama je razmješten u citoplazmi i mitohondrijima (Ramadan i Harapin, 1998.). Kao indikator oboljenja parnehimu jetre služe povećane aktivnosti alanin aminotransferaze (ALT) u krvnom serumu. Kod određivanja enzima potrebno je uvijek raditi nekoliko pretraga uzastopno u određenim vremenskim razmacima, jer se kod toksičnog oštećenja jetre javljaju različite promjene aktivnosti enzima u serumu.

### **3.12. Alkalna fosfataza (ALP)**

Alkalna fosfataza (ALP) je grupno specifični enzim koji katalizira hidrolizu monoestera fosfatne kiseline i alkohola. Za djelovanje alkalne fosfataze (ALP) optimalni pH je između 9,8 i 10,5, a na njega utječe vrsta supstrata i vrsta pufera. Naziva se alkalna fosfataza jer najjaču aktivnost pokazuje u alkalnom području. Alkalna fosfataza (ALP) prisutna je u leukocitima, placenti, jetri, kostima, epitelu tankog crijeva te bubrežnim tubulima. Različita je struktura izoenzima alkalne fosfataze (ALP) u tkivu jetre, a drugačija u tkivu kostiju. Razlog tome je postojanje različitih izoenzima alkalne fosfataze (ATP) u zavisnosti od porijekla tkiva.

U zavisnosti od spola i dobi variraju i aktivnosti serumske alkalne fosfataze. Smanjenje aktivnosti alkalne fosfataze (ALP) utvrđene su kod pothranjenosti, nedostatka bjelančevina, kod oštećenja bubrega, nedostataka vitamina B, cinka i magnezija (Ramadan i Harapin, 1998.).

### **3.13. Gama glutamiltransferaza (GGT)**

Gama glutamiltransferaza (GGT) je membranski enzim koji pripada skupini peptidaza. Katalizira prijenos hidrolizom oslobođenog ostatka glutaminske kiseline na neku aminokiselinu ili peptid. U organizmu se nalazi većinom vezan na staničnu membranu. Najviše ga ima u bubrezima, prostati, jetri, mozgu, te epitelu tankog crijeva. Nalazi se na mjestima intenzivne apsorpcije aminokiselinama. Izrazito je osjetljiv indikator oboljenja jetre, te je porast aktivnosti gama glutamiltransferaze (GGT) najosjetljiviji pokazatelj oštećenja jetre.

## 4. HEMATOLOŠKI POKAZATELJI

Radi utvrđivanja zdravstvenog stanja životinje provodi se kompletna analiza krvi. Eritrociti su crvene krvne stanice i u sebi sadrže hemoglobin. Hemoglobin uz kisik prenosi i vodikove ione i ugljikov dioksid pomoću prostetičke skupine hema (Stryer, 1991.). Glavni dijelovi hema su organski dio (protoporfirin) i atom željeza. Atom željeza u hemu veže se na četiri dušika u središtu protoporfirinskog prstena, može stvoriti još dvije dodatne veze (po jednu sa svake strane ravnine hema) na koje veže kisik.

Referentne vrijednosti hematoloških pokazatelja u punoj krvi koza prema Fraser i Mays (1986.) su sljedeće:

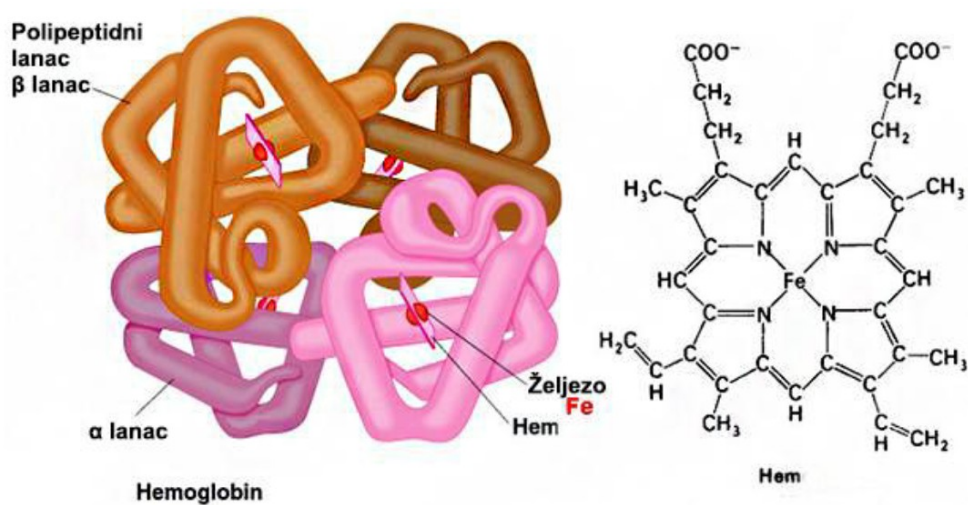
- eritrociti 8,0-18,0 ( $\times 10^{12}$  l)
- leukociti 4,0-13,0 ( $\times 10^9$  l)
- hemoglobin 80,0-120,0 g/l
- hematokrit (PCV) 0,22-0,38 l/l
- srednji sadržaj hemoglobina u eritrocitima (MCV) 5,2-8,0 pg
- srednja koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC) 300,0-360,0 g/l
- srednji volumen eritrocita (MCV) 16,0-25,0 fl

Referentne vrijednosti hematoloških pokazatelja u krvi ovaca prema Kanenko i sur., (2008.), Kramer i sur., (2000.) su sljedeće :

- eritrociti 9-15 ( $\times 10^{12}$  l)
- leukociti 9-15 ( $\times 10^9$  l)
- hemoglobin 90-150 g/l
- hematokrit (PCV) 27-45%
- srednji sadržaj hemoglobina u eritrocitima (MCV) 8-12 pg
- srednja koncentracija hemoglobina u eritrocitima (MCHC) 310-340 g/l
- srednji volumen eritrocita (MCV) 28-40 fl

Dehidracija je znak većeg broja eritrocita u odnosu na referente vrijednosti, a manji broj (zajedno sa smanjenjem koncentracije hemoglobina i hematokrita) ukazuje na krvarenje i sideropeničnu anemiju (anemija uslijed nedostatka željeza) ([www.andragog.hr](http://www.andragog.hr)).

Kod sideropenične i sideroblastične anemije smanjuje se prosječni volumen eritrocita (MVC) (Radman i Vodanović, 2015.), dok megaloblastična anemija uzrokuje njegovo povećanje. Kod teže dehidracije ili megaloblastične anemije biti će povećane vrijednosti srednjeg sadržaja hemoglobina u eritrocitima (MCH) i prosječne koncentracije hemoglobina u volumnoj jedinici eritrocita (MCHC) (Radman i Vodanović, 2015.). Zbog hemolize mogu biti više koncentracije MCHC. Smanjenje koncentracije MCHC ukazuje na nedostatak željeza i retikulocitozu (povišen broj nezrelih krvnih stanica – retikulocita) (Polizopoulou, 2010.).



*Slika 2.* Struktura hemoglobina

*Izvor:* pediaa.com

Za obranu organizma odgovorne su bijele krvne stanice koje se nazivaju leukociti, a dijele se na granulocite i agranulocite. Segmentirani neutrofili, bazofili i eozinofili čine granulocite, dok agranulocite čine limfociti i monociti. Povećani broj leukocita ponajviše limfocita i neutrofila unutar referentnih vrijednosti ukazuju na dobar imunološki sustav. Znak infekcije je povećanje broja leukocita iznad referentnih vrijednosti. Ako se pak smanji broj leukocita u krvi to ukazuje na fiziološki stres uslijed ponašanja životinja.



**Slika 3.** Mikroskopski prikaz leukocita

*Izvor:* www.biologija.rs

**Tablica 2.** Uzročnici povećanja /smanjena udjela pojedinih vrsta leukocita

Leukociti	Povećanje	Smanjenje
Segmentirani neutrofil	Bakterijske infekcije, upala, zloćudne bolesti	-
Bazofili	infektivne bolesti	-
Eozinofili	alergije, infektivne bolesti uzrokovane parazitima, kožne bolesti, djelovanje toksina, oporavak od akutne infekcije	-
Limfociti	virusne i bakterijske infekcije, upale, bolesti jetre, zloćudne bolesti	imunodeficijentna stanja
Monociti	infekcije, upale, ciroza jetre, zloćudne bolesti	aplastična anemija

*Izvor:* www.andragog.hr

## **5. ODREĐIVANJE OPSKRBLJENOSTI ORGANIZMA ENERGIJOM, BJELANČEVINAMA I MINERALIMA TE STATUS JETRE**

### **5.1. Procjena opskrbljenosti organizma energijom**

Najvažniji metabolički pokazatelj u procjeni hranidbenog statusa i zdravstvenog stanja životinje je pravilna opskrba organizma energijom. Procjena energetskeg statusa obavlja se na nekoliko načina. Osim standardnog utvrđivanja tjelesne kondicije, koristi se i utvrđivanje koncentracije neesterificiranih masnih kiselina (NEFA), beta hidroksimaslačne kiseline (BHB), glukoze, kolesterola i triglicerida (Antunović, 2015.). Razgradnja masti u organizmu povećava koncentraciju neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u krvi životinja, te to dovodi do negativnog energetskeg statusa. On se najčešće javlja pri kraju gravidnosti, u prvim tjednima laktacije ili tijekom bolesti. Razdoblje tri tjedna pred janjenje je preporučeno vrijeme za procjenu opskrbljenosti gravidnih ovaca energijom (Antunović, 2015.). Visoko gravidne ovce tada nemaju većih problema s opskrbljenošću organizma energijom, a razlog tome je izbjegavanje pojave gravidne toksemije. Posljedica je niska koncentracija glukoze u krvi i visoka koncentracija ketonskih tijela koje nastaju razgradnjom masnih pričuva. U zadnjoj trećini gravidnosti koncentracija glukoze je smanjena zbog povećanih potreba ploda za glukozom, a također i u ranoj laktaciji zbog sinteze mlijeka (Antunović, 2015.).

### **5.2. Procjena opskrbljenosti organizma bjelančevinama**

Za određivanje opskrbljenosti životinja bjelančevinama koristi se kombinacija različitih pokazatelja u krvi, a to uključuje određivanje koncentracije ureje, kreatinina, ukupnih bjelančevina, albumina te aktivnost enzima kreatin kinaze. Zbog djelovanja različitih čimbenika može se javiti problem pravilnog tumačenja dobivenih rezultata. Obrok u kojem je smanjena razina bjelančevina znatno utječe na narušavanje imuniteta. Koncentracija ureje u serumu koristi se kao pokazatelj odnosa između bjelančevina i energije. U životinjskom organizmu prilikom konzumacije hrane bogate energijom u buragu se oslobađa velika količina amonijaka, a ako je hrana bogata energijom dolazi do brze potrošnje amonijaka. Rad bubrega se prati pomoću koncentracije kreatinina.

Koncentracija albumina je kvalitetan pokazatelj za praćenje opskrbljenosti bjelančevinama kroz duže vrijeme. Koncentracije ureje i ukupnih bjelančevina pogodnije su za procjenu u kratkom razdoblju. Niska razina ovih pokazatelja ukazuje na nedostatak opskrbljenosti organizma bjelančevinama.

### **5.3. Procjena opskrbljenosti organizma mineralima**

Procjena opskrbljenosti životinjskog organizma mineralima vrlo je varijabilna (Antunović, 2015). Životinje posjeduju homeostatski mehanizma koji regulira koncentraciju minerala. Ako homeostatski sustav dobro funkcionira koncentracija minerala u krvi ne uzima se kao preslika hranidbe (posebice makroelementni). Koncentracije fosfora, kalija, magnezija i sumpora u krvi osjetljive su na konzumaciju hranom. Koncentracije klorida i kalija se mijenjaju pri smanjenoj konzumaciji hranom. Mijenjaju se također kada su ometene funkcije bubrega i probavnog sustava u životinja. Mogućnost kliničkih i supkliničkih problema s pojavom hipokalcemije, te rad kalcijevog regulatorskog sustava pokazuje koncentracija kalcija 14 dana prije i nakon partusa. Na koncentraciju kalcija u krvi može utjecati i količina fosfora u hrani jer slobodni fosfor služi u sintezi vitamina D. Također, potrebno je izmjeriti rad homeostatskog regulacijskog mehanizma, jer se zajedno s koncentracijom makroelementima u krvi može koristiti u procjeni opskrbljenosti organizma makroelementima.

U određivanju metaboličkog profila koristi se i mjerenje koncentracije mikroelemenata i vitamina topljivih u mastima ( A, D, E i K). Dokazano je da životinja jasno pokazuje kliničke simptome pojedinih bolesti ako su niže koncentracije ovih pokazatelja. Mikroelementi i vitamini topljivi u mastima nisu jednolično raspoređeni u organizmu. Biokemijski funkcionalni dio nalazi se u tkivima organizma, najveće koncentracije se nalaze u pojedinim organima gdje imaju različitu dostupnost i funkciju. Kratkotrajni nedostatak ovih pokazatelja u hranidbi uzrokuje aktivaciju nakupljenih količina, kako ne bi došlo do smanjivanja vitalne biokemijske funkcije.

Prilikom dugotrajno nedostataka u hranidbi mikroelementi i vitamini topljivi u mastima budu vidljivi u obliku nižih koncentracija u transportnom dijelu. Prije nastanka klinički vidljivih znakova bolesti zbog nedostatka dolazi do pada imuniteta.



Ako su nedostaci dugotrajni, isprazniti će se sve nakupljene pričuve te dolazi do ugrožavanja biokemijsko - funkcijskog bazena i pojave deficitarnih bolesti. U određivanju koncentracije mikroelementa treba mjeriti selen, bakar, željezo i kobalt. Ovce su posebice osjetljive na bakar, te je preporučena količina 5 mg/kg hrane (Antunović, 2015.). Smanjena kvaliteta vune, narušavanje rasta i razvoja janjadi, pojava anemije i lomljivih kostiju samo su neki od pokazatelja niže koncentracije bakra u hrani kroz duže vremensko razdoblje. Koncentracija selena u krvnom serumu predstavlja transportni selen i osjetljiva je na promjene u hranidbi i jetrenom metabolizmu. Potpunu sliku o opskrbljenosti organizama selenom daje određivanje koncentracije selena u ukupnoj krvi. To je zapravo skup transportnog selena iz biokemijsko - funkcijskog bazena.

#### **5.4. Status jetre**

Određivanje aktivnosti različitih enzima (gama glutamiltransferaza (GGT), aspartat aminotransferaza (AST) i sorbitol dehidrogenaza (SDH)) služe za procjenu funkcije jetre. Određuje se također i koncentracija kolesterola, bilirubina i neesterificiranih masnih kiselina (NEFA). Povećanje koncentracije ili aktivnost ovih pokazatelja ne mora značiti negativnu funkciju jetre, već da se u jetri događa neki nespecifični proces, bolest ili ozljeda. Dobivene se vrijednosti iz toga razloga tumače zajedno s koncentracijom kolesterola i neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u krvi životinja. Koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u krvi značajno utječe na količinu koja dolazi u jetru. Koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u krvi utječe na povećanu koncentraciju ketonskih tijela i masti u jetri. Ako se mast zadrži u jetri izaziva zamašćenje, odnosno masnu infiltraciju ili uz pomoć proteina stvara lipoprotein niske gustoće (VLDL) koji se izlučuju iz jetre. Lipoprotein niske gustoće (VLDL) čini i kolesterol, pored masti i bjelančevina. Mjerenjem koncentracije kolesterola može se procijeniti količina proizvedenog VLDL-a i sama sposobnost jetre za njegovu proizvodnost. Do povećavane količine masti u jetri dolazi usred smanjenje sposobnosti jetre za proizvodnju VLDL-a.

## 6. ČIMBENICI METABOLIČKOG PROFILA

Kod tumačenja laboratorijskih testova i samog metaboličkog testa mora se uzeti u obzir niz čimbenika koji utječu na hematološke i biokemijske pokazatelje u krvi. Od različitih čimbenika koji mogu utjecati na metabolički profil u krvi ovaca i koza možemo izdvojiti genetske i negenetske čimbenike. Spol i genotip (pasmina) odnosi se na utjecaj genetskih čimbenika, a godišnje doba, sezona, dob životinje, reprodukcijski status, hranidba, način držanja, transport i skladištenje uzoraka krvi odnosi se na proučavanje negenetskih čimbenika.

U daljnjem tekstu bit će prikazani rezultati novijih istraživanja s obzirom na utjecaj različitih genetskih i negenetskih čimbenika na metabolički profil u krvi ovaca i koza u procjeni hranidbenog i zdravstvenog stanja.

El-Sherif i Assad (2001.) proveli su istraživanje promjene sastava krvi tijekom razdoblja gravidnosti i laktacije u ovaca. U krvi su istraživali sadržaj hemoglobina, hematokrita (PCV), srednje koncentracije hemoglobina (MCHC), koncentracije glukoze, ukupnih proteina, albumina, globulina, omjer albumina i globulina (A/G), ureje i kreatinina, te aktivnosti alanin aminotransferaze (ALT) i aspartat amiotransferaze (AST). Svi pokazatelji su se tijekom gravidnosti počeli povećavati, dostižući maksimalnu vrijednost kod janjenja. Od 10. tjedna do janjenja sadržaj hematokrita (PCV) i srednja koncentracija hemoglobina (MCHC) povećali su se ( $P < 0,01$ ) u gravidnih ovaca, a to je rezultiralo povećanjem sadržaja hemoglobina u krvi ( $P < 0,01$ ). Koncentracija glukoze u krvi povećana je od 4. tjedna gravidnosti, a najveća koncentracija bila je pri janjenju (60,15-90,08 mg/dl). Koncentracija proteina i njegove dvije komponente povećali su se u 6. tjednu, ali su se snizili od 16. do 18. tjedna gravidnosti. Koncentracija ureje i kreatinina počela se značajno povećavati nakon 1. do 12. tjedna gravidnosti. Tijekom prvog mjeseca laktacije sadržaj hematokrita (PCV) se naglo smanjio kod ovaca u laktaciji i bio je niži nego kod ovaca u 3. tjednu laktacije (24,25:27,17%). To je rezultiralo padom sadržaja hemoglobina u krvi u 4. tjednu (68,42:74,00 g/l). Ovce u laktaciji imale su veće srednje koncentracije hemoglobina (MCHC) (30,01-31,19%) u laktaciji. Koncentracije glukoze, ureje, kreatinina te aktivnost alanin aminotransferaze (ALT) vratile su se na vrijednosti slične gravidnim ovcama.

Slično se dogodilo i s koncentracijom ukupnih proteina u plazmi, ali se smanjila koncentracija globulina, dok je koncentracija albumina ostala viša kod gravidnih ovaca.

Aktivnost aspartat aminotransferaza (AST) ostala je viša nego kod gravidnih ovaca. Autori dokazuju da se hranjive tvari iz tijela troše tijekom gravidnosti i laktacije. Ovce posjeduju adaptivna obilježja kao što je koncentracija hemoglobina u crvenim tjelešcima radi povećanog unosa kisika. Rezultati ukazuju na potrebu praćenja hranjivih tvari, posebno proteina tijekom laktacije i gravidnosti.

Utjecaj dobi i reprodukcijskog statusa na krvne pokazatelje ovaca pasmine Merinolandschaf proučavali su Antunović i sur. (2004.). Utvrđena je promjena razlika u koncentraciji kalcija u serumu gravidnih i negravidnih ovaca u usporedbi s onima u laktaciji. Otkrivene su statistički značajno veće koncentracije albumina i kolesterola u krvi gravidnih ovaca u usporedbi s negravidnim. Aktivnost gama glutamiltransferaze (GGT) bila je statistički značajno viša u krvi ovaca u laktaciji u usporedbi s negravidnim ovacama, a aktivnost kreatin kinaza (CK) i alanin aminotransferaze (ALT) u gravidnih ovaca u usporedbi s onima u laktaciji. Ovce do jedne godine imale su statistički vrlo značajne više koncentracije anorganskog fosfora, natrija, željeza, glukoze, te aktivnosti alkalne fosfataze (ALP), gama glutamiltransferaze (GGT), kreatin kinaze (CK) u odnosi na starije ovce (preko 3 godine). Kod starijih ovaca utvrđena je viša koncentracija kolesterola i ukupnih proteina. Autori navode da je zbog toga potrebno prije određivanja metaboličkog profila ovaca uzeti u obzir dob i reprodukcijski status životinja.

Caldiera i sur. (2005.) istraživali su utjecaj indeksa tjelesne kondicije (BCS) na krvne pokazatelje koncentracije inzulina, nezasićenih masnih kiselina (NEFA), triglicerida, ukupnih proteina, ukupnih lipida, albumina, globulina, ureje, kreatinina i faktor rasta I-sličan inzulinu u serumu, te koncentracije glukoze, glukagona i trijoodironina (T3) i tiroksina (T4) u plazmi ovaca u cilju procjene hranidbenog statusa. Ovce koju se neodgovarajuće hranjene imale su niže koncentracije glukoze, trijodtironina (T3) i tiroksina (T4), inzulina, albumina, globulina i faktora rasta I u krvi. Ukupne koncentracije nezasićenih masnih kiselina (NEFA), ureje i kreatinina bile su povećane. Autori ukazuju da na metabolički profil u krvi ovaca znatno utječe tjelesna kondicija. Uzimanje uzoraka krvi i bilance dušika provedeno je u 4-5 skupina odraslih negravidnih ovaca koje su imale različite ocjene indeksa tjelesne kondicije 1, 2, 3 ili 4.

Indeks tjelesne kondicije (BCS) 1,25 i 2 ukazuju na pothranjenost ovaca i u toj skupini utvrđene su niže koncentracije glukoze, inzulina, albumina, globulina, te trijodtironina (T3) i faktora rasta I sličnog inzulinu u plazmi, te više koncentracije nezasićenih masnih kiselina (NEFA), ureje i kreatinina u serumu. Visoke koncentracije inzulina, glukagona i ureje imale su ovce s ocjenom 4 indeksa tjelesne kondicije, što ukazuje na prekomjernu hranidbu. Ovce koje su imale 4 indeks tjelesne kondicije utvrđen je uravnotežen metabolički status. Na krvne metabolite i hormonski profil u krvi ovaca znatno utječe indeks tjelesne kondicije. Autori su zaključili da koncentracije glukoze, nezasićenih masnih kiselina (NEFA) i inzulina u krvi ovaca daju najpouzdanije podatke o energentskoj opskrbi, a koncentracija proteina i ureje ukazuje na proteinski status.

Arnt-Brito i sur. (2006.) analizirali su metabolički profil Lacaune ovaca u Južnom Brazilu. Uzorci su uzeti od 14 negravidnih ovaca u 60., 90. i 120. danu gravidnosti, te 30., 60. i 140. danu laktacije. Tijekom razdoblja laktacije uzeti su i uzorci mlijeka za ispitivanje njegovog fizikalno-kemijskog sastava. Najveće promjene metaboličkog profila utvrđene su na kraju gravidnosti i na početku laktacije. Koncentracije ureje pokazale su varijaciju ( $P < 0,05$ ) tijekom razdoblja gravidnosti i laktacije. Koncentracije glukoze i fruktozaniman smanjile su se, dok su se koncentracije beta hidoksibutirat (BHB) značajno povećale na kraju gravidnosti ( $P < 0,05$ ). Za vrijeme laktacije smanjena je koncentracija glukoze, a koncentracija kolesterola je značajno povišena ( $P < 0,05$ ). Koncentracija fosfora bila je smanjena, posebno 30. dan nakon jajenja ( $P < 0,05$ ). Hematološki pokazatelji u krvi ovaca ostali su unutar referentnih vrijednosti tijekom gravidnosti i laktacije, osim udjela segmentiranih neutrofila koji su se značajno povećali ( $P < 0,05$ ) s početkom gravidnosti.

Metabolički profil krvi 15 negravidnih ovaca cigaja pasmine u ekološkom uzgoju proučavali su Antunović i sur. (2009). Na dobru opskrbljenost ovaca mineralima ukazuju koncentracije većine minerala u krvi (kalcij, anorganski fosfor, kalij, natrij i klor). Jedino je koncentracija željeza u krvi ovaca ( $19,10 \mu\text{mol/l}$ ) bila ispod referentne vrijednosti za ovce. Razlog tome je vjerojatno manjak elementa u hrani. Na dobru opskrbu energijom ukazuju koncentracije glukoze ( $3,86 \text{ mmol/l}$ ), kolesterola ( $1,59 \text{ mmol/l}$ ) i triglicerida ( $0,17 \text{ mmol/l}$ ). Koncentracije ureje ( $9,80 \text{ mmol/l}$ ), ukupnih proteina ( $74,97 \text{ g/l}$ ) i kreatinina ( $88,40 \mu\text{mol/l}$ ) ukazuju na dobru opskrbljenost ovaca bjelančevinama. Sadržaj hematoloških pokazatelja i aktivnost većine istraživanih enzima bili su u granicama referentnih vrijednosti za ovce.

Autori ovim istraživanjem ukazuju da bi obroke ovaca u ekološkom uzgoju trebalo uravnotežiti te da se mjerenjem metaboličkog profila krvi mogu izbjeći proizvodni gubitci uzrokovani ne odgovarajućom hranidbom.

Brouček i sur. (2009.) istraživali su kako nadmorska visina, godišnje doba, pasmina, sustav gospodarenja te stado utječu na koncentraciju kalcija, fosfora, bakra i cinka u krvnoj plazmi ovaca. Ovce su držane u tri stada, tri sustava i na četiri nadmorske visine. Uzroci krvi podijeljeni su prema sljedećim čimbenicima: nadmorska visina (550 m, 800 m, 910 m, 950 m), sezona godine ( proljeće 2004., jesen 2004., proljeće 2005., jesen 2005.), sezona ( proljeće, jesen), pasmina (Merinolandschaf, Charolais, Sumavian), sustav (ekološki i ne ekološki) i stado (tri stada). Utvrđeno je značajno povećanje koncentracije fosfora u krvi ovaca na nadmorskoj visini od 800 m (2,46 mg/l). Značajne razlike zabilježene su unutar godišnjeg doba zbog niže koncentracije kalcija u jesen 2004. (2,27  $\mu\text{mol/l}$ ) i fosfora u krvi u proljeće 2005. (1,36 mg/l). Najveće koncentracije fosfora zabilježene su unutar pasmine i stada, tj kod Merinolandschaf ovaca (2,46 mol/l). Veće koncentracije fosfora utvrđene su u krvi ovaca u ne ekološkom sustavu (1,77 mol/l u usporedbi s 1,36 mg/l). Na koncentraciju bakra i cinka u krvi ovaca utjecala je nadmorska visina ( $P < 0,001$ ). Najniža koncentracija bakra u krvi ovaca zabilježena je u proljeće 2004. (11,65  $\mu\text{mol/l}$ ). Najveća koncentracija bakra u krvi izmjerena je kod ovaca Charolais (17,64 mmol/l), najveća koncentracija cinka u pasmine Sumavian (17,34  $\mu\text{mol/l}$ ), a najniža u ovca Charolais (14,68 mmol/l ;  $P < 0,01$ ). Viša koncentracija bakra (16,14 mmol/l u odnosu na 14,49 mmol/l ;  $P < 0,01$ ) i niža koncentracija cinka (17,81 mmol/l u odnosu na 15,22 mmol/l ;  $P < 0,01$ ) izmjerena je u krvi ovaca u ne ekološkom sustavu.

Piccione i sur. (2009.) istraživali su promjene koncentracija određenih biokemijski pokazatelja tijekom gravidnosti, nakon janjenja, tijekom laktacije i u sušnom razdoblju. U istraživanju je sudjelovalo 10 ovaca pasmine Comisana. Uzeti su uzorci krvi prije gravidnosti, zatim 4., 11. i 18. tjedna gravidnosti, 2. tjedan nakon janjenja, te 5., 15. i 25. tjedana laktacije i jednom u suhom razdoblju (32. tjedan). Koncentracije ukupnog proteina i serumskog albumina u krvi značajno su se povećale tijekom gravidnosti u usporedbi s diestrusnom fazom. Koncentracija ureje u krvi se povećala tijekom gravidnosti, a značajno smanjila tijekom sušnog razdoblja. Koncentracije ukupnih lipidi u krvi povećale su se tijekom gravidnosti, nakon janjenja i u laktaciji u usporedbi s diestrusom.

Koncentracije kolesterola i triglicerida povećavale su se tijekom diestrusa te smanjile u ostalim fazama.

Promjene koncentracija biokemijskih i hematoloških pokazatelja te hormona koji sudjeluju u metabolizmu u krvi ovaca cigaja u prvoj trećini laktacije istraživali su Antunović i sur. (2011.). U istraživanju je sudjelovalo 10 ovaca pasmine cigaja koje su praćene tijekom tri razdoblja laktacije 20., 40. i 60. dana. Ovce su hranjenje krmnom smjesom (300 g/dan) i livadnim sjenom po volji. Zabilježeno je smanjenje koncentracija kalcija i natrija u krvi ovaca 40. dan laktacije, te kasnije njihovo povećanje 60. dana laktacije. Utvrđeno je smanjenje koncentracije željeza i povećanje koncentracija glukoze, triglicerida i ukupnog proteina u krvi u prvoj trećini laktacije. Tijekom 40. dana mjerenja u krvi ovaca zabilježeno je značajno smanjenje aktivnosti aspartat amiotransferaze (AST) i laktat dehidrogenaze (LDH) u odnosu na 20. dan laktacije. Koncentracije hormona tiroksina (T4) i trijodtironina (T3) blago su se povećale u prvoj trećini laktacije, ali razlike nisu bile značajne. U prvoj trećini laktacije koncentracija inzulina znatno se povećala. Hematološki pokazatelji krvi ovaca u laktaciji nisu se značajno razlikovali, te su bili u okviru referentnih vrijednosti .

Cilj istraživanja Šocha i sur. (2011.) bio je utvrđivanje sadržaja hematoloških parametara i mikroelemenata u krvnoj plazmi ovaca koje su držane na nadmorskoj visini u Češkoj. Ovce su držane na tri farme, te je provedeno proljetno i jesensko ispitivanje. Uzroci krvi podijeljeni su prema nadmorskim visinama (550 m, 800 m i 950 m). Najniža koncentracija hemoglobina i vrijednost hematokrita izmjereni su u krvi ovaca na nadmorskoj visini od 550 m (66,95 g/l), a najviša na nadmorskoj visini od 950 m (117,96 g/l). Najveći broj leukocita zabilježen je na nadmorskoj visini od 950 m (9,57 g/l), proljetno razdoblje ( $P < 0,001$ ). Najniži postotak eozinofila ( $P < 0,01$ ) izmjeren je na visini od 800 m (5,81%), a najveći na visini od 550 m (9,26%). Aktivnosti fagocitoze bile su najveće na nadmorskoj visini od 950 m (95,07 %), a najniže na nadmorskoj visini od 550 m (85,04 %) ( $P < 0,001$ ). Aktivnosti fagocitoze bile su veće u jesen nego u proljeće. Najviša koncentracija bakra utvrđena je nadmorskoj visini 550 m, a najniža od 800 m (17,04 mmol/l). Koncentracija cinka bila je viša na visinama od 950 m i 800 m (17,81 mmol/l) nego na nadmorskoj visini od 550 m (14,77 mmol/l).

Janjenje i rana laktacija smatraju se najkritičnijim i stresnijim razdobljem u proizvodnom ciklusu jer su povećane hranidbene potrebe zbog sinteze mlijeka i kolostruma. Abdelrahman i Aljumaah (2012.) proučavali su utjecaj fiziološkog statusa na metabolički profil, kolostrum, sastav mlijeka i koncentraciju hormona štitaste žlijezde ovaca u laktaciji i njihove janjadi. U istraživanju su uključene dvije pasmine ovaca (Naemi i Najdi) iz svake pasmine po 10 ovaca koje su uzgajane u intenzivnom sustavu. Uzorci krvi, kolostruma te uzorci mlijeka prikupljeni su kod janjena i 45. dana kasnije od ovaca i janjadi. U uzorcima kolostruma i mlijeka analizirani je sastav hranjivih tvari. U krvnom serumu ovaca i njihove janjadi analizirane su koncentracije glukoze, ukupnih proteina, albumina, kolesterola, kalcija, fosfora, trijodtironina (T3) i tiroksina (T4). Pri jajeњу zabilježene su značajno više koncentracije glukoze, kalcija i fosfora u serumu u krvi za Najdi ovce i janjad u usporedbi s Naemi pasminom. Nakon janjena utvrđene su značajno niže koncentracije kalcija ( $P < 0,001$ ) i fosfora ( $P < 0,05$ ) u serumu ovaca i njihove janjadi Najdi pasmine sa značajno ( $P < 0,05$ ) višom koncentracijom trijodtironina (T3) i tiroksina (T4) u usporedbi s pasminom Naemi. Količina kolostruma, sadržaj mliječne masti i laktoze kod Naemi ovaca bili su značajno veći ( $P < 0,05$ ) u usporedbi s pasminom Najdi. Ovo je istraživanje ukazalo na značajan utjecaj pasmine na koncentracije određenih metaboličkih pokazatelja te sastav kolostruma i mlijeka tijekom janjenja i rane laktacije.

Cal-Pereyra i sur. (2015.) istraživali su utjecaj hranidbe na metabolički profili ovaca tijekom 130. dana gravidnosti, te su su pratili znakove toksemije gravidnih ovaca. U istraživanju je uključeno 20 ovaca pasmine Corriedale. Ovce su podjeljene u dvije skupine od 10 ovaca i držane su na livadnim pašnjacima. Kontrolna skupina imala je neograničeni pristup pašnjacima, dok je druga skupina bila podvrgnuta ograničenom hranidbom tijekom najviše 144 sati (6 dana) sa slobodnim pristupom vodi. U skupini ovaca koje su bile ograničeno hranjene uzimani su uzorci krvi svakih 6 sati radi mjerenja koncentracije kortizola, glukoze, neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) i beta hidroksibutirata (BHB), također izmjerena je i pH vrijednost urina. Svakih 6 sati ovce su praćene kako bi se utvrdili pokazatelji koji ukazuju na toksemiju. Istraživanje je pokazalo da se kod ovaca s ograničenom hranidbom smanjila koncentracija glukoze u krvi i razlikovala se od kontrolnih ovaca od 54. do 90. sata ( $P < 0,001$ ) i 96. do 102. sata ( $P < 0,05$ ). Koncentracije beta hidroksibutirata (BHB), kortizola i neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u krvi povećale su kod ovaca s ograničenom hranidbom i razlikovale su se od kontrolnih ovaca nakon 48. do 144. sata ( $P < 0,01$ ).

Kliničke znakove toksemije pokazalo je 8 od 10 ovaca koje su bile ograničeno hranjene nakon 102. do 132. sata. Srednje koncentracije glukoze, beta hidroksibutirata (BHBA) i kortizola u krvi razlikovale su se između kontrolnih i hranidbom ograničenih ovaca prije pojave znakova toksemije, 48. do 96. sata nakon ograničenja hranidbe ( $P < 0,01$ ). Autori su zaključili da koncentracije glukoze, beta hidroksibutirata (BHB) i kortizola u krvnoj plazmi ovaca mogu pomoći u ranoj dijagnozi subkliničke toksemije.

Carlos i sur. (2015.) proučavali su metabolički profil ovaca pasmine Morada nova. Istraživanje je bilo usmjereno također i na provjeru varijacija metaboličkih pokazatelja s obzirom na spol, dob i tjelesno stanje ovaca. Ispitivanje je provedeno uzorkovanjem devet stada; dvije iz države Ceará, pet iz države Rio Grande do Norte i dvije iz države Paraíba u Brazil. Korišten je uzorak od 249 klinički zdravih ovaca pasmine Morada nova. Za svaku životinju utvrđeni su spol, dob i indeks tjelesne kondicije. Uzorci krvi prikupljeni su za mjerenje sadržaja hematokrita (PCV), broja crvenih krvnih stanica (RBC), koncentracije glukoze, kolesterola, triglicerida, ureje, kreatinina, ukupnih proteina, albumina, globulina i tiroksina (T4) i aktivnosti aspartat aminotransferaze (AST) i alanin aminotransferaze (ALT). Utvrđeni pokazatelji krvi ovaca pasmine Morada nova nisu pokazali nikakvo odstupanje od referentnog intervala za ovce, osim utvrđenih nižih koncentracija globulina i višeg omjera albumina/globulina. Međutim, potvrđeno je da na biokemijske pokazatelje u serumu utječe spol, dob i tjelesna kondicija ovaca.

Cilj istraživanja Bezerra i sur. (2017.) bio je utvrditi utjecaj pasmine (Santa inês i Morada nova) na hematološku analizu u krvi u različitim reprodukcijским stadijima. Istraživanje je provedeno na 20 ovaca pasmine Santa ines i 20 ovaca Morada nova. Uzorci krvi uzimali su se svakih 14 dana, uvijek ujutro, prije nego što su životinje puštene na pašnjak. Pasma Morada nova imala je veći sadržaj hemoglobina i ukupan broj leukocita od pasmine Santa inês. Što se tiče utjecaja gravidnosti i puerperija na eritrogram, došlo je do povećanja volumena crvenih krvnih stanica, te sadržaja hemoglobina za obje pasmine u sredini gravidnosti. Uslijedilo je ponovno uspostavljanje odgovarajućeg broja krvnih stanica tijekom puerperija. Utvrđeno je povećanje udjela limfocita što ukazuje da su ovce u kasnoj gravidnosti, nakon janjenja i u puerperiju pod stresnim uvjetima u usporedbi s drugim reprodukcijским stadijima.



Ukupna koncentracija proteina u plazmi također se povećavala tijekom ovog razdoblja kako bi se nadoknadili visoki hranidbeni zahtjevi fetusa. Gravidnost i puerperij utjecali su na sve indekse eritrocita i promijenili ukupni broj leukocita.

Usporedbu metaboličkog profila ovaca Chios koje su bile izložene različitim utjecajima izučavali su Dzadzovski i sur. (2015.). U istraživanju su sudjelovale dvije skupine ovaca. Prva skupina sastojala se od 8 gravidnih ovaca s kliničkim znakovima toksemije pregledanih u zimskoj sezoni, a u drugu skupinu je uključeno 8 zdravih negravidnih ovaca koje su pregledne u proljetnoj sezoni. Uzeti su uzorci krvi i u serumu su mjerene koncentracije glukoze, beta hidroskibutirat (BHB), ukupnih proteina, albumina, ureja, kreatinina, trigliceridija i kolesterola, te aktivnost aspartat amiottransferaze (AST) i alkalne fosfataze (ALP). Gravidne ovce u zimskoj sezoni imale su značajno niže razlike u koncentraciji glukoze i ukupnih proteina, te višu koncentraciju BHB, albumina i aktivnost aspartat amiottransferaze (AST) za razliku od ovaca u optimalnim okolišnim uvjetima. Nije bilo razlike između koncentracija ureje, kreatinina, kolesterola i triglicerida te aktivnosti alkalne fosfataze (ALP) u krvi ovaca među skupina. Autori su zaključili da se energetska potreba gravidnih ovaca povećava u posljednjim tjednima gravidnosti, te da metabolička neravnoteža u kasnoj gravidnosti uzrokuje metabolički poremećaj (toksemiju).

Metabolički profil ovaca i kvalitetu ovčjeg mlijeka tijekom laktacije u ekološkom uzgoju istraživali su Antunović i sur. (2017.). U istraživanje je uključeno 31 ovca pasmine Merinolandschaf tijekom 20., 60. i 100. dana laktacije. Ovčje mlijeko analizirano je na suhu tvar bez masti, mliječnu mast, proteine, laktozu, ureju, broj stomatskih stanica (SCC), ukupan broj mikroorganizama (CFU) te koncentraciju neesterificiranih masnih kiselina (NEFA). Također je izmjeren trombogeni indeks (TI), aterogeni indeks (AI) i  $\Delta^9$ -desaturazni indeks aktivnosti. Mjerene su koncentracije kalcija, anorganskog fosfora, magnezija i željeza u krvi, te biokemijski pokazatelji u krvi (glukoza, ukupni proteini, albumin, globulin, trigliceridi, kolesterol, HDL-kolesterol, LDL-kolesterol, neesterificirane masne kiseline (NEFA) i beta hidroksibutirat (BHB)). Također mjerena je i aktivnost enzima (alanin aminotransferaza (ALT), aktivnost aspartat aminotransferaza (AST), alkalna fosfataza (ALP), kreatin kinaza (CK) i gama glutamittransferaza (GGT)) u krvnom serumu. U različitim stadijima laktacije razlikovao se kemijski sastav mlijeka. Broj somatskih stanica (SCC) i broj mikroorganizma (CFU) u mlijeku povećao se tijekom laktacije. Trombogeni indeks (TI) i aterogeni indeks (AI) bili su unutar referentnih

vrijednosti tijekom svih stadija laktacije, što ukazuje na zadovoljavajuću kvalitetu mlijeka iz ekološkog uzgoja. Ovce iz ekološkog uzgoja imale su niži manjak energije tijekom 20. dana laktacije, i nedostatak koncentracija kalcija i željeza u krvi. Uzrok je najvjerojatnije veći gubitak kroz mlijeko. Prema istraživanjima navedenih autora metabolički profil se može koristiti kao hranidbeni i zdravstveni pokazatelj u ekološkom uzgoju.

Hrković-Porobija i sur. (2017.) istraživali su metaboličke pokazatelje krvi ovaca, te njihovu važnost u kvaliteti i količini mliječnih sastojaka. U istraživanju je uključeno 127 ovaca pasmine Dubska pramenka iz dva različita područja (Livno i Travnik) u ljetnom hranidbenom razdoblju (srpanj, kolovoz i rujan). Mjerila se koncentracija biokemijskih pokazatelja (glukoza, kolesterol, trigliceridi, ukupni proteini, albumin, urea, aktivnost aspartat aminotransferaze (AST), alanin aminotransferaze (ALT), gama glutamiltransferaze (GGT), laktat dehidrogenaza (LDH)), minerala (kalcij, fosfor i magnezija) te hormoni koji sudjeluju u metabolizmu (trijodtironin (T3), tiroksin (T4) i kortizol). U uzorcima mlijeka mjerena je mliječna mast, laktoza, protein kao i masno-kiselinski sastav mlijeka. Istraživanje je pokazalo hipoglikemiju, blagu hipoproteinemiju i hipoalbuminemiju. Razlog tome je vjerojatno nedostatak hranjivih tvari u organizmu tijekom laktacije. Negativni energetske balans mogao bi biti odgovoran za promjene koje su pronađene u koncentraciji kolesterola kao i u aktivnosti aspartat aminotransferaze (AST), alanin aminotransferaze (ALT), gama glutamiltransferaze (GGT) i laktat dehidrogenaze (LDH). Utvrđene su razlike u mliječnoj masti, sastavu proteina i masnim kiselinama između istraživanih područja. Istraživanje ukazuje na značajne promjene biokemijskih pokazatelja krvi i kvalitete mlijeka ovaca. Navedene promjene autori objašnjavaju da su nastale zbog utjecaja klime, botaničkog sustava tla i pašnjaka.

Promjene u koncentraciji biokemijskih pokazatelja i hormona koji sudjeluju u metabolizmu u krvi ovaca pasmine pramenka proučavali su Hrković-Porobija i sur. (2018.). U istraživanju je sudjelovalo 117 ovaca koje su praćene tijekom tri različita razdoblja (srpanj, kolovoz, rujan) s područja Livna i Travnika. U uzorcima ovčje krvi mjereni su sljedeći biokemijski pokazatelji (glukoza, kolesterol, trigliceridi, ukupni proteini, albumin, urea, aktivnost aspartat aminotransferaza (AST), alanin aminotransferaza (ALT), laktat dehidrogenaza (LDH), gama glutamiltransferaza (GGT) i alkalna fosfataza (ALP). U krvnom serumu ovaca pomoću ELISA vrijednosti utvrđeni su hormoni: trijodtironin (T3), tiroksin (T4), kortizol i inzulin.

Hormonski status bio je relativno stabilan tijekom razdoblja istraživanja, ali utvrđene su razlike na temelju lokacije. Utvrđena je visoka koncentracija hormona štitaste žlijezde kod ovaca s područja Livna., što može biti znak smanjenog apetita zbog toplinskog stresa. Na oba područja utvrđena je i visoka inzulemija, što autori pojašnjavaju kao utjecaj hranidbe koja je značajno promijenila hormonsku regulaciju metabolizma u procesu laktacije i dovela do stimulacije rada gušterače.

Hrković-Porobija i sur. (2019.) istraživali su utjecaj geografskog područja (središnji i jugozapadni dio) Bosne i Hercegovine na hematološke i biokemijske pokazatelje u krvi ovaca pramenka. Istraživanje je obuhvatilo 104 ovce s planine Vlašić (n = 52) i Livna (n = 52). Ovca pramenka je prilagodljiva različitim geografskim i klimatskim uvjetima u BiH. Na hematološke pokazatelje mogu utjecati dob, spol, sezona, pasmina, laktacija, te hranidba. U analizi hematoloških pokazatelja nije bilo većih odstupanja od referentnih vrijednosti za ovce, osim nižeg sadržaja hemoglobina na području Vlašića i niže vrijednosti broja eritrocita na oba područja. Veći udjeli limfocita pronađeni su kod ovaca na oba područja. Biokemijski pokazatelji u krvi pokazali su varijacije na oba područja. Na to može utjecati geografsko područje i zdravlje ispitivanih ovaca.

Cilj istraživanja Martín-Alonsol i sur. (2019.) bio je procijeniti moguću mjeru protiv negativnog metaboličkog stanja koje se javlja pri kraju gravidnosti kod ovaca, uzrokujući pojavu bolesti (toksemija). U istraživanju je utvrđeno da je zajedničko međudjelovanje lizina - antidiuretski hormon (ADH) (0,08 IU/kg tjelesne mase) i oralne otopine glukoze (50 g) značajno utječu na povećanje koncentracije glukoze u krvi koja traje određeno vrijeme (do 6 sati). Stoga bi se stoga navedeno moglo koristiti u liječenju toksemije u ovaca tijekom gravidnosti. Terapija se temelji na činjenici da lizin - antidiuretski hormon (ADH) izaziva zatvaranje želučanog otvora kod preživača, omogućuju prolaz oralne glukoze do sirišta, te potom ide u crijeva i odmah se apsorbira. Autori navode da istraženii tretman uzrokuje značajan porast koncentracije glukoze kod ovaca pogođene tokasemijom.

Utjecaj učinka šišanja ovaca na fiziološke pokazatelje i koncentraciju hormona u krvi istraživali Pehlivan i sur. (2019.). Istraživanje je provedeno na 39 negravidnih ovaca pasmine Akkaraman u ljetnom razdoblju. Uzorci krvi uzeti su prije šišanja te 1., 7., 15., 30., 45., 60., 75. te 90. dan nakon šišanja.

Koncentracije kortizola,  $\beta$ -endorfina, hormona rasta (GH), tiroksina (T4), trijodtironina (T3) i protein toplinskog šoka 70 (HSP-70) određene su korištenjem enzimatske imunoanalize. Također, zabilježene su tjelesna masa, rektalna temperatura, brzina pulsa i brzina disanja svake pojedine ovce. Statistička analiza pokazala je značajan učinak šišanja ovaca ( $P < 0,01$ ) i značajan utjecaj razdoblja ( $P < 0,01$ ) na tjelesnu masu, te na koncentracije proteina toplinskog stresa 70 (HSP-70), kortizola,  $\beta$ -endorfina, hormona rasta (GH), tiroksina (T4) i trijodtironina (T3) u krvi. Također, ove analize nisu pokazale značajan utjecaj šišanja na brzinu disanja. Rezultati su pokazali da ovce imaju termoregulacijsku sposobnost, te su zbog šišanja manje pod utjecajem toplinskog stresa.

Pesantez-Pacheco i sur. (2019.) istraživali su utjecaj trajanja gravidnosti, tjelesne mase, ocjene tjelesne kondicije i stupnja gravidnosti na metabolizam ovaca tijekom gravidnosti i kasnije laktacije, kao i na porodnu masu janjeta, prenatalnu održivost i metabolizam. Utjecaj ovih čimbenika pratio se u sredini gravidnosti ( $75 \pm 5d$ ), u kasnoj gravidnosti ( $142 \pm 4d$ ) te nakon jajenja ( $52 \pm 5d$ ). Nakon jajenja i starije i mlađe ovce izgubile se na tjelesnoj masi i tjelesnoj kondiciji. Majčinski indeks i metabolizam glukoze, proteina i lipida bili su unutar fizioloških vrijednosti nakon jajenja. Kod starijih ovaca utvrđen je post porođajni porast koncentracije glukoze, a kod mlađih ovaca post porođajno povećanje koncentracije kolesterola u plazmi. Muška janjad bila je teža prilikom jajenja, a janjad koje su ojanjile ovce s višom tjelesnom kondicijom bila je teža. Dob ovaca nije utjecala na metaboličke pokazatelje kod janjadi. Metabolički pokazatelji ovaca pokazali su minimalan učinak na fenotip janjeta. Autori zaključuju da se odgovarajućom hranidbom mogu pokriti metaboličke potrebe tijekom gravidnosti i proizvodnji mlijeka, bez obzira na dob ovaca i stupanj gravidnosti.

Tijekom gravidnosti postoje promjene u metaboličkom profilu ovaca koje mogu uzrokovati metaboličke poremećaje. Analiza plinova u krvi učinkovito otkriva promjene u acido-baznoj ravnoteži i sadržaju elektrolita. Santarosa i sur. (2019.) ispitivali su promjene acido-bazne ravnoteže ovaca tijekom gravidnosti i 48 sati nakon jajenja. U istraživanju je sudjelovalo 60 ovaca pasmine Dorper uzgajanih u poluintenzivnom sustavu. Ovce su bile podijeljene u dvije eksperimentalne skupine: 30 ovaca s jednim janjetom, te 30 ovaca s ultrazvučnom dijagnozom blizanačke gravidnosti.

Analizirani dijelovi definirani su kao MI- odmah nakon umjetne oplodnje (kontrola); MG30 – 30 dana gravidnosti ; MG90 - 90 dana gravidnosti ; MG120 - 120 dana gravidnosti; MG130 - 130 dana gravidnosti; MG140 - 140 dana gravidnosti; MP - janjenje; MPP1 - 24h nakon janjenja; MPP2 - 48h nakon janjenja. Ispitivani su pH vrijednost, te tlak ugljičnog dioksida ( $t\text{CO}_2$ ), bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ), višak baza (BE), koncentracija natrija, kalija, klorida, kalcija, laktata, te anionski procjep (AG) te razlika jakih iona (SID). Istraživanje je pokazalo da je došlo do promjena u acido-baznoj i sadržaju elektrolita u tijeku gravidnosti zbog smanjenja viška baza (BE) i sadržaja bikarbonata ( $\text{HCO}_3$ ), te povećanja koncentracija laktata i anionskog procjepa (AG) tijekom gravidnost, ali je vrijednost pH ostala normalna i nije bilo razlike između skupine. Utvrđene su niže koncentracije natrija, te pad koncentracija kalija s napredovanjem gravidnosti, kao i hiperkloremija i hipokalcemija tijekom gravidnosti usporedno s referentnim vrijednostima za ovce. U krvi obje skupine ovaca smanjile su se koncentracije kalcija tijekom posljednje trećine gravidnosti.

Promjenu koncentracije hormona, krvnih metabolita, te količinu i sastav mlijeka tijekom laktacije kod koza istraživali su Singh i Ludri (2002.). U istraživanju je sudjelovalo 80 križanih koza. Uzroci krvi i mlijeka prikupljeni su od svake koze u dvotjednim intervalima u razdoblju od 150 dana. Praćen je sadržaj masti, proteina i laktoze, te koncentracija prolaktina, hormona rasta (GH), kortizola, inzulina, neesterificiranih masnih kiselina (NEFA), tiroksina (T4) i trijodtironina (T3). U krvi ukupne koncentracije prolaktina, hormona rasta (GH) i kortizola u plazmi bile su povećane tijekom rane laktacije kada su koze imale i najvišu proizvodnju mlijeka. Tijekom ostatka laktacije njihova je koncentracija bila različita. Visoka koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) tijekom rane laktacije ukazivala je na mobilizaciju tjelesnih pričuva, jer se tjelesna masa koza smanjivala tijekom rane laktacije. S odmicanjem laktacije, tjelesna masa koza i koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) smanjila se, što je ukazivalo na korištenje neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u svrhu dobivanja energije pored sinteze masnih kiselina. Na koncentraciju prolaktina, hormona rasta (GH), inzulina i neesterificiranih masnih kiselina (NEFA) u plazmi nisu utjecale okolišne temperature tijekom laktacije. Sadržaj masti u mlijeku značajno je varirao ( $P < 0,01$ ), ali sadržaj proteina i laktoze u mlijeku nije bio promijenjen tijekom različitih stadija laktacije.

Analizu metaboličkog profila mliječnih koza proveli su Antunović i sur. (2006.). Istraživanje je provedeno na 30 koza pasmine francuska alpina u ranoj laktaciji u ekološkom uzgoju. U istraživanju je utvrđen sadržaj minerala (Ca, K, Na, Mg i Cl), biokemijski pokazatelji (glukoza, urea, ukupni protein, albumin, kolesterol i trigliceridi) i hematološki pokazatelji (hemoglobin i hematokrit), te pokazatelji acido-baznog statusa krvi (pH vrijednost,  $pO_2$  – parcijalni tlak kisika,  $pCO_2$  – parcijalni tlak ugljičnog dioksida,  $HCO_3^-$  – bikarbonati) u krvnoj plazmi. Koncentracija glukoze (3,17 mmol/l) u krvnoj plazmi ovaca ukazuje na zadovoljavajuću opskrbu koza energijom, a koncentracija ureje (2,76 mmol/l) na slabiju opskrbu organizma bjelančevinama. Na dobru opskrbljenost koza mineralima ukazuju koncentracije mineralnih tvari (Na, K, Cl, Mg i Ca) i anion gap u krvnoj plazmi. Vrijednosti acido-baznog statusa krvi (pH vrijednost, parcijalni tlak kisika –  $pO_2$ , parcijalni tlak ugljičnog dioksida  $pCO_2$  i sadržaj bikarbonata –  $HCO_3^-$ ) bile su unutar referentnih vrijednosti za koze. Također, u granicama referentnih vrijednosti za koze bio je i sadržaj hemoglobina i hematokrita u krvnoj plazmi. Autori navode da se bi se hranidba mliječnih koza u laktaciji u ekološkom uzgoju trebala pojačati bjelančevina jer su u tom razdoblju povećane potrebe, što ukazuje je metabolički profil vrlo dobar pokazatelj hranidbenog statusa i zdravstvenog stanja koza.

Dobranić i sur. (2008.) istraživali su metabolički profil tijekom puerperija burskih koza. U istraživanju je sudjelovalo 14 koza burske pasmine i 8 koza križanih u tipu njemačke srnaste koze. Uzorci krvi uzimali su se svaka tri dana počevši od 3. pa sve do 40. dana nakon jarenja. U krvi je utvrđena koncentracija glukoze, ukupnih proteina, albumina, triglicerida, kolesterola, ureje, kreatinina, bilirubina, beta hidroksibutirata (BHB), minerala (Ca, P, Na, K, Cl, i Mg) te aktivnost aspartat aminotransferaze (AST), gama glutamiltransferaze (GGT), alkalne fosfataze (ALP) i kreatin kinaze (CK). Ustanovljenja je značajno viša aktivnost ( $P < 0,05$ ) kreatin kinaze (CK), gama glutamiltransferaze (GGT), alkalne fosfataze (ALP) i aspartat (AST) aminotransferaze, te koncentracija glukoze i kalcija burskih koza, dok je u križanih koza utvrđeno značajno viša koncentracija ( $P < 0,05$ ) beta hidroksibutirata (BHB), kolesterola, ureje i fosfora. Za ostale biokemijske pokazatelje nije utvrđena značajna razlika između skupina ( $P < 0,05$ ). Vrijednosti svih pokazatelja u krvi koza bile su u normalnim fiziološkim granicama za obje skupine koza. Istraživanjem je utvrđeno da skupina burskih koza nije imala značajne metaboličke poremećaje, bez obzira na povišenu razinu jetrenih enzima.

Utvrđivanje metaboličkog profila krvi i acido-baznu ravnotežu mliječnih koza i njihove jaradi tijekom laktacije proučavali su Antunović i sur. (2017.). U istraživanju je uključeno 15 alpskih koza i njihova jarad uzgajani u ekološkom uzgoju. Krv koza za mjerenje prikupljala se od 20. do 40. dana laktacije, a krv jaradi 20. i 50. dana. U uzorku krvi mjeren su je pH vrijednost, tlak ugljičnog dioksida ( $t\text{CO}_2$ ), parcijalni tlak kisika ( $p\text{O}_2$ ), ukupni tlak ugljičnog dioksida ( $t\text{CO}_2$ ) i bikarbonat ( $\text{HCO}_3$ ). Također, u krvi koza i jaradi utvrđene su i koncentracije kalcija, anorganskog fosfora, kalija, natrija, željeza, klorida, ureje, ukupnih proteina, kreatinina, kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola, triglicerida te aktivnost alkalne fosfataze (ALP), kreatin kinaze (CK) i gama glutamil transferaze (GGT), te razlika jakih iona (SID), anionski procjep (AG) i z-vrijednosti. Utvrđeno je značajno smanjenje koncentracije glukoze i triglicerida, te povećanje koncentracije kolesterola, HDL-kolesterola, LDL-kolesterola, ukupnih proteina, albumina, globulina i anorganskog fosfora u krvi koza tijekom laktacije. Koncentracije kreatinina i aktivnost enzima (CK, GGT i ALP) u krvi koza tijekom laktacije nisu se značajno razlikovale. Rezultati metaboličkog profila i acido-bazne ravnoteže krvi ukazuju na potrebu za kvalitetnijim praćenjem obroka koza i jaradi u ekološkom uzgoju.

Metabolički profil mliječnih koza u Brazilu istraživali su Soares i sur. (2018.). Istraživanje je provedeno na 25 gravidnih ovca u intenzivnom uzgoju. Uzroci krvi prikupljeni su 30., 20. i 10. dana prije jarenja, te 10., 20. i 30. dana nakon jarenja. Koncentracije kolesterola, kalcija, fosfora, tiroksina (T4) i trijodtironina (T3) te aktivnost kreatin kinaze (CK) nisu se znatno mijenjali ovisno o fizioloških vrijednostima tijekom ispitivanih razdoblja. Nakon jarenja povećala se koncentracija NEFA, glukoze i kortizola, te se smanjila koncentracija albumina ( $P < 0,05$ ). Najviše koncentracije inzulina, kreatinina i triglicerida zabilježene su u podmakloj gravidnosti, dok su najveće koncentracije beta hidroksimaslačne kiseline (BHB), fruktozamina i globulina zabilježene tijekom rane laktacije ( $P < 0,05$ ). Visoku aktivnost pokazali su enzimi AST i GGT tijekom laktacije ( $P < 0,05$ ).

Cilj istraživanja Antunović i sur. (2020.) bio je utvrdi metabolički profil krvi i acido-bazni status istarskih koza u mediteranskom sustavu uzgoja. U istraživanju je uključeno 28 istarskih koza podjeljenih u 4 skupine : skupina 1 (jarad u dobi 6 mjeseci), skupina 2 (koze u dobi  $\leq 2$  godine), skupina 3 (koze u dobi 2-5 godina) i skupina 4 (koze starije od 5 godina). Koze su pasle na pašnjacima, a u staji su hranjene sijenom i oko 0.2 kg kukuruza dnevno.

Određeni su hematološki pokazatelji u punoj krvi, koncentracije biokemijski pokazatelja i aktivnost enzima u serumu te pokazatelji acido-bazne ravnoteže u krvnoj plazmi. Broj eritrocita i limfocita bili su smanjeni, dok se udio neutrofila i eozinofila s godinama povećavao kod istraskih koza. Značajno se smanjila koncentracija željeza, kolesterola, triglicerida, LDL-kolesterola, VLDL-kolesterola, anorganskog fosfora, te aktivnost alkalne fosfataze, kao i omjer albumina/globulina u krvi. Povećala se koncentracija ureje, ukupnih proteina i globulina, te aktivnost aspartat aminotransferaze (AST) u krvi. Podaci koju su dobiveni ovim istraživanjem korisni su za praćenje zdravlja i hranidbenog statusa, te za poboljšanje i očuvanje uzgoja istarske koze.

Akkaya i sur. (2020.) proučavali su metabolički profil sanskih koza. Uzroci krvi prikupljeni su 21., 14. i 7. dana prije jarenja, u vrijeme jaranja i poslije jarenja (7., 14. i 21.) dana. Uspoređujući promjene u pokazateljima prije i poslije jarenja, utvrđene su više koncentracije nesterificiranih masnih kiselina (NEFA), kolesterola, glukoze, triglicerida i kalcija ( $P < 0.001$ ) prije jaranje, dok su koncentracije beta hidroksimaslačne kiseline (BHB), albumina, ukupnih proteina, fosfora, ureje, kreatinina, te aktivnosti sorbitol dehidrogenaze, gama glutamiltransferaze (GGT) i aspartat aminotrasferaze (AST) bile više ( $P < 0,001$ ) nakon jarenja. Autori zaključuju da metabolički profil zasnovan na biokemijskim pokazateljima može biti koristan za dijagnozu, prevenciju i kontrolu bolesti kao što su toksemija, hipokalcijema te neplodnost koza.

Milošević-Stanković i sur. (2020.) istraživali su metabolički profil gravidnih koza i koza u laktaciji. Istraživanje je provedeno na dvije skupine koza. U prvoj skupini bile su koze prvo jarke, a u drugoj skupini starije koze. Uzorci krvi prikupljeni su 10. do 15. dana prije jarenja i 10., 15. i 30. dana nakon jarenja. Koncentracija glukoze u krvi porasla je u obje skupine. Razlike između koncentracija glukoze bile su značajne ( $P < 0,05$ ) 15. dana prije jarenja i 15. dana nakon jarenja, kao i 15. i 30. dana nakon jaranje, i vrlo značajne ( $P < 0,01$ ) 15. dana prije jarenja i 30. dana nakon jarenja. Koncentracije beta hidroksimaslačne kiseline (BHB) u krvi značajno su se razlikovale 15. dana prije i 30. dana nakon jaranja, te 15. dana i 30. dana nakon jarenja ( $P < 0,05$ ). Koncentracija beta hidroksimaslačne kiseline (BHB) najviša je bila u 2. tjednu nakon jarenja. Koncentracije NEFA značajno su se razlikovale ( $P < 0,05$ ) 15. dana prije i 15. dana nakon jarenja. Indeks tjelesne kondicije (BCS) koza kretao se od 2-4, te je značajno ovisio o koncentraciji glukoze i beta hidroksimaslačne kiseline 15. dana prije jarenja.



Indeks tjelesne kondicije 30. dana nakon jaranja vrlo je značajno ovisio o koncentraciji glukoze ( $P < 0,01$ ). Indeks tjelesne kondicije 15. dana prije jaranja nije ovisio o koncentraciji NEFA. Nakon jaranja 15. dana, indeks tjelesne kondicije nije statistički ovisio o promatranim pokazateljima. Autori navode da bi poznavanje indeksa tjelesne kondicije i koncentracije pokazatelja u krvi koji ukazuju na energetske opskrbu mogli biti korisni u praksi kako bi se procijenio energetske status gravidnih koza u laktaciji.

## 7. ZAKLJUČAK

Intenzivan uzgoj ovaca i koza za cilj ima povećanje proizvodnje, a posljedice toga dovode do opterećenja životinja i otežavanja homeostaze u organizmu životinje.

Metabolički profil temelji se na utvrđivanju brojnih krvnih pokazatelja (hematoloških i biokemijskih) koje služe kao dopuna dijagnosticanju i ranom otkrivanju subkliničkih i kliničkih simptoma, te uočavanju hranidbenih pogrešaka. Određivanje hematoloških pokazatelja provodi se u punoj krvi, dok se većina biokemijskih pokazatelja utvrđuje iz krvne plazme ili seruma. Na veću upotrebu metaboličkog profila utjecao je razvoj laboratorijske opreme i računalnih programa, jer to omogućuje bržu analizu krvi i lakšu statističku obradu rezultata.

Na temelju proučenih istraživanja zaključujemo da na metabolički profil krvi ovaca i koza utječe niz čimbenika. Većina autora ukazala je na značajan utjecaj negenetskih čimbenika (godišnje doba, dob, hranidba, reprodukciji status, način držanja, transport i skladištenje uzorka krvi) te genetskih čimbenika (spol i genotip) na metabolički profil ovaca i koza. Utvrđeno je da se za određivanje energetskog statusa koristi koncentracija neesterificiranih masnih kiselina (NEFA), beta hidroksimaslačne kiseline (BHB), glukoze, kolesterola i triglicerida, dok za određivanje opskrbljenosti životinja bjelančevinama u krvi ovaca koristi koncentracija ureje, kreatinina, ukupnih bjelančevina, albumina te aktivnost enzima kreatin kinaze.

Visoku proizvodnju, zdravlje i dobrobit ovaca i koza moguće je ostvariti samo u odgovarajućim uvjetima držanja i hranidbe. Novija istraživanja ukazuju na sve veću upotrebu metaboličkog profila, jer je vrlo važan u prevenciji bolesti i uočavanju hranidbenih pogrešaka u uzgoju ovaca i koza.

## 8. POPIS LITERATURE

1. Abdelrahman, M.M., Aljumaah, R.S. (2012): Metabolic blood profiles and milk compositions of peri-parturient and early lactation periods in sheep. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(11): 1130- 1138.
2. Akkaya, F., Senturk, S., Mecitoğlu, Z., Kasap, S., Ertunc, S., Kandemir, C. (2020.): Evaluation of metabolic profiles of Saanen goats in the transition period. *J Hellenic Vet Med Soc*, 71(2): 2127-2134.
3. Antunović, Z., Šperanda, M., Steiner, Z. (2004.): The influence of age nad the reproductive status to the blood indicators of the ewes. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(3): 265-273.
4. Antunović, Z., Šperanda, M., Senčić, Đ., Šerić, V., Šperanda, V. (2006.): Metabolički profil mliječnih koza u ekološkoj poljoprivredi. *Krmiva*, 48(5): 231-236.
5. Antunović, Z., Šperanda, M., Steiner, Z., Vegara, M., Novoselec, J., Djidara, M. (2009): Metabolički profil krvi cigaje u ekološkoj proizvodnji. *Krmiva*, 51(4): 207-212.
6. Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Vegara, M., Pavić, V., Mioč, B., Djidara, M. (2011.): Changes in biochemical and hematological parameters and metabolic hormones in Tsigai ewes blood in the first third of lactation. *Archiv Tierzucht*, 54(5): 535-545.
7. Antunović, Z. (2015.): Hranidba ovaca. U: Specijalna hranidba domaćih životinja. Domaćinović, M., Antunović, A., Džomba, E., Opačak, A., Baban, M., Mužic, S. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. 210-215.
8. 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.
9. Antunović, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Steiner, Z., Čvar, S., Pavlović, N., Vlek-Lendić, Mioč, B., Paćinovski, N., Klir, Ž. (2017): Monitoring of blood metabolic profile and milk quality of ewes during lactation in organic farming. *Mljekarstvo*, 67(4): 243-252.

10. Antunović, Z., Novaković, K., Klir, Ž., Šerić, V., Mioč, B., Šperanda M., Ronta, M., Novoselec, J. (2020.): Blood metabolic profile and acid-base status of Istrian goats - a critically endangered Croatian goat - in relation to age. *Veterinarski Arhiv*, 90 (1): 27-38.
11. Arnt-Brito, M., Gonzales, F.D., Ribeiro, L.A., Campos, R., Lacerda, L., Barbosa, P.R., Bergmann, G. (2006.): Blood and milk composition in dairy ewes from southern Brazil: variations during pregnancy and lactation. *Ciencia Rural*, Santa Maria, 36(3): 942-948.
12. Beitz, D.C. (2004.): *Lipid Metabolism*. U: Rece, W. O. (ur.) *Dukes' physiology of domestic animals*. Cornell University Press, Ithaca, London, 516-534.
13. Bezerra, L.R., Oliveira, D.C.W., Silva, T.P.D., Torreao, J.N.C., Marques, C.A.T., Araujo, J.M., Oliveira, R.L. (2017): Comparative hematological analysis of Morada Nova and Santa Ines ewes in all reproductive stages. *Pesq. Vet. Bras.* 37(4): 408-414.
14. Brouček, J., Šoch, M., Šrejberova, P. (2009.): Effect of different environmental factors on selected blood minerals in sheep. *Slovak J. Anim. Sci.*, 42(2): 145-150.
15. Bruss, M. L. (1997.): *Lipids and Ketones*. U: Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. L. (ur.) *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic press, London, New York, Tokyo, 83-111.
16. Caldiera, R.M., Belo, A.T., Santos C.C., Vazques M.I., Portugal A.V. (2005): The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 27(1): 1-9.
17. Cal-Pereyra, L., Benechb, A., González-Montañac, J. R., Acosta-Dibarratd, J., Da Silvab S., Martín A. (2014.): Changes in the metabolic profile of pregnant ewes to an acute feed restriction in late gestation. *New Zealand veterinary journal* 63(3): 141-146.
18. Carlos, M.M.L., Leite, J.H.G.M., Chves, D.F., Vale, A.M., Facanha, D.A.E., Melo, M.M., Soto - Blanco, B. (2015.): Blood parameters in the Morada Nova sheep: Influence of age, sex and body condition score. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(4): 950-955.
19. Dobranić, T., Samardžija, M., Đuričić, D., Harapin, I., Vince, S., Gračner, D., Prvanović, N., Grizelj, J., Karadjole, M., Bedrica, Lj., Cvitković, Denis. (2008.): Metabolički profil burskih koza u puerperiju. *Zbornik radova XVI. kongresa Mediteranske federacije za zdravlje i produktivnost preživača*. Zagreb, 403-408.

20. Domaćinović, M. (2006.): Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
21. Drackley, J. K., Richard, M. J., Young, J. W. (1990): In vitro production of betahydroxybutyrate from 1,3-butanediol by bovine liver, rumen mucosa, and kidney. *Journal of Dairy Science*, 73: 679-682
22. Dzadzovski, I., Celeska, I., Ulchar, I., Janevski, A., Kirovski, D. (2015.): Influence of the season on the metabolic profile in Chios sheep. *Mac Vet Rev*, 38(2): 183-188.
23. El-Sherif, M.M.A., Assad, F. (2001): Changes in some blood constituents of Barki ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions. *Small Ruminant Research*, 40: 269-277.
24. 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 Jersey, USA. 905-908.
25. Guyton, C. A., Hall, E. J. (2006.): *Medicinska fiziologija.* Medicinski fakultet Zagreb, Zagreb.
26. Herak-Perković, V., Grabarević, Ž., Kos, J. (2012.): *Veterinarski priručnik.* Veterinarski fakultet Zagreb, Zagreb.
27. Hrković - Porobija, A., Hodžić, A., Abrahamsen, R., Saric, Z., Crnkic, C., Vegara, M., Hadzimusic, N., Rustempasic, A.. (2017.): Physiological characterization of Dubska pramenka. *Food and Nutrition Sciences*, 8: 465-473.
28. Hrković- Porobija, A., Hodžić, A., Ohran, H., Vegara, M., Rastempašić, A., Velić., L. (2018.): Biochemical and endocrine profiling of Bosnia and Hercegovina's native pramenka sheep. *Journal of Animal Research*, 8(5): 741-750.
29. Hrković - Porobija, A., Hodžić, A., Ohran, H., Vegara, Pašić-Juhas, E., Softić, A. (2019): The influence of geographic area on blood parameters of pramenka sheep in the Area on Bosnian and Herzegovina. *TJ VR*, 3(1): 1-8.
30. Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. L. (1997.): *Clinical Biochemistry of domestic animals.* Academic Press, San Diego.
31. Kramer, J. W. (2000.) Normal hematology of cattle, sheep and goats. In: Feldman, B. F., Zinkl, J.G., Jain, N.C eds. *Schalm's veterinary hematology.* 5Th ed. Baltimore. Lippincot Williams & Wilkinsm str. 1057-1084.

32. Martín - Alonso, M. J., Escalera-Valente, F., Cal-Pereyra, G., Benech, A., Pilar Alonso, M., González -Montaña R. M. (2019.): Energetic metabolism in fasting sheep: regularization of metabolic profile by treatment with oral glucose, with prior handling of gastric groove. *R. Bras. Zootec.*, 48:e20180290.
33. McGarry, J. D., Foster, D. W. (1969.): In support of the roles of malonyl-CoA and carnitine acyltransferase I in the regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketogenesis. *Journal of Biotechnology*, 254: 8163-8168.
34. Milošević-Stanković I., S., Hristov, S., Maksimović, N., Popović, B., Davidović, V., Mekić, C., Dimitrijević, B., Cincović, M., Stanković, B., (2020.): Energy metabolism indicators and body condition in peripartal period of Alpine goats. *Large Animal Review* 26: 13-18.
35. Neely, J. R., Rovetto, M. J., Oram, J. F. (1972.): Myocardial utilization of carbohydrate and lipids. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 15: 289-329.
36. Payne J, M., Dew. S., M., Manston R., Faulks M. (1970.): The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Vet. Rec.*, 87(1): 150-158
37. Payne, J. M., Payne, S. (1987.): *The Metabolic Profile Test*. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo.
38. Pehlivan, E., Kaliber, M., Konca, Y., Dellal, Gursel. (2020.): Effect of shearing on some physiological and hormonal parameters in Akkaraman sheep. *Asian-Australas J Amin Sci*, 33(5): 848.855.
39. Pesantez-Pacheco, J.L., Molina-Heras, A., Torres-Rovira, L., Sanz-Fernandez, M.V., Garcia-Contreras. C., Vazquez- Gomez, M., Feyjoo, P., Caceres, E., Frias-Mateo, M., Hernandez, F., Martinez-Ros, P., Gonzales-Martin, J.V., Gonzales-Bulnes, A., Astiz, S. (2019.): Influence of maternal factors (weight, body condition, parity, and pregnancy rank) on plasma metabolites of dairy ewes and their lambs. *Animals*, 9(122).
40. Piccione, G., Caola, G., Giannetto, C., Grasso, F., Calanni-Runzo, S., Zumbo, A., Pennisi, P. (2009.): Selected biochemical serum parameters in ewes during pregnancy, post-parturition, lactation and dry period. *Animal Science Papers and Reports*, 27(4): 321-330.
41. Polizopoulou, Z. S. (2010.): Haematological tests in sheep health management. *Small Ruminant Research* 92: 88-91.

42. Radman, I., Vodanović, M. (2015.): Anemije. U: Klinička kemija i molekularna dijagnostika u kliničkoj praksi, drugo, dopunjeno i obnovljeno izdanje. Sertić, J. (ur.), Medicinska naklada, Zagreb, 445-466.
43. Ramadan, P., Harapin, I. (1998.): Interna klinička propedeutika domaćih životinja. U: Ramadan, P. i Harapin, I. (ur.). Pretraga krvi i krvotvornih organa. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 115-144.
44. Ramasamy, S., Boissonneault, G. A., Decker, E. A., Hennig, B. (1991.): Linoleic acid-induced endothelial cell injury: role of membrane-bound enzyme activities and lipid oxidation. *Journal of Biotechnology*, 6: 29-35.
45. Santarosa, B.P., Dantas, G.N., Ferreira, D.O.L., Rodrigues, M., Pereira, P.F.V., Siliva, A.A., Goncalves, R.C (2019.): Comparison of electrolyte and acid-base balanced of Dorper breed ewes between single and twin pregnancies. *Pesq. Vet. Bras*, 39(10): 789-795.
46. Singh, M., Ludri, R.S. (2002.): Milk production, blood metabolites and circulatory levels of hormones in Crossbred Goats. *Anim. Sci*, 15(7): 963-967.
47. Soares, G. S. L., Souto, R. J. C., Cajuerio, J. F. P., Afonso, J. A. B., Rego, R. O., Macedo, A. T. M., Soares, P. C., Mendonca, C. L. (2018): Adaptive changes in blood biochemical profile of dairy goats during the period of transition. *Revue Méd. Vét.*, 169 (1-3): 65-75.
48. Stryer, L. (1991.): Biokemija. Školska knjiga, Zagreb.
49. Šoch, M., Brouček, J., Šrejberova, P. (2011.): Hematology and blood microelements of sheep in South Bohemia. *Biologia*, 66(1): 181-186.
50. Tall, A., Lange, R. Y. (1978): Interaction of cholesterol, phospholipid and apoprotein in high density lipoprotein recombinants. *Biochim. Biophys. Acta.*, 513: 185-197.
51. Tašić, F. Metabolički profil krava pasmine Holstein na farmi Vrana d.o.o.. Diplomski rad. Diplomski rad. Sveučilište u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti. Osijek, 2015.
52. Valerra, A., Pelegrin, M., Asins, G., Fillat, C., Sabater, J., Pujol, A., Hegardt, F. G., Bosch, F. (1994.): Overexpression of mitochondrial 3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA synthase in transgenic mice causes hepatic hyperketogenesis. *Journal of Biotechnology*, 269: 6267-6270.

53. Vernon, R. G. (2005.): Lipid metabolism during lactation: a review of adipose tissue/liver interactions and the development of fatty liver. *Journal Dairy Research*, 72: 460-469.
54. Zammit, V. A. (1983.): Regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketogenesis. *Journal Proceedings of the Nutrition Society*, 42: 289-302.
55. <https://www.andragog.hr/wp-content/uploads/Hematoloske-i-koagulacijske-pretrage-1.pdf> (Datum pristupa: 11.08.2020.)
56. <http://breyer.hr/pretrage/sve-pretrage/ukupni-proteini> (Datum pristupa: 15.08.2020.)
57. <https://www.biologija.rs/leukociti.html> (Datum pristupa: 15.08.2020.)
58. <https://pediaa.com/what-is-the-function-of-hemoglobin-in-the-human-body/> (Datum pristupa: 16.9.2020)
59. <https://fitzdravlje.com/anemija-prirodno-zeljezo-u-krvi/> (Datum pristupa: 16.9.2020)



## 9. SAŽETAK

Metabolički profil temelji se na utvrđivanju brojnih krvnih pokazatelja (hematoloških i biokemijskih) koji služe kao dopuna dijagnosticiranju i ranom otkrivanju subkliničkih i kliničkih simptoma, te uočavanju hranidbenih pogrešaka. Na temelju dostupnih novijih istraživanja može se zaključiti da na metabolički profil krvi ovaca i koza utječe niz genetskih i negenetskih čimbenika. U genetske čimbenike ubrajamo genotip (pasma) i spol životinje, a u negenetske godišnje doba, dob životinje, zdravstveno stanje, hranidba, reprodukcijski status, metode određivanja, uvjete držanja te način rukovanja s uzorcima krvi. Utvrđeno je da se za određivanje energetskeg statusa koriste koncentracije neesterificiranih masnih kiselina, beta hidroksimaslačne kiseline, glukoze, kolesterola i triglicerida u krvi, dok za određivanje opskrbljenosti ovaca i koza bjelančevinama u krvi koriste koncentracije ureje, kreatinina, ukupnih bjelančevina, albumina te aktivnost enzima kreatin kinaze u krvi. Novija istraživanja ukazuju na sve veću upotrebu metaboličkog profila, jer je vrlo važan u prevenciji bolesti i uočavanju hranidbenih pogrešaka u uzgoju ovaca i koza.

**Ključne riječi:** ovce, koze, metabolički profil krvi, hematološki i biokemijski pokazatelji, genetski i negenetski čimbenici

## **10. SUMMARY**

The metabolic profile is based on the determination of numerous blood indicators (hematological and biochemical) that serve as a supplement to the diagnosis and early detection of subclinical and clinical symptoms, and the detection of nutritional errors. Based on available recent research, it can be concluded that the metabolic profile of sheep and goat blood is influenced by a number of genetic and non-genetic factors. Genetic factors include genotype (breed) and sex of the animal, and non-genetic factors include the season, age of the animal, health status, nutrition, reproductive status, methods of determination, housing conditions and the manner of handling blood samples. Concentrations of non-esterified fatty acids, beta hydroxybutyric acid, glucose, cholesterol and triglycerides in the blood were found to be used to determine energy status, while concentrations of urea, creatinine, total protein, albumin and activity were used to determine the protein supply of sheep and goats. Kinases in the blood. Recent research indicates an increasing use of the metabolic profile, as it is very important in disease prevention and the detection of nutritional errors in sheep and goat breeding.

**Keywords:** sheeps, goats, blood metabolic profile, hematological and biochemical parameters, genetic and non-genetic factors

## **11. POPIS TABLICA**

**Tablica 1.** Referente vrijednosti za određene pokazatelje u krvi ovaca.....2

**Tablica 2.** Uzročnici povećanja /smanjena udjela pojedinih vrsta leukocita.....18

## **12. POPIS SLIKA**

<b>Slika 1.</b> Prikaz normalnog stanja/anemija u organizmu .....	13
<b>Slika 2.</b> Struktura hemoglobina.....	17
<b>Slika 3.</b> Mikroskopski prikaz leukocita.....	18

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij, Specijalna zootehnika

Diplomski rad

### Metabolički status - pokazatelj hranidbenog statusa ovaca i koza

Irena Išasegi

Sažetak:: Metabolički profil temelji se na utvrđivanju brojnih krvnih pokazatelja (hematoloških i biokemijskih) koji služe kao dopuna dijagnosticanju i ranom otkrivanju subkliničkih i kliničkih simptoma, te uočavanju hranidbenih pogrešaka. Na temelju dostupnih novijih istraživanja može se zaključiti da na metabolički profil krvi ovaca i koza utječe niz genetskih i negenetskih čimbenika. U genetske čimbenike ubrajamo genotip (pasmina) i spol životinje, a u negenetske godišnje doba, dob životinje, zdravstveno stanje, hranidba, reproduksijski status, metode određivanja, uvjete držanja te način rukovanja s uzorcima krvi. Utvrđeno je da se za određivanje energetskog statusa koriste koncentracije neesterificiranih masnih kiselina, beta hidroksimaslačne kiseline, glukoze, kolesterola i triglicerida u krvi, dok za određivanje opskrbljenosti ovaca i koza bjelančevinama u krvi koriste koncentracije ureje, kreatinina, ukupnih bjelančevina, albumina te aktivnost enzima kreatin kinaze u krvi. Novija istraživanja ukazuju na sve veću upotrebu metaboličkog profila, jer je vrlo važan u prevenciji bolesti i uočavanju hranidbenih pogrešaka u uzgoju ovaca i koza.

**Rad je izrađen pri:** Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** Prof. dr. sc. Zvonko Antunović

**Broj stranica:** 50

**Broj grafikona i slika:** 0, 3

**Broj tablica:** 2

**Broj literaturnih navoda:** 59

**Jezik izvornika:** hrvatski

Datum obrane:

**Ključne riječi:** ovce, koze, metabolički profil krvi, hematološki i biokemijski pokazatelji, genetski i negenetski čimbenici

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, mentor
2. Izv. prof. dr. sc. Josip Novoselec, predsjednik
3. Dr. sc. Željka Klir, član

Rad je pohranjen: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta u Osijeku, Vladimira Preloga

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**University Graduate Studies, Special zootehnika**

**Graduate thesis**

### **Metabolic status - an indicator of the nutritional status of sheep and goats**

Irena Išasegi

**Summary:** The metabolic profile is based on the determination of numerous blood indicators (hematological and biochemical) that serve as a supplement to the diagnosis and early detection of subclinical and clinical symptoms, and the detection of nutritional errors. Based on available recent research, it can be concluded that the metabolic profile of sheep and goat blood is influenced by a number of genetic and non-genetic factors. Genetic factors include genotype (breed) and sex of the animal, and non-genetic factors include the season, age of the animal, health status, nutrition, reproductive status, methods of determination, housing conditions and the manner of handling blood samples. Concentrations of non-esterified fatty acids, beta hydroxybutyric acid, glucose, cholesterol and triglycerides in the blood were found to be used to determine energy status, while concentrations of urea, creatinine, total protein, albumin and activity were used to determine the protein supply of sheep and goats. Kinases in the blood. Recent research indicates an increasing use of the metabolic profile, as it is very important in disease prevention and the detection of nutritional errors in sheep and goat breeding.

#### **Thesis performed at:**

**Mentor:** Ph.D Zvonko Antunović

**Number of pages:** 50

**Number of figures:** 0, 3

**Number of tables:** 2

**Number of references:** 59

**Original in:** Croatian

#### **Thesis defended on date:**

**Keywords:** sheeps, goats, blood metabolic profile, hematological and biochemical parameters, genetic and non-genetic factor

#### **Reviewers:**

1. PhD Zvonko Antunović, mentor
2. PhD Željka Klir, member
3. PhD Josip Novoselec, president

**Thesis deposited at:** Librar, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1