

VPLIV OKOLIŠKE TEMPERATURE NA MLEČNOST IN SESTAVO MLEKA PRI KRAVAH

Drago BABNIK¹, Peter PODGORŠEK², Pavla DEMŠAR³, Anton ILC⁴,
Alojz VIDIC⁵

IZVLEČEK

Vpliv temperature in relativne zračne vlage na mlečnost in sestavo mleka smo raziskovali na farmi z 210 kravami črno-bele pasme od 15. junija do 15. septembra 1999. Med poskusom so se povprečne dnevne temperature gibale od 13,5 do 27,0 °C, relativna zračna vlaga od 52,3 do 87,9 % in temperaturno-vlažnostni indeksi (TVI) od 57,9 do 75,6. Povprečna prireja mleka po kravi v tem obdobju se je gibala od 21,0 do 25,4 kg na dan, vsebnost beljakovin v mleku od 3,19 do 3,42 %, vsebnost laktoze od 4,56 do 4,77 % ter vsebnost suhe snovi brez maščob od 8,49 do 8,84 %. Ugotovili smo, da se je s povečanjem povprečne dnevne temperature za 1 °C (v območju od 15 do 25 °C) prireja mleka po kravi zmanjšala za 0,18 kg na dan, vsebnost beljakovin v mleku zmanjšala za 0,1 g kg⁻¹ in vsebnost laktoze za 0,07 g kg⁻¹, oziroma vsebnost suhe snovi brez maščob za 0,17 g kg⁻¹. TVI so podobno kot temperatura v negativni korelaciji s prirejo mleka (r = -0,33), vsebnostjo beljakovin (r = -0,60) in vsebnostjo laktoze (r = -0,46), oziroma vsebnostjo suhe snovi brez maščob (r = -0,71) v mleku. V praktičnih razmerah so se spremembe v mlečnosti in sestavi mleka pojavile, ko so povprečne dnevne temperature narasle nad 15 °C, oziroma TVI nad 60. Sestava mleka se je glede na spreminjanje povprečnih dnevni temperatur, oziroma TVI spreminjala z enodnevnim zamikom. V prispevku podajamo pregled literature o vplivih vročinskega stresa na govedo ter kako lahko s prilagajanjem prehrane ublažimo njegove posledice.

THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE ON MILK YIELD AND COMPOSITION IN DAIRY COW

ABSTRACT

The effect of environmental temperature and relative humidity of air on milk yield and composition was investigated on a farm with 210 black and white cows from 15 June to 15 September 1999. During the trial, average daily temperatures ranged from 13.5 to 27.0 °C, relative humidity of air from 52.3 to 87.9 % and temperature-humidity index (THI) from 57.9 to 75.6. The average daily milk yield per cow in this period ranged from 21.0 to 25.4 kg, the protein content in milk from 3.19 to 3.42 %, the content of lactose from 4.56 to 4.77 % and the content of dry matter without fat from 8.49 to 8.84 %. It was established that 1 °C higher environmental temperature (in the range of 15 to 25 °C) caused reduction of milk yield per cow for 0.18 kg milk per day, protein content in milk for 0.1 g kg⁻¹, lactose content for 0.07 g kg⁻¹ milk and the content of dry matter without fat for 0.17 g kg⁻¹. Similar to temperature, THI are in negative correlation with milk yield (r = -0.33),

¹ Dr., univ. dipl. inž. zoot., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

² Univ. dipl. inž. zoot., Kmetijski inštitut Slovenije Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

³ Kmet. teh., M-Kmetijsko gospodarstvo Kočevje, Kolodvorska 25, SI-1330 Kočevje, Slovenija

⁴ Univ. dipl. inž. zoot., M-Kmetijsko gospodarstvo Kočevje, Kolodvorska 25, SI-1330 Kočevje, Slovenija

⁵ Dipl. inž. agr., M-Kmetijsko gospodarstvo Kočevje, Kolodvorska 25, SI-1330 Kočevje, Slovenija

protein content ($r = -0.60$), lactose content ($r = -0.46$) and content of dry matter without fat ($r = -0.71$). In practical conditions the changes of milk yield and composition appeared after the increase of average daily temperature above 15 °C and THI above 60. With regard to changes of average daily temperature and THI of environment the composition of milk changes with one day lag time. In the article an overview of literature about the effects of heat stress on cattle and how to extenuate its consequences by adapting animal nutrition is given.

1. UVOD

S širjenjem krav črno bele pasme in s povečevanjem mlečnosti so se v Sloveniji vse pogosteje pričeli pojavljati tudi problemi z majhno vsebnostjo beljakovin in suhe snovi brez maščob v mleku. Od sestave mleka je odvisna njegova cena, obenem pa spremenjena sestava običajno kaže na določene pomanjkljivosti v prehrani krav.

Orešnik (1996) ugotavlja, da je v Sloveniji vsebnost beljakovin v kravjem mleku najnižja v juniju, juliju in avgustu, kar sovpada z visokimi okoliškimi temperaturami. Temperatura okolja lahko vpliva na oskrbo krav s hranilnimi snovmi posredno, saj se ob povečevanju okoliške temperature hitreje zmanjšuje prebavljivost krme s travinja. Še večji pa je njen neposredni vpliv na prebavo in presnovo pri živalih še posebno pri visoko proizvodnih kravah.

Poleg visoke temperature na živali negativno vpliva tudi visoka relativna zračna vlaga ter izpostavljenost živali neposrednemu sončnemu sevanju. Ko temperatura okolja naraste nad 24 °C in se pri visoko proizvodnih kravah pričnejo izraziteje kazati negativne posledice, že lahko govorimo o vročinskem stresu. Vročinski stres se navzven izraža s povečanim znojenjem, pospešenim dihanjem, povečano telesno temperaturo, povečanim slinjenjem, zmanjšanim zauživanjem sušine in povečanim zauživanjem vode. Posledica teh sprememb pa so zmanjšana prireja in kakovost mleka, plodnostne motnje in zdravstvene težave pri živalih.

V prispevku podajamo pregled literature v katerem so podane nekatere zakonitosti povezane z vročinskim stresom in podane nekatere možnosti za zmanjševanje posledic. Podajamo tudi rezultate raziskave o vplivu temperature na mlečnost in sestavo mleka pri črno belih kravah.

2. PREGLED LITERATURE

Zauživanje krme, prebava, presnova in mlečnost med vročinskim stresom

Najcelovitejšo vlogo pri odzivu organizma na vročinski stres igrajo hormonske spremembe. Pri povečani temperaturi okolja se koncentracija ravnega hormona v plazmi zmanjša (Mitra in sod., 1972). Kot odziv na vročinski stres se v telesu prav tako zmanjša koncentracija hormonov ščitnice (trijodtironin in tiroksin; Johnson in sod., 1988), kar verjetno predstavlja prizadevanje organizma, da zmanjša nastajanje presnovne toplote. Ob povečanih temperaturah okolja se v krvi poveča koncentracija adrenalina in noradrenalina, kar kaže na to, da je žival v stresu (Alvarez in Johnson 1973). Posledica tega pa je med drugim tudi zmanjšana stopnja pretoka krme skozi prebavni trakt. Zaradi upočasnjene pasaže se prebavila hitreje zapolnijo, zmanjša se zauživanje krme, nekoliko poveča prebavljivost hranilnih snovi in poveča razgradljivost beljakovin. Srednji zadrževalni čas krme v celotnem prebavnem traktu se je pri govedu povečal iz 36,6 na 43,2 uri, ko se je temperatura okolja povečala iz 18 na 32 °C (Warren in sod., 1974), s tem pa se je povečala prebavljivost sušine za 6,7, v kislem detergentu netopnih vlaken (KDV) za 11 in v nevtralnem detergentu netopnih vlaken za 8,1 %.

Pri vročinskem stresu se poveča pretok krvi skozi kožne kapilare ter upočasni pretok krvi skozi prebavila, kar verjetno zmanjša absorpcijo hranil ter dotok krvi in hranil v mlečno žlezo. Hkrati se torej zmanjšata sposobnost zauživanja in absorpcije hranil v prebavilih. S tem se zmanjša dotok hranil v mlečno žlezo (Lough in sod., 1990), še posebno dotok aminokislin (McGuire in sod., 1989).

Spremembe v zauživanju, prebavi in absorpciji pa niso odvisne samo od temperature ampak tudi od relativne zračne vlage, zato je temperaturno vlažnostni indeks (TVI) običajno tesneje povezan s spremembami v mlečnosti in zauživanju kot temperatura. Johnson in sod. (1963) ugotavljajo, da se pričneta mlečnost in zauživanje sušine zmanjševati, ko TVI naraste preko 72, oziroma hitro zmanjševati, ko se prične TVI povečevati nad 76. S povečevanjem okoliške temperature se prične povečevati tudi telesna temperatura. Johnson (1967) ugotavlja, da se je pri občutljivih kravah povečala telesna temperatura za 1,4 °C in mlečnost zmanjšala za 4 kg, pri neobčutljivih pa se je telesna temperatura povečala le za 0,7 °C in dnevna mlečnost zmanjšala za 2 kg, ko se je temperatura okolja povečala iz 18 na 29 °C. Mlečnost se je torej pričela zmanjševati, ko je narasla telesna temperatura (rektalna temperatura) nad 38,9 °C. Za vsakih 0,55 °C narasle telesne temperature je padla prireja mleka za 1,8 kg na dan.

Vpliv vročinskega stresa na plodnost

Vročinski stres zmanjša intenzivnost (Gangwar in sod., 1965) in trajanje pojatve (Abilay in sod., 1975). Spremembe v seksualnem obnašanju pripisujejo spremembam v hormonalnem ravnovesju oziroma povečani koncentraciji kortizola (Elvinger in sod., 1992). Zmanjšana telesna aktivnost je lahko tudi neposreden odziv oziroma prilagoditev živali na vročino, saj na ta način zmanjšujejo produkcijo telesne toplote. Zaradi zmanjšane aktivnosti krav je težje odkrivati pojatve, zato je potrebno temu problemu posvetiti posebno pozornost. V pomoč so lahko nekateri pripomočki, ki merijo aktivnost krav (pedometer - merilec korakov, itd.). Kot uspešno se je pokazalo tudi časovno uravnavanje pojatev s hormonskimi pripravki, ki v veliki meri rešuje problem odkrivanja pojatve (Pursley in sod., 1997).

Še večji problem kot tihe pojatve pa predstavlja zgodnja smrtnost zarodkov. Obstajajo nekatere možnosti za izboljšanje preživitvene sposobnosti zarodkov z embrio-transferjem in manipulacijo z zamrzovanjem embrijev (Hansen in Arechiga, 1999).

Po rezultatih prvih raziskav verjetno tudi antioksidanti nudijo nekatere možnosti za izboljšanje plodnosti, oziroma izboljšanje preživitvene sposobnosti zarodkov ob povečanih temperaturah okolja. V *in vitro* kulturah so ugotovili, da dodatki antioksidantov (taurin, glutation in vitamin E) na stopnji morule delno zaščitijo zarodek pred vročinskim stresom (Ealy in sod., 1992). Pri kravah v praktičnih razmerah pa so bili rezultati nekoliko nasprotno. Trout in sod. (1998) na primer ugotavljajo, da krave podvržene vročinskemu stresu niso imele spremenjene koncentracije antioksidantov (β -karotenov ali vitamina E) v krvni plazmi. Na drugi strani pa so Harmon in sod. (1997) ugotovili, da je pri kravah celotna antioksidativna aktivnost v krvni plazmi zaradi vročinskega stresa zmanjšana oziroma da je v negativni korelaciji z temperaturno-vlažnostnim indeksom. Pri proizvodnih poskusih so ugotovili, da enkratni odmerek vitamina E ob osemenitvi (Ealy in sod., 1994) ali dodatki β -karotenov od 6 do 0 dne pred pričakovanim estrusom (Arechiga in sod., 1998) ni izboljšal plodnosti krav osemenjenih v vročem poletnem obdobju, dolgotrajno (nad 90 dni) dodajanje β -karotenov v obrok pa je povečalo uspešnost obrežitev.

Genetska odpornost na vročinski stres

Pri govedu obstaja genetska variabilnost, saj so nekatere živali bolj, druge pa manj podvržene vročinskemu stresu. Pasma indijskega goveda (*Bos indicus*) so bolj odporne na vročinski stres kot evropske pasme (*Bos taurus*). Imajo namreč večjo sposobnost znojenja in manj intenzivno presnovo (Blackshaw in Blackshaw 1994). Najbolj občutljive na vročinski stres so krave črno-bele pasme, sledijo krave pasme jersey, najmanj občutljive pa so krave rjave pasme (Johnson in Vanjonack, 1976). Črno-bele krave so večje in imajo glede na težo manjšo površino telesa in zaradi tega manj učinkovito oddajajo toploto kot nekatere manjše pasme (jersey). Zaradi podobnega razloga so tudi prvesnice manj občutljive na vročinski stres kot starejše krave. Krave rjave pasme so splošno znane kot bolj tolerantne, kar pa je verjetno povezano tudi z nekoliko manjšo mlečnostjo.

Selekcija na odpornost na vročinski stres znotraj intenzivnih evropskih pasem je zaradi negativne povezave med mlečnostjo in sposobnostjo uravnavanja telesne temperature precej neučinkovita. Heritabiliteta za rektalno temperaturo ob vročinskem stresu je razmeroma velika 0,25 do 0,65 (Finch, 1986), vendar selekcija na manjšo rektalno temperaturo vodi hkrati tudi v posredno selekcijo na manjšo mlečnost. Alternativno predstavlja selekcija na specifične lastnosti, ki so posredno povezane z odpornostjo na vročinski stres. Pri črno-beli pasmi krav so na primer krave, ki imajo več belega pigmenta, oziroma belo dlako manj občutljive na vročinski stres (King in sod., 1988). Določen vpliv na sposobnost uravnavanja telesne temperature ima tudi dolžina dlake (Olson in sod., 1997).

Hlajenje živali

Pri kravah z veliko mlečnostjo ima hlajenje velik vpliv na prirejo. Krave imajo namreč desetkrat manjšo sposobnost znojenja kot človek, proizvajajo pa zelo veliko toplote, ki jo morajo oddati. Za živali, ki so na paši in se morajo gibati po soncu je zelo ugodno, da imajo na voljo dovolj sence. Senčenje krav ob vročem in vlažnem vremenu zmanjša telesno temperaturo za 2 do 4,1 %, izboljša zauživanje za 6,8 do 23,2 %, ter izboljša dnevno mlečnost za 9,4 do 22,7 % v primerjavi s kravami brez sence (Mallonee in sod., 1985; Schneider in sod., 1986). Tudi senčenje presušenih krav pozitivno učinkuje na njihovo mlečnost. Sto dni po telitvi so imele krave, ki so imele v času presušitve na voljo senco 4,5 %, 305 dni po telitvi pa 13,6 % več mleka kot krave brez sence, čeprav so bile po telitvi vse krave enako obravnavane. Značilno večja (3,1 kg) je bila zaradi senčenja tudi teža rojenih telet. (Collier in sod., 1982).

Dodatni učinek ohlajevanja goveda se doseže z ventilacijo in pršenjem oziroma tuširanjem krav z vodo. Ventilacija in tuširanje skupaj dasta sinergistični učinek (Buckling in sod., 1991). S hlajenjem so Igono in sod. (1987) dosegli pri kravah v krvi večjo koncentracijo ravnega hormona in manjšo koncentracijo prolaktina, kar se je navzven odrazilo z 2,3 kg večjim zauživanjem sušine in 2,0 kg večjo mlečnostjo. Hlajenje presušenih krav z ventilacijo in tuširanjem je prav tako povečalo mlečnost po 150 dneh laktacije še posebno pri starejših kravah s štiri in več laktacijami (Wolfenson in sod., 1988). Občutljivost na vročinski stres se namreč povečuje s povečevanjem mlečnosti, z večanjem telesne mase in starostjo.

Prilaganje prehrane med vročinskim stresom

Oskrba z energijo

Krava težka 600 kg, ki proizvede 40 kg mleka (4% tolšče) dnevno izloči 31 % zaužite energije v obliki toplote (Coppock, 1985). Ta energija prihaja iz naslednjih virov: formiranje in izločanje blata 3,5 %, produkcija proizvodov 52,9 %, fermentacija v vampu

8,3 %, prebavljanje 12,2 % in vzdrževanje 23,5 %. Prilagajanje prehrane v smeri čim učinkovitejše prebave in presnove zmanjšuje produkcijo toplote in zmanjšuje negativne posledice vročinskega stresa. Ocetna kislina se na primer izkorišča razmeroma neučinkovito. Za tvorbo mlečne maščobe se očetna kislina izkoristi 70 do 75 %, maščobe iz krme pa 94 do 97 % (Baldvin in sod., 1985). Krmljenje obrokov z manj vlaknine in več koncentratov tudi zmanjša produkcijo toplote. Na eni strani manj vlaknine predstavlja manjšo potrebo po energiji za zauživanje, prežvekovanje in nasploh zmanjša fizično aktivnost prebavil, na drugi strani pa verjetno pri presnovi propionata nastaja manj toplote kot pri presnovi acetata, kar ugodno vpliva na živali med vročinskim stresom.

Spremembe v sestavi hlapnih maščobnih kislin in zmanjšano produkcijo hlapnih kislin med vročinskim stresom, lahko delno razložimo z zmanjšanim zauživanjem (na voljo je manj ogljikovih hidratov). Poleg tega pa Kelly in sod. (1967) ugotavljajo, da se pri govedu zmanjša produkcija hlapnih kislin med vročinskim stresom tudi, če je zauživanje nespremenjeno (polnjenje vampa skozi fistulo). Vzroki za to niso poznani. Zmanjšana produkcija hlapnih kislin med vročinskim stresom je verjetno posledica sprememb v puferski kapaciteti vampa in zmanjšani mikrobnii aktivnosti.

Zauživanje in mlečnost sta najbolj prizadeta pri kravah v sredini laktacije (Maust in sod., 1972). Krave, ki so bolj na začetku laktacije so kljub večji mlečnosti manj občutljive na vročinski stres kot sredi laktacije. Vzrok je verjetno v tem, da zauživajo nekoliko manj sušine in učinkovito izkoriščajo telesne rezerve. Pri koriščenju telesnih rezerv se sprosti le približno polovica energije v obliki toplote v primerjavi s tisto, ki se sprosti, če krave izkorišča energijo iz krme. Proti koncu laktacije pa krave zauživajo manj hranilnih snovi, zato so zopet manj občutljive na vročinski stres.

Podatki v literaturi ne kažejo povsem prepričljivo, da krmljenje maščob v praktičnih razmerah v obdobju vročinskega stresa pozitivno učinkuje na prirejo in zmanjšuje stres. Kljub temu, da v vseh primerih niso ugotovili pozitivnega učinka, pa v nobenem primeru niso ugotovili negativnega učinka na živali, zato je dodajanje maščob v obrok priporočljivo. Pri povečani vsebnosti maščob v obroku se povečajo potrebe po Ca in Mg, saj maščobne kisline zmanjšajo njuno absorpcijo, kar moramo upoštevati pri oskrbi krav z minerali.

Oskrba z beljakovinami

Z zmanjševanjem zauživanja se pri kravah zmanjšuje tudi količina zaužitih beljakovin. Povečan delež beljakovin v obroku zato pozitivno deluje na mlečnost in zauživanje sušine med vročinskim stresom. Zelo velike vsebnosti surovih beljakovin (nad 19 % v SS) pa negativno vplivajo na produkcijo mleka (Oldham, 1984), ker se poveča potreba po energiji za sintezo in izločanje uree iz telesa. Bolj kot sama količina je pomembna razgradljivost beljakovin. Krave, ki so imele v obroku beljakovine z manjšo razgradljivostjo (60,8 %) so imele med vročinskim stresom več mleka in manjšo vsebnost uree v krvi, kot krave z večjo razgradljivostjo beljakovin (68,8 %) v obroku (Belibasakis in sod., 1995). Ko so Higginbotham in sod. (1989) med poletno vročino primerjali obroke z veliko (18,4 %) in manjšo vsebnostjo (16,1%) surovih beljakovin in večjo (57 do 60 %) ter manjšo (40 %) razgradljivostjo beljakovin so ugotovili, da je bila mlečnost in mlečna persistenca najmanjša pri obroku z največjo vsebnostjo surovih beljakovin in največjo razgradljivostjo beljakovin, krave pa so imele tudi največjo vsebnost uree v krvi. Ko so enake obroke krmili pri zmernejši temperaturi, razlik niso ugotovili.

Pomembna pa ni samo majhna razgradljivost ampak tudi primerna aminokislinska sestava nerazgradljivih beljakovin. Taylor in sod. (1991) so izvedli dva poskusa v katerih so krmili krave z obroki z večjo razgradljivostjo beljakovin (61 do 64 %) in manjšo

razgradljivostjo beljakovin (47 do 55%). Krave so bile senčene ali pa senčene in dodatno evaporativno hlajene. Krave krmljene z beljakovinami z manjšo razgradljivostjo (koruzni gluten) so imele v prvem poskusu manjšo mlečnost, v drugem poskusu pa so zaužile več sušine in imele večjo mlečnost. V drugem poskusu so bile namreč beljakovine v obroku kakovostnejše glede aminokislinske sestave (koruzni gluten in krvna moka), temperatura okolja pa večja kot v prvem poskusu.

Oskrba z mineralnimi elementi

Med vročinskim stresom se potrebe po koncentraciji nekaterih makro- in verjetno tudi nekaterih mikro-mineralnih elementov v obroku povečajo. Sprememba v presnovi mineralov med vročinskim stresom vpliva tudi na anionsko-kationsko razmerje v telesu. Prvenstveni kation v govejem znoju je K (Jenkinson in Mabon, 1973), katerega izločanje se med vročinskim stresom zelo poveča. Absorpcija Ca, P in K pa se med povečano temperaturo okolja zmanjša (Kume in sod., 1987). Krave, ki so imele v času vročine v obroku več kalija, kot ga priporočajo normativi NRC, so imele več mleka (Mallonee in sod., 1985). Prav tako so zaužile več sušine in imele večjo mlečnost krave, ki so imele v obroku 0,55 % Na v primerjavi s kravami, ki so imele v obroku le 0,18 % Na v sušini (Schneider in sod., 1986).

Med vročinskim stresom ugotavljajo pri kravah respiratorno alkalozo, ki se odraža s povečano pH vrednostjo krvi in zmanjšano koncentracijo CO₂ in karbonatov v krvi (Schneider in sod., 1984). Do respiratorne alkaloze prihaja zaradi pomanjkanja ogljikove kisline oziroma zaradi prekomernega izdihovanja CO₂ pri pospešenem dihanju. Zaradi tega je potrebno v obroku povečati karbonate.

Vročinski stres lahko pri kravah blažimo tudi s spreminjanjem kationsko-anionske razlike obroka. Krave, ki so imele v obroku povečano vsebnost Na in K ter normalno vsebnost Cl so zaužile več krme in imele več mleka, kot krave, ki so imele v obroku povečano količino Cl in normalno količino Na in K (Escobosa in sod., 1984). Kationsko-anionska razlika obroka $\{(Na+K)-(Cl)\}$ je bila v prvem primeru 35,0 mEq, pri obroku z veliko Cl pa -14,4 mEq/100 g sušine. Velika količina Cl je zmanjšala zauživanje sušine, povezana pa je bila tudi z zmanjšanjem pH vrednosti krvi in puferske sposobnosti krvi. Povečana mlečnost in zauživanje sušine pri kravah na obroku z večjo kationsko-anionsko razliko je lahko posledica izboljšane puferske sposobnosti krvi ali pa korekcije mineralov. Pri krmljenju povečanih količin mineralov ob vročinskem stresu lahko dosežemo tudi negativen učinek. Ko so v obroku povečali vsebnost K na 1,93 %, Na na 0,68 % in Cl na 1,85 % sušine in učinek primerjali z običajnimi vsebnostmi K (0,97 %), Na (0,19 %) in Cl (0,20 %) so ugotovili sledeče. Zaradi povečane vsebnosti mineralov v obroku je bila ponoči, ko se običajno telesna temperatura zmanjša, rektalna temperatura povečana, povečana frekvenca dihanja ter zmanjšana pH vrednost krvi. Poraba energije za transport K in Na je zelo velika, manjša pH vrednost krvi pa je verjetno posledica povečane vsebnosti Cl pri obrokih z veliko količino mineralov (Schneider in sod., 1988). Povečana količina Cl je torej izničila pozitiven vpliv povečanih količin Na in K. Kationsko-anionska razlika obroka naj bo torej približno 35 (Na+K-Cl) mEq/100 g sušine. Dodajanje Na bikarbonata med vročinskim stresom ima dvojni pozitiven učinek na krave v laktaciji. Deluje kot pufer, ki preprečuje zakisanje vampa do katerega lahko pripelje povečan delež močne krme v obroku, hkrati pa deluje ugodno na kationsko-anionsko razliko obroka in s tem na acido-bazno ravnovesje v organizmu.

Taka oskrba z minerali pa ne ustreza presušenim kravam in telicam pred telitvijo. Še posebno zadnja dva do tri tedne pred telitvijo moramo le-tem zagotoviti v obroku dovolj

Cl oziroma primerno kationsko-anionsko razliko obroka ((Na+K)-Cl), ki naj se giblje od 5 do 15 mEq/100 g sušine, s čimer preprečimo poporodno hipokalcemijo.

Oskrba z vodo

Voda je zelo pomemben dejavnik pri vročinskem stresu. Potreba po vodi se je povečala za 110% ko se je temperatura okolja povečala iz 21,1 °C na 32,2 °C (McDowell in Waldy, 1960). Povečana količina vode v vampu pospešuje pasažo kar je ugodno (Silanikove, 1992), saj se ob vročini pasaža upočasni. Zaužita voda prispeva k hlajenju (Beede in Collier, 1986) in skupaj z znojenjem in sopenjem lahko precej prispeva k neposrednemu hlajenju telesa. Krave, ki so imele na voljo ohlajeno vodo (10 °C) so v primerjavi s kravami, ki so imele na voljo nehlajeno vodo (28 do 30 °C) zaužile več sušine in imele več mleka (Milam in sod., 1986). Krave, ki imajo na voljo ohlajeno vodo običajno popijejo manj vode, vendar je količina absorbirane toplote pri ohlajeni vodi večja kot pri večji količini neohlajene vode.

Vitamini

O potrebah po vitaminih pri kravah izpostavljenih vročinskemu stresu je razmeroma malo raziskanega. Obstaja raziskava, ki kaže, da je vročinski stres pri bikih zmanjšal zalogo vitamina A v jetrih (Page in sod., 1959). Med vitamini je podrobneje raziskan le vpliv niacina na živali. Dodatek niacina (6 g/dan) med poletno vročino poveča mlečnost (Muller in sod., 1986). Niacin je tesno povezan s presnovo maščob. Povečane količine niacina verjetno pripomorejo k učinkovitejši presnovi maščob in energije na sploh. Ugotavljajo tudi, da stimulira sintezo mikrobnih beljakovin v vampu oziroma pozitivno učinkujejo na mikroorganizme v vampu. Spain in Spiers (1997) ugotavljata, da je dodatek niacina v obrok zmanjšal negativni učinek vročinskega stresa na mlečnost in zauživanje krme, kar pripisujeta povečanemu odvajanju toplote skozi kožo.

3. MATERIAL IN METODE DE LA

Vpliv okoliške temperature na mlečnost in sestavo mleka smo raziskovali na farmi Koblarji (KG-Kočevje). V poskus je bilo vključenih 210 krav črno-bele pasme. Leta 1999 so imele krave v povprečju 7860 kg mleka s 3,94 % maščobe, 3,38 % beljakovin in 4,66 % laktoze. V času poskusa, to je od 15. junija do 15. septembra 1999 so bile krave na celodnevni paši. Poleg tega so dobile v hlevu še 13 kg koruzne silaže in 2 kg sena, po 7. juliju pa smo obrok dopolnili še s 4 kg travne silaže in po 4. avgustu s 6 kg travne silaže. Glede na prirejo mleka smo kravam krmili tudi močno krmo. Povprečno so krave zaužile od 0,18 do 0,21 kg močne krmne na kg mleka.

Povprečne dnevne vzorce mleka za celotno farmo (bazenske vzorce) smo zbirali od 15. junija do 15. septembra. Vzorce smo konzervirali in hranili v hladilniku ter jih dvakrat tedensko pošiljali na Kmetijski zavod Ljubljana na analizo. Vzorci mleka so bili z Milko-Scanom analizirani na vsebnost beljakovin, maščob in laktoze. Računsko smo ocenili tudi vsebnost suhe snovi brez maščob (SSBM).

Med poskusom smo trikrat dnevno merili temperaturo in relativno zračno vlago v hlevu in zunaj in sicer ob 6-ih, 14-ih in 18-ih. Za posamezno izmerjeno temperaturo in relativno zračno vlago smo izračunali temperaturno-vlažnostni indeks (TVI) po Johnson-u (1980):

$$TVI = T_{ST} + 0,36 T_{MT} + 41,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

kjer T_{ST} pomeni temperaturo suhega termometra in T_{MT} temperaturo mokrega termometra ($^{\circ}C$). Temperaturo mokrega termometra smo izračunali na podlagi temperature suhega termometra in relativne zračne vlage. Povprečno dnevno temperaturo okolja v katerem so se zadrževale krave smo ocenili na podlagi posameznih zunanjih in notranjih temperatur ob upoštevanju časa, ki so ga krave prebile v enem ali drugem okolju (6 ur v hlevu, 18 ur na paši). Podobno kot povprečno dnevno temperaturo smo ocenili tudi povprečni dnevni TVI bivanjskega okolja.

4. REZULTATI IN RAZPRAVA

Ŧabela 1. Klimatske razmere v hlevu in zunaj med poskusom od 15. junija do 15. septembra

Table 1. Climate conditions in stable and outside during the trial conducted from 15 June to 15 September

Klimatske razmere - Climate conditions									
	Notranje – Internal				Zunanje – External				Bivanjsko okolje [#]
	Ob 6-ih At 6 a.m.	Ob 14-ih At 14 p.m.	Ob 18-ih At 18 p.m.	Povp. dnevno Average daily	Ob 6-ih At 6 a.m.	Ob 14-ih At 14 p.m.	Ob 18-ih At 18 p.m.	Povp. dnevno Average daily	Environment
Temperatura ($^{\circ}C$) – Temperature ($^{\circ}C$)									
Povprečje Average	19,4	22,9	24,5	21,9	13,7	24,8	23,5	19,3	19,2
Največ Maximum	24	31	31	27,5	22	36	33	28	27,0
Najmanj Minimum	12	15	20	17,5	4	13	14	12	13,5
SD ^s	2,4	3,4	2,8	2,1	3,2	4,9	4,2	3,3	2,7
Relativna zračna vlaga (%) – Relative humidity (%)									
Povprečje Average	84,7	66,8	71,1	77,9	82,3	47,6	53,3	67,8	70,6
Največ Maximum	100	99	100	100	90	85	85	85,5	87,9
Najmanj Minimum	65	34	39	62	55	25	32	48,5	52,3
SD	6,1	14,3	13,3	8,5	5,5	16,5	14,6	8,2	7,4
Temperaturno-vlažnostni indeks (TVI) – Temperature-humidity index (THI)									
Povprečje Average	66,9	70,8	73,1	70,0	59,2	72,2	70,8	65,7	66,0
Največ Maximum	73,3	80,9	81,1	76,9	70	85,4	81,8	76,6	75,6
Najmanj Minimum	56,8	61,4	66,9	63,5	46	58,4	59,7	57,1	57,9
SD	3,3	4,0	3,4	2,8	4,3	5,7	4,9	4,2	3,4

[#] Pri oceni klimatskih razmer bivanjskega okolja smo upoštevali, da so se krave dnevno zadrževale 6 ur v hlevu (3 ure ob jutranji in 3 ure ob večerni molži) in 18 ur na paši - At the evaluation of climate conditions in the environment the fact that cows spent 6 hours in stable every day (3 hours at morning and 3 hours at evening milking) and 18 hours on pasture was considered

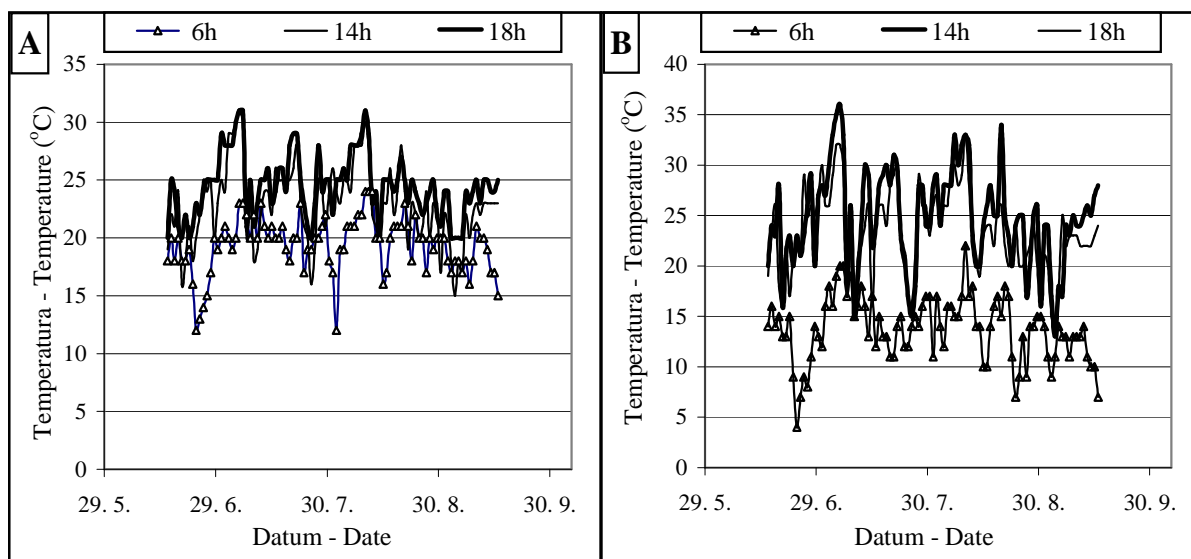
^s Standardni odklon - standard deviation

Največje dnevne temperature v hlevu so se med poskusom gibale od $20^{\circ}C$ do $31^{\circ}C$ in sicer v času večerne molže ob 18-ih (tabela 1, grafikon 1). Jutranje temperature v hlevu so bile manjše in so se gibale od $12^{\circ}C$ do $24^{\circ}C$. Največje zunanje temperature smo izmerili

ob 14-ih, vrednosti pa so se gibale od 13 °C do 36 °C, jutranje temperature, ki so bile precej manjše pa so se gibale od 4 °C do 22 °C. Povprečne dnevne temperature med poskusom so bile v hlevu večje (21,9 °C) kot zunaj (19,3 °C), značilna za njih pa so bila tudi manjša nihanja med posameznimi dnevi kot pri zunanjih temperaturah. Relativna zračna vlaga v hlevu je bila največja zjutraj (povprečno 85 %), najmanjša pa ob 14-ih (povprečno 67 %). Zunanja relativna zračna vlaga je bila v povprečju (67,8 %) nižja kot notranja (77,9 %).

V povprečju so bili povprečni dnevni temperaturno-vlažnostni indeksi v hlevu (70,0) večji kot zunaj (65,7) in to predvsem zaradi večje relativne zračne vlage. Največje dnevne TVI v hlevu smo ugotavljali ob 18-ih (povprečno 73,1), zunaj pa ob 14-ih (povprečno 72,2). TVI v hlevu so se torej gibali od 57 do 81, zunaj pa od 46 do 85 (grafikon 2).

Ocenjene klimatske razmere bivanjskega okolja krav (tabela 1) kažejo, da v povprečju niso bile izrazito neugodne, saj je bila povprečna temperatura 19,2 °C, relativna zračna vlaga 70,6 % ter TVI 66. Neugodne razmere so se pojavljale le v posameznih dnevih ko so dnevni TVI okoliša narasli nad 72, oziroma dnevne temperature narasle nad 24 °C. Med poskusom je bilo samo 5 takih dni. Precej bolj neugodna pa je bila porazdelitev temperature in TVI preko dneva. Razmeroma velike vrednosti so bile dosežene od 14-ih do 18-ih. Ugotovili smo, da je bilo med poskusom 46 dni, ko je temperatura ob 14-ih popoldne narasla nad 24 °C in celo 53 dni ko so TVI narasli nad 72.

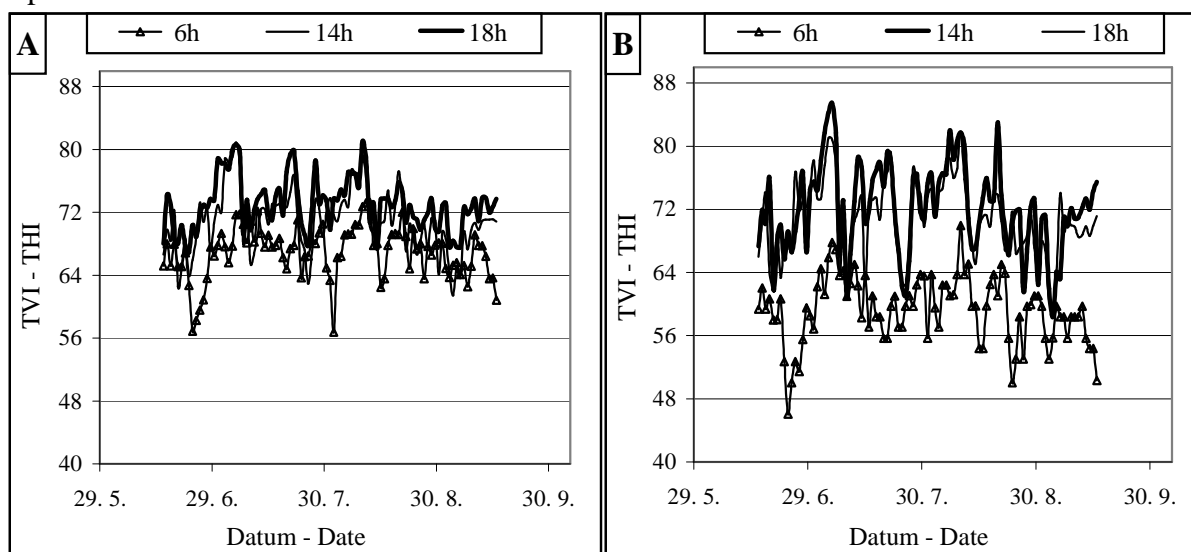


Grafikon 1. Gibanje temperature zraka v hlevu (A) in zunaj (B) med poskusom (6h - ob 6-ih, 14h - ob 14-ih, 18h - ob 18-ih)

Graph 1. Temperature range of stable (A) and external (B) air during the trial (6h - at 6 a.m., 14h - at 14 p.m., 18h - at 18 p.m.)

Povprečna prireja po kravi se je med poskusom gibala od 20,9 do 25,4 kg na dan (tabela 2), njegova sestava pa je bila razmeroma dobra. Povprečna vsebnost maščob v bazenskih vzorcih mleka se je med posameznimi dnevi gibala od 3,06 do 3,84 %, beljakovin od 3,19 do 3,42 %, laktoze od 4,56 do 4,77 % ter vsebnost suhe snovi brez maščob od 8,49 do 8,84 %. Poletni padec vsebnosti beljakovin v mleku je bil v letu 1999 manjši kot v letu 1998 (grafikon 3). Vzrok za to so bile verjetno nekoliko ugodnejše klimatske razmere, poleg tega pa so bile krave v letu poskusa primerneje oskrbljene s hranilnimi snovmi. Krave so bile namreč med poskusom dobro oskrbljene s

presnovljivimi beljakovinami, ker so bile v krmno mešanico vključene komponente z majhno razgradljivostjo beljakovin (koruzni gluten, ribja moka). Povprečne koncentracije uree v mleku so bile v normalnih mejah in so se gibale med 5,7 v juniju in 4,8 mmol/l v septembru.



Grafikon 2. Gibanje temperaturno-vlažnostnega indeksa (TVI) hlevskega (A) in zunanjega (B) zraka med poskusom (6h - ob 6-ih, 14h - ob 14-ih, 18h - ob 18-ih)

Graph 2. Range of temperature-humidity index (THI) of stable (A) and external (B) air during the trial (6h - at 6 a.m., 14h - at 14 p.m., 18h - at 18 p.m.)

Tabela 2. Dnevna sestava mleka in dnevna prireja mleka po kravi

Table 2. Daily composition of milk and daily milk yield per cow

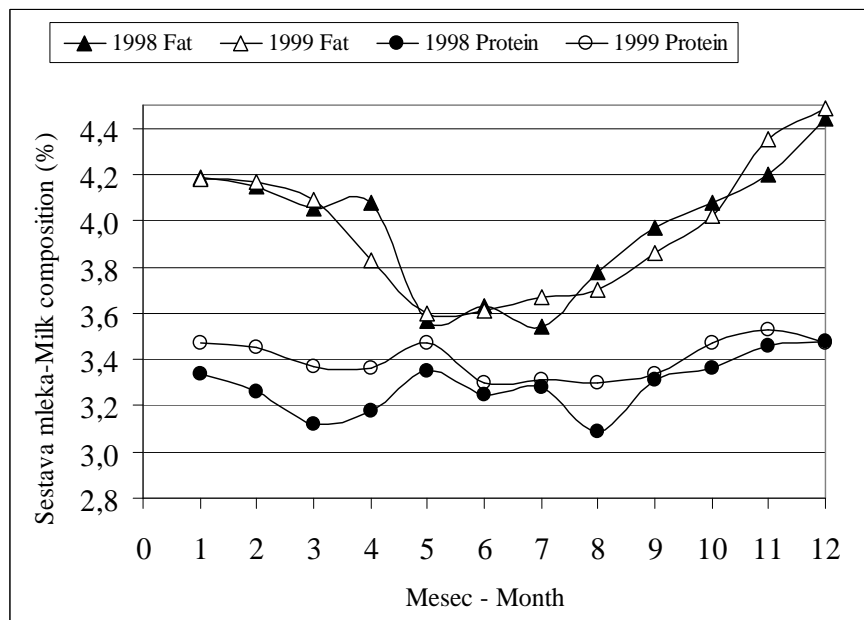
	Maščobe Fat (%)	Beljakovine Protein (%)	Laktoza Lactose (%)	SSBM [§] (%)	Prireja mleka Milk yield (kg)
Povprečje – Average	3,61	3,29	4,66	8,68	23,3
Največ – Maximum	3,84	3,42	4,77	8,84	25,4
Najmanj - Minimum	3,06	3,19	4,56	8,49	20,9
SD [#]	0,169	0,041	0,052	0,064	1,35

[§] Suha snov brez maščob - dry matter without fat

[#] Standardni odklon - standard deviation

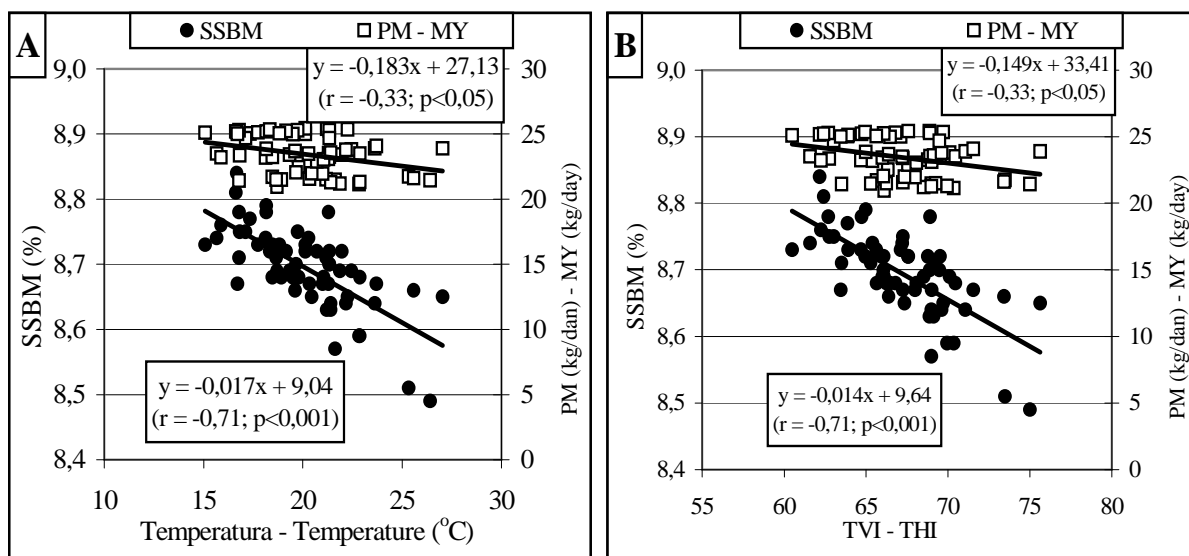
Čeprav so bile v povprečju klimatske razmere razmeroma ugodne, sta temperatura in TVI bivanjskega okolja značilno vplivala na prirejo mleka in vsebnost suhe snovi brez maščob v mleku (grafikon 4). V statistično obdelavo smo zajeli podatke od 1. julija do 31. avgusta, ko so se povprečni TVI gibal okrog vrednosti 72, največje dnevne vrednosti pa so običajno prekoračile to mejo. Ugotovili smo, da se je s povečanjem povprečne dnevne temperature za 10 °C (od 15 na 25 °C) vsebnost SSBM v mleku zmanjšala za 1,7 g, oziroma 0,17 % ($p < 0,001$) ter prireja po kravi za 1,8 kg mleka na dan ($p < 0,05$). Zelo podobne regresijske povezave smo ugotovili med TVI in vsebnostjo SSBM v mleku ter dnevno prirejo mleka. S povečanjem TVI za enoto (v razponu od 60 do 75) se je zmanjšala vsebnost SSBM za 0,14 g/kg mleka in prireja mleka za 0,15 kg/dan. V primerjavi z rezultati Johnsona (1980), ki je ugotovil, da se za vsako povečano enoto TVI

prireja mleka zmanjša za 0,26 kg/dan, je vpliv povečanih TVI v našem poskusu manjši, kar je razumljivo, saj so bili v našem primeru TVI precej manjši. Rezultati raziskave nedvomno kažejo, da se prireja mleka prične zmanjševati že pri povprečnih dnevni TVI nad 60, oziroma temperaturah nad 15 °C. Podobno kot Holter in sod. (1996) smo ugotovili, da so korelacijske povezave tesnejše med povprečnimi dnevnimi temperaturami oziroma TVI ter prirejo mleka, kot med največjimi dnevnimi temperaturami, oziroma TVI in prirejo mleka.



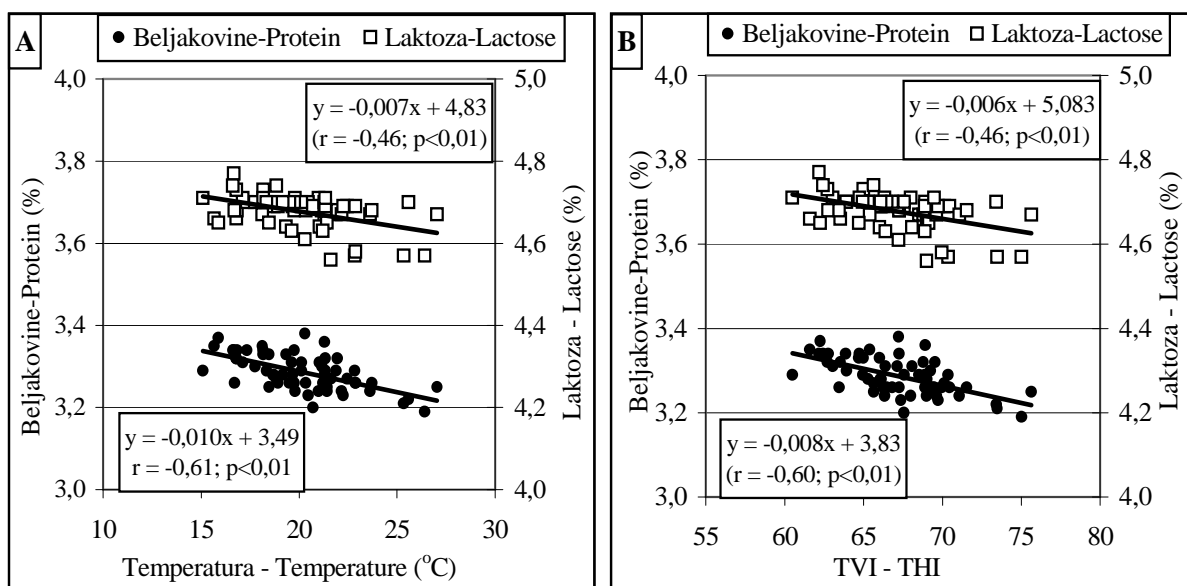
Grafikon 3. Vsebnost maščob (Fat) in beljakovin (Protein) v mleku v letih 1998 in 1999
Graph 3. Fat and protein content in milk in the years 1998 and 1999

Povečana temperatura, oziroma TVI pa ne zmanjšuje samo prireje mleka, ampak spremeni tudi njegovo sestavo. V mleku se zmanjšata predvsem vsebnost beljakovin in laktoze (grafikon 5). S povečanjem povprečne dnevne temperature za 10 °C (od 15 na 25 °C) se je v mleku zmanjšala vsebnost beljakovin za 0,1 %, laktoze pa za 0,07 % ($p < 0,01$). Podobne korelacijske koeficiente kot pri temperaturi smo ugotovili tudi med vsebnostjo beljakovin in laktoze v mleku ter TVI. Najtesnejše povezave smo ugotovili med povprečnimi dnevnimi temperaturami oziroma TVI ter vsebnostjo beljakovin in laktoze v mleku namolzenem naslednjega dne. Spremembe mikroklimatskih razmer v bivanjskem okolju se torej odražajo na sestavi mleka z enodnevnim zamikom. Negativen vpliv razmeroma ugodnih povprečnih dnevnih temperatur (nad 15 °C) in TVI (nad 60) na mlečnost in sestavo mleka je verjetno posledica velikih razlik med najmanjšimi in največjimi vrednostmi znotraj dneva. Med poskusom je namreč večina največjih dnevnih temperatur preseгла 24 °C oziroma TVI vrednost 72.



Grafikon 4. Vpliv dnevnih temperatur (A) in temperaturno-vlažnostnih indeksov (TVI; B) na vsebnost suhe snovi brez maščob (SSBM) v mleku in prirejo mleka (PM) po kravi

Graph 4. Influence of daily temperatures (A) and temperature-humidity index (THI; B) on the content of dry matter without fat (STBM) in milk and milk yield (MY) per cow



Grafikon 5. Vpliv dnevnih temperatur (A) in temperaturno-vlažnostnih indeksov (TVI; B) na vsebnost beljakovin in laktoze v mleku

Graph 5. Influence of daily temperatures (A) and temperature-humidity index (THI; B) on the content of protein and lactose in milk

Glede na številne objavljene rezultate lahko sklepamo, da obstaja več razlogov, zakaj se je ob povečani temperaturi oziroma TVI okolja zmanjšala mlečnost in vsebnost beljakovin in laktoze v mleku. Zaradi povečanih temperatur oziroma TVI okolja se je pri kravah dvignila telesna temperatura, kar je privedlo do hormonskih sprememb v telesu. Pri

kravah se je zmanjšala aktivnost presnove ter upočasnila pasaža skozi prebavni trakt (Alvarez in Johnson, 1973). Počasnejša pasaža hkrati pomeni hitrejše polnjenje prebavnega trakta in manjšo sposobnost zauživanja krme (Warren in sod., 1974). Prav tako pomembna sprememba pri kravah podvrženih vročinskemu stresu je zmanjšana cirkulacija krvi in manjši dotok krvi v mlečno žlezo. Pri vročinskem stresu hkrati vplivata zmanjšana sposobnost zauživanja in zmanjšana absorpcija hranilnih snovi, kar zmanjša dotok hranilnih snovi v mlečno žlezo (Lough in sod., 1990). Še posebno se zmanjša dotok aminokislin (McGuire in sod., 1989) in to tako zaradi zmanjšanega zauživanja kakor tudi zaradi večje razgradljivosti beljakovin v vampu ter slabše učinkovitosti sinteze mikrobnih beljakovin v vampu. Pri kravah, ki so med vročinskim stresom boljše oskrbljene s presnovljivimi beljakovinami ugotavljajo manjši padec mlečnosti. Predvsem je pomembno, da so krave oskrbljene z beljakovinami majhne razgradljivosti in optimalne aminokislinske sestave. Huber in sod. (1994) priporočajo, da naj v poletni vročini v obrokih za visoko produktivne krave, razgradljivost beljakovin ne presega 61 %.

5. ZAKLJUČKI

Iz podatkov v literaturi je razvidno, da se pri kravah pričnejo kazati znaki vročinskega stresa, ko temperatura naraste nad 24 °C oziroma TVI nad 72. S poskusom v praktičnih razmerah smo ugotovili, da povečevanje povprečnih dnevni temperatur nad 15 °C, oziroma TVI nad 60 negativno vpliva na prirejo mleka ter vsebnost beljakovin in laktoze, oziroma suhe snovi brez maščob v mleku. Sestava mleka se glede na dnevne spremembe temperature oziroma TVI spreminja z enodnevnim zamikom. Za odpravo negativnih posledic poletne vročine na mlečnost in sestavo mleka je poleg primerne prezračevanja in hlajenja hlevov zelo pomembna tudi primerna prilagoditev prehrane. Pomembno je, da krave poleg povečane koncentracije energije, v obroku dobijo tudi povečano količino nerazgradljivih beljakovin primerne aminokislinske sestave.

6. LITERATURA

1. **Abilay, T.A., H.D. Johnson, M. Madan.** Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, 58(1975), s. 1836-1840.
2. **Alvarez, M.B., H.D. Johnson.** Environmental heat exposure on cattle plasma catecholamine and glucocorticoids. *J. Dairy Sci.*, 56(1973), s.189-194.
3. **Arechiga, C.F., C.R. Staples, L.R. McDowell, P.J. Hansen.** Effects of timed insemination and supplemental β -carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. *J. Dairy Sci.*, 81(1998), s.390-402.
4. **Baldvin, B.R., N.E. Forsberg, C.Y. Hu.** Potential for altering energy partition in the lactating cow. *J. Dairy Sci.*, 68(1985), s. 3394-3402.
5. **Beede, D.K., R.J. Collier.** Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress.
6. **Bernabucci, U., P. Bani, B. Ronchi, N. Lacetera, A. Nardone.** Influence of short- and long-term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by friesian heifers. *J. Dairy Sci.*, 82(1999), s. 967-973.
7. **Blackshaw, J.K., A.W. Blackshaw.** Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. *Aust. J. Exp. Agric.* 34(1994), s. 285-295.
8. **Collier, R.J., S.G. Doelger, H.H. Head, W.W. Thatcher, C.J. Wilcox.** Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, 54(1982), s. 309-319.

9. **Coppock, C.E.** Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 68(1985), s. 3403-3410.
10. **Elvinger, F., R.P. Natzke, P.J. Hansen.** Interactions of heat stress and bovine somatotropin affecting physiology and immunology of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 75(1992), s. 449-462.
11. **Escobosa, A., C.E. Coppock, L.D. Rowe, W.L. Jenkins, C.E. Gates.** Effects of dietary sodium bicarbonate and calcium chloride on physiological responses of lactating dairy cows in hot weather. *J. Dairy Sci.*, 67(1984), s. 574-584.
12. **Finch, J.A.** Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *J. Anim. Sci.*, 62(1986), s.531-542,
13. **Gangwar, P.C., C. Branton, D.L. Evans.** Reproductive and physiological response of Holstein heifers to controlled and natural climatic conditions. *J. Dairy Sci.*, 48(1965), s. 222-227.
14. **Harmon, R.J., M. Lu, D.S. Trammell, B.A. Smith, J.N. Spain, D. Spiers.** Influence of heat stress and calving on antioxidant activity in bovine blood. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl. 1), (1997), s. 264.
15. **Hansen, P.J., C.F. Arechiga.** Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.*, 77, Suppl. 2/ *J. Dairy Sci.*, 82, Suppl. 2, (1999), s. 36-50.
16. **Higginbotham, G.E., M. Torabi, J.T. Huber.** Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. *J. Dairy Sci.*, 72(1989), s. 2554-2564.
17. **Holter, J.B., J.W. West, M.L. McGilliard, A.N. Pell.** Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 79(1996), s. 912-921.
18. **Huber, J.T., G. Higginbotham, R.A. Gomez-Alarcon, R.B. Taylor, K.H. Chen, S.C. Chan, Z. Wu.** Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. *J. Dairy Sci.*, 77(1994), s. 2080-2090.
19. **Igono, M.O., H.D. Johnson, B.J. Steevens, G.F. Krause, M.D. Shanklin.** Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. *J. Dairy Sci.*, 70(1987), s. 1069-1079.
20. **Jenkinson, D.M., R.M. Mabon.** The effects of temperature and humidity on skin surface pH and the ionic composition of skin secretions in Ayrshire cattle. *Brit. Vet. J.* 129(1973), s. 282-295.
21. **Johnson, H.D., A.C. Ragsdale, I.L. Berry, M.D. Shanklin.** Temperature-humidity effects including influence of acclimation in feed and water consumption of Holstein cattle. *Univ. of Missouri Res. Bull. No. 846*, 1963.
22. **Johnson, H.D.** Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. *Biometeorology*, 7(1980)2, s. 65-78.
23. **Johnson, H.D., P.S. Katti, L. Hahn, M.D. Shanklin.** Short-term heat acclimation effects on hormonal profile of lactating cows. *Univ. of Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull. No. 1061*, (1988).
24. **Johnson, H.D., W.J. Vanjonack.** Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. *J. Dairy Sci.*, 59(1976), s. 1603-1647.
25. **King, V.L., S.K. Denise, D.V. Armstrong, M. Torabi, F. Wiersma.** Effects of a hot climate on the performance of first lactation Holstein cows grouped by coat color. *J. Dairy Sci.*, 71(1988), s. 1093-1096.
26. **Kelly, R.O., F.A. Martez, H.D. Johnson.** Effect of environmental temperature on ruminal volatile fatty acid levels with controlled feed intake. *J. Dairy Sci.*, 50(1967), s. 531-533.
27. **Lough, D.S., D.K. Beede, C.J. Wilcox.** Effects of feed intake and thermal stress on mammary blood flow and other physiological measurements in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73(1990), s. 325-332.
28. **Mallonee, P.G., D.K. Beede, R.J. Collier, C.J. Wilcox.** Production and physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. *J. Dairy Sci.*, 68(1985), s. 1479-1487.
29. **Maust, L.E, R.E. McDowell, N.W. Hooven.** Effect of summer weather on performance of Holstein cows in three stages of lactation. *J. Dairy Sci.*, 55(1972), s. 1133-1139.

30. **McGuire, M.A., D.K. Beede, M.A. DeLorenzo, C.J. Wilcox, G.B. Huntington, C.K. Reynolds, R.J. Collier.** Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, 67(1989), s. 1050-1060.
31. **McDowell, R.E., J.R. Weldy.** Water exchange of cattle under heat stress. Proc. Third Intl. Biometeorological Cong., London. Pergamon Press, New York, (1960), s, 414-424.
32. **Milam, K.Z., C.E. Coppock, J.W. West, J.K. Lanham, D.H. Nave, J.M. LaBore, R.A. Stermer, C.F. Brasington.** Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. *J. Dairy Sci.*, 69(1986), s. 1013-1019.
33. **Mitra, R., G.I. Christison, H.D. Johnson.** Effect of prolonged thermal exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle. *J. Anim. Sci.*, 34(1972), s.776-779.
34. **Muller, L.D., A.J. Heinrichs, J.B. Cooper, Y.H. Atkin.** Supplemental niacin for lactating cows during summer feeding. *J. Dairy Sci.*, 69(1986), s. 1416-1420.
35. **Oldham, J.D.** Protein-energy interrelationships in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67(1984), s. 1090-1114.
36. **Olson, T.A., A.C. Hammond, C.C. Chase.** Evidence for the existence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in Senepol cattle. *J. Anim. Sci.*, 75, Suppl. 1, (1997), 147 s.
37. **Orešnik, A.** The effect of chestnut tannins on milk protein content in dairy cattle. *Krmiva*, 38(1996), s. 21-24.
38. **Pursley, J.R., M.R. Kosorok, M.C. Wiltbank.** Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.*, 80(1997), s. 301-306.
39. **Page, H.M., E.S. Ervin, G.E. Nelms.** Effect of heat and solar radiation on vitamin A utilization by the bovine animal. *Am. J. Physiol.*, 87(1959), s. 917-918.
40. **Schneider, P.L., D.K. Beede, C.J. Wilcox.** Responses of lactating cows to dietary sodium sours and potassium bicarbonate and total potassium on heat-stressed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 67(1984), s. 2546-2553.
41. **Schneider, P.L., D.K. Beede, C.J. Wilcox, R.J. Collier.** Influence of dietary sodium sours and potassium quantity during heat stress. *J. Dairy Sci.*, 69(1986), s. 99-110.
42. **Spain, J.N., D.E. Spiers.** Effect of niacin supplementation on milk production and thermoregulatory responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80, Suppl. 1, (1997), 153 s.
43. **Taylor, R.B., J.T. Huber, R.A. Gomez-Alarcon, F. Wiersma, X. Pang.** Influence of protein degradability and evaporative cooling performance of dairy cows during hot environmental temperatures. *J. Dairy Sci.*, 74(1991), s. 243-249.
44. **Trout, J.P., L.R. McDowell, P.J. Hansen.** Characteristics of the estrous cycle and antioxidant status of lactating Holstein cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 81(1998), s. 1244-1250.
45. **Warren, W.P., F.A. Martz, K.H. Asay, E.S. Hilderbrand, C.G. Payne, J.R. Vogt.** Digestibility and rate of passage by steers fed tall fescue, alfalfa and orchardgrass hay in 18 and 32 °C ambient temperature. *J. Anim. Sci.*, 39(1974), s. 93-96.
46. **West, J.W., J.M. Hill, J.M. Fernandez, P. Mandebvu, B.G. Mullinix** (1999): Effects of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather. *J. Dairy Sci.*, 82:2455-2465.
47. **Wolfenson, D., I. Flamenbaum, A. Berman.** Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight and milk production. *J. Dairy Sci.*, 71(1988), s. 809-818.