

## UTICAJ TOPLOTNOG STRESA NA METABOLIČKI STATUS KRAVA\* THE INFLUENCE OF HEAT STRESS ON METABOLIC STATUS OF COWS

Horvat J., Šamanc H., Kirovski Danijela, Vujanac I.\*\*

Danas se smatra da visoka spoljna temperatura i povišena vlažnost vazduha u toku leta predstavljaju glavne činioce koji nepovoljno utiču na zdravlje i proizvodno-reproduktivne sposobnosti visokomlečnih krava. Nastali toplotni stres dovodi do niza promena u endokrinoj regulaciji homeostaze. Promene u hormonalnom statusu preslikavaju se na neki način i na pokazatelje metaboličkog statusa krava. Cilj ovog rada bio je da se ispita uticaj toplotnog stresa na metabolički status krava.

Ogled je izveden na 20 krava Holštajn-frizijske rase tokom letnjeg perioda u periodu od 18. do 45. dana laktacije. Tokom perioda izvođenja oglada određivana je vrednost „satnih“ toplotnih indeksa (THI) a zatim izračunata vrednost prosečnih jutarnjih (od 22<sup>h</sup> prethodnog, do 9<sup>h</sup> tekućeg dana), popodnevni (od 10<sup>h</sup> do 21<sup>h</sup> tekućeg dana) i celodnevni THI. Uzorkovanje krvi je izvršeno 1., 2., 8., 11., 14., 18., 25., 29. i 37. dana oglada, u jutarnjem i popodnevnom periodu. Na osnovu vrednosti satnih THI ceo ogledni period je podeljen na tri perioda: period A u kome su krave bile izložene izrazitom toplotnom stresu ( $THI \geq 78$ ) najmanje 7 sati u toku 24<sup>h</sup>; period B u kome su krave bile izložene umerenom toplotnom stresu ( $72 \leq THI \leq 78$ ) najmanje 7 sati u toku 24 sata; period C u kome krave nisu bile izložene toplotnom stresu ( $THI \leq 72$ ) u toku 24 sata. Prosečni dnevni THI u periodu A ( $73,25 \pm 0,89$ ) bio je značajno veći ( $p < 0,01$ , pojedinačno) u odnosu na period B ( $71,45 \pm 0,96$ ) i period C ( $65,41 \pm 2,09$ ). THI u periodu B bio je značajno viši nego u periodu C ( $p < 0,01$ ). Značajno niža vrednost glukoze ( $p < 0,05$ ) u popodnevnom periodu kod krava izloženih izrazitom toplotnom stresu ( $3,02 \pm 0,31$  mmol/L) u odnosu na jutarnji period ( $3,14 \pm 0,41$  mmol/L), ukazuje da se u takvim uslovima metabolizam preusmerava na korišćenje glukoze kao izvora energije jer se pri tome stvara manje toplotne energije nego pri razlaganju masnih kiselina.

\* Rad primljen za štampu 02. 07. 2013. godine

\*\* Dr sci. vet. med. Jožef Horvat, Veterinarski specijalistički institut Subotica, Subotica, Srbija; dr sci. vet. med. Horea Šamanc, profesor, dr sci. vet. med. Danijela Kirovski, profesor, dr sci. vet. med. Ivan Vujanac, docent, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Srbija

*Koncentracija najvažnijih parametara metaboličkog profila u krvi (holesterola, triglicerida, ukupnih proteina, albumina, uree, ukupnog bilirubina, kalcijuma, anorganskog fosfora kao i aktivnost AST i ALT) nije značajno varirala pod uticajem toplotnog stresa. Izuzetak je koncentracija jonskog kalcijuma koja je u uslovima izrazitog toplotnog stresa bila na samoj donjoj granici fiziološke vrednosti ( $1,17 \pm 0,16$  mmol/L).*

*Ključne reči: krava, toplotni stres, THI, metabolički profil*

#### Uvod / Introduction

Danas se smatra da visoka spoljna temperatura i povišena vlažnost vazduha u toku leta predstavljaju glavne činioce koji nepovoljno utiču na zdravlje i proizvodno-reproduktivne sposobnosti visokomlečnih krava. Kod nas česte su situacije, kada su životinje samo u toku jednog dela dana izložene nepovoljnom delovanju visoke spoljne temperature. U ovakvim uslovima krave mogu u toku noći i u ranim jutarnjim časovima da se oporave i tako lakše prebrode nepovoljan uticaj visoke spoljne temperature u popodnevnom časovima (Schneider i sar., 1988). Nastali toplotni stres dovodi do niza promena u endokrinoj regulaciji homeostaze. Promene u hormonalnom statusu preslikavaju se na neki način i na pokazatelje metaboličkog statusa krava i cilj ovog rada bio je da se ispita uticaj toplotnog stresa na metabolički status krava.

Za procenu uticaja spoljnih ambijentalnih uslova kao stresogenog činioca koristi se izračunavanje temperaturnog indeksa (temperature-humidity index-T-HI), pri čemu većina autora smatra da su uslovi spoljne sredine pri vrednostima THI od 72 do 78 stresogeni za organizam krava, dok vrednosti veće od 78 smatraju se snažno stresogenim i utiču nepovoljno na zdravlje krava, posebno na krave u laktaciji (NRC, 2001; Bohmanova i sar., 2007; Vujanac i sar., 2012).

Energetski promet krava u laktaciji čine sa jedne strane povećana potrošnja energije u sintetskim procesima koji su najizraženiji u jetri (sinteza glukoze) i u mlečnoj žlezdi (sinteza laktoze, mlečne masti i proteina), a sa druge strane snažno izražena mobilizacija energetskih rezervi organizma u vidu iskorišćavanja masti i aminokiselina (Drackley, 1999). Glavni izvor energije na početku laktacije je oksidacija masnih kiselina, dok se glukoza prevashodno koristi za sintezu laktoze u mlečnoj žlezdi. Kod krava u toplotnom stresu zapaža se drugačije metaboličko prilagođavanje na visoke potrebe u energiji (Wheeloch, 2010). U toplotnom stresu nema povećane mobilizacije lipida iz masnog tkiva. Organizam krava prevashodno koristi glukozu kao izvor energije, a energetsku ravnotežu pokušava sačuvati tako što smanjuje sintetske procese u organizmu, što se najpre zapaža smanjenjem mlečnosti krava u toplotnom stresu (West, 2003; Kadzere i sar., 2002). Do smanjenja koncentracije glukoze u krvi krava u toplotnom stresu dolazi uprkos povećanju apsorpcije glukoze u crevima (Garriga i sar., 2006), povećanju

reapsorpcije glukoze iz bubrega (Ikari i sar., 2005) kao i povećanoj sintezi glukoze u jetri (Febbraio, 2001).

Koncentracija triglicerida se smanjuje u postpartalnom periodu (Randle, 1998), a kod krava sa „masnom“ jetrom (Gaal, 1993; Đoković i sar., 2007) dolazi do značajnog smanjenja koncentracije triglicerida, ukupnih lipida i holesterola u krvi, uz istovremeno povećanje koncentracije slobodnih masnih kiselina (Gaal, 1993).

Sinha i sar. (1981) i Stöber i sar. (1990) su ustanovili nešto više koncentracije holesterola u periodu povišene ambijentalne temperature. Rasoli i sar. (2004) su ustanovili smanjenje prosečne koncentracije holesterola u krvi krava u letnjem periodu u odnosu na zimski period.

Mnogi autori izveštavaju o povećanju koncentracije ukupnih proteina i albumina u toku letnje sezone (Rasooli i sar., 2004; Ferreira i sar., 2009) kao i o povećanju koncentracije ukupnih proteina i albumina u toplotnom stresu (Koubkova i sar., 2002; Ferreira i sar., 2009), što pripisuju gubitku ekstraceluralne tečnosti, odnosno hemokonzentraciji u početku toplotnog stresa.

U uslovima povišene ambijentalne temperature dolazi do povećanja koncentracije uree u krvi krava (Ronchi i sar., 1997; Koubkova i sar., 2002; Rasooli i sar., 2004), što je posledica katabolizma proteina i intenzivnijeg iskorišćavanja aminokiselina u procesima glukoneogeneze.

#### **Materijal i metode rada / *Material and methods***

Ogled je izveden na 20 krava Holštajn-frizijske rase od 18. do 45. dana laktacije tokom letnjeg perioda u trajanju od 37 dana. Tokom izvođenja oglada svakog sata (u toku 24<sup>h</sup>) merena je temperatura suvog termometra i temperatura vlažnog termometra i vrednosti su registrovane u automatskoj stanici Hidrometeorološkog zavoda Republike Srbije, udaljene oko 3 km vazdušnom linijom od farme na kojoj su vršena ispitivanja. Na osnovu prikupljenih podataka izračunati su „satni“ toplotni indeksi (*THI*) za ceo period ispitivanja upotrebom formule:

$$THI = (T_{st} + T_{vt}) \times 0,72 + 40,6$$

T<sub>st</sub> – temperature suvog termometra

T<sub>vt</sub> – temperature vlažnog termometra.

Iz vrednosti „satnih“ toplotnih indeksa (*THI*) izračunate su vrednosti prosečnih jutarnjih (od 22<sup>h</sup> prethodnog do 9<sup>h</sup> tekućeg dana), popodnevnih (od 10<sup>h</sup> do 21<sup>h</sup> tekućeg dana) i celodnevnih *THI*. Uzorkovanje krvi izvršeno je 1., 2., 8., 11., 14., 18., 25., 29. i 37. dana oglada, punkcijom vene jugularis u jutarnjim (8<sup>h</sup>) i popodnevnim satima (17<sup>h</sup>). Za određivanje koncentracije glukoze u krvi korišćena je puna krv neposredno nakon uzorkovanja. Određivanje koncentracije ostalih biohemijskih sastojaka krvi obavljeno je na multiparametarskom automatskom analizato-

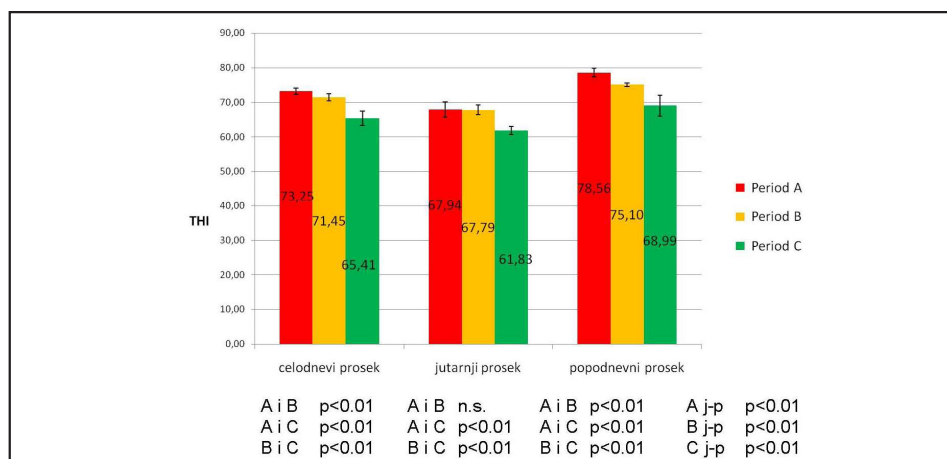
ru EOS Bravo Forte, uz primenu Hospiteks (HOSPITEX DIAGNOSTICS) reagens kompleta posle završetka oglada iz zamrznutih uzoraka krvnih seruma.

Na osnovu vrednosti satnih THI ceo ogledni period je podeljen na tri perioda: period A u kome su krave bile izložene izrazitom toplotnom stresu ( $\text{THI} \geq 78$ ) najmanje 7 sati u toku 24<sup>h</sup>; period B u kome su krave bile izložene umerenom toplotnom stresu ( $72 \leq \text{THI} \leq 78$ ) najmanje 7 sati u toku 24 sata; period C u kome krave nisu bile izložene toplotnom stresu ( $\text{THI} \leq 72$ ) u toku 24 sata.

Podaci dobijeni tokom ispitivanja obrađeni su deskriptivnim statističkim parametrima: aritmetičkom sredinom (X), standardnom devijacijom (SD), a za analizu stepena značajnosti razlika ispitivanih parametara između različitih perioda korišćen je Studentov „t“ test upotrebom softverskog paketa STATISTICA v. 6. (Stat-Soft, Inc., Tulsa, Ok, USA)

### Rezultati i diskusija / Results and Discussion

Prosečni dnevni THI (grafikon 1) u periodu A ( $73,25 \pm 0,89$ ) bio je značajno veći ( $p < 0,01$ , pojedinačno) u odnosu na period B ( $71,45 \pm 0,96$ ) i period C ( $65,41 \pm 2,09$ ). THI u periodu B bio je značajno viši nego u periodu C ( $p < 0,01$ ).



Grafikon 1. Prosečne vrednosti THI  
Graph 1. THI average values

U danima oglada sa intenzivnim toplotnim stresom – period A (1., 8., 14., 15. i 37. dan oglada) i umerenim toplotnim stresom – period B (2., 18., 29. i 30. dan oglada) prosečne vrednosti THI su u jutarnjem periodu bile značajno više u periodu A (67,94) i periodu B (67,79), u odnosu na dane oglada sa optimalnim ambijentalnim uslovima – period C (61,83), ali može se konstatovati da u svim periodima posmatranja u ovom delu dana nije bio ispoljen stresogeni efekat ambijentalne

Tabela 1. Koncentracija metaboličkih parametara u posmatranim periodima ispitivanja  
Table 1. Concentration of metabolic parameters in observed periods of the investigation

Parametar / Parameter	Prosečne vrednosti / Average values	Intenzivan toplotni stres / Intense heat stress			Umereni toplotni stres / Moderate heat stress			Optimalni ambijentalni uslovi / Optimal environ- mental conditions			Statistička značajnost između perioda / Statistical significance between the period		
		Period A	Period B	Period C	Period A	Period B	Period C	Period A	Period B	Period C	AB	AC	BC
Glukoza / Glucose, mmol/L	Dnevni / Daily	3.08±0.29	3.25±0.19	3.27±0.25	3.08±0.29	3.25±0.19	3.27±0.25	p<0.01	p<0.01	p<0.01			
	Jutarnji / Morning	3.14±0.41	3.29±0.30	3.32±0.44	3.14±0.41	3.29±0.30	3.32±0.44	p<0.05	p<0.05	p<0.05			
	Popodnevni / Afternoon	3.02±0.31	3.20±0.24	3.21±0.27	3.02±0.31	3.20±0.24	3.21±0.27	p<0.01	p<0.01	p<0.01			
Stat. značajnost unutar perioda / Statistical significance within the period		p<0.05											
Holesterol / Cholesterol, mmol/L	Dnevni prosek / Daily average	4.56±0.84	4.71±0.98	4.78±0.77	4.56±0.84	4.71±0.98	4.78±0.77						
	Jutro / Morning	4.57±0.92	4.75±1.03	4.78±0.91	4.57±0.92	4.75±1.03	4.78±0.91						
	Popodne / Afternoon	4.58±0.87	4.67±1.00	4.78±1.00	4.58±0.87	4.67±1.00	4.78±1.00						
Trigliceridi / Triglycerides, mmol/L	Dnevni prosek / Daily average	0.10±0.03	0.09±0.03	0.10±0.02	0.10±0.03	0.09±0.03	0.10±0.02	p<0.05	p<0.05	p<0.05			
	Jutro / Morning	0.10±0.03	0.09±0.03	0.09±0.02	0.10±0.03	0.09±0.03	0.09±0.02						
	Popodne / Afternoon	0.11±0.03	0.09±0.03	0.11±0.03	0.11±0.03	0.09±0.03	0.11±0.03	p<0.01	p<0.01	p<0.01			
Ukupni proteini / Total proteins, g/L	Dnevni prosek / Daily average	89.83±7.73	88.47±7.31	91.20±6.47	89.83±7.73	88.47±7.31	91.20±6.47						
	Jutro / Morning	89.97±7.91	88.73±9.26	90.18±7.86	89.97±7.91	88.73±9.26	90.18±7.86						
	Popodne / Afternoon	89.47±9.46	88.22±7.67	92.22±6.96	89.47±9.46	88.22±7.67	92.22±6.96						p<0.05
Albumin / Albumin, g/L	Dnevni prosek	39.63±2.54	38.50±1.96	39.83±1.94	39.63±2.54	38.50±1.96	39.83±1.94	p<0.01	p<0.01	p<0.01			
	Jutro / Morning	39.52±2.45	38.68±2.10	39.73±2.14	39.52±2.45	38.68±2.10	39.73±2.14						
	Popodne / Afternoon	39.81±3.46	38.33±2.16	39.92±2.45	39.81±3.46	38.33±2.16	39.92±2.45	p<0.01	p<0.01	p<0.01			
Urea / Urea, mmol/L	Dnevni prosek / Daily average	13.37±2.06	14.06±1.56	14.04±1.49	13.37±2.06	14.06±1.56	14.04±1.49						
	Jutro / Morning	13.76±2.24	14.36±1.68	14.31±1.60	13.76±2.24	14.36±1.68	14.31±1.60						
	Popodne / Afternoon	13.15±2.06	13.75±1.69	13.76±1.78	13.15±2.06	13.75±1.69	13.76±1.78						

temperature. Do ispoljavanja toplotnog stresa došlo je u periodu A i B u popodnevnom delu dana (između 9 i 22 sata), kada su prosečne vrednosti bile iznad optimalnih vrednosti THI (period A 78,56 i B 75,10), dok je u periodu C vrednost THI (68,99) bio u granicama optimalnih vrednosti. U ovom delu dana razlike između prosečnih vrednosti THI su značajne ( $p < 0,01$ ) i navode nas na zaključak da su krave u ovim periodima bile pod uticajem različitih ambijentalnih uslova. U periodu A i B usled stresogenog delovanja povišene ambijentalne temperature očekuje se pokretanje različitih adaptacionih mehanizama za sprečavanje negativnog uticaja toplotnog stresa, što treba da se ogleda u razlikama u energetskom, proteinskom i mineralnom statusu krava kao i u promenama funkcionalnog stanja jetre.

U našem radu koncentracija glukoze u krvi kod krava u svim periodima ispitivanja bila je u granicama fizioloških vrednosti (tabela 1). Ipak, vrednosti u jutarnjem i u popodnevnom ispitivanju bile su značajno niže u periodu intenzivnog toplotnog stresa (period A) u odnosu na period umerenog toplotnog stresa (period B) i period optimalnih ambijentalnih uslova (period C), što je u saglasnosti sa nalazima mnogih autora (Ronchi i sar., 1999; Settivari i sar., 2007; Vujanac i sar., 2011) koji su utvrdili smanjenje koncentracije glukoze u toplotnom stresu. Do značajnog smanjenja koncentracije glukoze u periodu A došlo je zajedno sa značajnim smanjenjem mlečnosti u odnosu na period B i C, što ukazuje na uključivanje adaptacionih mehanizama protiv toplotnog stresa i metaboličkog prestrojanja u kome dolazi do preusmeravanja upotrebe glukoze u ćelijama, kao izvora energije, na štetu sintetskih procesa u mlečnoj žlezdi. Značajno niža vrednost glikemije u popodnevnom periodu kod krava izloženih izrazitom toplotnom stresu ( $3,02 \pm 0,31$  mmol/L) u odnosu na jutarnji period ( $3,14 \pm 0,41$  mmol/L) ukazuje da se u takvim uslovima metabolizam preusmerava na korišćenje glukoze kao izvora energije jer se pri tome stvara manje toplotne energije nego pri razlaganju masnih kiselina.

U našem radu koncentracija triglicerida je bila niska u svim periodima ambijentalnih uslova i nalazila se blizu donje fiziološke granice (tabela 1). U periodu umerenog toplotnog stresa (period B) značajno je bila niža u popodnevnom ispitivanju u odnosu na period intenzivnog toplotnog stresa (period A) i period optimalnih ambijentalnih uslova (period C), iz čega možemo zaključiti da je niska koncentracija triglicerida bila rezultat potrošnje triglicerida u sintetskim aktivnostima vimena u svim periodima ambijentalnih uslova, a ne rezultat delovanja povišene ambijentalne temperature. U prilog ovome ide i nalaz jutarnjih vrednosti triglicerida koje su bile nešto više u periodu A, a značajno niže u periodu optimalnih ambijentalnih uslova (period C).

O izostanku povećane mobilizacije lipida iz masnih depoa svedoče i koncentracije holesterola u svim periodima ispitivanja koje su bile blizu gornje fiziološke granice, bez statistički značajnih razlika između pojedinih perioda ispitivanja ambijentalnih uslova, i između jutarnjih i popodnevni vrednosti.

Koncentracija ukupnih proteina i uree u krvnom serumu u svim ispitivanim periodima nalazila se iznad fizioloških vrednosti, dok koncentracija albumina nalazi se na granici gornjih fizioloških vrednosti bez značajnih razlika između vrednosti u pojedinim ispitivanim periodima ambijentalnih uslova i nema statistički značajnih razlika između pojedinih perioda što je rezultat uticaja letnje sezone pre nego toplotnog stresa.

#### Zaključak / Conclusion

Značajno niža vrednost glukoze u popodnevnom časovima kod krava izloženih intenzivnom toplotnom stresu ukazuje da se u takvim uslovima glukoza usmerava za korišćenje kao izvor energije jer se pri njenom razlaganju oslobađa manje toplotne energije nego pri razlaganju masnih kiselina.

Koncentracija najvažnijih parametara metaboličkog profila u krvi (holesterola, triglicerida, ukupnih proteina, albumina i uree) nije značajno varirala pod uticajem toplotnog stresa.

#### NAPOMENA / ACKNOWLEDGMENT:

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat broj TR 31003. /

*This work is financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia, project No TR 31003.*

#### Literatura / References

1. Bohmanova J, Misztal I, Cole JB. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J Dairy Sci* 2007; 90: 1947-56.
2. Drackley JK. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J Dairy Sci* 1999; 82: 2259-73.
3. Đoković R, Šamanc H, Jovanović M, Nikolić Z. Blood concentrations of thyroid hormones and lipids and content of lipids in the liver of dairy cows in transitional period. *Acta Vet Brno* 2007; 76, 525-32.
4. Febbraio MA. Alterations in energy metabolism during exercise and heat stress. *Sports Med* 2001; 31: 47-59.
5. Ferreira F, Campos WE, Carvalho AU, Pires MFA, Martinez ML, Silva MVGB, Verneque RS, Silva PF. Clinical, hematological, biochemical, and hormonal parameters of cattle submitted to heat stress. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2009; 61: 769-76.
6. Gaal T. Sindrom masne jetre u mlečnih krava. *Vet Glasnik* 1993; 47(4-5): 311-7.
7. Garriga C, Hunter RR, Amat C, Planas JM, Mitchell MA, Moreto M. Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2006; 290: 195-201.
8. Ikari A, Nakano M, Suketa Y, Harada H, Takagi K. Reorganization of ZO-1 by sodium-dependent glucose transporter activation after heat stress in LLC-PK1 cells. *J Cell Physiol* 2005; 203: 471-8.
9. Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Live-stock Product Sci* 2002; 77: 59-91.



10. Koubkova M, Knížková I, Kunc P, Härtlová H, Flusser J, Doležal O. Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, hematological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows. *Czech J Anim Sci* 2002; 47(8): 309-18.
11. NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev, ed, National Academy Press, Washington, DC, 2001.
12. Randle PJ. Regulatory interactions between lipids and carbohydrates: The glucose fatty acid cycle after 35 years. *Diabetes Metab Rev* 1998; 14: 263-83.
13. Rasooli A, Nouri M, Khadjeh GH, Rasekh A. The influences of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. *Iranian J Vet Res* 2004 (University of Shiraz); 5(2): Ser. No. 1Q 1383.
14. Ronchi B, Bernabucci U, Lacetera NG, Nardone A. Effects of heat stress on metabolic-nutritional status of Holstein cows. *Zoot Nutr Anim* 1997; 23: 3-15.
15. Schneider PL, Beede DK, Wilcox CJ. Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. *J Anim Sci* 1988; 66: 112-25.
16. Settivari RS, Spain JN, Ellersieck MR, Byatt JC, Collier RJ, Spiers DE. Relationship of thermal status to productivity in heat-stressed dairy cows given recombinant bovine somatotropin. *J Dairy Sci* 2007; 90: 1265-80.
17. Sinha RK, Thakuria BN, Baruah RN, Sarma BC. Effect of breed, age, sex, and season on total serum cholesterol level in cattle. *Ind Vet J* 1981; 58: 529-33.
18. Stober M, Grunder H. *Kreislauf- und klinische Untersuchung des Rindes*. Herausgegeben von Gekrit Dirksen, Hans-Dieter Grunder und Matheaus. Stober Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1990.
19. Vujanac I, Kirovski D, Šamanc H, Prodanović R, Adamović M, Ignjatović M. Koncentracija glukoze i acido-bazni status u krvi visokomlečnih krava u uslovima toplotnog stresa. *Veterinarski glasnik* 2011; 65: 297-312.
20. Vujanac I, Kirovski D, Šamanc H, Prodanović R, Lakić N, Adamović M, Valčić O. Milk production in high-yielding cows under different environmental temperatures. *Large Animal Review* 2012; 18(1): 31-6.
21. West JW. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 2003; 86: 2131-44.
22. Wheelock JB, Rhoads RP, VanBaale MJ, Sanders SR, Baumgard LH. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *J Dairy Sci* 2010; 93: 644-55.

ENGLISH

**THE INFLUENCE OF HEAT STRESS ON METABOLIC STATUS OF COWS**

**Horvat J., Šamanc H., Kirovski Danijela, Vujanac I.**

It is considered that high air temperature and humidity during the summer are the main factors which adversely affect both the health and production-reproductive performance of high yielding dairy cows. The resulting heat stress leads to a series of changes in endocrine regulation of homeostasis. The changes in hormonal status reflect in some way to the indicators of metabolic status of the cows. The objective of this work was to investigate the influence of heat stress on metabolic status of cows.

The experiment was carried out on 20 cows of Holstein-Friesian breed during the summer, in the period from 18<sup>th</sup> to 45<sup>th</sup> day of lactation. During the performance of the experiment, the value of heat index (THI) was determined hourly and then the value of aver-



age morning (from 10 pm the previous day to 9 am the current day), afternoon (from 10 am to 9 pm the current day) and all-day THI was calculated. Blood sampling was carried out on the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 8<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 18<sup>th</sup>, 25<sup>th</sup>, 29<sup>th</sup> and 37<sup>th</sup> day of the experiment, in the morning and the afternoon. On the basis of hourly THI values, whole experimental period was divided into three periods: period A during which the cows were exposed to a extreme high heat stress ( $THI \geq 78$ ) at least 7 hours in 24 hours; period B during which the cows were exposed to a moderate heat stress ( $72 \leq THI \leq 78$ ) at least 7 hours in 24 hours; period C during which the cows were not exposed to a heat stress ( $THI \leq 72$ ) in 24 hours. The average daily THI in period A ( $73,25 \pm 0,89$ ) was significantly higher ( $p < 0,01$ , individually) in regard to period B ( $71,45 \pm 0,96$ ) and period C ( $65,41 \pm 2,09$ ). THI was significantly higher in the period B than in the period C ( $p < 0,01$ ). Significantly lower blood glucose value ( $p < 0,05$ ) during the afternoon period in the cows exposed to the extreme heat stress ( $3,02 \pm 0,31$  mmol/L) in regard to the morning period ( $3,14 \pm 0,41$  mmol/L) points to the fact that in such conditions, metabolism redirects to use of glucose as an energy source because in that way less thermal energy is produced than during decomposition of fatty acids. Concentration of most important metabolic profile parameters in blood (cholesterol, triglycerides, total proteins, albumin, urea, total bilirubin, calcium, inorganic phosphorus as well as AST and ALT activity) did not vary significantly under the influence of heat stress. The exception was ionic calcium concentration which, under the conditions of extreme heat stress, was on the lower limit of physiological values ( $1,17 \pm 0,16$  mmol/L).

Key words: cow, heat stress, THI, metabolic profile

РУССКИЙ

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО СТРЕССА НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СТАТУС КОРОВ

Й. Хорват, Х. Шаманц, Даниела Кировски, И. Вуянац

На сегодняшний день высокая температура внешней среды и повышенная влажность воздуха в летний период считаются основными факторами, неблагоприятно влияющими на состояние здоровья и производственно-репродуктивные способности высокопроизводительных молочных коров. Возникающий тепловой стресс приводят к ряду изменений эндокринной регуляции гомеостаза. Изменения гормонального статуса отражаются некоторым образом и на показателях метаболического статуса коров. Целью данной работы было исследование влияния теплового стресса на метаболический статус коров.

Эксперимент проводился на 20 коровах голштино-фризской породы на протяжении летнего периода с 18 по 45 день лактации. В период проведения эксперимента определялись почасовые значения индекса температуры и влажности (THI), а затем рассчитывались средние утренние (с 22 ч. предыдущего до 9 ч. текущего дня), послеполуденные (с 10 ч. до 21 ч. текущего дня) показания и суточный индекс THI. Взятие образцов крови проводилось в 1, 2, 8, 11, 14, 18, 25, 29 и 37 день эксперимента в утренние и послеполуденные часы. На основе почасовых значений индекса THI эксперимент был разделен на три периода: период А, в который коровы подвергались выраженному тепловому стрессу ( $THI \geq 78$ ) не менее 7 часов в сутки; период В, в который коровы подвергались умеренному тепловому стрессу ( $72 \leq THI \leq 78$ ) не менее 7 часов в сутки; период С, в который коровы не подвергались тепловому стрессу ( $THI \leq 72$ ) в течение 24 часов. Среднесуточный индекс THI в период А ( $73,25 \pm 0,89$ )

был значительно выше ( $p < 0,01$ , в отдельности) по сравнению с периодом В ( $71,45 \pm 0,96$ ) и периодом С ( $65,41 \pm 2,09$ ). ТНІ в период В был значительно выше, чем в период С ( $p < 0,01$ ). Значительно более низкие показатели гликемии ( $p < 0,05$ ) в послеполуденный период у коров, подверженных выраженному тепловому стрессу, ( $3,02 \pm 0,31$  mmol/L) по сравнению с утренним периодом ( $3,14 \pm 0,41$  mmol/L) указывают на то, что в таких условиях метаболизм направляется на использование глюкозы как источника энергии, так как при этом вырабатывается меньше тепловой энергии, чем при расщеплении жирных кислот. Концентрация важнейших параметров метаболического профиля в крови (холестерина, триглицерида, общих белков, альбумина, мочевины, общего билирубина, кальция, неорганического фосфора, а также активность АСТ и АЛТ) незначительно варьировалась под влиянием теплового стресса. Исключение составляет концентрация ионов кальция, которая в условиях выраженного теплового стресса была на нижней границе физиологических показателей ( $1,17 \pm 0,16$  mmol/L).

Ключевые слова: корова, тепловой стресс, ТНІ, метаболический профиль