

## ISPITIVANJE FAKTORA KOJI UTIČU NA METABOLIČKU ADAPTACIJU KOD KRAVA U RANOJ LAKTACIJI

*Marko R. Cincović<sup>1</sup>, Branislava Belić<sup>1</sup>, Radojica Đoković<sup>2</sup>*

**Izvod:** Cilj ovog rada je da se ispita međusobna veza između različitih metaboličkih parametara u ranoj laktaciji i da se statističkim metodama izvršiti ekstrakcija informacija iz velikog broja podataka, kako bi utvrdili koji faktori najznačajnije utiču na metaboličku adaptaciju. Krv je uzeta od 50 krava holštajn-frizijske rase. Napravljene su matrice korelacije i potom je izvršena ekstrakcija glavnih faktora upotrebom faktorske analize. Rezultati pokazuju da se može ekstrahovati tri glavna faktora. Faktor 1 daje objašnjenje 61,7% varijacije i on visoko korelira sa vrednostima insulina, insulinu sličnom faktoru rasta-I (IGF-I), hormonu rasta (STH), ne-esterifikovanim višim masnim kiselinama (NEFA) i glukoze (metabolički stres). Faktor 2 objašnjava 20,2% varijacije i on visoko korelira sa beta-hidroksi-buternom kiselinom (BHB), aspartat-amino-transferazom (AST), trigliceridima i holesterolom (stanje jetre). Faktor 3 koji objašnjava 7% varijacije varijabli korelira sa proizvodnjom mleka kod krava (produktivnost). Daljim istraživanjem faktora i parametara u okviru faktora treba detektovati najznačajnije pokazatelje metaboličke adaptacije.

**Ključne reči:** krave, rana laktacija, metabolički status, faktorska analiza

### Uvod

Kod krava u ranoj laktaciji dolazi do značajnih metaboličkih promena, koje nastaju kao posledica partusa, započinjanja laktacije i ulaska krava u negativni energetske bilans (Drackley, 1999). Negativni energetske bilans nastaje kao posledica manjeg unosa hrane u odnosu na potrebe, što se dešava pre svega zbog činjenice da su krave visoko selekcionisane na laktaciju. Negativni energetske bilans dovodi se u vezu sa nastankom lipidne mobilizacije, ketogeneze i brojnih endokrinih promena kao što su smanjena koncentracija insulina, IGF-I, lipolitički efekat STH, smanjena koncentracija trijodtironina (T3) i tiroksina (T4) i slično. Sve ove promene nastaju kako bi se glukoza usmerila ka vimenu čime bi se povećala proizvodnja mleka, dok za to vreme tkiva povećano koriste mast kao glavni energent (Drackley, 1999). Veliki dotok masti u jetru često prevazilazi metaboličke kapacitete jetre pa nastaje masna jetra sa povećanom aktivnošću jetrinih enzima i koncentracije bilirubina (Bobe i sar., 2004). Sve navedene promene dovode do oksidativnog stresa i promena u imunološkom odgovoru i krvnoj slici (Sordillo i sar., 2009). Brojni rezultati dokazuju značajne statističke veze između nabrojanih promena u ranoj laktaciji (Wathes i sar., 2007; Djokovic i sar., 2014).

<sup>1</sup>Departman za veterinarsku medicinu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositaja Obradovića 8, 21000 Novi Sad ([mcincovic@gmail.com](mailto:mcincovic@gmail.com))

<sup>2</sup>Универзитет у Крагујевцу, Агрoномски факултет у Чачку, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija

Iako su ove promene dobro dokumentovane i izučene, postavlja se pitanje što je ujedno i cilj ovog rada koje su to metaboličke promene koje najznačajnije utiču na adaptaciju krava na period rane laktacije i da li je moguće da se umesto izuzetno velikog broja endokrinih, biohemijskih i drugih indikatora koristi manji broj faktora.

### **Materijal i metode rada**

Krave: U ispitivanje su uključeni uzorci od 70 krava u ranoj laktaciji (prvih mesec dana). Sve krave su poticale sa farmi za intenzivnu proizvodnju mleka. Hranjene su u skladu sa periodom laktacije i proizvodnjom mleka, potpunom smešom (TMR), sa silažom kao osnovom.

Uzorci: Krv je uzimana u prvim nedeljama posle teljenja, punkcijom v.coccigea. Posle uzimanja krvi iz plazme i/ili seruma određena je koncentracija hormona i metabolita standardnim kolorimetrijskim i ELISA metodama. Određene su vrednosti: insulina, IGF-I, STH, glukoze, NEFA, BHB, triglicerida, holesterola i AST u krvi. Takođe je određena i proizvodnja mleka.

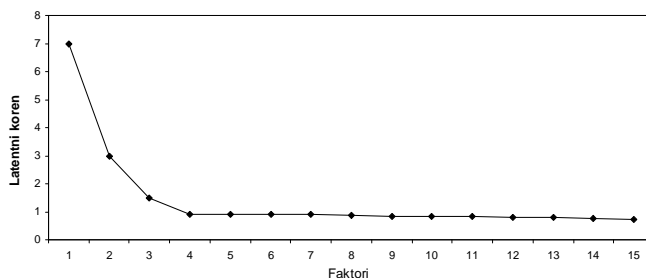
Statistička analiza: U cilju determinacije glavnih faktora koji utiču na variranje svih ispitivanih varijabli (hormoni, metaboliti, proizvodnja mleka) urađena je faktorska analiza, a kao metod ekstrakcije faktora uzet je metod glavnih komponenti i latentnog korena. Kako bi se odredilo koji je faktor najvažniji korišćen je sistem ortogonalne varimax rotacije. Na taj način smo utvrdili broj važnih faktora, njihov udeo u ukupnoj varijansi podataka (%), elemente iz metaboličkog i endokrinog profila koji najviše koreliraju sa određenim faktorima. Korišćen je SPSS statistički paket.

### **Rezultati istraživanja i diskusija**

U ovom radu vršeno je poređenje velikog broja podataka, a njihov pojedinačno poređenje, ispitivanje korelacija i interpretacija međusobnih odnosa je prilično složen proces. Zbog toga je potrebno izvršiti ekstrakciju informacija iz ovako velike baze podataka, kako bi dobili setove srodnih varijabli ili kako bi se odredila jedna kompozitna mera koja predstavlja čitav set srodnih varijabli. Na ovaj način ćemo pokušati da bolje razumemo strukturu podataka i pokušaćemo da simplifikujemo sve analize varijabli koje smo koristili u korist zaminskih kompozitnih varijabli.

Rezultati istraživanja pokazuju da se može izdvojiti tri faktora (Grafikon 1), posle izračunavanja latentnih korenova, metodom glavne komponente. Upotrebom tri navedena faktora se može objasniti 88,9% variranja svih varijabli. Ovi faktori imaju svojstvene vrednosti, koje su odvojene od vrednosti drugih faktora. Obzirom da je inicijalna faktorska matrica (nije prikazana) pokazala faktorsko opterećenje da velikim brojem varijabli izvršeno je pojednostavljenje rotacijom. Posle rotacije dobijamo precizniju preraspodelu faktorskih opterećenja i jednostavnije tumačenje faktora. Dobijena tri faktora omogućuju bolje razumevanje peripartalnog metabolizma i razvoja metaboličkog stresa kod krava. Faktor 1 daje objašnjenje 61,7% varijacije i on visoko korelira sa vrednostima insulina, IGF-I, STH, NEFA i glukoze (metabolički stres). Faktor 2 objašnjava 20,2% varijacije i on visoko korelira sa BHB, AST, trigliceridima i

holesterolom (stanje jetre). Faktor 3 koji objašnjava 7% varijacije varijabli korelira sa proizvodnjom mleka kod krava (produktivnost).



Grafikon 1: Izdvajanje najvažnijeg faktora metodom latentnog korena

Tabela 1: Opterećenje faktora posle rotacije parametara

	Faktor 1 61,7%	Faktor 2 20,2%	Faktor 3 7%
Insulin	-0,85		
IGF-I	-0,79		
NEFA	0,91		
STH	0,82		
Glukoza	-0,69		
BHB		0,86	
AST		0,68	
Trigliceridi		-0,88	
Holesterol		-0,79	
Proizvodnja mleka			0,89

Prvi faktor nosi naziv metabolički stres. On pozitivno korelira sa koncentracijom NEFA i STH i negativno sa koncentracijom insulina, IGF-I i glukoze. Metabolički stres predstavlja period u kome postoji povećana potrošnja sopstvenog tkiva za zadovoljenje energetske potrebe (lipoliza), uz smanjenje delovanja anaboličke ose organizma (insulin i IGF-I), a ne postoji dovoljno glukoze kao najznačajnijeg tkivnog energenta (Drackley, 1999, Wathes i sar., 2007). Korelacija prvog faktora sa pojedinim parametrima endokrinog i metaboličkog profila govori u prilog tome zašto se prvi faktor zove faktor metaboličkog stresa.

Faktor dva nosi naziv masna jetra. Ovaj faktor pozitivno korelira sa koncentracijom ketonskih tela i AST, a negativno sa koncentracijom holesterola i triglicerida. Povećana upotreba masti u energetske svrhe dovodi do povećane ketogeneze. Smanjuje se sintetska funkcija jetre pa nema transportnih lipoproteina koji čine najveći udeo holesterola u krvi, a opada koncentracija triglicerida koji ostaju zarobljeni u hepatocitima. Kao posledica akumulacije masti dolazi do propadanja hepatocita i

oslobađanja jetrinih enzima (Bobe i sar., 2004). Sve navedeno postoji u okviru drugog faktora.

Faktor tri se odnosi na proizvodnju mleka. Količina proizvedenog mleka sama po sebi nije veoma značajan faktor. Međutim, kako su se sve opisane i metaboličke promene dešavaju u cilju štednje glukoze koja bi se iskoristila u vimenu i pretovorila u laktozu mleka i uzimajući u obzir činjenicu da je vime dominantno u procesu potrošnje glukoze u odnosu na ostala tkiva (Wathes i sar., 2007), jasno je da će proizvodnja mleka dovesti do razvoja adaptacionih procesa u ranoj laktaciji.

Ukupno govoreći postoje brojni modeli koji služe za procenu metaboličkog statusa i oni se zasnivaju na koncentraciji NEFA, BHB, insulina, IGF-I, odnosa STH:insulin ili vrednostima indikatora insulinske rezistencije (Hachenberg i sar., 2007; Kessel i sar., 2008; Ospina i sar., 2010; Cincović i sar., 2012). Ekstrakcijom najvažnijih faktora pokazano je da su indikatori iz svih navedenih modela sadržani u dobijenim faktorima koji deluju na celokupnu metaboličku adaptaciju krava u ranoj laktaciji, što može doprineti racionalnoj dijagnostici metaboličke adaptacije u ranoj laktaciji.

### **Zaključak**

Faktorska analiza identifikuje tri najznačajnija faktora koja determinišu endokrine, metaboličke, hematološke i produktivne promene u ranoj laktaciji. To su faktori koji predstavljaju metabolički stres, masnu jetru i proizvodnju mleka. Ovim se potvrđuju dosadašnja zapažanja o metaboličkom statusu krava u ranoj laktaciji. Buduća istraživanja treba usmeriti na delovanje navedenih faktora u nastanku metaboličkih poremećaja kod krava u ranoj laktaciji.

### **Napomena**

Istraživanja u ovom radu deo su projekta TR31062 koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke R.Srbije.

### **Literatura**

- Bobe G., Young J.W., Beitz D.C. (2004). Invited Review: Pathology, Etiology, Prevention, and Treatment of Fatty Liver in Dairy Cows. *J. Dairy Sci*, 87: 3105–3124.
- Cincović, M.R., Belić, B., Radojičić, B., Hristov, S., Đoković, R. (2012). Influence of lipolysis and ketogenesis to metabolic and hematological parameters in dairy cows during periparturient period. *Acta veterinaria (Beograd)*, 62(4): 429-444.
- Djokovic R. Cincović, M., Kurcubic, V., Petrovic, M., Lalovic, M., Jasovic, B., Stanimirovic, Z. (2014). Endocrine and Metabolic Status of Dairy Cows during Transition Period. *Thai J Vet Med*. 44(1): 59-66.
- Drackley J.L. (1999). Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *J.Dairy Sci.*, 82:2259–2273.

- Hachenberg, S., Weinkauff, C., Hiss S., Sauerwein, H. (2007). Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the periparturient period. *J. Anim. Sci.* 85: 1923-1932.
- Kessel, S., Stroehl, M., Meyer, H.H.D., Hiss, S., Sauerwein, H., Schwarz, F.J., Bruckmaier, R.M. (2008). Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *J. Anim. Sci.* 86: 2903-2912.
- Ospina, P.A., Nydam, D.V., Stokol, T., Overton, T.R. (2010). Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *J. Dairy Sci.* 93(20): 546-554.
- Sordillo, L.M., Contreras, G.A., Aitken, S.L. (2009). Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. *Animal Health Research Reviews*, 10(1): 53-63.
- Wathes, D.C., Cheng, Z., Bourne, N., Taylor, V.J., Coffey, M.P., Brothersone, S. (2007). Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the interrelationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology*, 33(2): 203-225.
- Sabo M., Bede M., Hardi Ž.U. (2002). Variability of grain yield components of some new winter wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Rostilnna Vyroba*, 48 (5), 230-235.
- Weikai Y., Hunt L.A. (2001). Interpretation of genotype x environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science*, 41, 19-25.

## EXAMINATION OF FACTORS AFFECTING METABOLIC ADAPTATION IN DAIRY COWS DURING EARLY LACTATION

*Marko R. Cincović<sup>1</sup>, Branislava Belić<sup>1</sup>, Radojica Đoković<sup>2</sup>*

### Abstract

The aim of this study was to investigate the correlation between different metabolic parameters in early lactation and statistical methods to perform the extraction of information from a large number of data to determine which factors are the most important influence on the metabolic adaptation. Blood was taken from 50 cows of the Holstein-Friesian breed. They are made of correlation matrices and then by extraction of the main factors using factor analysis. The results show that the extractable three main factors. Factor 1 gives an explanation of 61.7% and variations on highly correlated with the levels of insulin, IGF-I, STH, NEFA and glucose (metabolic stress). Factor 2

---

<sup>1</sup>Department for veterinary medicine, Faculty of Agriculture Novi Sad, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad (mcincovic@gmail.com)

<sup>2</sup>University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia

explained 20.2% of variation and it correlates highly with BHB, AST, triglycerides and cholesterol (liver condition). Factor 3, which explains 7% variation of variables correlated with milk production in cows (productivity). Further investigation of factors and parameters within factors should detect the most important indicators of metabolic adaptation.

**Key words:** cows, early lactation, metabolic status, factor analysis