

# Praćenje zdravlja stada mliječnih krava holštajnske pasmine testom metaboličkog profila



Jasna Aladrović\*, Marija Pavković, Blanka Beer-Ljubić, Lana Vranković  
i Z. Stojević

## Uvod

Održavanje muznih krava u visokoj laktaciji i dobrom zdravlju, vodeći je prioritet modernog uzgoja pri čemu je od velike važnosti kontrola hranidbeno-metaboličkog statusa. Visokoproduktivna grla u odnosu na one niže proizvodnje su u većem ili manjem negativnom energetske statusu koji se, uglavnom javlja tijekom kasnog graviditeta, u prvim tjednima laktacije ili zbog bolesti (Cebra i sur., 1997.). Stoga je u ovim razdobljima izrazito važno kontinuirano provjeravati zdravstveno stanje mliječnih krava, kako bi na vrijeme prepoznali životinje koje su na rubu svojih adaptacijskih sposobnosti i što prije uklonili uzroke. Znanat doprinos preventivnoj veterinarskoj medicini jest i test metaboličkog profila mliječnih krava (Herdt, 2000.). Ovim testom dobiva se uvid u energetske i proteinske status, kao i opskrbljenost makroelementima i mikroelementima u organizmu (Oltner i Wiktorson, 1983., Herdt, 2000.).

Energetski metabolizam preživaca usmjeren je na korištenje nižih masnih kiselina i masnih tvari (Thomas, 2012.) što rezultira manjim razinama glukoze

u krvi odraslih preživaca (2,50-4,16 mmol/L) (Kaneko i sur., 2008.). Zbog izuzetno visoke proizvodnje mlijeka u mliječnih krava, unos hrane u početku laktacije često ne podmiruje potrebe za održavanje i proizvodnju mlijeka (Goff i Horst, 1997.). U punoj laktaciji povećana je potreba organizma za glukozom, a zbog nedostatka prekursora glukoze dolazi do poremećaja glukoneogeneze i razvoja hipoglikemije. Istovremeno se smanjuje izlučivanje inzulina i pojačava se razgradnja masti (Holtenius i Holtenius, 2007., Bossaert i sur., 2008.) pa dolazi do prekomjernog nastanka ketonskih tijela (acetocetone i hidroksimaslačne kiseline te acetona). U buragu se povećava koncentracija maslačne kiseline (Kristensen i sur., 2012.), kao i koncentracija slobodnih masnih kiselina u krvi.

Veliku vrijednost u procjeni zdravlja i hranidbenog statusa u životinja u ranoj laktaciji ima beta hidroksimaslačna kiselina (BHB) u kombinaciji s koncentracijom glukoze (Herdt, 2000., Oetzel, 2004.). Obično uz

Dr. sc. Jasna ALADROVIĆ\*, dr. med. vet., izvanredna profesorica, (dopisni autor, e-mail: jasna.aladrovic@vef.hr), Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska; Marija PAVKOVIĆ, dr. med. vet., Bosna i Hercegovina; dr. sc. Blanka BEER LJUBIĆ, dipl. ing. med. biokem., dr. sc. Lana VRANKOVIĆ, dr. med. vet., znanstvena novakinja, dr. sc. Zvonko STOJEVIĆ, dr. med. vet., redoviti profesor, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska

porast BHB imamo i porast serumske koncentracije triacilglicerola i slobodnih masnih kiselina koje nastaju njihovom razgradnjom. Navedene promjene u krvi mliječnih krava ukazuju na smanjenu opskrbu organizma energetskim krmivima te dolazi do mobilizacije masnih tvari iz masnog tkiva (Vernon, 2005.). Mobilizaciju masti prati i promjena koncentracije kolesterola koji ima vrlo važnu ulogu u organizmu u izgradnji membrana stanica, sintezi žučnih kiselina i steroidnih hormona. Biosinteza kolesterola odvija se u jetri u nuzbubrežnoj žlijezdi, koži i drugim organima (Štraus i Petrik, 2009.) te se u organizam unosi i putem hrane.

Proteinski status određuje koncentracija bjelančevina i ureje u serumu mliječnih krava. Najzastupljenije bjelančevine seruma su albumini i globulini, a u plazmi nalazimo i fibrinogen. Osnovna funkcija bjelančevina plazme je prijenos tvari, vezanje vode, održavanje acidobazne ravnoteže, zaštitna uloga i procesi hemostaze. Koncentracija bjelančevina u krvi ovisi o sintezi i stupnju hidriranosti, a najčešća odstupanja su smanjenje koncentracije albumina, ili povećanja neke od globulinskih frakcija (Štraus i Barišić, 2009.).

Ureja je najvažniji produkt razgradnje bjelančevina u organizmu pa je zbog toga važna u procjeni bubrežne funkcije kao i metabolizma bjelančevina i hranidbe životinja. Hrana bogata bjelančevinama ili pojačan metabolizam bjelančevina dovodi do većih koncentracija ureje u krvi. Kod preživača sa zdravim bubrezima, količina ureje u krvi indirektan je pokazatelj koncentracije amonijaka u buragu nastalog razgradnjom dušikovih spojeva. Ureja sintetizirana u jetri, djelomično se reapsorbira u bubregu te u buragu služi za sintezu aminokiselina (Goff, 2015.). Tako hrana bogata bjelančevinama osigurava veliku količinu amonijaka u buragu, a hrana bogata energijom uvjetuje njegovu brzu potroš-

nju. Na taj način količina ureje u serumu može koristiti kao pokazatelj odnosa između bjelančevina i energije (Oltner i Wiktorson, 1983.).

Enzimi, aspartat-aminotransferaza (AST), alkalna fosfataza (AP) i  $\gamma$ -glutamilttransferaza (GGT) nalaze se u velikim koncentracijama u jetri pa se najčešće određuju prilikom sumnje na akutne i kronične bolesti jetre. U mliječnih krava određivanje aktivnosti AST i GGT najčešće je vezano uz sindrom masne jetre (Cebra i sur., 1997.), kao i smanjenje apetita i pojavu ketoze u krava u ranoj laktaciji (Steen, 2001.). Aktivnosti AST i GGT u mliječnih krava tijekom graviditeta i laktacije pokazuju povremene nepravilne, male promjene u zdravih krava (El-Ghoula i sur., 2000., Stojević, 2005.). Aktivnost GGT u kombinaciji s koncentracijom slobodnih masnih kiselina, acetoctene kiseline i beta hidroksibutirata važan je u procjeni razvoja masne jetre u preživača (Herd, 2000.).

Tijekom proizvodnog ciklusa na organizam svake krave postavljaju se veliki zahtjevi kao što su porođaj i laktogeneza. Oba procesa podrazumijevaju promjenu i pojačani metabolizam kalcija. Nakon teljenja kalcij se usmjerava u mliječnu žlijezdu uz prethodnu mobilizaciju iz kostiju i pojačanu resorpciju iz probavnog sustava (Bigras-Poulin i Tremblay, 1998.) s ciljem održavanja fiziološke razine u krvi i drugim tkivima (Hays i Swenson, 1993.). Organizam krava ima veliku mogućnost prilagodbe na izlučivanje kalcija putem mlijeka (Kaneko i sur., 2008.). Koncentracija kalcija u serumu krave u laktaciji povezana je s promjenama koncentracije fosfora u serumu (Bigras-Poulin i Tremblay, 1998.). Magnezij se izlučuje i u mlijeku krava tijekom laktacije, a homeostaza ovisi o resorpciji magnezija iz probavnog sustava i ekskreciji bubrezima. Stoga se svako odstupanje u serumskoj koncentraciji magnezija može

**Tabela 1.** Količina i sastav hrane za mliječne krave holštajnske pasmine u kilogramima

	< od 45 dana laktacije	> od 2,5 mjeseca laktacije	suhostaj
smjesa	Magnapack 0,4 kg Koncentrat 25% 8 kg Udp (bypass protein) 1kg Antiket koncentrat 2 kg	Koncentrat 25% 7 kg	Superomega Koncentrat 1,5 kg
slama	0,0	0,0	5 kg
silaza (kukuruzna)	24 kg	25 kg	16 kg
sijeno	3 kg	3 kg	3 kg

brzo otkriti (Herdt, 2000., Kaneko i sur., 2008.).

Cilj ovog rada bio je putem metaboličkog profil testa pratiti hranidbeno-metabolički status krava holštajnske pasmine tijekom proizvodnje i suhostaja i to putem pokazatelja energetskog, proteinskog i mineralnog statusa te aktivnosti jetrenih enzima u serumu.

## Materijali i metode

### Životinje

Istraživanje je provedeno na 34 životinje na farmama Tomislavgrad (farma I) i Višići (farma II) mliječnih krava holštajnske pasmine iz vlastitog uzgoja. Krave su bile u rasponu od 1.-8. laktacije i starosti od 3-10 godina. Mužnja se na farmama obavlja strojno, dva puta dnevno u 6 i 18 sati. Prosječna proizvodnja mlijeka iznosila je po kravi 8100 kg. Uzorci krvi su uzimani radi praćenja zdravstvenog stanja i proizvodnje putem metaboličkog testa. S obzirom na proizvodni status uzorci su uzimani od tri skupine krava na svakoj farmi. Prvu skupinu su činile krave koje su u laktaciji do 45 dana (N=6 po svakoj farmi). U drugoj skupini su bile krave u laktaciji od 75 dana (N=5 po svakoj farmi) te u trećoj skupini krave u suhostaju (N=6 po svakoj farmi). Količina i sastav hrane koju su dobivale životinje na farmama prikazani su u tabeli 1.

### Tijek istraživanja i priprema uzoraka za analize

Uzorci krvi dobiveni punkcijom jugularne vene centrifugirani su pri 1500 x g tijekom 15 min., na 4 °C te su serumi do analiza pohranjeni na -20 °C. U uzorcima su određeni sljedeći pokazatelji: koncentracija glukoze, triacilglicerola, kolesterola, proteina, albumina, ureje, beta hidroksibutirata (BHB), slobodnih masnih kiselina (SMK), minerala kalcija, magnezija i fosfora te aspartat-aminotransferaze (AST), alkalne fosfataze (AP) i  $\gamma$ -glutamilttransferaze (GGT). Koncentracija globulina izračunata je kao razlika koncentracije ukupnih proteina i albumina.

### Analize

Koncentracije glukoze, triacilglicerola, kolesterola, ukupnih bjelančevina, albumina, ureje, kalcija, magnezija i fosfora te aktivnosti enzima AST, AP i GGT u krvnom serumu određene su gotovim kompletima tvrtke Herbos d.o.o (Sisak, Hrvatska) na biokemijskom analizatoru SABA 18 (AMS, Italija). Koncentracije BHB i SMK određene su reagensima tvrtke Randox (Irska).

### Obrada rezultata

Pohrana i priprema podataka za obradu i analizu rezultata učinjena je u programu Excel 2003 programskoga paketa Microsoft Office (Microsoft, SAD). Kvantitativne varijable opisane

**Tabela 2.** Koncentracija pokazatelja energetskeg statusa krava holštajnske pasmine (srednja vrijednost ± standardna devijacija)

	< od 45 dana laktacije		> 75 dana laktacije		suhostaj	
	Farma I	Farma II	Farma 1	Farma II	Farma I	Farma II
Glukoza (2,50-4,16 mmol/L)*	2,22 ± 0,40	2,60 ± 0,33	1,73 ± 0,10	3,07 ± 0,44	1,68 ± 0,42	3,19 ± 0,23
Triacilgliceroli (0,0-0,2 mmol/L)*	0,09 ± 0,06	0,16 ± 0,03	0,10 ± 0,08	0,15 ± 0,03	0,06 ± 0,01	0,24 ± 0,08
Kolesterol (1,50-2,28 mmol/L)*	4,81 ± 1,84	4,35 ± 1,23	4,53 ± 3,22	5,65 ± 0,85	6,48 ± 1,42	3,23 ± 0,26
SMK (0,11-0,35 mmol/L)*	2,59 ± 1,48	0,95 ± 0,30	3,34 ± 2,36	1,39 ± 0,33	2,10 ± 0,47	1,10 ± 0,29
BHB (0,38-0,44 mmol/L)*	0,66 ± 0,27	0,64 ± 0,22	0,99 ± 0,48	0,69 ± 0,20	-	0,54 ± 0,15

Farma I-Tomislavgrad; Farma II-Višići; \* referentni intervali (Kaneko i sur., 2008.)

su aritmetičkom sredinom (SV) i standardnom devijacijom (SD) te uspoređene s referentnim vrijednostima (Kaneko i sur., 2008.).

## Rezultati

U tabeli 2 prikazane su prosječne koncentracije pokazatelja energetskeg statusa u serumu krava holštajnske pasmine.

Koncentracija glukoze u sve tri skupine krava na farmi I bila je niža od referentnih vrijednosti koje navodi Kaneko i sur. (2008.) s rasponom vrijednosti od 1,04-3,67 mmol/L, dok je na farmi II bila unutar referentnih intervala. Koncentracija triacilglicerola se nalazila unutar referentnih vrijednosti (Kaneko i sur., 2008.) te su izmjerene vrijednosti bile u rasponu 0,05-0,36 mmol/L. Prosječne vrijednosti koncentracija kolesterola, SMK kao i BHB u svih krava na obje farme su bile veće od referentnih intervala utvrđenih za ove pokazatelje

(Kaneko i sur., 2008.). Koncentracija kolesterola se kretala u rasponu 1,94-8,63 mmol/L. Koncentracije SMK izmjerene su u rasponu 0,6-6,72 mmol/L s najvećim prosječnim vrijednostima u serumu krava koje su u laktaciji > od 75 dana. Serumska koncentracija BHB kretala se u rasponu 0,39-1,66 mmol/L te je najveća prosječna razina ovog pokazatelja utvrđena u drugoj skupini kao i kod SMK.

U tabeli 3 prikazane su prosječne koncentracije pokazatelja proteinskog statusa u serumu krava holštajnske pasmine.

Koncentracije pokazatelja proteinskog statusa osim ureje bile su nešto veće od referentnih vrijednosti (Kaneko i sur., 2008.) te su se za ukupne bjelančevine kretale u rasponu 71-131 g/L i najvećim vrijednostima zabilježenim u skupini krava u suhostaju. Prosječne vrijednosti koncentracije albumina bile su vrlo ujednačene za sve skupine krava s rasponom vrijednosti 34-41 g/L.

**Tabela 3.** Koncentracija pokazatelja proteinskog statusa krava holštajnske pasmine (srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija)

	< od 45 dana laktacije		> 75 dana laktacije		suhostaj	
	Farma I	Farma II	Farma 1	Farma II	Farma I	Farma II
Ukupne bjelančevine (68-75 g/L)*	89 $\pm$ 3	80 $\pm$ 10	86 $\pm$ 12	81 $\pm$ 6	90 $\pm$ 4	93 $\pm$ 22
Albumini (30-36 g/L)*	38 $\pm$ 2	39 $\pm$ 2	38 $\pm$ 1	39 $\pm$ 2	37 $\pm$ 2	38 $\pm$ 2
Globulini (30-35 g/L)*	52 $\pm$ 3	41 $\pm$ 10	48 $\pm$ 13	43 $\pm$ 7	52 $\pm$ 4	55 $\pm$ 22
Urea (7,14-10,07 mmol/L)*	5,53 $\pm$ 1,49	3,15 $\pm$ 0,42	6,15 $\pm$ 1,35	3,63 $\pm$ 0,56	7,07 $\pm$ 0,89	4,31 $\pm$ 0,38

Farma I-Tomislavgrad; Farma II-Višići; \*referentni intervali (Kaneko i sur., 2008.)

Koncentracija globulina je dobivena kao razlika ukupnih proteina i koncentracije albumina i kretala se u rasponu 34-92 g/L, s najvećim prosječnim vrijednostima u skupini krava u suhostaju. Koncentracije ureje su bile neznatno veće od referentnih vrijednosti (1,66-6,66 mmol/L) koje iznosi Forenbacher (1993.), odnosno unutar referentnih intervala Kaneko i sur. (2008.) te su se izmjerene u rasponu 2,69-8,09 mmol/L. Najveće prosječne

vrijednosti su utvrđene u krava tijekom suhostaja na obje farme.

U tabeli 4 prikazane su prosječne koncentracije kalcija, fosfora i magnezija u serumu krava holštajnske pasmine.

Koncentracije kalcija u krava su u sve tri skupine na obje farme vrlo ujednačene te su bile unutar referentnih intervala. Izmjerene koncentracije su bile u rasponu 2,25-2,83 mmol/L. Koncentracije fosfora i magnezija na farmi I bile su unutar referentnih vrijednosti dok su na farmi

**Tabela 4.** Koncentracija pokazatelja mineralnog statusa krava holštajnske pasmine (srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija).

	< od 45 dana laktacije		> 75 dana laktacije		suhostaj	
	Farma I	Farma II	Farma 1	Farma II	Farma I	Farma II
Kalcij (2,43-3,10 mmol/L)*	2,60 $\pm$ 0,08	2,39 $\pm$ 0,11	2,53 $\pm$ 0,13	2,46 $\pm$ 0,06	2,69 $\pm$ 0,07	2,41 $\pm$ 0,11
Fosfor (1,81-2,10 mmol/L)*	1,84 $\pm$ 0,12	2,78 $\pm$ 0,14	1,75 $\pm$ 0,08	2,77 $\pm$ 0,53	2,27 $\pm$ 0,67	2,61 $\pm$ 0,23
Magnezij (0,74-0,95 mmol/L)*	0,95 $\pm$ 0,06	1,11 $\pm$ 0,05	0,91 $\pm$ 0,12	1,30 $\pm$ 0,09	0,98 $\pm$ 0,05	1,32 $\pm$ 0,05

Farma I-Tomislavgrad; Farma II-Višići; \*referentni intervali (Kaneko i sur., 2008.)

**Tabela 5.** Aktivnosti jetrenih enzima u serumu krava holštajnske pasmine (srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija).

	< od 45 dana laktacije		> 75 dana laktacije		suhostaj	
	Farma I	Farma II	Farma 1	Farma II	Farma I	Farma II
GGT (6-17 U/L)*	26 $\pm$ 7	28 $\pm$ 14	18 $\pm$ 3	37 $\pm$ 22	29 $\pm$ 10	20 $\pm$ 8
AP (48-310 U/L)*	76 $\pm$ 38	61 $\pm$ 33	61 $\pm$ 16	66 $\pm$ 38	82 $\pm$ 26	55 $\pm$ 21
AST (78-132 U/L)*	97 $\pm$ 33	-	134 $\pm$ 67	-	113 $\pm$ 39	-

Farma I-Tomislavgrad; Farma II-Višići; \*referentni intervali (Kaneko i sur., 2008.)

II bile iznad referentnih vrijednosti koje navodi Kaneko i sur. (2008.). Vrijednosti su se kretale za fosfor u rasponu 1,62-3,59 mmol/L, a za magnezij u rasponu 0,76-1,40 mmol/L.

U tabeli 5 prikazane su prosječne aktivnosti GGT, AP i AST u serumu krava holštajnske pasmine.

Aktivnost GGT u serumu krava izmjerena je u rasponu 10-69 U/L s višim prosječnim vrijednostima u skupini krava u laktaciji na farmi II. Prosječne vrijednosti u sve tri skupine su bile više od referentnih vrijednosti koje iznosi Kaneko i sur. (2008.). Aktivnosti AP i AST su bile unutar referentnih intervala koje donosi Kaneko i sur. (2008.). Vrijednosti AP su izmjerene u rasponu 21-145 U/L. Aktivnost AST na farmi I u serumu krava izmjerena je u rasponu 59-230 U/L, dok su najviše prosječne vrijednosti utvrđene u skupini krava koje su u laktaciji više od 75 dana.

## Rasprava

U ovom radu putem metaboličkog profil testa pratilo se zdravlje mliječnih krava holštajnske pasmine tijekom dvije proizvodne faze i suhostaja te je utvrđen negativan energetska status na obje farme. Naime, krave su bile u hipoglikemiji te hiperkolesterolemiji, a zabilježena je i povećana koncentracija SMK i BHB.

Glukoza je primarni izvor energije, nezamjenjiva je za funkcioniranje živčanih stanica, eritrocita, rast fetusa i sintezu laktoze (LeBlanc, 2006.). U preživača se sinteza glukoze odvija iz propionske kiseline (50%), glukogenih aminokiselina (25%) te mliječne kiseline (15%) (Payne i Payne, 1987., Herdt, 2000.). Tijekom razdoblja kasnog graviditeta, pojačano izlučivanje adrenokortikotropnog hormona, glukokortikoida i adrenalina pojačava razgradnju jetrenog glikogena (Bell i sur., 1995.). Ovi hormoni mobiliziraju i tjelesne rezerve aminokiselina, čega je rezultat pojačana jetrena deaminacija i glukoneogeneza iz  $\alpha$ -ketokiselina u glukozu (Guyton i Hall, 2006.). U ovom je radu utvrđena hipoglikemija u sve tri skupine krava na farmi I, dakle tijekom rane laktacije i suhostaju tako da nam ove vrijednosti ukazuju na nedostatnu hranidbu i negativan energetska status krava neovisno o proizvodnom ciklusu.

Slobodne masne kiseline potječu uglavnom od mobilizacije triacilglicerola koji čine skladišne masti, tj. masnih kiselina pohranjenih u masnom tkivu. Povećanu koncentraciju SMK u krvi krava najčešće nalazimo krajem graviditeta i u fazi rane laktacije (Celi i sur., 2008.). Razlozi su smanjeni unos hrane krajem graviditeta i neposredno nakon porođaja (Bertics i sur., 1992.) te proizvodnja mlijeka

pa potreba za energijom raste što dovodi do povećane lipolize. U razdoblju oko porođaja koncentracija SMK kreće se oko 0,5-1 mmol/L (Drackley, 1999., Quiroz-Rocha i sur., 2009.). Drackley (1999.) smatra da nakon porođaja vrijednosti SMK iznad 0,7 mmol/L označavaju teški oblik negativnog energetskeg statusa. U ovom radu koncentracija SMK kretala se u rasponu 0,60-6,72 mmol/L te možemo smatrati da su životinje bile u negativnom energetskeg statusu (Vernon, 2005., Karapehlihan i sur., 2007.).

U zadnjoj trećini graviditeta zbog potreba ploda za glukozom i ranoj fazi laktacije zbog sinteze laktoze dolazi do manjka glukoze koju prati povećana ketogeneza iz SMK (Harmeyer i Schlumbohm, 2006.). Povišene vrijednosti BHB u vrijeme peripartuma znak su negativnog energetskeg statusa, i potencijalno, subkličke ili kliničke ketoze. Vazquez-Anon i sur. (1994.) te Herdt i Gerloff (2009.) uočili su značajan porast BHB u mliječnih krava te smatraju da je takav porast očekivan s obzirom na velike potrebe za energijom zbog nastupa laktacije. U ovom radu je koncentracija BHB na obje farme bila povećana u svim skupinama pa možemo smatrati da su sve životinje bile u negativnom energetskeg statusu i subkličkoj ketozi.

U ovom je radu utvrđena hiperkolesterolemija u svim proizvodnim fazama na obje farme. Najveće koncentracije utvrđene su u krava u laktaciji više od 75 dana. Pri pozitivnoj energetskeg ravnoteži tijekom graviditeta dolazi do smanjenja koncentracije ukupnog kolesterola zbog povećanih potreba za rast fetusa i sintezu steroidnih hormona (Pysera i Opalka, 2000.). Kako je u životinja na obje farme na osnovi porasta koncentracija SMK i BHB utvrđen negativan energetskeg status, hiperkolesterolemija je rezultat inhibirane lipogeneze, pojačane lipolize prouzročene rezistencijom na inzulin u laktaciji (Holtenius i Holtenius, 2007.).

Koncentracija ukupnih bjelančevina u serumu dobar je pokazatelj razine bjelančevina koju životinje dobivaju hranidbom (Herdt, 2000.). Proteini seruma nakon porođaja služe kao izvor aminokiselina za metabolizam mliječne žlijezde, ili hepatičku glukoneogenezu koji su kritični u tjednim nakon porođaja (Castillo i sur., 2005.). Ako je unos bjelančevina premalen mliječna žlijezda će trošiti aminokiseline za sintezu kazeina pa će se razina albumina polako smanjivati, jer se ne može nadomještati iz proteina hrane. Treba imati na umu da je najmanje jedan mjesec smanjenog unosa bjelančevina potreban kako bi se pojavile znatne promjene u koncentraciji albumina (Herdt, 2000.). Stoga je ureja brzi indikator proteinskog statusa u organizmu. U ovom su istraživanju pokazatelji proteinskog statusa osim ureje bili nešto veći od referentnih vrijednosti koje iznosi Forenbacher (1993.), no vjerojatno je uzrok ovih razlika različitost metoda i instrumentacije pri analitici.

Na koncentraciju kalcija, fosfora i magnezija utječu mnogi čimbenici kao što su: pasmina, dob, laktacija i broj laktacije, graviditet, hranidba, godišnje doba, način držanja i smještaj životinje (Payne i sur., 1970., Eldon i sur., 1988., Bigras-Poulin i Tremblay, 1998.). U ovom radu koncentracije kalcija bile su ujednačene neovisno o trajanju laktacije kao i suhostaju, što ukazuje na dostatni unos. Nadalje, koncentracije fosfora bile su više od referentnih vrijednosti, ali je odnos fosfora i kalcija bio povoljan (Romo i sur., 1991., Kaneko i sur., 2008.). Prateći koncentraciju magnezija u ovom radu, tijekom laktacije i suhostaja vidimo da je ona bila vrlo ujednačena. Dobiveni podatci u skladu su s podacima Kaneko i sur. (2008.) i McAdaam i O'Dell (1982.) koji smatraju da koncentracija magnezija pokazuje konstantne vrijednosti tijekom laktacije. Na osnovi našeg istraživanja može se zaključiti kako koncentracija

kalcija, fosfora i magnezija u krvnoj plazmi krava tijekom laktacije ostaje unutar fizioloških granica opisanih u literaturi.

Najvažniji razlog određivanja aktivnosti enzima u metaboličkom profilu je kako bi se otkrili poremećaji u radu jetre ili jetrene bolesti naročito sindrom masne jetre (Kauppainen, 1984.). Aktivnosti enzima AST, GGT i AP u ovom radu kretale su se unutar referentnih vrijednosti.

Kako intenzivna proizvodnja mlijeka podrazumijeva metaboličke napore cjelokupnog organizma krave potrebno je skladno funkcioniranje metaboličkog sustava. Rezultati ovog istraživanja upućuju na negativni energetske status koji se očitovao hipoglikemijom te hiperkolesterolemijom i povećanom koncentracijom SMK i BHB zbog mobilizacije masti. Prema rezultatima hranidba na farmama je korigirana te su u obrok dodani prekursori glukoze što je dovelo do poboljšanja proizvodnosti i zdravlja životinja.

## Sažetak

U vrijeme visoke proizvodnje mlijeka izrazito je važno kontinuirano provjeravati zdravstveno stanje mliječnih krava, kako bi na vrijeme prepoznali životinje koje su na rubu svojih adaptacijskih sposobnosti i što prije uklonili uzroke, u čemu nam je od velike pomoći test metaboličkog profila. U ovom radu analizirali smo pokazatelje energetske statusa, proteinskog statusa, pokazatelje mineralnog statusa i aktivnosti jetrenih enzima u serumu mliječnih krava holštajnske pasmine. U istraživanje su bile uključene krave iz vlastitog uzgoja, a uzorkovanje je obavljeno na 34 krave na dvije farme. S obzirom na proizvodni status uzorci su uzimani od tri skupine krava. Prvu skupinu su činile krave koje su u laktaciji manje od 45 dana (N=6 po svakoj farmi). Druga skupina je sadržavala krave koje su bile u laktaciji više od 75 dana (N=5 po svakoj farmi) te treća skupini krave u suhostaju (N=6 po svakoj farmi). U uzorcima su određeni sljedeći pokazatelji: koncentracija glukoze, triacilglicerola, kolesterola, proteina, albumina, ureje, beta hidroksibutirata

(BHB), slobodnih masnih kiselina (SMK), minerala kalcija, magnezija i fosfora te aktivnosti gama-glutamyl transferaze (GGT), aspartat aminotransferaze (AST) i alkalne fosfataze (AP). Koncentracija glukoze na farmi I u sve tri skupine krava bila je niža od referentnih vrijednosti koje se navode u literaturi. Prosječne vrijednosti koncentracija kolesterola, SMK kao i BHB u svih krava bile su veće od referentnih intervala utvrđenih za ove pokazatelje, dok su vrijednosti triacilglicerola, proteina, albumina, globulina, ureje, minerala kalcija, magnezija i fosfora te aktivnosti GGT, AST i AP bile unutar referentnih intervala. Rezultati ovog istraživanja upućuju na negativni energetske status koji se očituje hipoglikemijom te hiperkolesterolemijom i povećanom koncentracijom SMK i BHB u krava. Prema rezultatima hranidba na navedenim farmama je korigirana te su u obrok dodani prekursori glukoze što je dovelo do poboljšanja proizvodnosti i zdravlja životinja.

**Ključne riječi:** *krave holštajnske pasmine, intenzivna proizvodnja, biokemijski pokazatelji, test metaboličkog profila, energetske metabolizam*

## Literatura

- BELL, A. (1995): Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 9, 2804-2823.
- BERTICS, S. J., R. R. GRUMMER, C. CADORNIGAVALLINO and E. E. STODDARD (1992): Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. Dairy Sci.* 75, 1914-1922.
- BIGRAS-POULIN, M. and I. A. TREMBLAY (1998): An epidemiological study of calcium metabolism in non-paretic postparturient Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 35, 195-207.
- BOSSAERT, P., J. L. LEROY, S. DE VILIEGHER and G. OPSOMER (2008): Interrelations between glucose-induced insulin response, metabolic indicators, and time of first ovulation in high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 3363-3371.
- CASTILLO, C., F. B. HERNANDEZ, A. BRAVO, M. LOPEZ-ALONSO, V. PEREIRA and J. L. BENEDITO (2005): Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *Vet. J.* 2, 286-292.
- CEBRA, C. K., F. B. GERRY, D. M. GETZY and M. J. FETTMAN (1997): Hepatic lipidosis in anorectic, lactating Holstein cattle: retrospective study of serum biochemical abnormalities. *J. Vet. Intern. Med.* 4, 231-237.
- CELLI, P., A. DI TRANA and A. QUARANTA (2008): Metabolic profile and oxidative status in goats



- during the peripartum period. *Aust. J. Exp. Agric.* 48, 1004-1008.
8. DRACKLEY, J. K. (1999): Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier. *J. Dairy Sci.* 11, 2259-2273.
  9. ELDON, J., T. THORSTEINSSON and T. OLAFSSON (1988): The concentration of blood glucose, urea, calcium and magnesium in milking dairy cows. *J. Vet. Med. A* 35, 44-53.
  10. EL-GHOULA, W., W. HOFMANN, Y. KHAMIS and A. HASSANEIN (2000): Beziehungen zwischen Klauenerkrankungen und peripartalen Zeitraum bei Milchrindern. *Prak. Tierarzt.* 82, 862-868.
  11. FORENBACHER, S. (1993): Klinička patologija probave i mijene tvari domaćih životinja. Svezak II Jetra. Školska knjiga, Zagreb.
  12. GOFF, J. P. (2015): Ruminant Digestive Physiology and Intestinal Microbiology. In: Erickson, H. H., Goff, J. P., Uemura, E. E.: *Duke's Physiology of Domestic Animals*. Ames, Iowa (522-540).
  13. GOFF, J. P. and R. L. HORST (1997): Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80, 1260-1268.
  14. GUYTON, A. C. and M. D. HALL (2006): Metabolizam masti. U: Kukulja-Taradi, S., Andreis, I.: *Medicinska fiziologija*. Medicinska naklada Zagreb (841- 842; 847-848).
  15. HARMAYER, J. and C. SCHLUMBOHM (2006): Pregnancy impairs ketone body disposal in late gestating ewes: implications for onset of pregnancy toxemia. *Res. Vet. Sci.* 2, 254-318.
  16. HAYS, W. V. and J. M. SWENSON (1993): Minerals and bones. In: *Dukes Physiology of Domestic Animals*. Cornell University press/ Ithaca and London (517-535).
  17. HERDT, T. (2000): Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional metabolic profile testing. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 16, 387-403.
  18. HERDT, T. H. and B. J. GERLOFF (2009): Ketosis. In: Anderson, D. E., Rings, D. M.: *Current veterinary therapy food animal practice*. Saunders, St. Louis (141-144).
  19. HOLTENIUS, P. and K. HOLTENIUS (2007): A model to estimate insulin sensitivity in dairy cows. *Acta Vet. Scand.* 49, 29-31.
  20. KANEKO, J. J., W. HARVEY and M. L. BRUSS (2008): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Toronto.
  21. KARAPHELIVAN, M., E. ATAKISI, O. ATAKISI, R. YUCART and S. M. PANCARCI (2007): Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. *Small. Rumin. Res.* 73, 267-271.
  22. KAUPPINEN, K. (1984): ALAT, AP, ASAT, GGT, OCT activities and urea and total bilirubin concentrations in plasma of normal and ketotic dairy cows. *Zbl. Vet. Med. A*, 31, 567-576.
  23. KRISTENSEN, N. B., G. GÄBEL, S. G. PIERZYŃOWSKI and A. DANFAER (2012): Portal recovery of short chain fatty acids infused into the temporarily isolated and washed reticulo rumen of sheep. *Portal recovery of short-chain fatty acids infused into the temporarily- isolated and washed reticulo-rumen of sheep*. *Br. J. Nutr.* 84, 477-482.
  24. LeBLANC, S. J. (2006): Monitoring programs for transition dairy cows. *Proceedings of the 26<sup>th</sup> World Buiatrics Congress, Nice*, 460-472.
  25. McADAM, P. A. and G. D. O'DELL (1982): Mineral profile of blood plasma of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 65, 1219-1226.
  26. OETZEL, G. R. (2004): Monitoring and testing dairy herd for metabolic disease. *Vet. Clin. Food Anim.* 20, 651-674.
  27. OLTNER, R. and H. WIKTORSSON (1983): Urea concentration in milk and blood as influenced by varying amounts of protein and energy to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 10, 457-467.
  28. PAYNE, J. M. and S. PAYNE (1987): *The metabolic profile test*. Oxford university press. Oxford, New York, Tokyo.
  29. PAYNE, J. M., S. M. DEW, R. MANSTON and M. FAULKS (1970): The use of a Metabolic Profile Test in Dairy Herds. *Vet. Rec.* 87, 150-158.
  30. PYSERA, B. and A. OPALKA (2000): The effect of gestation of dairy cows on lipid and lipoprotein patterns and composition in serum during winter and summer feeding. *J. Anim. Feed. Sci.* 9, 411-424.
  31. QUIROZ-ROCHA, G., S. J. LeBLANC, T. F. DUFFIELD, D. WOOD, K. E. LESLIE and R. M. JACOBS (2009): Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cows one week before and one week after parturition. *Can. Vet. J.* 4, 383-391.
  32. ROMO, G. A., R. O. KELLEMS, K. POWELL and M. V. WALLENTINE (1991): Some blood minerals and hormones in cows fed variable mineral levels and ionic balance. *J. Dairy Sci.* 74, 3068-3077.
  33. STEEN, A. (2001): Field study of dairy cows with reduced appetite in early lactation: clinical examinations, blood and rumen fluid analyses. *Acta. Vet. Scand.* 42, 219-228.
  34. STOJEVIĆ, Z., J. PIRŠLJIN, S. MILINKOVIĆ-TUR, M. ZDELAR-TUK and B. BEER LJUBIĆ (2005): Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet. arhiv* 75, 67-73.
  35. ŠTRAUS, B. i J. PETRIK (2009): Lipidi i lipoproteini. U: Čvorišćec, D. i I. Čepelak.: *Štrausova Medicinska Biokemija*. Medicinska Naklada Zagreb (124-162).
  36. ŠTRAUS, B. i K. BARIŠIĆ (2009): Proteini. U: Čvorišćec, D. i I. Čepelak.: *Štrausova Medicinska Biokemija*. Medicinska Naklada Zagreb (176-203).
  37. THOMAS, H. H. (2012): *Gastrointestinal physiology and metabolism*. In: Klein, B. G.: *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. Elsevier - Health Sciences Division, PA, USA (305-382).
  38. VAZQUEZ-ANON, M., S. BERTICS, M. LUCK and R. R. GRUMMER (1994): Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77, 1521-1528.
  39. VERNON, R. G. (2005): Lipid metabolism during lactation: a review of adipose tissue-liver interactions and the development of fatty liver. *J. Dairy Res.* 72, 460-469.

## Metabolic profile in Holstein dairy cow herd

Jasna ALADROVIĆ, DVM, PhD, Associate Professor, Faculty of Veterinary Medicine University of Zagreb, Croatia; Marija PAVKOVIĆ, DVM, Bosnia and Herzegovina, Blanka BEER LJUBIĆ, BSc, PhD, Lana VRANKOVIĆ, DVM, PhD, Senior Assistant, Zvonko STOJEVIĆ, DVM, PhD, Full Professor, Faculty of Veterinary Medicine University of Zagreb, Croatia

During the production cycle, especially under high production, continual monitoring of dairy cow health is essential in order to recognize animals that are at the edge of their adaptation abilities and to remedy any potential problems as soon as possible. The metabolic profile test is a useful tool to this aim. This study analysed indicators of energy status, protein status, mineral status and liver enzyme activity in the serum of 34 Holstein dairy cows from two farms. Samples were taken from three groups of cows in different phases of production. The first group consisted of cows lactating less than 45 days (N=6 from each farm). The second group included cows lactating more than 75 days (N=5 from each farm), and the third group consisted of cows in the dry period (N=6 from each farm). The following parameters were determined in blood samples: concentrations of glucose, triacylglycerols, cholesterol, total proteins, albumin, urea, beta-hydroxybutyrate (BHB), free fatty acid (FFA), calcium, magnesium and phosphorus, and activities of gamma-glutamyl

transferase (GGT), aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase (AP). The glucose concentration in all three groups of cows at farm I was lower than the reference values specified in the literature. Average values of cholesterol concentration, FFA and BHB in all cows were higher than the reference levels set for these indicators, while the values of triacylglycerol, total protein, albumins, globulin, urea, calcium, magnesium and phosphorus, and activities of GGT, AST and AP were within the reference intervals. The results of this study indicate a negative energy balance, manifested as hypoglycaemia and hypercholesterolemia and by increased concentrations of FFA and BHB. Accordingly, feeding on the farm was corrected with glucose precursors added to meals, which has led to improvements in productivity and animal health.

**Key words:** *Holstein cow breeds, intensive production, biochemical parameters, metabolic profile test, energy metabolism*