

**PROCENA ENERGETSKOG STATUSA KRAVA NA OSNOVU  
KONCENTRACIJE MASTI, PROTEINA I UREE U MLEKU\***  
*ASSESSMENT OF DAIRY COW ENERGY STATUS USING MILK FAT,  
PROTEIN AND UREA CONCENTRATIONS*

Danijela Kirovski, H. Šamanc, R. Prodanović\*\*

*Jedan od načina procene energetskog statusa krava u laktaciji je na osnovu rezultata dobijenih određivanjem koncentracije organskih sastojaka mleka. Prednosti ove metode su u tome što je uzimanje uzorka mleka nestresogeno za kravu i što se mogu koristiti rezultati ispitivanja mleka koje u okviru redovne kontrole vrše mlekare. Za ova ispitivanja se može koristiti zbirni uzorak mleka od svih ili pojedinih krava ili pojedinačni uzorak mleka. Na farmama na kojima postoji neujednačenost genetskog potencijala stada, prednost ima procena energetskog statusa analizom rezultata iz pojedinačnih uzoraka jer se na taj način individualno procenjuje svaka životinja. Dodatna upotreba pojedinačnih uzoraka mleka se preporučuje na novoformiranim farmama radi uspostavljanja referentnih vrednosti za stada.*

*Za procenu energetskog statusa krava u uzorcima mleka koriste se koncentracija masti, proteina i uree, kao i njihov međusobni odnos.*

*Koncentracije masti i proteina u mleku krava variraju zavisno od rase, ishrane, starosti, faze laktacije i godišnjeg doba. Sadržaj masti u mleku niži od fizioloških vrednosti očekuje se u slučajevima nepovoljne ishrane krava u periodu oko telenja ili acidoze buraga, a viši kod ketoznog stanja. Viši sadržaj proteina u mleku očekuje se kod visokoproteinske, a niži kod niskoproteinske ishrane.*

*Fiziološka koncentracija uree u mleku krava zavisi od nutritivnih faktora, sezone, starosti krava, stadijuma laktacije i telesne mase. Tako, starije krave, krave u odmakloj laktaciji i krave u letnjem periodu, imaju tendenciju ka povećanim vrednostima koncentracije uree u mleku. Od nutritivnih faktora najznačajniji je odnos energije i belančevina u obroku krava. Ukoliko je sadržaj proteina u mleku optimalan ili iznad pre-*

\* Rad primljen za štampu 19. 10. 2011. godine

\*\* Dr sci. med. vet. Danijela Kirovski, profesor; dr sci. med. vet. Horea Šamanc, profesor, dr sci. med. vet. Radiša Prodanović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Srbija

*poručenih vrednosti, ali snabdevenost energijom niža, koncentracija uree raste iznad opsega fizioloških vrednosti. Ako je obrok deficitaran i u proteinima i energiji sadržaj uree u mleku opada.*

*Dodatno, u ovom radu je prikazan model za procenu energetskeg statusa krava analizom međusobnog odnosa pojedinih sastojaka mleka (proteina i masti odnosno uree i proteina) u pojedinačnim uzorcima mleka. Na osnovu odnosa proteina i masti u pojedinačnim uzorcima mleka moguće je odrediti energetske status jedinke a na osnovu odnosa uree i proteina snabdevenost krava proteinima i energijom.*

*Ključne reči: krava, energetske status, sastojci mleka*

### **Uvod / Introduction**

Tokom poslednjih nekoliko decenija, proizvodnja mleka po kravi u našoj zemlji je značajno povećana. Prema podacima dobijenim sa tri farme visokomlečnih krava holštajn rase na teritoriji Vojvodine, prosečna proizvodnja mleka po kravi po laktaciji obračunatoj na 305 dana je tokom desetogodišnjeg perioda (od 1996. godine do 2006. godine) porasla sa 5600 na 7800 litara (Kirovski i sar., 2008). Ovakav napredak postignut je zahvaljujući korišćenju savremenih saznanja iz oblasti genetike i selekcije domaćih životinja, kao i oblasti nauke o ishrani. Međutim, istovremeno sa povećanjem proizvodnje mleka kod krava na tim farmama, došlo je i do povećanja učestalosti pojave metaboličkih oboljenja. Tako je u ispitivanom periodu na istim farmama učestalost metaboličkih bolesti porasla sa 19,2% na 53% obračunato u odnosu na pojavu svih oboljenja na farmi. Posledično, prevremeno isključivanje krava iz proizvodnje je povećano za 10%, odnosno sa 20%, koliko je iznosilo 1996. godine, na 30%, koliko je iznosilo 2006. godine.

Razloge povećane učestalosti metaboličkih oboljenja na farmama visokomlečnih krava treba tražiti u različitim greškama u tehnološkom procesu, od koji su na prvom mestu greške u ishrani. Naime, visoka proizvodnja mleka zahteva sistem ishrane koji se značajno razlikuje od tradicionalnog načina ishrane, primenjivanog kod rasa krava koje nemaju genetsku predispoziciju za visoku proizvodnju mleka. Razlog je to što je neuro-endokrina regulacija metaboličkih funkcija krava selekcionisanih na visoku proizvodnju značajno promenjena u cilju postizanja visoke mlečnosti. Ukoliko ishrana ne prati suptilne fiziološke mehanizme koji su veoma intenzivni kod ovih jedinki, vrlo lako može doći do značajnih poremećaja u metabolizmu.

S obzirom na to da se na velikom broju farmi na kojima je visoka učestalost metaboličkih oboljenja poslednjih godina postavilo pitanje profitabilnosti, bilo je neophodno razviti što pouzdanije, ali istovremeno i ekonomski prihvatljive, metode za rano dijagnostikovanje poremećaja metabolizma kod visokomlečnih rasa krava. Naročito je bilo važno razviti metode kojima bi se ustanovili rani

poremećaji u energetskeg metabolizmu koji je izložen najvećim opterećenjima, i to posebno tokom peripartalnog perioda. Od metoda za utvrđivanje poremećaja u energetskeg metabolizmu krava, u širu upotrebu su ušli ocena telesne kondicije (OTK), ispitivanje metaboličkog profila i endokrinog statusa životinja (Šamanc i sar., 2010a; Šamanc i sar., 2010b; Prodanović i sar., 2011; Kirovski i sar., 2008). Međutim, poslednjih godina sve je više u primeni metoda kojom se na osnovu koncentracije pojedinih sastojaka mleka vrši procena energetskeg statusa krava u laktaciji (Šamanc i sar., 2006; Kirovski i sar., 2011). Ova metoda u odnosu na prethodno navedene metode ima niz prednosti. Najpre, kao uzorak za ispitivanje se koristi mleko čije je uzimanje gotovo potpuno nestresogeno za kravu, pogotovo u odnosu na uzimanje krvi. Pored toga, utvrđivanje sastojaka sirovog mleka rutinski se koristi u kontroli nutritivne vrednosti mleka, pa se rezultati dobijeni u tim kontrolama mleka mogu iskoristiti u dijagnostičke svrhe u sklopu programa praćenja i kontrole zdravlja stada (Giesecke i sar., 1994; Pritchard, 1998). Međutim, jedan od značajnih nedostataka primene ove metode u proceni energetskeg statusa krava je u tome što se ne može koristiti u zasušenju, kada nastaju najranije promene u endokrinom i metaboličkom statusu jedinke, a koje imaju presudan uticaj na zdravstveno stanje i proizvodne rezultate visokomlečnih krava.

#### **Uzimanje uzoraka mleka / *Taking milk samples***

Za procenu energetskeg statusa krava može se uzeti zbirni uzorak mleka od svih ili pojedinih muznih krava ili pojedinačni uzorak od pojedinih ili svih krava u laktaciji na jednoj farmi. Uobičajeno je da se uzorak mleka uzima ujutru, međutim naši raniji rezultati su pokazali da se kod krava holštajn rase preciznija procena energetskeg statusa može dobiti ukoliko se uzorci mleka uzimaju i tokom jutarnje i večernje muže (Šamanc i sar., 2006).

Zbirni uzorak je reprezentativan i može da bude pokazatelj trenutnog metaboličkog stanja svih izmuženih krava u proizvodnji. Uzorak zbirnog mleka za analizu se uzima u količini od 25 do 60 ml, nakon što se u cisterni prethodno dobro promeša. Uzorak iz cisterne se ne sme uzeti iz gornjeg sloja mleka, jer velika količina masti može značajno uticati na rezultate ispitivanja. Prednost korišćenja zbirnog uzorka za procenu energetskeg statusa krava u laktaciji je u tome što se uzima samo jedan uzorak, čime se postiže značajna ušteda u troškovima koji su potrebni za izvođenje analiza. Međutim, glavni nedostatak korišćenja zbirnog uzorka je u tome što rezultati analize zbirnog uzorka mleka ne mogu da ukažu na razlike između krava koje pripadaju različitim laktacionim grupama (ranoj, srednjoj i kasnoj fazi laktacije), kao ni na razlike unutar jedne laktacione grupe. S obzirom na to da je za farme visokomlečnih krava u našem regionu, uključujući i područje Srbije, karakterističan visok stepen neujednačenosti krava u pogledu genetskog potencijala za mlečnost, još uvek se na tim farmama ne preporučuje korišćenje zbirnog uzorka mleka za procenu energetskeg statusa krava. Tehnološki nedostaci na farmama, koji prevashodno podrazumevaju nemogućnost

preciznog praćenja količine konzumirane hrane u okviru jedne laktacione grupe dodatno otežavaju procenu energetskog statusa krava na osnovu rezultata analize zbirnih uzoraka mleka.

Pojedinačni uzorci mleka uzimaju se tokom muže životinje uz pomoć uređaja koji obezbeđuje uzimanje uzorka iz mleka namuženog od svake krave pojedinačno. Uređaj predstavlja kalibrisani rezervoar u koji se tokom celog procesa muže odliva izvesna količina mleka. Time se omogućava reprezentativnost uzorka jer je poznato da se hemijski sastav mleka menja tokom pojedinih faza muže. To se odnosi pre svega na sadržaj mlečne masti, čija je zastupljenost u mleku na početku muže relativno niska, a na kraju muže relativno visoka. Uređaj obično odvaja uzorak u količini od 25 ml po 1 litru namuženog mleka. Ako je u pitanju mali zapač krava, neophodno je ispitati uzorak svake krave, a ako se radi o većem stadu krava, tada se za procenu zdravstvenog stanja krava mogu uzeti pojedinačni uzorci od 10% životinja u stadu ili laktacionoj grupi. Rezultati dobijeni analizom pojedinačnih uzoraka mleka su pogodniji za procenu energetskog statusa krava na jednoj farmi, a tako posredno i izbalansiranosti obroka koji se koristi. Ovakvom analizom se mogu utvrditi razlike između pojedinih laktacionih grupa, a, što je još značajnije, mogu se ustanoviti neujednačenosti u okviru iste laktacione grupe. Može se reći da je glavni nedostatak upotrebe pojedinačnih uzoraka mleka za procenu energetskog statusa krava taj što se povećavaju troškovi za analizu. Međutim, ovaj nedostatak treba uzeti sa izvesnom rezervom jer ukoliko pomoću rezultata dobijenih na ovaj način izvršimo takvu korekciju ishrane koja će smanjiti učestalost metaboličkih bolesti na farmi, onda će se sigurno uštedeti više novca no što je bio trošak analize uzoraka mleka. Na osnovu našeg iskustva, analiza zdravstvenog statusa stada na osnovu analize pojedinačnih uzoraka mleka se preporučuje na novoformiranim farmama, kao i na farmama na kojima je izražena neujednačenost krava u okviru laktacionih grupa.

### **Fiziološka osnova korišćenja parametrara mleka (masti, proteina i uree) za procenu energetskog statusa krava /**

*Physiological basis for using milk parameters (fat, proteins and urea) for assessing cow energy status*

Za procenu energetskog statusa krava u uzorku mleka potrebno je odrediti koncentraciju masti, proteina, laktoze i uree. Za analizu ovih sastojaka mleka uobičajeno se koriste uređaji koji funkcionišu na principu infracrvene spektroskopije (*MilkoScan, Lactoscop, CombiFoss*). Ovi uređaji se sve više koriste i za rutinsku analizu nutritivne vrednosti mleka proizvođača.

Fiziološka osnova upotrebe navedenih parametara mleka u proceni energetskog statusa krava zasniva se prevashodno na interakciji energetskog metabolizma i metabolizma proteina tokom iskorišćavanja sastojaka hrane za proizvodnju mleka. Naime, proteini koji se koriste u ishrani goveda su najvećim delom razgradivi u buragu (RDP – Rumen degradibile proteins). Samo mali deo

proteina hrane ne podleže razgradnji od strane bakterija buraga (RUP – Rumen undegradible proteins) već dospeva nepromenjen u tanko crevo gde se koriste. Kao što je poznato, pri razlaganju proteina hrane u buragu se oslobađa amonijak, koji se delom resorbuje i portalnim krvotokom dospeva u jetru gde se u ornitinskom ciklusu detoksikuje prelaskom u ureu (Broderick i Clayton, 1997). Pri pojačanom intenzitetu tog procesa, koncentracija uree u krvi raste. S obzirom na to da je urea lako difuzibilni molekul koji prolazi kroz ćelijsku membranu, njena koncentracija u mleku će takođe vrlo brzo porasti. Intenzitet ovog procesa zavisi od snabdevenosti organizma energijom i proteinima. Smanjen sadržaj energije u obroku smanjuje broj i aktivnost bakterija buraga. To znači da amonijak koji nastaje u buragu razgradnjom proteina, ne može u potpunosti da se iskoristi od bakterija za sintezu bakterijskih proteina, koji će kasnije u tankom crevu biti dalje iskorišćene. Tada, dakle, količina amonijaka raste i posledično se povećava i koncentracija uree u krvi i mleku. S druge strane, smanjen je opseg sinteze bakterijskih proteina u buragu, zbog čega se snižava koncentracija aminokiselina i proteina krvi. S obzirom na to da se aminokiseline krvi koriste za sintezu proteina mleka, smanjenje njihove koncentracije dovodi do smanjene sinteze proteina u mlečnoj žlezdi i posledično manje koncentracije proteina u mleku. Treba napomenuti da je energija koja se dobija razlaganjem glukoze značajan faktor koji doprinosi sintezi proteina mleka (Rius i sar., 2010).

Masti mleka potiču prevashodno iz nižih masnih kiselina resorbovanih u buragu ali i delom iz masnih kiselina iz krvotoka. Od masnih kiselina buraga poseban značaj u sintezi masti mleka ima sirćetna kiselina koja pretežno nastaje digestijom sirovih vlakana iz obroka, ali delom i buterna kiselina koja se u zidu buraga prevodi u BHBA (beta hidroksi buternu kiselinu), koja se koristi za sintezu mlečne masti. Masne kiselina prisutne u cirkulaciji, a koje se koriste za sintezu mlečne masti, potiču delom iz masti mobilisanih iz telesnih depoa, delom iz masnih kiselina resorbovanih iz digestivnog trakta, a delom iz masnih kiselina metabolisanih u jetri.

### **Koncentracija masti u mleka – procena rezultata /**

#### *Fat concentration in milk – evaluation of results*

Prosečna koncentracija masti u mleku krava zavisi prevashodno od rase. Kod krava holštajn rase iznosi 3,2% do 3,6%, dok se kod krava Simentalske rase kreće u rasponu od 3,6% do 4,0%. U okviru iste rase koncentracija masti u mleku krava varira zavisno od ishrane krava, njihove starosti, faze laktacije kao i godišnjg doba u kome se uzima uzorak mleka za analizu. Ishrana bogata sirovim vlaknima dovodi do porasta koncentracije masti u mleku dok je ishrana koncentrovanim hranivima praćena smanjenjem koncentracije masti u mleku. Tokom toplih letnjih meseci praćenih visokom relativnom vlažnošću vazduha koncentracija masti u mleku opada. Dalje, starije krave imaju nižu koncentraciju masti u mleku. Odmah nakon teljenja koncentracija masti je najviša, zatim opada od 25.

do 50. dana laktacije, a onda se opet povećava do 250. dana laktacije (Bauman i Griinari, 2003).

Ukoliko je koncentracija masti u mleku van fiziološkog opsega, ona može da ukaže na određene promene u metabolizmu krava koje su dovele do porasta ili smanjenja koncentracije masti u mleku. Tako je sniženje koncentracije masti u mleku često posledica nepovoljne ishrane krava u periodu oko teljenja, odnosno u peripartalnom periodu. Pored toga, smanjenje koncentracije masti u mleku može biti posledica acidoze buraga, koja je posledica preterane upotrebe koncentrovanih hraniva uz istovremeni nedostatak kabaste hrane. U tom slučaju, smanjen sadržaj acetata u buragu ima za posledicu nedovoljnu sintezu mlečne masti. Toplotni stres je redovno praćen smanjenjem koncentracije masti u mleku, najverovatnije kao posledica smanjene konzumacije hrane koja se tada javlja. Moguće je da je pad koncentracije masti u mleku krava tokom toplotnog stresa posledica veće učestalosti acidoze buraga koja se tada javlja (Kadyere i sar., 2002). Dodatno, visoka zastupljenost hraniva bogatih mastima može dovesti do smanjenja mlečne masti. Razlog tome je dvostruk. Kao prvo, linoleinska kiselina u višku, nakon resorpcije, deluje inhibitorno na lipogenezu u mlečnoj žlezdi, a, kao drugo, višak masti u buragu inhibitorno deluje na aktivnost protozoa zbog čega je smanjena digestija strukturnih vlakana obroka (Perfield i sar., 2007). Porast koncentracije masti u mleku je najčešće udružen sa pojačanom lipomobilizacijom, koja se javlja u uslovima izrazitog negativnog energetskog bilansa krava. U tom slučaju, naime, dolazi do porasta koncentracije slobodnih masnih kiselina u krvi, koje mlečna žlezda koristi kao prekursore, u sintezu mlečne masti (van Knegsel i sar., 2007).

#### **Koncentracija proteina u mleku – procena rezultata /**

##### *Protein concentration in milk – evaluation of results*

Koncentracija proteina u mleku krava zavisi prevashodno od rase. Kod holštajn rase iznosi prosečno 3,06% dok je kod simentalne rase značajno viša i prosečno iznosi oko 3,4%. Fiziološke varijacije koncentracije proteina u mleku zavise od gotovo istih faktora od kojih zavisi i variranje koncentracije masti u mleku. Tako će ishrana bogata proteinima, pogotovo nerazgradivim u buragu, povećati sadržaj proteina u mleku, dok će niskoproteinska ishrana dovesti do smanjenja koncentracije proteina u mleku krava. Faza laktacije, starost krava i sezona utiču na procenat proteina u mleku na isti način kao što utiču na procenat mlečne masti. Kao što je već istaknuto, smanjenje koncentracije proteina u mleku ispod donje fiziološke granice je najčešće povezano sa unosom hraniva siromašnim u proteinima dok je porast koncentracije proteina u mleku udružen sa ishranom bogatom u proteinima. Visok procenat proteina mleka može nekad biti posledica oboljenja mlečne žlezde odnosno mastitisa (Hortet i Seegers, 1998).



### **Koncentracija uree u mleku – procena rezultata /**

#### *Urea concentration in milk – evaluation of results*

Fiziološka koncentracija uree u mleku krava holštajn rase varira u širokom opsegu od 2 do 6 mmol/l. Između koncentracije uree u mleku i krvi postoji visoka korelacija (Kampl i sar., 1993). Prema navodima Marenjaka i sar. (2004) prednost određivanja koncentracije uree u mleku u odnosu na krv, kada je u pitanju procena metaboličkog statusa krava, jeste u tome što je mleko dostupnije pa je stoga metoda jednostavnija, a urea u mleku je manje podložna dnevnim variranjima u odnosu na ureu u krvi, koja se menja s obzirom na dinamiku hranjenja i sastav obroka. Izvesna količina uree prisutne u mleku potiče iz uree sintetisane u mlečnoj žlezdi, pa se time objašnjava nešto viša koncentracija uree u mleku nego u krvi.

Fiziološke varijacije koncentracije uree u mleku su izrazite, a zavise od nutritivnih faktora, sezone, starosti krava, stadijuma laktacije i telesne mase. Takođe, koncentracija uree varira tokom dana s tim da je najviša 4 do 6 sati nakon hranjenja, a najniža neposredno pre hranjenja. Od nutritivnih faktora najznačajniji je odnos energije i belančevina u obroku krava (Westwood i sar., 1998). Koncentracija uree raste sa povećanim unosom proteina razgradivih u buragu, ali i sa nedostatkom energije u obroku jer se tada ni optimalna količina belančevina iz obroka ne može iskoristiti zbog smanjene aktivnosti bakterija buraga. S druge strane, sa porastom energetskog snabdevanja krava putem obroka smanjuje se i koncentracija uree u mleku. Tokom letnjeg perioda koncentracija uree u mleku se povećava zbog povećanog učešća zelenog krmnog konvejera u ishrani krava, koga čine hraniva bogata u razgradivim proteinima, a siromašna u energiji. Starost krava utiče na koncentraciju uree u mleku jer se sa svakom narednom laktacijom povećava koncentracija uree u mleku krava. Naime, krave u prvoj laktaciji su još uvek u fazi rasta i razvoja pa stoga efikasnije koriste aminokiseline iz obroka (Wood i sar., 2003). Međutim, Johnson i Young (2003) navode da je kod krava holštajn rase koncentracija uree najviša u prvoj laktaciji. Na početku laktacije koncentracija uree u mleku je najniža, verovatno zbog smanjenog apetita krava u tom periodu. Kasnije se koncentracija povećava i dostiže svoju maksimalnu vrednost u periodu najveće produkcije mleka u laktaciji. Koncentracija uree u mleku se opet značajno smanjuje na kraju laktacije (Johnson i Young, 2003). Međutim, u slučajevima kada se u završnoj fazi laktacije obrok usklađuje sa potrebama krava smanjivanjem udela samo koncentrovanog dela obroka, koncentracija uree u mleku može da se održava na visokom nivou sve do kraja laktacije. U takvim slučajevima, zbog ishrane velikim količinama kabastih hraniva, koja su kao što je poznato bogata RDP-a, pored povećane koncentracije uree u mleku, doći će i do porasta koncentracije masti u mleku.

Upravo zbog toga što veliki broj faktora utiče na koncentraciju uree u mleku, postoji izvesna sumnja pri interpretaciji rezultata i otpor uvođenju analize uree kao rutinske analize. Da bi se otklonile sve sumnje pri interpretaciji rezultata

potrebno je uzorak mleka za ispitivanje koncentracije uree uzimati uvek u isto vreme dana. Takođe, da bi se koncentracija uree u mleku mogla koristiti kao dijagnostičko sredstvo potrebno je tokom nekoliko meseci uspostaviti bazalne vrednosti koncentracije uree za svaki pojedini zapaat i za svaku laktacionu grupu. Smatra se da je, da bi se uspostavile referentne vrednosti za koncentraciju uree u nekom zapaatu, potrebno tokom šest meseci, jednom mesečno u jutarnjim satima, utvrđivati koncentraciju uree u pojedinačnim uzorcima mleka krava iz zapata. Nakon toga analize je moguće izvoditi jednom u tri meseca (Marenjak i sar., 2004; Zadnik i sar., 2000). Kod krava holštajn rase postoji potreba da se ovaj parametar odredi i u uzorcima mleka iz večernje muže, a to je poželjno uraditi i za sadržaj proteina i masti (Šamanc i sar., 2006).

Odstupanje koncentracije uree u mleku od fizioloških vrednosti može da ukaže na probleme u ishrani krava. Tako je smanjenje koncentracije uree u mleku krava ispod fiziološki prihvatljive vrednosti najčešće posledica ishrane deficitarne u proteinima i to posebno onih razgrađivih u buragu. Takođe, manjak uree u mleku može biti posledica prisustva viška lako usvojivih ugljenih hidrata u obroku krava. Naime, u tom slučaju, smanjuje se pH buraga i amonijak prelazi u jonizovanu formu koja se slabije resorbuje. Time nema dovoljno amonijaka za sintezu uree u buragu (Westwood i sar., 2007). U svakom slučaju, koncentracija uree u mleku iznad fiziološki prihvatljivih vrednosti najčešće ukazuje na višak razgrađivih proteina u obroku i/ili nedostatka energije u obroku.

Koncentracija uree u mleku je povećana u uslovima toplotnog stresa najverovatnije zbog prestrojavanja metabolizma u smislu pojačanog katabolizma proteina koji dovodi do intenziviranja sinteze uree u jetri. Naime, poznato je da se u uslovima toplotnog stresa povećava iskorištavanje glukoze u perifernim tkivima jer se na taj način smanjuje količina oslobođene toplotne energije. Samim tim, potreba za glukozom se povećava. Kod preživara najveći deo glukoze obezbeđuje se glukoneogenezom za čije je odigravanje potrebna i veća koncentracija aminokiselina u krvi, koja se obezbeđuje katabolizmom sopstvenih proteina (Kadyere i sar., 2002).

Za vlasnika govedarske farme je značajno da zna da je porast koncentracije uree u mleku uvek udružen sa povećanim ekonomskim gubicima, jer visoka koncentracija uree u mleku najčešće znači preobilnu ishranu proteinima, koji predstavljaju najskuplju komponentu obroka. Takođe, povišena urea u mleku ukazuje na pojačano zagađenje sredine jer smanjena utilizacija azota u proteine znači da se azotna jedinjenja pojačano gube iz organizma, bilo fecesom ili urinom (Van Horn i sar., 1996). Dodatno, visoka koncentracija uree u mleku jasno pokazuje da je intenziviran proces ureogeneze u jetri, proces koji zahteva energiju, te je ona pokazatelj i toga da je organizam dodatno izložen deficitu energije. S druge strane, višak amonijaka koji iz buraga dospeva u jetru ima negativan uticaj na metabolizam jer, dodatno, koči glukoneogenezu u jetri jer se zajednički supstrat, oksalacetat, koristi i za sintezu glukoze i za sintezu aspartata, koji je neophodan za proces stvaranja uree. Zato neki autori smatraju da porast koncentracije uree u

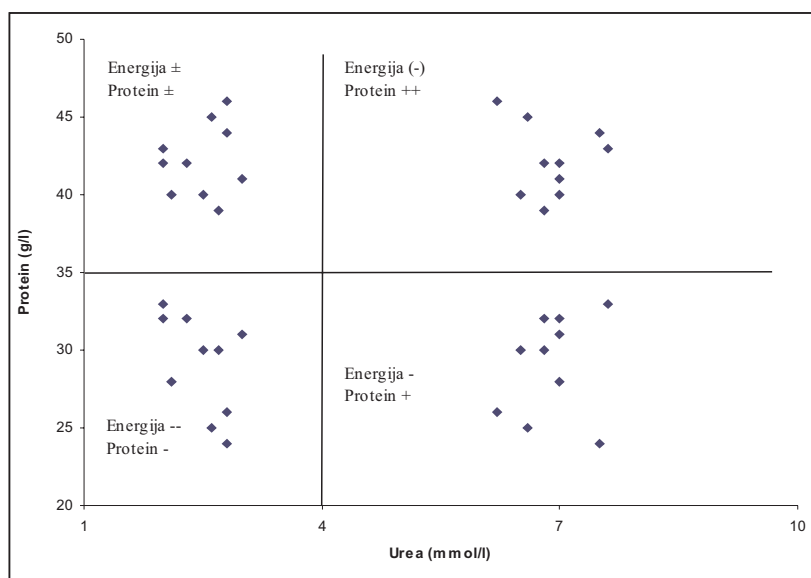


krvi predstavlja opasnost za pokretanje procesa lipomobilizacije, čak i onda kada za to ne postoje fiziološki razlozi (Oetzel, 2004). Dokazano je da porast koncentracije uree u mleku posle teljenja, ukoliko duže traje, dovodi do reproduktivnih problema kod krava (Tamminga, 2006).

### Model za procenu energetskog statusa krava analizom pojedinačnih uzoraka mleka / *Model for assessing cow energy status using analysis of individual milk samples*

Za procenu energetskog statusa krava mogu se koristiti pojedinačni uzorci mleka krava u ranoj laktaciji u kojima se određuje koncentracija masti, proteina, laktoze i uree, kao i njihov međusobni odnos.

Na grafikonu 1 je prikazano kako se na osnovu odnosa koncentracije uree i proteina mleka može utvrditi snabdevenost krava energijom i proteinima putem obroka. Kao što se vidi, ukoliko je koncentracija uree manja od 4 mmol/l, a koncentracija proteina veća od 32 g/l, to znači da su krave optimalno snabdevene proteinima i energijom obroka. Ukoliko je koncentracija proteina i dalje povišena i taj porast prati i porast koncentracije uree u mleku (iznad 4 mmol/l) to znači da u obroku ima višak proteina. To se često dešava u letnjem periodu kada se u ishrani krava uvećava udeo zelenog konvejera ili se životinje hrane na pašnjacima. Ukoliko je koncentracija uree iznad 4 mmol/l, a koncentracija proteina manja od 32 g/l to znači da u ishrani krava postoji relativni suficit proteina. Naime, zastupljenost

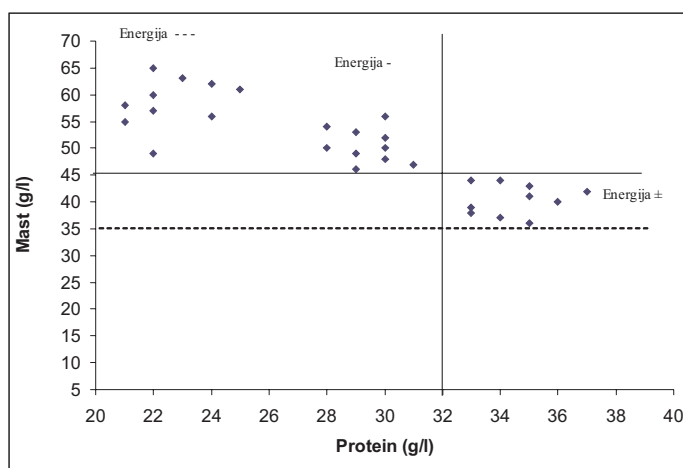


Grafikon 1. Procena snabdevenosti krava energijom i proteina iz obroka na osnovu koncentracije uree i proteina u mleku / *Graph 1. Assessing dietary energy and protein intake using milk protein and urea concentrations*

proteina u takvim obrocima je verovatno usklađena sa potrebama krava, ali zbog nedostatka lako usvojive energije u obroku ti proteini ne mogu da se iskoriste u buragu za sintezu bakterijskih proteina, već se gube u obliku amonijaka iz koga se u jetri sintetiše urea. Ako je koncentracija uree ispod 4 mmol/l a koncentracija proteina manja od 32 g/l to znači da krave ne dobijaju putem obroka dovoljno ni energije ni proteina.

Na grafikonu 2 se dodatno može ustanoviti energetski status krava na osnovu koncentracije proteina i masti u mleku i njihovog međusobnog odnosa. Ukoliko je koncentracija proteina u mleku viša od 32 g/l, a masti između 35 i 45 g/l, to znači da su krave u stanju uravnoteženog energetskog balansa. Ukoliko se koncentracija masti mleka povećava, a koncentracija proteina mleka smanjuje, to znači da su krave u izraženijem negativnom energetskom bilansu na početku laktacije i stoga pokreću sopstvene rezerve masti da bi nadoknadile energetski deficit. To rezultira povećanjem masnih kiselina u cirkulaciji koje se koriste kao prekursori za lipogenezu u mlečnoj žlezdi. Ukoliko je koncentracija masti i proteina mleka manja od 35 odnosno 32 g/l to znači da krave nisu hranjene u skladu sa proizvodnim potrebama.

Zbog načina ishrane, veća koncentracija proteina u mleku je češća kod krava na kraju laktacije. Naime, ako se kod tih krava utvrdi i porast sadržaja masti u mleku to može da ukaže na preobilnu ishranu kabaštanim hranivima. Kao što je već istaknuto, često je u takvim uzorcima mleka povišen i sadržaj uree. Međutim, ako je porast proteina u mleku krava na kraju laktacije praćen smanjenim sadržajem masti mleka to može da ukaže na to da su takve krave preobilno hranjene koncentrovanim hranivima, odnosno da su pregojene.



Grafikon 2. Procena energetskog statusa krava na osnovu koncentracije proteina i masti u mleku /

Graph 2. Assessing cow energy status using milk protein and fat concentrations

### **Zaključak / Conclusion**

Određivanje koncentracije proteina i masti u mleku je veoma pouzdan i racionalan postupak za utvrđivanje energetskog statusa krava. Ova ispitivanja je dovoljno obaviti samo u uzorcima mleka dobijenim u jutarnjoj muži. Kod krava holštajn rase postoji potreba da se ovi parametri odrede i u uzorcima mleka večernje muže. Pri tome se mogu koristiti zbirni ili pojedinačni uzorci mleka. Na farmama na kojima postoji neujednačenost genetskog potencijala stada, prednost ima procena energetskog statusa analizom rezultata iz pojedinačnih uzoraka jer se na taj način individualno procenjuje svaka životinja. Dodatno, upotreba pojedinačnih uzoraka mleka se preporučuje na novoformiranim farmama radi uspostavljanja referentnih vrednosti za stada.

Procena snabdevenosti krava energijom i proteinima vrši se na osnovu koncentracije uree i proteina u mleku, a procena energetskog statusa na osnovu koncentracije proteina i masti. Nedostatak ovog dijagnostičkog postupka je u tome što se ne može koristiti kod krava u fazi zasušenja kada započinju promene u metabolizmu koje mogu da ukažu na stepen pripremljenosti životinja za predstojeću laktaciju. Zbog toga se ovaj period mora dodatno proveriti drugim dijagnostičkim metodama.

### **NAPOMENA / ACKNOWLEDGEMENT:**

Rad je finansiran iz sredstava Projekta Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj broj 46002 pod nazivom: „Molekularno-genetička i ekofiziološka istraživanja u zaštiti autohtonih animalnih genetičkih resursa, očuvanju dobrobiti, zdravlja i reprodukcije gajenih životinja i proizvodnji bezbedne hrane“. / *The work was financed by funds Project No.46002 entitled: „Molecular-genetic and ecophysiological investigations in the protection of autochthonous animal genetic resources, the preservation of the welfare, health and reproduction of breeding animals, and the production of safe food“ of the Ministry for Science and Technological Development of the Republic of Serbia.*

### **Literatura / References**

1. Bauman DE, Griinari JM. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Anu Rev Nutr* 2003; 23: 203-27.
2. Broderick GA, Clayton MK. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci* 1997; 80: 2964-71.
3. Giesecke D, Ehrentreich L, Stangassinger M, Ahrens F. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. *J Dairy Sci* 1994; 77: 2376-81.
4. Hortet P, Seegers H. Loss in milk yield and related composition changes resulting from clinical mastitis in dairy cows. *Prev Vet Med* 1998; 37: 1-20.
5. Johnson RG, Young AJ. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in commercial dairy herds. *J Dairy Sci* 2003; 86: 3008-15.
6. Kadyere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 2002; 77: 59-91.

7. Kampl B, Poljićak-Milas N, Francetić Đ, Srebočan E. Determination of the urea content in the deproteinized cow } skim milk by the urease/glutamate dehydrogenase method. *Vet arhiv* 1993; 63: 5-60.
8. Kirovski D, Šamanc H, Vujanac I, Prodanović R, Sladojević Ž. Evaluation of dairy cows energy status by biochemical analysis of organic components of milk, Proceedings of Days of veterinary medicine, 9-11 Septembar 2011, Ohrid, Macedonia.
9. Kirovski D, Šamanc H, Cernescu H, Jovanović M, Vujanac I, 2008, Fatty liver incidence on dairy cow farms in Serbia and Romania, Proceeding of International Symposium "New Research in Biotechnology", USAMV Bucharest, Romania, 130-7.
10. Marenjak TS, Pljićak-Milas N, Stojević Z. Svrha određivanja koncentracije ureje u kravljem mlijeku. *Praxis Veterinaria* 2004; 52(3): 233-41.
11. Oetzel GR. Monitoring and testing dairy herds for metabolic diseases. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2004; 20: 651-74.
12. Perfield JW 2nd, Lock AL, Griinari JM, Saebø A, Delmonte P, Dwyer DA, Bauman DE. Trans-9, cis-11 conjugated linoleic acid reduces milk fat synthesis in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2007; 90: 2211-8.
13. Pritchard GC. Making the best use of milk antibody tests. *Cattle Practice* 1998; 6(2): 133-7.
14. Prodanović R, Kirovski D, Jakić-Dimić D, Vujanac I, Kureljušić B. Telesna kondicija i pokazatelji energetskog statusa krava u visokom graviditetu i ranoj fazi laktacije. *Veterinarski glasnik* 2011; 64(1-2): 43-52.
15. Rius AG, Appuhamy JA, Cyriac J, Kirovski D, Becvar O, Escobar J, McGilliard ML, Bquette BJ, Akers RM, Hanigan M. Regulation of protein synthesis in mammary glands of lactating dairy cows by starch and aminoacids. *J Dairy Sci* 2010; 93: 3114-27.
16. Šamanc H, Kirovski D, Jovanović M, Vujanac I, Bojković-Kovačević S, Jakić-Dimić D, Prodanović R, Stajković S. New insights into body condition score and its association with fatty liver in Holstein dairy cows. *Acta Veterinaria Belgrade* 2010; 60(5-6): 525-40.
17. Šamanc H, Kirovski D, Dimitrijević B, Vujanac I, Damnjanović Z, Polovina M. Procena energetskog statusa krava u laktaciji određivanjem koncentracije organskih sastojaka mleka. *Veterinarski glasnik* 2006; 60(5-6): 283-97.
18. Šamanc H, Stojić V, Kirovski D, Jovanović M, Cernescu H, Vujanac I. Thyroid hormones concentrations during the mid-dry period: an early indicator of fatty liver in Holstein-Friesian dairy cows. *J Thyroid Res* 2010a; article ID 897602.
19. Šamanc H, Kirovski D, Jovanović M, Cernescu H, Vujanac I, Prodanović R, 2008, Uticaj telesne kondicije krava na učestalost i stepen zamašćenja jetre. *Veterinarski glasnik* 2010b; 62(1-2):, 3-12.
20. Tamminga S. The effect of the supply of rumen degradable protein and metabolisable protein on negative energy balance and fertility in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 2006; 96: 227-39.
21. Van Horn HH, Newton GL, Kunkle WE. Ruminant nutrition from an enviromental perpective: factors affecting whole-farm nutrient balance. *J Anim Sci* 1996; 74: 3082-102.
22. van Knegsel AT, van den Brand H, Dijkstra J, Kemp B. Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. *Theriogenology* 2007; 68, Suppl 1: S 274-80.

23. Westwood CT, Lean IJ, Kellaway RC. Indications and implications for testing of milk urea in dairy cattle: A Quantitative review. Part 1. Dietary protein sources and metabolism. *New Zealand Vet J* 1998; 46: 87-96.
24. Wood GM, Boettcher PJ, Jambrozik J, Jansen GB, Kelton DB. Estimation of genetic parameters for concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci* 2003; 86: 2462-9.
25. Zadnik T, Klinkon M, Nemeč M, Mesarić M. Dijagnosticiranje pojedinih bolesti goveda iz zajedničkih uzoraka mlijeka. *Praxis Veterinaria* 2000; 48(1-2): 55-63.

**ENGLISH**

**ASSESSMENT OF DAIRY COW ENERGY STATUS USING MILK FAT, PROTEIN AND UREA CONCENTRATIONS**

**Danijela Kirovski, H. Šamanc, R. Prodanović**

One of the ways to make an assessment of the energy status of cows in lactation is to consider the results obtained from the evaluation of the concentrations of organic milk components. The advantages of this method are that the taking of milk samples is not stressful for the cow and that it is also possible to use the results of milk examinations carried out by dairy plants within regular control. A bulk milk sample from all individual cows can be used, or an individual milk sample. In farms that have herds of unequal genetic potential, it is preferable to assess the energy status by analyzing the results for individual samples, because each animal is assessed individually in that way. Furthermore, the use of individual milk samples is recommended at newly-established farms in order to facilitate the establishment of reference values for the herd.

The energy status of cows is assessed using the milk samples by analyzing fat, protein and urea concentrations and their mutual ratios.

Fat and protein concentrations in cow milk vary depending on the breed, the diet, age, stage of lactation, and the season of the year. A fat content lower than the physiological values can be expected in cases of unfavourable diet of the cows during the period around calving or rumen acidosis, and it can be expected to be higher during ketotic conditions. A higher protein content in milk can be expected during a high-protein, and a lower one during a low-protein diet of the cows.

The physiological concentration of urea in milk depends on nutritive factors, the season, age, stage of lactation, and body mass. Specifically, older cows, cows in advanced lactation, and cows in the summer period tend to have higher values for urea concentration in milk. Among nutritive factors, the most important is the ratio between energy and proteins in the cow feed ration. In cases when protein content in milk is optimal or above the recommended values but the energy supply is lower, the urea concentration increases to over the range of physiological values. In the event that the feed ration is deficient in both proteins and energy the urea content in milk drops.

This work also presents a model for assessing the energy status in cows by analyzing the mutual ratios between the individual milk components (proteins and fat, or urea and proteins) in the individual milk samples. It is possible to determine the energy status of the animal on the basis of the ratio between proteins and fat, and the supply of the cow with proteins and energy on the basis of the ratio between urea and proteins.

Key words: cow, energy status, milk components

## ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СТАТУСА КОРОВ НА ОСНОВЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖИРОВ, ПРОТЕИНОВ И МОЧЕВИНЫ В МОЛОКЕ

Даниела Кировски, Х. Шаманц, Р. Проданович

Один из способов энергетического статуса коров в лактации на основе результатов, полученных определением концентрации органических составных частей молока. Преимущества этого метода в этом, что брание образчика молока нестрессогено для коровы и что могут пользоваться результаты испытания молока, которые в рамках регулярного контроля совершают молочные. Для этого испытания можно пользоваться собирательный образчик молока из всех или некоторых коров или отдельный образчик молока. На фермах на которых существует неприравнение генетического понециала стада, преимущество имеет оценка энергетического статуса анализом результатов из отдельных образчиков ибо таким образом индивидуально оценивается каждое животное. Дополнительно, употребление отдельных образчиков молока рекомендуется на новоформированных фермах ради установления референтных стоимостей для стада.

Для оценки энергетического статуса коров в образчиках молока пользуются концентрация жиров, протеинов и мочевины, словно и их взаимное отношение.

Концентрации жиров и протеинов в молоке коров варьируют зависимо от расы, кормления, старости, фазы лактации и времени года. Содержание жиров в молоке ниже физиологических стоимостей ожидается в случаях неблагоприятного кормления коров в периоде около отёла или ацидоза рубца, а больше у кетозного состояния. Более высокое содержание протеинов в молоке ожидается у высокопротеинового а ниже у низкопротеинового кормления.

Физиологическая концентрация мочевины в молоке коров зависит от питательных факторов, сезона, старости коров, стадии лактации и телесной массы. Так, более старые коровы, коровы в отодвинутой лактации, и коровы в летнем периоде, имеют тенденцию к увеличенным стоимостям концентрации мочевины в молоке. От питательных факторов самый значительный отношение энергии и белков в рационе коров. Насколько содержание протеинов в молоке оптимальный или сверх рекомендованных стоимостей, но снабжение энергией более низкое, концентрация мочевины растёт сверх объёма физиологических стоимостей. Если паёк дефицитарный и в протеинах и энергии содержание мочевины в молоке спадает.

Дополнительно, в этой работе показана модель для оценки энергетического статуса коров анализом взаимного отношения некоторых составных частей молока (протеинов и жиров то есть мочевины и протеинов) в отдельных образчиках молока. На основе отношеия протеинов и жиров в отдельных образчиках молока возможно определить энергетический статус единичного животного а на основе отношения мочевины и протеинов снабжение коров протеинами и энергией.

Ключевые слова: коров, энергетический статус, составные части молока