

# Dijagnostika poremećaja energetskeg metabolizma visoko-mlečnih krava

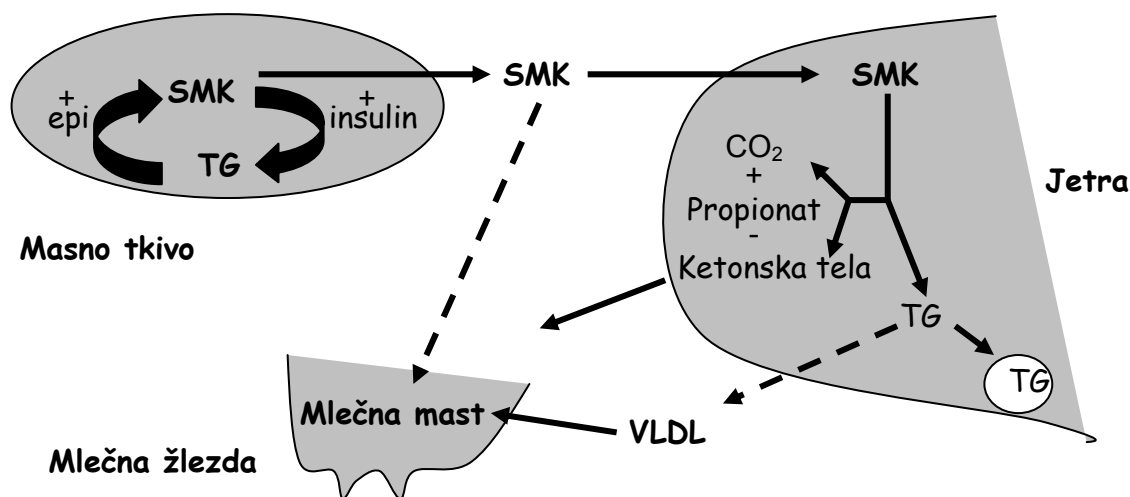
*Dr. Danijela Kirovski, docent*

## Uvod

Poremećaji metabolizma predstavljaju značajne zdravstvene probleme na farmama visoko-mlečnih krava. Posebno kritičnim za zdravlje krava se smatra peripartalni period, odnosno period od 3 nedelje pre do 3 nedelje posle teljenja. Tada se vrši značajno metaboličko prestrukturiranje organizma zbog prelaska iz stanja zasušenja i graviditeta u stanje laktacije. Prema podacima iz svetske literature, najveći procenat metaboličkih oboljenja i reproduktivnih poromećaja dešava se upravo tokom ovog perioda. Kao posledica toga dolazi do daljih komplikacija zdravlja krava uz značajno smanjenje mlečnosti i produženja servis perioda, zbog čega se ne mogu ostvariti osnovni ciljevi proizvodnje visoko mlečnih krava a to su visoka mlečnost i dobijanje jednog teleta od jedne krave godišnje.

## Energetski bilans visoko-mlečnih krava

Kod krava se tokom reproduktivno-proizvodnog ciklusa potrebe organizma u energiji značajno menjaju. Utrošak energije kod krava u laktaciji, onih sa najvećom proizvodnjom mleka, može da dosegne i 175 MJ ME u odnosu na 41 do 52 MJ ME koliko iznosi kod krava koje nisu u laktaciji. To znači da je sa uspostavljanjem laktacije organizam visoko-mlečnih krava opterećen do krajnjih fizioloških granica (40 do 60 % ukupne proizvodnje mleka se ostvaruje do 120. dana laktacije). Da bi se uspostavila metabolička ravnoteža potrebno je da krave hranom unesu veliku količinu energije. Jedan deo te energije unete hranom se gubi tokom varenja i on je tačno poznat, a preostali deo energije je dostupan organizmu i to je metabolička energija. Fiziološka je karakteristika krava u ranoj fazi laktacije da mogu da pojedu manje hrane nego što su im potrebe organizma. U prve dve nedelje posle teljenja one mogu da unesu oko 10 do 11 kg suve materije obroka, a do četvrte nedelje 15 do 16 kg suve materije. Zbog svega ovoga period rane laktacije kod krava prati negativan bilans energije (NEB - negative energy balance), odnosno stanje kada je unos energije u organizam manji od njegovih potreba. U prvim nedeljama laktacije prosečno nedostaje 28,9 MJ NEL. Metabolička ravnoteža, odnosno ravnoteža između količine unete energije i energije koja je potrebna kravi za proizvodnju mleka, se uspostavlja tek između šeste i desete nedelje laktacije. Do tog perioda manjak energije se nadoknađuje mobilizacijom telesnih rezervi, najpre rezervi glikogena, zatim masti, a onda i proteina. Najizraženija je, ipak, mobilizacija deponovanih masti koje predstavljaju najznačajniji izvor energije neophodan da bi se u prvoj fazi laktacije potpuno ispoljio genetski potencijal životinje za proizvodnju mleka. Na shemi 1 prikazana je povezanost masnog tkiva, jetre i mlečne žlezde u metabolizmu masti.

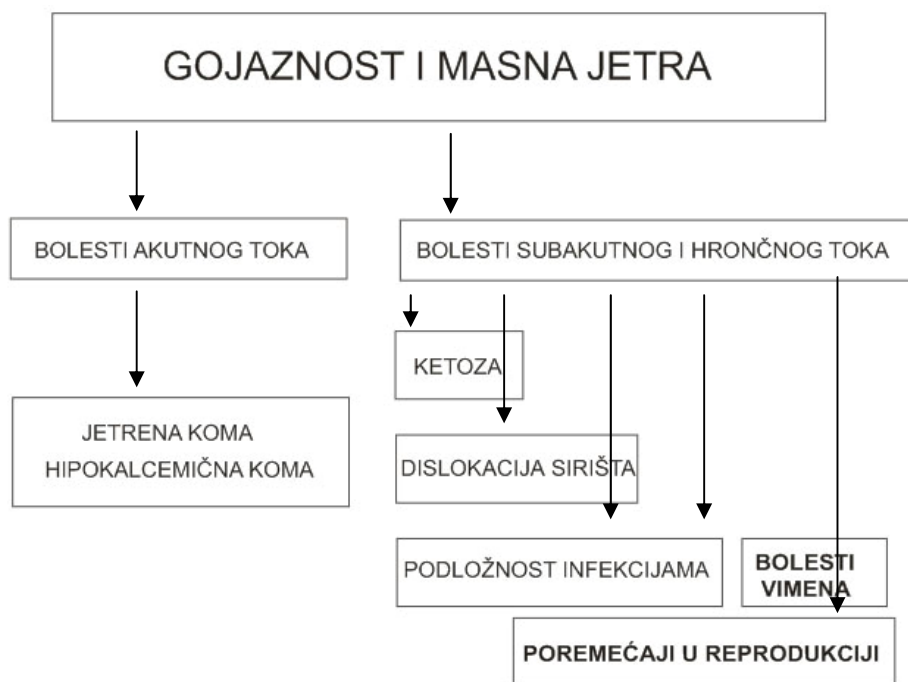


**Shema 1.** Povezanost masnog tkiva, jetre i mlečne žlezde u metabolizmu masti

Znak plus (+) ukazuje na stimulatorni, a znak minus (-) na inhibitorni efekat. Isprekidana linija znači da je proces slabog intenziteta ili se dešava samo tokom nekih promenjenih fizioloških stanja. Skraćenice: epi – epinefrin, TG – trigliceridi, SMK – slobodne masne kiseline, VLDL – lipoproteini veoma male gustine

U uslovima negativnog bilansa energije pojačavaju se procesi koji dovode do lipolize a smanjuju oni koji dovode do lipogeneze u masnom tkivu. Takođe se povećava korišćenje lipida kao glavnog energetskog izvora u ostalim tkivima.

Proces lipomobilizacije, koji obično počinje dva do dvanaest dana posle teljenja, može da počne i 5 do 7 dana pre teljenja, bez obzira što se krave tada nalaze još uvek u pozitivnom bilansu energije, odnosno stanju kada je unos energije veći od potreba organizma. U uslovima visoke proizvodnje često se dešava da krave pred kraj graviditeta unose značajno veću količinu hranljivih materija nego što su njihove stvarne potrebe. Zbog toga često dolazi do gojaznosti naročito visoko steonih junica. Utvrđeno je da upravo kod krava koje su pred teljenje bile izrazito gojazne, proces lipomobilizacije počinje pre teljenja ili, ukoliko počne nakon teljenja, je znatno pojačan. Prerana ili pojačana lipomobilizacija u ovom periodu je gotovo uvek povezana sa pojavom masne distrofije jetre jer hepatociti nisu u stanju da na pravilan način „prerade“ sve dospеле masne kiseline i da u dovoljnoj količini odstrane stvorene trigliceride. Smatra se fiziološkim ukoliko je zastupljenost triglicerida u jetri u periodu rane laktacije do 20%. Sve preko toga dovodi do pojave patološkog stanje jetre. Kod krava sa „masnom jetrom“ aktivnost imunskog sistema je smanjena, a njihova mladunčad je slabe životne sposobnosti i veoma podložna neonatalnim infekcijama. Mnogobrojna ispitivanja su u velikoj meri rasvetlila povezanost procesa zamašćenja jetre sa drugim poremećajima zdravlja i reprodukcije životinja. Naime, vrlo često kasnije tokom laktacije nastaju poremećaji u funkciji jajnika praćeni izostajanjem ovulacije i polnog žara. Servis period je veoma dug, u nekim slučajevima nastaje trajan sterilitet. U takvim zapatima kod krava se često pojavljuju gnojni endometritisi i mastitisi. Na shemi 2 su prikazana oboljenja koja najčešće nastaju kao posledica zamašćenja jetre, a koja se mogu podeliti u dve grupe: bolesti akutnog i bolesti subakutnog toka.



**Shema 2.** Uloga „masne jetre“ u nastajanju najčešćih oboljenja krava

U prvoj grupi su bolesti koje imaju akutni tok i uglavnom nepovoljne prognoze. Klinička slika nije uvek karakteristična, a obolele krave su uočljivo apatične i ne uzimaju hranu u dovoljnim količinama. Posebno izbegavaju da jedu koncentrovana hraniva. Zbog opšte slabosti teško ustaju, a neke krave, od samog početka, sve vreme leže. U poslednjoj fazi bolesti one su somnolentne i nezainteresovane prema spoljašnjim aktivnostima. Telesna poprečno-prugasta muskulatura lagano im podrhtava. Vidljive sluzokože su blago cijanotične, a pred kraj bolesti redovno su žute boje. Kod ovog akutnog oblika bolesti, i pored preduzetih mera terapije, zdravstveno stanje životinja se pogoršava, nastaje koma i dolazi do uginuća.

U drugoj grupi nabrajaju se bolesti koje, takođe, nastaju kao posledica negativnog bilansa energije u prvoj fazi laktacije. Na prvom mestu je ketoza, a kasnije tokom laktacije nastaju i poremećaji u reprodukciji. Utvrđeno je da između stepena zamašćenja jetre i dužine servis perioda postoji pozitivna korelacija.

Pravilna ocena stepena negativnog bilansa energije veoma je važna da bi se predvidelo nastajanje metaboličkih poremećaja i njihova težina kod pojedinih životinja.

### ***Pokazatelji energetske bilansa visoko-mlečnih krava***

Ključno pitanje većine naučnih istraživanja koja se izvode u cilju poboljšanja govedarske proizvodnje je kako racionalizovati potrebe krava u energiji odnosno kako poboljšati sposobnost organizma da koristi sopstvene izvore energije koje ima na raspolaganju a da pri tome ne dođe do razvoja patoloških procesa. Da bi se dao odgovor na takvo pitanje potrebno je najpre da se na pravilan način oceni energetska status krava, posebno kada se one nalaze u stanju negativnog energetske bilansa (NEB). Ocena energetske statusa krava vrši se korišćenjem pokazatelja energetske statusa visoko mlečnih krava, koji bi trebali da zadovolje dva osnovna uslova: da su pouzdani i za govedarsku proizvodnju dovoljno ekonomični.

Validni pokazateljima energetske statusa krava, odnosno stepena adaptacije u određenom periodu proizvodnog-reproduktivnog ciklusa, smatraju se ocenjivanje telesne kondicije, utvrđivanje parametara metaboličkog profila i hormonalnog statusa krava. Nekoliko nedelja pre partusa, ovi parametri mogu da ukažu na opasnost od mogućih patološko-fizioloških poremećaja, pa je blagovremeno određenim merama moguće ublažiti posledice NEBa u prvoj fazi laktacije. U novije vreme se kao pouzdan pokazatelj energetske statusa visoko-mlečnih krava koristi određivanje koncentracije i međusobnog odnosa pojedinih sastojaka mleka kod krava u ranoj fazi laktacije.

### ***Ocenjivanje telesne kondicije (OTK)***

Stepen uhranjenosti visoko-mlečnih krava u kasnom graviditetu utiče na intenzitet lipomobilizacije i racionalno korišćenje masti za zadovoljenje energetske potreba. U prilog tome govori i činjenica da krave previše ugojene u antepartalnom periodu, u odnosu na krave koje su u optimalnoj telesnoj kondiciji u tom istom periodu, gube značajno više u telesnoj kondiciji na početku laktacije. Takve krave pokazuju značajne poremećaje zdravlja koji su najčešće posledica pojačane pa i nekontrolisane lipomobilizacije tokom puerperijuma. Česta je pojava zamašćenja jetre sa svim posledicama koje to stanje ima na zdravlje i reproduktivne sposobnosti krava. Krave koje su u optimalnoj telesnoj kondiciji pre teljenja se brže oporavljaju posle teljenja i u kraćem vremenskom periodu uspostavljaju energetska ravnotežu u odnosu na proizvodne potrebe organizma.

Imajući to u vidu, praćenje telesne kondicije životinja bi moglo da bude pouzdan pokazatelj energetske statusa, pogotovo u peripartalnom periodu. Neki stručnjaci predlažu da se za ceo zapt krava izradi standardna kriva prosečne telesne mase i stepena uhranjenosti krava različitih kategorija, kako bi se na vreme obavila optimizacija obroka i izbegle velike promene u energetske metabolizmu visoko-mlečnih krava, koje prati nekontrolisana lipomobilizacija, zamašćenje jetre i veoma dug period oporavljanja u toku prve faze laktacije.

Postupkom poznatim kao ocenjivanje telesne kondicije (OTK) određuju se telesne rezerve, odnosno relativna količina supkutanog masnog tkiva ili energetske depo muznih krava. Za ocenu telesne kondicije koriste se metode palpacije i adspekcije pet najvažnijih anatomske regije: slabinska regija, regija korena repa, regija sednih kvruga, regija sapi i regija kukova.

OTK životinja se izražava numerički od 1 do 5 poena. Pri tome treba da se ima u vidu da svaka promena u telesnoj kondiciji za jedan poen podrazumeva promenu telesne mase najmanje za 55 pa sve do 75 kilograma. Karakteristike vrednosne poena OTK dobijenih opipavanjem pojedinih delova tela date su u tabeli 1.

***Tabela 1:*** Karakteristike za pojedine ocene telesne kondicije krava

<b>Ocena telesne kondicije</b>	<b>Karakteristike</b>
<b>1</b>	Oko korena repa postoji duboko udubljenje. Ne oseća se potkožno masno tkivo između sednih kvruga. Kukovi se lako napipavaju. Koža je lako okretna. Krajevi slabinskih bočnih izdanaka su oštri na dodir i lako se napipavaju. Postoji duboko udubljenje na slabinama.
<b>2</b>	Oko korena repa je plitko udubljenje okruženo masnim tkivom. Ispod sednih kvruga napipava se malo masnog tkiva, kosti karlice se lako napipavaju. Krajevi slabinskih bočnih izdanaka izgledaju zaobljeno. Njihova gornja površina se lako napipava blagim pritiskom. Na

	slabinama se vidi duboko udubljenje.
<b>3</b>	Udubljenje oko korena repa nije vidljivo. Masno tkivo se lako uočava u ovoj regiji i oko ove regije. Koža deluje zategnuto. Kostur karlice se napipava blagim pritiskom. Krajevi slabinskih bočnih izdanaka mogu da se oseće laganim pritiskom. Postoji tanak sloj tkiva na površini. Postoji samo blago udubljenje na slabinama.
<b>4</b>	Oko korena repa su vidljivi nabori masnog tkiva. Jastučići masnog tkiva prisutni su oko sednih kvrga. Kostur karlice može da se napipa samo snažnim pritiskom. Krajevi slabinskih bočnih izdanaka ne mogu da se napipaju ni snažnim pritiskom. Udubljenje na slabinama između kičme i kukova nije vidljivo.
<b>5</b>	Koren repa je usađen u masno tkivo. Koža je zategnuta. Ni jedan koštani deo karlice ne može da se napipa, čak ni jakim pritiskom. Postoje nabori masnog tkiva preko krajeva slabina bočnih izdanaka. Koštane strukture ne mogu da se napipaju.

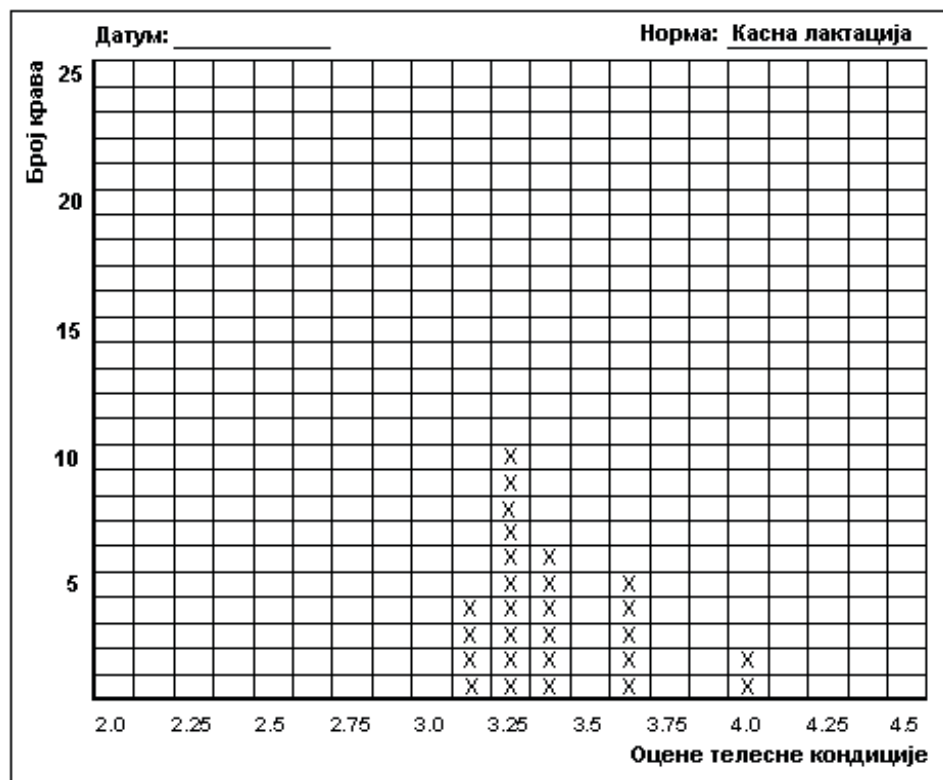
Svaka životinja treba da bude ocenjena u svim fazama proizvodnje i reprodukcije: u zasušenju, na teljenju, prilikom pripusta/osemenjavanja (od 60. do 70. dana), u trenutku potvrde steonosti (od 120 do 150. dana) i u trećoj fazi laktacije. U tabeli 2 date su optimalne i prihvatljive ocene telesne kondicije za muzne krave

**Tabela 2.** Optimalne i prihvatljive ocene telesne kondicije za muzne krave u kritičnim periodima produkcije i reprodukcije

Vreme ocenjivanja	Optimalna ocena	Prihvatljive ocene
Teljenje	3,50	3,25 - 3,75
Vrhunac laktacije	2,75	2,50 - 3,25
Sredina laktacije	3,00	2,75 - 3,25
Kasna laktacija	3,25	3,00 – 3,50
Zasušenje	3,50	3,25 - 3,75

Idealno je da se telesna kondicija krava ocenjuje jednom ili dva puta mesečno. Prilikom uvođenja ocenjivanja na farmu i pri ispravljanju grubih grešaka u tehnologiji vođenja farme, kada su učestali poremećaji metabolizma i reprodukcije krava preporučuje se kontrola OTK najmanje jednom mesečno u toku laktacije i svakih 15 dana tokom zasušenja.

U velikim stadima, sa više stotina grla, gde se obavlja grupisanje prema stadijumu laktacije ili proizvodnji mleka, oko 50 posto grla u zapatu treba da se oceni da bi dobijene prosečne vrednosti bile pouzdane, sa stepenom pouzdanosti od 90 posto. Ukoliko se u ovako velikim zaptatima, ocena telesne kondicije vrši u: zasušenju, pre teljenja – u porodilištu, u ranoj laktaciji – na prvom osemenjavanju, u sredini laktacije i u kasnoj laktaciji, dobijaju se vrlo bitni podaci o regulisanju energetskog bilansa. Prebrojavanje krava po pojedinačnim OTK i prikaz dobijenih podataka pomoću histograma, u okviru jedne proizvodne grupe, daje brz i jednostavan uvid u energetski status grupe. Primer sa jedne farme gde je izvršena pojedinačna OTK krava u kasnoj laktaciji dat je na grafikonu 1.



**Grafikon 1.** Primer popunjenog terenskog obrasca za ocenjivanje telesne kondicije

Oko 70 do 80 posto krava na grafikonu treba da budu u tolerantnim granicama OTK za odgovarajuću fazu proizvodno-reproduktivnog ciklusa. Ukoliko ima više od 20 posto krava sa neodgovarajućom kondicijom, problem može brzo da se otkrije i blagovremeno mogu da se preduzmu korektivne mere.

Posebno je značajno odrediti razliku u oceni telesne kondicije između pojedinih faza proizvodno-reproduktivnog ciklusa. Naime, razlike između vrednosti OTK između svih faza proizvodno-reproduktivnog ciklusa ne bi trebalo da bude veća od 0,5 odnosno najviše 0,7 poena. U slučaju kada je ta razlika izražena mogući su značajni poremećaji metabolizma. Ako je razlika u oceni telesne kondicije između faze zasušenja i puerperijuma odnosno rane faze laktacije veća od jednog poena može se očekivati nekontrolisana lipomobilizacija u ranoj fazi laktacije sa posledničnim zamašćenjem jetre. Takođe je tada narušena plodnost, pošto uspostavljanje polnih ciklusa i ponovni graviditet u uslovima nedostatka energije nisu tada prioritetni procesi. Krave koje u toku prvih 5 nedelja laktacije izgube više od jednog poena ocene telesne kondicije, imaju duži period do pojavljivanja prvog estrusa, duži period do prvog osemenjavanja, veći indeks osemenjavanja i veći broj dana do koncepcije (duži servis period), u odnosu na krave koje su izgubile manje od jednog poena OTK.

### Metabolički profil

Za pravilnu ishrana krava u laktaciji neophodno je da se ishrana prilagodi laktacionoj krivi, odnosno potrebama životinja u određenoj fazi laktacije. Pored toga, da bi se krave dobro prilagodile promeni obroka na početku laktacije, neophodno je im se u poslednje dve nedelje graviditeta uvesti „pripremni“ obrok. Ako se to ne učini krave posle teljenja ne mogu da konzumiraju neophodne količine krmne smeše, a mogući su i značajni poremećaji metabolizma na početku laktacije. Samo na ovaj način je moguće da se potrebe krava u energiji u prvoj fazi laktacije prilagode što je moguće više aktuelnoj laktaciji (tabela 3).

**Tabela 3:** Energetske potrebe za krave u prvim nedeljama laktacije pri proizvodnji od 30 litara mleka

Nedelja laktacije	Potrebe u energiji MJ ME	Količina suve materije (kg)	Kabašta hraniva (kg)	Krmna smeša (kg)	Bilans energije	
					NEL MJ	%
1.	110	14	8,7	6	87	80
2.	121	16	8,9	8	100	82
3.	130	17	8,2	10	110	85
4.	130	18	9,2	10	116	89
5.	130	19	9,3	11	122	94

6.	130	20	9,4	12	129	100
7.	130	21	9,5	12	130	100
8.	130	21	9,5	12	130	100

Svaka životinja ima svoj genetski potencijal. U zapatu ovaj potencijal zavisi od ispoljavanja pojedinačnih mogućnosti plotkinja, pa se i po tome razlikuju rase i zapati. Smatra se da na nedovoljno iskorišćavanje genetskog potencijala utiču, pre svega, nedostatak energije (40 do 50 posto), nedostatak proteina i neproteinskih azotnih materija (30 do 40 posto) i nedostatak makro-i mikroelemenata i vitamina (20 do 30 posto). Međutim, istraživanja u poslednjoj deceniji jasno pokazuju da iskorišćavanje genetskog potencijala može biti znatno umanjeno i suficitarnom ishranom, odnosno mogućim disbalansima.

Promene u metabolizmu, kao posledica poremećene ravnoteže u organizmu između unete hranljive materije i potreba organizma, mogu se utvrditi ispitivanjem biohemijskih promena koje se odigravaju u ćelijama odnosno tkivu i organima kao stalni procesi koji omogućavaju život krava, ali i procese produkcije i reprodukcije.

Promene u metabolizmu mogu se utvrditi analizom materijala uzetog od životinja. To je najčešće krv. Ranije su se kao uzorci za određivanje metaboličkog profila koristili mokača, mleko, sadržaj buraga i dlaka.

Najčešće korišćeni biohemijski pokazatelji stanja metabolizma organskih materija koje se koriste prevashodno kao izvor energije (ugljeni hidrati i masti) su koncentracija glukoze, slobodnih masnih kiselina i beta-hidroksi buterne kiseline u krvi. Biohemijski parametri koji se koriste kao pokazatelji metabolizma proteina su ukupni proteini, albumini i urea, dok su najbolji pokazatelji metabolizma mineralnih materija koncentracija kalcijuma, fosfora i magnezijuma u krvi.

Jetra kao središnji organ metaboličkih tokova, je najviše opterećena tokom peripartalnog perioda i rane laktacije. Stoga, neophodno je parametrima metaboličkog profila obuhvatiti i funkcionalno stanje jetre. Određivanje koncentracije ukupnog bilirubina u krvi krava je nezaobilazan test za ispitivanje funkcionalnog stanja jetre.

U praksi se od svih navedenih parametara metaboličkog profila najčešće ispituju su: glukoza, slobodne masne kiseline, beta-hidroksi buterna kiselina (BHB), anorganski fosfor, kalcijum i ukupni bilirubin.

Glikemija nakon teljenja se snižava i kasnije u toku laktacije postepeno raste. Povišena koncentracija slobodnih masnih kiselina u krvi je odraz višeg stepena lipomobilizacije, a smanjene lipogeneze. Porast koncentracije slobodnih masnih kiselina u krvi krava nakon teljenja je 6 puta viši u odnosu na period pre teljenja, dok se kod prvotelki povišava za dvaipo puta.

Odavno je utvrđeno da kod krava u laktaciji postoji visokoznačajna negativna korelacija između koncentracije glukoze i koncentracije slobodnih viših masnih kiselina u krvnoj plazmi. To praktično znači da kada se glikemija nalazi u fiziološkim granicama, koncentracija slobodnih viših masnih kiselina je niža. Za vreme hipoglikemije, koncentracija slobodnih viših masnih kiselina se povećava proporcionalno smanjenju koncentracije glukoze u krvi. Ovi nalazi jasno ukazuju na činjenicu da je za normalno odvijanje metabolizma ugljenih hidrata i masti neophodan uravnotežen odnos između glukogenoplastičnih i energetskih prekursora, što se jedino ostvaruje kada se ova jedinjenja obezbeđuju iz alimentarnih izvora. U normalnim uslovima podmirivanja energetskih potreba organizma, najveći deo energije se obezbeđuje iz nižih masnih kiselina, koje potiču iz predželudaca. Međutim, u uslovima negativnog bilansa energije kao što je to slučaj u prvoj fazi laktacije, jedan deo energije mora da se obezbedi iz sopstvenih rezervi. U ovom pogledu je posebno značajna činjenica da proces lipomobilizacije nije po svom intenzitetu isti kod svih životinja, a najviši je na početku laktacije kada su najizraženije individualne razlike. Utvrđeno je da proces lipolize započinje još u visokom graviditetu i u tom periodu predstavlja fiziološki proces prilagođavanja organizma na nove uslove hormonalne regulacije metabolizma i pripreme za nastupajuću laktaciju. Kod nekih životinja ovaj proces na početku laktacije može da evoluiru u patološko stanje, s obzirom da regulatorni mehanizmi ne mogu da obezbede uravnotežen odnos između metaboličkih procesa i zahteva koje postavlja mlečna žlezda.

Poznata je činjenica da se krave u visokom graviditetu nalaze u stanju pozitivnog bilansa energije, što je i razumljivo, jer u tom periodu životinja unosi veću količinu energije nego što su potrebe za stvaranjem telesnih rezervi masnih kiselina. Kod krava sa uravnoteženim metabolizmom, u tom periodu, uporedo sa povećavanjem koncentracije slobodnih viših masnih kiselina, povećava se i koncentracija glukoze u krvi. Smatra se da vrednost glikemije u poslednjoj fazi graviditeta treba da bude od 2,77 do 3,88 mmol/l. To pokazuje da se ovaj period odlikuje uspostavljanjem pozitivne korelacije između vrednosti glikemije i koncentracije slobodnih viših masnih kiselina i to predstavlja siguran pokazatelj energetskog statusa životinja. Vrednosti glikemije niže od 2,77 mmol/l u poslednjoj nedelji graviditeta ukazuju na veće opterećenje metabolizma, i to je siguran podatak

koji nagoveštava mogućnost pojavljivanja metaboličkih poremećaja sa početkom laktacije. Posebno je važna činjenica da kod tek otejenih krava, kod kojih nastaje hipoglikemija, skoro redovno se pojavljuje i ketonurija različitog intenziteta. Međutim, postoje životinje kod kojih je glikemija na donjoj fiziološkoj granici, ili ispod nje, a u mokraći se ne pojavljuju patološke količine ketonskih tela. Zapravo, kod krava kod kojih je na početku laktacije koncentracija slobodnih viših masnih kiselina u fiziološkim granicama, postoji mogućnost da se pri nižoj koncentraciji glukoze u krvi uspostavlja metabolička ravnoteža nezavisno od zahteva mlečne žlezde.

Nasuprot tome, kod onih životinja kod kojih stanje hipoglikemije koincidira sa povišenom koncentracijom slobodnih viših masnih kiselina u krvi, intenzivira se proces ketogeneze i dolazi do kliničke manifestacije poremećaja u metabolizmu. Ovi nalazi ukazuju da vrednosti glikemije kod muznih krava, pored toga što zavise od intenziteta glukoneogeneze i potrošnje glukoze u mlečnoj žlezdi, zavise i od stepena izraženosti negativnog bilansa energije, odnosno intenziteta mobilizacije masnih kiselina iz telesnih rezervi. To praktično znači da kod jače izraženog negativnog bilansa energije, što se događa na početku laktacije, intenzivna lipomobilizacija ima kao posledicu naglu promenu u telesnoj kondiciji, a u nekim slučajevima je moguće nastajanje bolesnog stanja.

Koncentracija ukupnih proteina opada u zadnjem mesecu steonosti u odnosu na prethodne mesece. Umeren pad nakon teljenja se nastavlja i smatra se da je posledica prelaska imunoglobulina iz krvi u mleko. Posebnu pažnju zaslužuje nalaz visokih vrednosti koncentracije ukupnih proteina u krvnom serumu krava. Do promena u koncentraciji ukupnih proteina dolazi usled promena u koncentracijama proteinskih frakcija, međutim isto tako hiperproteinemija može da bude rezultat određenog stepena dehidracije organizma, što je često kod krava u puerperijumu. Ispitivanja su pokazala da pri prosečnoj koncentraciji ukupnih proteina od 88 do 92 g/l vrednost za koloidno-osmotski pritisak se kreće od 4,1 do 4,5 kPa (normalana vrednost za goveda je 2,3 do 3,5 kPa). Zapaženo je da pri vrednostima većim od 5 kPa kod krava postoje učestali endometritisi, povraćanja i dug servis period.

Pored koncentracije ukupnih proteina, u kliničkoj dijagnostici se ispituju i odnosi među pojedinim frakcijama belančevina.

Albumini se stvaraju isključivo u hepatocitima, pa je otuda i njihova koncentracija u krvnoj plazmi zavisna uglavnom od funkcije ćelija jetre. U oboljenima jetre, hipoalbuminemija je zapažena samo u hroničnoj insuficijenciji jetre, i to srazmerno stepenu njenog oštećenja. U akutnim oboljenjima, iako je sinteza proteina smanjena, ne dolazi do ove pojave, pre svega zbog dugog polživota albumina.

Kalcijum se u krvnoj plazmi nalazi u vezanom obliku za proteine ili kompleksno vezan za citrate. U jonizovanom obliku se nalazi oko 50% jonizovanog kalcijuma, koji je metabolički i fiziološki aktivan. Kod goveda fiziološke vrednosti kalcemije variraju zavisno od godišnjeg doba, ishrane, uzrasta životinja, fiziološkog stanja organizma (graviditet i laktacija). Fiziološke vrednosti kalcemije su od 2,0 do 3,0 mmol/l (tabela 4), dok kod sveže otejenih krava vrednosti su niže i u proseku iznose 1,87 mmol/l. Naime, kod visoko-mlečnih krava posle teljenja dolazi do hipokalcemije.

Koncentracija anorganskog fosfora u krvnoj plazmi se reguliše snabdevanjem iz alimentarnih izvora ili izlučivanjem preko mokraće. Samo manje količine se izlučuju preko pljuvačke i ponovo dospevaju u sadržaj predželuca. Kao što je naglašeno kod kalcijuma, i koncentracije anorganskog fosfora u velikoj meri variraju zavisno od godišnjeg doba, ishrane, graviditeta, laktacije, pa i uzrasta životinja. Prema nekim podacima u letnjem periodu ishrane su naniži nivoi fosfatemije. Pretpostavlja se da se krave u letnjem periodu hrane velikom količinom lucerke koja sadrži značajne količine kalcijuma, a nedovoljno neorganskog fosfora. Pošto je u takvim uslovima ishrane narušen odnos kalcijuma i fosfora, na štetu fosfora, za potrebe laktacije se mobilisu značajne količine iz koštanog tkiva. Zbog toga nastaje veći stepen demineralizacije kostiju, a u nekim slučajevima i osteomalatična stanja. Postoji gledište da hipofosfatemija prati bolesna stanja u čijoj osnovi leži poremećaj jetre. Verovatno da zbog slabog apetita i smanjenog unošenja hrane nije dovoljno snabdevanje iz alimentarnih izvora, ali sigurno da i disfunkcija jetre utiče na iskorištavanje fosfora.

Zdravstveni poremećaji koji su posledica hipofosfatemije i hipokalcemije najčešće se javljaju u periodu oko teljenja. To je najosetljivija faza za homeostazu kalcijuma i fosfora, jer u kratkom vremenskom intervalu organizam treba da obezbedi velike količine ovih makroelemenata potrebnih za aktivnost mlečne žlezde na početku laktacije. Disbalans kalcijuma i anorganskog fosfora ima za posledicu poremećaj lokomotornog aparata, usporenu involuciju uterusu, aciklije, iregularne cikluse, povraćanja i endometrite.

Određivanje koncentracije ukupnog bilirubina daje značajan uvid u funkcionalno stanje jetre. Vrednosti bilirubinemije do 6,84  $\mu\text{mol/l}$  se nalaze kod krava za vreme gladovanja ili u periodu oko teljenja kada se pojavljuje blagi oblik masne infiltracije jetre. Smatra se da su vrednosti od preko 8,55  $\mu\text{mol/l}$  patološke.

Šamanc (1985) je kod krava obolelih od ketoze ustanovio prosečnu bilirubinemiju od 14,35  $\mu\text{mol/l}$ . Ovako visoka vrednost koncentracije bilirubina je posledica morfoloških i funkcionalnih promena u ćelijama jetre zbog masne infiltracije i degeneracije ovog organa. U takvim slučajevima je oslabljena ekskretorna funkcija jetre.

Metabolički test je pre svega grupni, a ne pojedinačni test. Naime, on se izvodi istovremeno na većem broju životinja iz jedne grupe i to u tačno određenim fazama proizvodno reproduktivnog ciklusa. Životinje koje se biraju za metabolički profil treba da budu klinički zdrave, da nisu lečene i da predstavljaju prosek grupe životinja u pogledu starosti, proizvodnje i ocene telesne kondicije. Kod visoko mlečnih rasa krava ispitivanja se vrše na 7 do 10 krava koje su u visokom graviditetu (petnaest dana pre očekivanog termina teljenja), u ranoj laktaciji (2 do 3 nedelje posle teljenja) i na vrhuncu laktacije (6 do 8 nedelja posle teljenja). Dani oko teljenja nisu pogodni za ocenu metaboličkog profila, jer se u to vreme dešavaju izražene hormonalne i biohemijske promene u organizmu. Ukoliko treba da se ispita metabolički profil krava u peripartalnom periodu, preporučuje se uzimanje uzoraka krvi u razmacima od po 10 dana. Ispitivana grla se razvrstavaju u proizvodne grupe i dobijeni podaci se statistički obrađuju. Pojedinačni rezultati imaju mali dijagnostički značaj, ali treba uzeti u obzir broj grla unutar grupe čije vrednosti odstupaju od fizioloških.

Dobijene rezultate metaboličkog profila je neophodno pažljivo tumačiti, a potom ih i pravilno interpretirati. Na rezultate ispitivanja može uticati više činilaca. Utvrđen je uticaj mesta uzorkovanja krvi, postupak sa životinjom, vreme uzorkovanja u odnosu na ishranu, doba dana, postupak sa uzorkom do ispitivanja i dr.

### ***Hormonalni status***

U svim slučajevima izraženog negativnog bilansa energije sa pojavom „masne” jetre karakterističan je nalaz niskog nivoa insulinemije. Zbog negativnog bilansa energije deponovane telesne masti se mobilizuju i utiču na koncentraciju leptina, tako da njegova koncentracija u krvi može da bude veoma pouzdan pokazatelj ovih promena za vreme negativnog bilansa energije. Koncentracije drugih hormona takođe se menjaju u krvi krava koje se hrane „restriktivno” za vreme negativnog bilansa energije. To su u prvom redu hormoni tireoideje čija koncentracija značajno opada u ranoj fazi laktacije, slično kao koncentracija IGF-I. Ove promene u hormonalnoj konstelaciji odražavaju se u značajnoj meri na sve mehanizme koji su odgovorni za prilagođavanje organizma na uslove negativnog bilansa energije, funkciju mlečne zlezde i reproduktivnih organa. Očigledno je da u procesu prilagođavanja učestvuju mnogobrojni mehanizmi, pa je zbog toga veoma teško da se proceni da li se u određenom periodu taj proces odvija u fiziološkim okvirima ili ne, ne gubeći iz vida da među životinjama uvek postoje velike razlike.

Hormonalni status može biti značajan pokazatelj energetskeg statusa ali nije tako primenljiv u praksi zbog visokih cena analiza.

### ***Određivanje koncentracije organskih sastojaka mleka***

U poslednjoj deceniji se sve više koristi, u cilju utvrđivanja energetskeg statusa krava, određivanje koncentracije i međusobnog odnosa organskih sastojaka mleka (masti, proteina i uree). Ovakva procena je izrazito pouzdana i lako primenjiva jer uzorkovanje nije stresogeno za životinju. Pored toga je i vrlo ekonomična ukoliko se njihovo određivanje uklapi u rutinsko utvrđivanje sastojaka sirovog mleka koje se koristi prilikom ispitivanja kvaliteta mleka.

Urea se u organizmu krava stvara u jetri iz amonijaka koji nastaje razlaganjem belančevine pod uticajem bakterija u predželucima. Kada se taj proces intenzivira toliko da količina stvorene uree pređe bubrežni prag, koncentracija uree u krvi se povećava. Pošto urea lako prolazi kroz ćelijsku membranu, to će biti praćeno i porastom njene koncentracije u mleku. Intenzitet navedenih procesa zavisi od snabdevenosti organizma energijom i proteinima. Nedovoljan sadržaj energije u obroku uslovljava smanjenu produkciju mikroflora buraga. To znači da bakterijska flora ne može u celosti da iskoristi amonijak, nastao razgradnjom proteina, za sintezu sopstvenih proteina. Tako, količina amonijaka u buragu raste, on se resorbuje i dospeva u jetru, gde se stvara povećana količina uree. To je praćeno povećanjem koncentracije uree u krvi i mleku. Istovremeno je smanjen i opseg sinteze bakterijskih proteina u buragu. Time je snižena proteinemija, mogućnost sinteze proteina mleka i koncentracija proteina u mleku.

Upravo na osnovu odnosa koncentracije proteina i uree u mleku može se utvrditi energetska snabdevenost životinja pri različitom sadržaju energije i proteina u obroku. Kada je koncentracija uree u mleku manja od 4 mmol/l, a sadržaj proteina veći od 3,2% smatra se da je krava hranjena primereno proizvodnim



potrebama. Pri manjem stepenu nedostatka energije, naročito prilikom kratkotrajnog i naglog prelaska na drugu hranu, sadržaj proteina će ostati na vrednostima većim od 3,2%, ali će se koncentracija uree povećati iznad 4 mmol/l. To se dešava naročito leti kada je prekomerna količina belančevina u obroku, uz manjak energije, odnosno sirovih vlakana. U slučaju nestašice energije, a dovoljne količine belančevina, koncentracija uree u mleku je između 5 i 10 mmol/l, uz zastupljenost proteina koja je malo niža od 3%. Ukoliko je koncentracija uree u mleku ispod 4 mmol/l, a zastupljenost proteina ispod 3,2%, to nedvosmisleno ukazuje na manjak energije i proteina koji je doveo do ozbiljnog metaboličkog poremećaja.

Energetska snabdevenost životinja može se odrediti i na osnovu odnosa zastupljenosti masti i proteina u mleku. Naime, prilikom obilne lipomobilizacije, povećava se koncentracija slobodnih masnih kiselina u krvi, što dovodi do povećane sinteze mlečne masti i njene koncentracije u mleku. Ako je zastupljenost proteina u mleku veća od 3,2% a zastupljenost masti u mleku ispod 4,5% onda je snabdevanje energijom zadovoljavajuće. Ako se zastupljenost mlečne masti povećava, uz istovremeno smanjenje zastupljenosti proteina u mleku to znači da kod jedinki u zapatu postoji energetska manjak.

Na osnovu izloženog se može zaključiti da ispitivanje biohemijskih sastojaka mleka (urea, ukupni proteini i masti) može da doprinese boljem poznavanju eneretskog statusa visoko-mlečnih krava i blagovremenom preduzimanju odgovarajućih mera radi preveniranja mnogobrojnih poremećaja zdravlja koji nastaju kao posledica negativnog bilansa energije.

Mi smo sprovodeći opisan obrazac izvršili ispitivanje eneretskog statusa krava na farmi visoko-mlečnih krava Holštajn-Frizijske rase koja broji 322 krave. Uzeti su uzorci mleka od ukupno 30 krava, tokom popodnevne muže. Deset krava je bilo u najranijoj fazi laktacije (do 40 dana posle telenja), deset pri kraju prve faze laktacije (80 do 120 dana posle telenja) i deset na kraju laktacionog perioda (200 do 300 dana posle telenja). Prosečna proizvodnja mleka u najranijoj fazi iznosila je 17 litara po kravi, na vrhuncu laktacije 27,76 litara a u poslednjoj fazi laktacije 18,56 litara mleka. Prosečna dnevna proizvodnja mleka je bila relativno niža u prvoj fazi laktacije u odnosu na genetski potencijal tih krava. To je bilo posebno evidentno kod jedinki u najranijoj fazi laktacije. U uzorcima mleka su ispitivane koncentracije uree, relativan sadržaj masti i proteina. Rezultati su prikazani tabelarno samo za ranu fazu laktacije (tabela 4) gde se zapaža da je prosečna relativna zastupljenost masti bila 3,89%, proteina 2,98% a koncentracija uree 3,52 mmol/l.

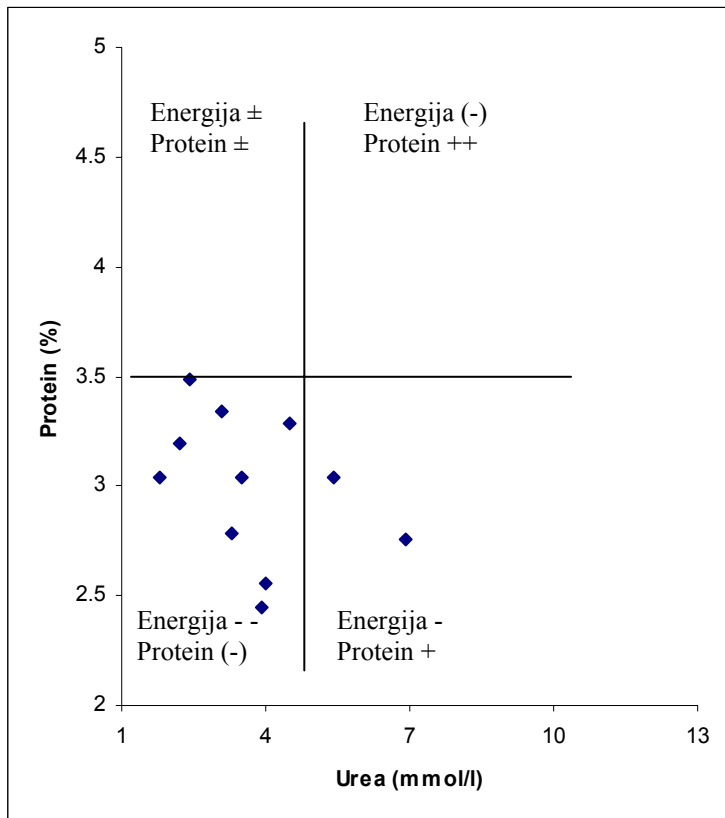
**Tabela 4.** Proizvodno reproduktivni pokazatelji krava u ranoj fazi laktacije

dani lakt.	L mleka	% masti	% proteina	urea (mmol/l)
10	14,59	3,7	3,34	3,1
30	11,11	4	3,04	1,8
13	13,73	3,3	3,29	4,5
14	16,49	4,2	2,76	6,9
13	13,2	5,3	3,49	2,4
38	13,87	3,3	3,19	2,2
19	14,06	3,7	2,78	3,3
22	14,04	3,3	2,45	3,9
24	19,73	3	3,04	5,4
19	29,95	3,7	2,56	4
32	26,3	5,3	3,04	3,5
<b>Sred. vred.</b>	<b>23,36</b>	<b>3,89</b>	<b>2,98</b>	<b>3,52</b>

Na osnovu svih podataka izračunato je da je prosečan sadržaj masti u svim uzorcima mleka iznosio 3,94%. Pri tome je sadržaj masti ispod 3,2% ustanovljen kod 20% pregledanih uzoraka, što je bilo približno procentu krava kod kojih je koncentracija uree bila ispod 3,0 mmol/l. Sadržaj proteina je u proseku bio ispod dozvoljene granice i iznosio je 2,99%.

Dobijeni rezultati za prvu fazu laktacije, koja se smatra najkritičnijom kasnije za zdravlje krava, su prikazani i grafički. Odnos koncentracija uree i proteina u mleku krava u ranoj fazi laktacije prikazan je na grafikonu 2, a odnos relativnog sadržaja masti i proteina u mleku krava na grafikonu 3.

**Grafikon 2.** Odnos koncentracije uree i proteina u mleku krava u ranoj fazi laktacije



Energija - - izrazit deficit u snabdevanju energijom

Energija - manje izražen deficit u snabdevanju energijom

Energija ± optimalno snabdevanje energijom

Proteini(-) deficit u snabdevanju proteinima

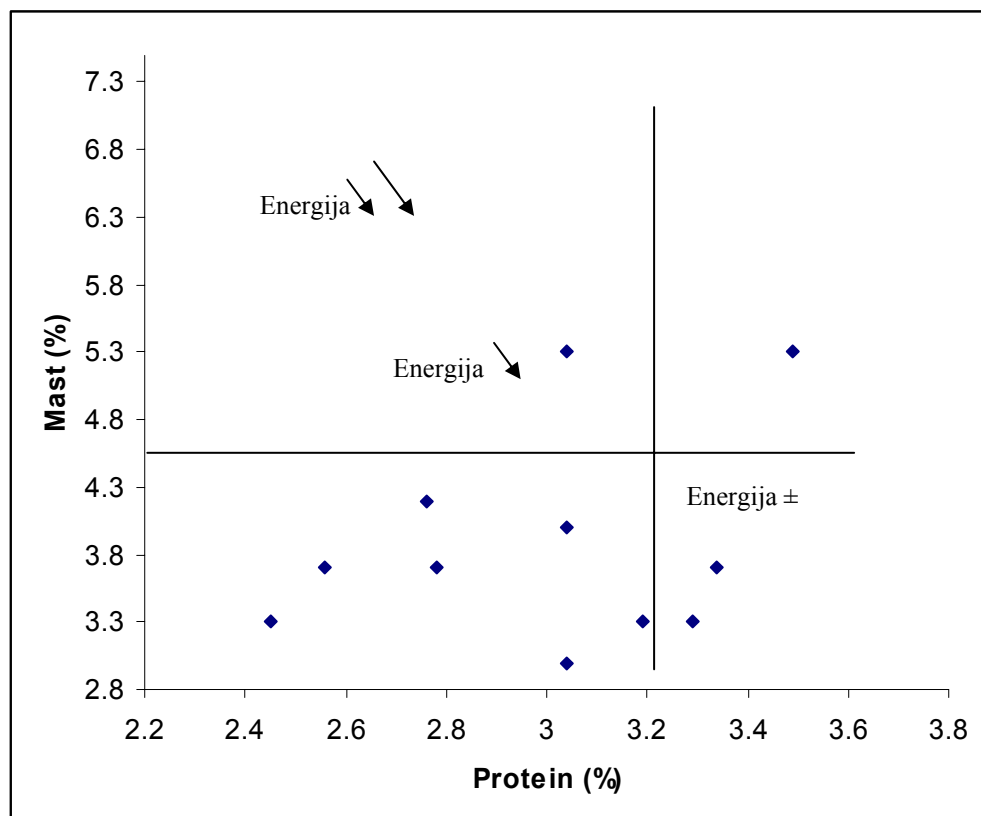
Proteini + višak u snabdevanju proteinima

Proteini ++ višak u snabdevanju proteinima

Proteini ± optimalno snabdevanje proteinima

Iz grafikona se vidi da se većina tačaka nalazi u donjem levom kvadrantu, koji ukazuje na izražen manjak u snabdevanju energijom i proteinima. Pretpostavljamo da je to zbog toga što su poremećaji metabolizma već prilično uznapređovali i da se krave dugo oporavljaju posle telenja. Usled NEBa proces mobilizacije masti iz telesnih depoa će se nastaviti i tokom laktacije. Takođe, pretpostavljamo da je u vimenu pojačan proces lipogeneze, što dovodi do povećanja koncentracije masti u mleku. Veći procenat masti u mleku je utvrđen u 4 od 11 ispitivanih uzoraka mleka prvotelkinja i pobuđuje sumnju da je kod njih u pitanju subklinički metabolički poremećaj (subklinička ketoza) jer se u takvim slučajevima proizvodnja mleka održava na nižem nivou, a sadržaj masti se povećava.

**Grafikon 3.** Odnos relativnog sadržaja masti i proteina u mleku krava u ranoj fazi laktacije



Energija ↘ energetski manjak

Energija ± optimalno snabdevanje energijom

Iz grafikona 3 se vidi da je većina tačaka u donjem levom kvadrantu što znači da snabdevanje energijom nije zadovoljavajuće.

Primećuje se da je kod krava u ranoj fazi laktacije nizak sadržaj proteina u mleku a kod nekih je koncentracija uree u mleku relativno niska. To upućuje na zaključak da neke od pregledanih životinja nemaju dovoljan apetit i da ne pojedu dovoljne količine hrane o čemu govori i relativno niska proizvodnja mleka. Kod životinje kod koje je koncentracija uree u mleku 1,8 mmol/l je i najmanja dnevna proizvodnja mleka (11,11 l mleka).

### ***Zaključak***

Svaka od navedenih metoda za dijagnostiku poremećaja energetskog metabolizma ima svoje prednosti, ali i nedostatke. Zbog toga, nijedna od ovih metoda nije zamena za drugu metodu. Potpuni podaci o stanju energetskog metabolizma dobijaju se jedino uz temeljnu analizu stanja na farmi koje uključuje prikupljanje podataka o proizvodnji, plodnosti i zdravlju životinja. Uvek je potrebno imati uvid u ocenu telesne kondicije barem na minimalno preporučenom broju životinja. Zaključke o stanju metabolizma na osnovu sastava mleka potrebno je donositi nakon uzimanja anamnestičkih podataka, analize kliničkog nalaza, kao i metaboličkog profila. Uz to je uvek potrebno hemijsko i mikrobiološko ispitivanje hraniva. S druge strane, nije dovoljno samo određivanje obroka mlečnih krava na osnovu postojećih tablica ishrane za određenu fazu proizvodno-reproduktivnog ciklusa krava. Razlog je taj što tablične vrednosti hraniva često odstupaju od stvarnih, po regionima, tipu zemljišta i zavise od godišnjeg doba. Takođe, veoma važnu ulogu u snabdevanju krava hranljivim materijama ima i tehnologija ishrane.