Istraživanje mikroklimatskih značajki na mliječnoj farmi

Gašić, Katarina

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:272260

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

1. UVOD

Mikroklima je klima nekog manjeg prostora koja je značajno različita od klime regije u kojoj se promatrano područje nalazi. Mikroklimatske uvjete u stajama čine temperatura, vlaga, brzina strujanja zraka, toplinsko zračenje, osvijetljenost, buka, provjetravanje, prašina, mikroorganizmi i štetni plinovi. Vremenske prilike izvan staje i mikroklima u staji imaju veliki utjecaj na zdravlje, dobrobit životinja i proizvodnju mlijeka.

Prirodno svjetlo u stajama zadovoljava ako jakost osvjetljenja u biozoni iznosi 30 lux, osim u porodilištima gdje mora biti 130 lux i izmuzištima 250 lux. To se postiže svijetlom površinom prozora veličine 1/10 – 1/15 površine poda u staji. U stajama bez prozora umjetno se svjetlo postupno pojačava pri paljenju i postupno smanjuje pri gašenju i to po određenom ritmu svjetla i tame prema fiziološkim i proizvodnim potrebama životinja (Asaj, 2003.).

Optimalne temperature za goveda, tj. od teleta do krave su u rasponu od 5-24 °C. Optimalna relativna vlažnost zraka u staji mora biti između 65-70%. Brzina strujanja zraka ne bi trebala prelaziti raspon između 0,3 i 0,5 m/s. Slabije strujanje zraka odnosi se na mlade životinje, a veće na starije i po masi veće životinje. Propuh u stajama potrebno je izbjeći. Onečišćenja zraka u stajama za sve vrste i kategorije životinja odnose se na plinovita i korpuskularna onečišćenja tj. na prašinu i mikroorganizme u zraku (Asaj, 2003.)

Zračna onečišćenja u staji i okolišu uzrokuju klice, stajski plinovi, mirisi i hlapljive tvari u zraku staja, krute čestice u zraku, prašina i mikroorganizmi (Asaj, 2003.).

Tablica 1. Volumni prirodni plinski sastav čistog suhog zraka (Bahadir i sur., 1995.)

Plin	**Točan volumni %**
dušik	78,084
kisik	20,948
argon	0,934
ugljikov dioksid	0,032
neon	0,002

Klice u zraku su aerosoli koji sadržavaju mikroorganizme, viruse, bakterije, gljivice i njihove spore. Aerosoli nastaju agregacijom više mikroorganizama i njihovim uključivanjem

u kapljice ili vezanjem za čestice prašine i mogu se različito dugo zadržati u struji zraka. U stočarstvu izvori klica mogu biti same životinje i sekundarno stajska prašina ili kapljice iz izmeta, stajnjaka i tekućega gnoja. Aerosoli imaju značenje pri širenju zaraznih bolesti, osobito bolesti dišnoga sustava u uzgojima u stajama i između uzgoja i staja. (Asaj, 2003.)

Stajski plinovi su ugljikov dioksid, amonijak, sumporovodik, metan i drugi manje značajni plinovi. Čovjek njuhom može razlikovati na tisuće mirisnih tvari u zraku, ali su granice osjeta vrlo različite. (Asaj, 2003.)

Tablica 2. Granične vrijednosti hlapljivih mirisnih organskih spojeva u zraku staja (Dewi i sur., 1994.)

Spoj	**Mirisni prag (OTV) ppb**	**Najniža toksična vrijednost (LLV) ppb**
amonijak	4.700	25.000
octena kiselina	1.000	10.000
fenol	5	5.000
metil merkaptan	2	500
maslačna kiselina	1	-
maslačna kiselina p-krezol	1	5.000
etil merkaptan	1	500
dimetil sulfid	1	1.000
sumporovodik	0,5	10.000

OTV = Odor Threshold value; LLV = Lowest Toxic value

Tablica 3. Značajke hlapljivih tvari iz animalnog otpada i njihov utjecaj na ciljane organe (Dewi i sur., 1994.)

Kemijski spoj	**Oblik**	**Miris**	**Ciljani organ**
octena kiselina	bezbojna tekućina	oštar	dišni sustav
maslačna kiselina	bezbojna uljasta tekućina	oštar	koža, oči
propionska kiselina	bezbojna uljasta tekućina	užežan	dišni sustav, oči
fenol	bezbojni do ružičasti kristali	specifičan fenolni	dišni sustav, oči
p-krezol	bezbojni do ružičasti kristali	specifičan karbolni	dišni sustav, oči, koža, jetra, bubrezi
amonijak	bezbojni plin	oštar	dišni sustav, oči
dušikov oksid	crvenosmeđi plin	toksičan	dišni sustav, pluća, oči, koža
etil merkaptan	bezbojna tekućina	odvratan	dišni sustav, oči, sluznice
metil merkaptan	bezbojni plin	odvratan	dišni sustav, oči, sluznice
sumporovodik	bezbojni plin	na češnjak	središnji živčani sustav

Krute čestice u zraku su prašina i mikroorganizmi, te prašina i mikroorganizmi zajedno kao i njihov učinak na čovjeka i domaće životinje. U praksi ih je gotovo nemoguće odijeliti jer se istodobno udišu i jer je prašina nosač za mikroorganizme u zraku. Krute čestice zračnih onečišćenja u stajama potječu iz hrane, stelje, izmeta i samih životinja. Utjecaj krutih čestica može biti mehanički, kemijski, zarazan, imunosupresivan, alergijski i toksičan. Ponašanje i postojanost čestica u zraku ovise o postupku oblikovanja, tj. o kondenzaciji, isparivanju i raspršivanju. (Asaj, 2003.)

Prašina je disperzija krutih čestica u zraku ili u plinovima. Po veličini čestica razlikujemo grubu prašinu od 10 μ, finu prašinu s česticama od 1 do 10 μ i najfiniju prašinu s česticama od 1 μ koja se naziva i aerosolima i dimovima. Prašina sadržava mnogo bjelančevina, prijenosnih plinova, mirisa, mikroorganizama i endotoksina. Od cjelokupne mase prašine oko 85% je organskog podrijetla. Sadržaj prašine kod mliječnih krava na smještaju punog poda je 0,6 mg/m^3. Karakterističan je kvalitativni sastav čestica prašine u stajama koji se sastoji od:

dijelova hrane, bjelančevina, fecesa, plijesni, peludi, grinje sa zrnja žitarica, dijelovi insekata, mikrobne proteaze, gram-negativne bakterije, endotoksini, amonijak i ostali plinovi te uzročnici zaraznih bolesti. (Asaj, 2003.)

Utvrđeni broj mikroorganizama u zraku staja kreće se od stotine do nekoliko tisuća na litru zraka. Od toga broja više od 80% čine bakterije iz rodova stafilokoka i streptokoka, dok od ukupnog broja mikroorganizama gljivice, plijesni, kvasci i koliformne bakterije. Vrste mikroorganizama u stajama goveda: stafilokoko, streptokoki, aerobne spore, corynebacterium, enterobacteriaceae, streptomyces, Pseudomonas spp. i gljivice. (Asaj, 2003.)

Mogući čimbenici za porastom krutih čestica u zraku staja su hranjenje suhom hranom, aktivnost životinja, steljenje i temperatura zraka. Mogući čimbenici za smanjenjem krutih čestica u zraku su hranjenje vlažnom hranom, relativna vlažnost zraka, stupanj prozračivanja i prostor po životinji. (Asaj, 2003.)

Tablica 4. Mogući učinak prašine i mikroorganizama na zdravlje životinja (Dewi i sur., 1994.)

Čimbenik	**Učinak na životinju**
visok sadržaj prašine	mehanički nadražaj dišnog trakta i oštećenje mukoznih ovojnica
specifični mikroorganizmi	infekcije patogenim mikroorganizmima
prašina, mikroorganizmi i plinovi	nespecifični učinak na obrambeni mehanizam organizma, oslabljena otpornost
mikroorganizmi i prašina	alergijski učinak i reakcije preosjetljivosti
mikroorganizmi i prašina	toksičan učinak uz intoksikacije toksinima bakterija i gljivica

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Mikroklimatski parametri

2.1.1. Plinovi

Pod stajskim plinovima podrazumijeva se dio plinskih mikroklimatskih čimbenika koji ako prijeđu dopuštenu granicu mogu biti štetni a čak i pogubni. U stajske plinove ubrajaju se ugljikov dioksid, amonijak, sumporovodik, metan i drugi manje značajni plinovi. Životinje disanjem i isparavanjem tijela i izlučina otpuštaju plinove od kojih su neki štetni kako za njihovo zdravlje tako i za okoliš. Životinje izravno proizvode ugljikov dioksid i metan. Iz izmeta mikrobnom aerobnom i anaerobnom pretvorbom razvijaju se amonijak, dinitrooksid, dušikov oksid i mnoštvo mirisnih tvari. Izdahnuti ugljikov dioksid nije štetan do sadržaja od 3%. Metan kojeg proizvedu preživači uz prisutnost normalnog sadržaja kisika u zraku staja ne izaziva štetne pojave. Sadržaj amonijaka iznad 50 ppm djeluje štetno na dišne organe. Ostale hlapljive plinove čovjek osjeti njuhom u koncentracijama prije nego što postanu toksični. Zadovoljavajuće prozračivanje staja uz dovođenje svježeg zraka životinjama od 0,25 m^3/h/kg žive težine sprječava štetne pojave u životinja. Neizravno zadovoljavajuće stanje sadržaja zračnih onečišćenja i zadovoljavajućega zračenja potvrđuje se sadržajem ugljikova dioksida u zraku, koji ne smije prijeći higijenski prag od 0,35 volumnog postotka. (Asaj, 2003.)

Tablica 5. Dopuštene gornje vrijednosti za štetne plinove u zraku staja (DIN-18910)

Štetni plin	**Volumni %**	**ppm** **(**Praktische Tierhygien, 2010.**)**
ugljikov dioksid	3,5	3000
amonijak	0,10	5
sumporovodik	0,02	20

Ugljikov dioksid je teži od zraka, sadržaj od 0,35% se dobro podnosi dulje vrijeme. Sadržaj ugljikova dioksida u izdahnutom zraku je 5%. Učinak ugljikova dioksida u staji su smetnje pri disanju a može doći i do smrti gušenjem. (Asaj, 2003.)

Metan je bezbojni netoksični plin koji u većim koncentracijama može djelovati kao narkotik. (Asaj, 2003.)

Amonijak je lakši od zraka i širi se daleko, u zraku ostaje pet do devet dana a zatim ga nalazimo kao amonijev ion u obliku raznih dušikovih spojeva koji se odlažu na tlo pretežno oborinama ili vezani na djeliće prašine. Učinak amonijaka u staji je nadražaj očnih sluznica i dišnih putova i akutna intoksikacija. Učinak amonijaka u okolišu staje je onečišćenje zraka što dovodi do kiselih kiša te korozija zgrada. Mjere redukcije amonijaka u stočarstvu i poljoprivredu su manja gustoća naseljenosti stoke i držanje na slami. Smanjena hranidba bjelančevinama uz dodatak aminokiselina može smanjiti izlučivanje dušika izmetom i do 40%. Znatno smanjenje emisija amonijaka u zraku postiže se optimalnim skladištenjem tekućega gnoja i njegovom dispozicijom na polja. Emisija amonijaka iz staja za goveda sa slobodnim ležištima po kravi mjesečno iznosi jedan kg. Postupak isplahnjivanja vodom iznad rešetkastog ili punog poda smanjuje emisiju amonijaka 30 do 50%. (Asaj, 2003.)

Sumporovodik je bezbojni, veoma toksični plin teži od zraka, specifičnog mirisa. Nastaje pri razgradnji organskih tvari koje sadržavaju bjelančevine sa sumporom. Otrovne koncentracije sumporovodika u stajama vezane su uz neadekvatni postupak s tekućim gnojem. Učinak sumporovodika u staji je nadražaj očnih sluznica i dišnih putova te akutna intoksikacija. (Asaj, 2003.)

Ugljikov monoksid se uz amonijak i sumporovodik ubraja u tri stajska plina kojima je u praksi zabilježeno otrovanje životinja. Ugljikov monoksid je vrlo otrovni plin koji je lakši od zraka, bez boje i mirisa. Nastaje pri nepotpunom izgaranju tvari koje sadržavaju ugljik. Domaće se životinje mogu otrovati ako dođe do prodora ispušnih plinova iz uređaja za zagrijavanje staja, pri požarima, pri upotrebi grijalica i pri prijevozu cestovnim vozilima u gustom prometu ili prodorom u prostor vozila iz ispušnih uređaja. (Asaj, 2003.)

2.1.2. Temperatura zraka

Klima utječe na stočarsku proizvodnju na nekoliko načina: utjecaj promjene u dostupnosti i cijeni stočne hrane, utjecaj na pašnjake te proizvodnju i kvalitetu krmnih usjeva, promjene u raspodjeli stočnih bolesti i štetočina i direktni utjecaj vremena na zdravlje, rast i reprodukciju životinja. (Smit i sur., 1996.)

Tablica 6. Optimalne i dopuštene proizvodne vrijednosti temperature zraka u biozoni goveda (Asaj, 1997.)

Vrsta životinje	**Dobna podjela**	**Prosječna težina kg/životinji**	**Temperatura °C optimalna**	**Temperatura °C proizvodna**
govedo	tele do 3 tjedna	35>	15-24	13-28
	tele 3-10 tjedana	50-75	12-24	8-28
	tele 10-26 tjedana	75-170	10-24	5-28
	june i tovno govedo	170-500	5-20	5-28
	krava	500-600	5-20	5-28

Toplinski stres

U toplijim dijelovima svijeta, osobito tijekom ljetnih mjeseci, te u drugim umjerenim regijama je smanjena proizvodnja mlijeka uslijed toplinskog stresa što suzbija veliki genetski napredak postignut u povećanju proizvodnje mlijeka. Genetski napredak u proizvodnji mlijeka usko je povezan s povećanim unosom hrane. Visoki unos hrane rezultira povišenjem proizvodnje metaboličke topline. Povišena metabolička toplina zahtijeva učinkovite mehanizme termoregulacije za održavanje tjelesne temperature u termoneutralnoj zoni i fiziološkoj homeostazi. Krave mogu podleći hipotermiji, ako se ne održava normalna tjelesna temperatura. Precizno mjerenje ulaska krava u toplinski stres je komplicirano jer reakcija na toplinski stres ne utječe samo na energetsku ravnotežu već i na metabolizam vode, natrija, kalija i klora. Voda, natrij, kalij i klor su važni sastojci znoja, a znojenje je jedan od glavnih i najvažnijih termoregulacijski mehanizam za gubljenje viška tjelesne topline. Zbog visokog stupnja prinosa metaboličke topline, posebno u toplih mjeseci, visoko mliječne krave ulaze u toplinski stres mnogo ranije od krava sa nižom proizvodnjom. Dodatna toplina može biti ublažena fiziološkim prilagodbama. Ukoliko je to slučaj, strategija za smanjenje toplinskog stresa mora biti razvijena kako bi se omogućilo kravi da ostvari svoj puni genetski potencijal. (Kadzere i sur., 2001.).

Autor Yousef (1985.) definirao je stres kao veličinu vanjske sile na tijelo koja ima tendenciju promjene sustava osnovnog stanja životinje. Toplinski stres za mliječne krave podrazumijeva sve temperaturne sile na indikaciju prilagodbe. Prilagodbe se događaju od substaničnog sustava do cijelog sustava životinje kako bi krave izbjegle fiziološke

disfunkcionalnosti i imale bolju prilagodbu na okoliš. Nastojanje hometernih životinja da stabiliziraju tjelesnu temperaturu unutar granica je bitno za kontroliranje biokemijskih reakcija i fizioloških procesa povezanih s normalnim metabolizmom (Shearer i Beede, 1990). Kako bi se održala hometermija , životinja mora bit u toplinskoj ravnoteži sa svojim okolišem koji uključuje toplinsko zračenje, temperaturu zraka, strujanje zraka i vlažnost. Toplinski stres nastaje pod utjecajem temperature zraka, vlažnosti, strujanja zraka, sunčevog zračenja i oborina (Igono i sur. 1992.).

Goveda su u mogućnosti prilagoditi se promjenjivim temperaturnim uvjetima. Temperatura od -0.5 do +20.0 °C ima jako mali utjecaj na proizvodnju mlijeka. Maksimalna temperatura za krave je od 25 do 26 °C (West, 2003.) ili od 24 do 27 °C (Brouček i sur., 2009.). U suptropskoj mediteranskoj klimi ljeta su jako topla i suha a temperature se penju i preko 38 °C (Strahler, 1984.). Obzirom na to životinje su izložene toplinskom stresu od tri do pet mjeseci godišnje (Habeeb i sur., 1992.; Silanikove, 2000.).

Iznad optimalne temperature krave se ne mogu hladiti na odgovarajući način i ulaze u toplinski stres (Bligh, 1973.). Za visoko produktivne mliječne krave potrebno je prilagoditi okruženje misleći na udobnost unutarnjih i vanjskih uvjeta staja. Za mliječne krave u laktaciji optimalna temperatura je između 5 i 28 °C, to je tzv. termoneutralna zona (Roenfeld, 1998.). U ranoj laktaciji visoko produktivne krave su vrlo osjetljive na toplinski stres te ako su izložene vrućem okolišu dolazi do pada u proizvodnji mlijeka (Igono i Johnson, 1990.). Proizvodnja mlijeka dovodi do stvaranja metaboličke topline zbog metabolizma velike količine hrane i time visoko produktivne krave postaju osjetljivije na toplinski stres od nisko produktivnih krava (Kedzere i sur., 2002.). Homeostatskim mehanizmima je cilj hlađenje tijela pri manjem unosu hrane i povećanim unosom vode. Zbog tih razloga u hladnijom klimi je potrebno povećati ishranu životinja kako bi se proizvodila toplina koja doprinosi održavanju tjelesne temperature. Homeostatski mehanizam funkcionira i s fiziološkim promjenama krava čime utječe na učinkovitost proizvodnje mlijeka a time dolazi i do profitabilnosti mliječnih poduzeća (Kedzere i sur., 2002.).

Termoneutralna zona

McDowell i sur. (1976.) zaključili su da čak i mali pomaci od osnovne temperature imaju duboke učinke na tkivo i endokrine funkcije koje mogu smanjiti plodnost, rast, laktaciju i radnu sposobnost. Stabilna tjelesna temperatura u termoneutralnoj zoni je preduvjet za maksimalnu produktivnost mliječnih krava. Termoneutralna zona (TNZ) je zona minimalne

proizvodnje topline pri normalnoj rektalnoj temperaturi. Unutar termoneutralne zone se postiže minimalna fiziološka potrošnja i najviša produktivnost (Johnson, 1987.).

Raspon TNZ od niže kritične zone do gornje kritične zone ovisi o dobi, vrsti, pasmini, unosu hrane, sastavu hrane, aklimatizaciji, proizvodnji, specifičnosti nastambi i klimatskim uvjetima, izolaciji tkiva (mast, koža), vanjska izolacija (dlaka) i ponašanju životinja (Yousef, 1985). Igono i sur. (1992.) izmjerili su najvišu proizvodnju mlijeka kod holstein krava tijekom optimalnog toplinskog razdoblja kojeg su karakterizirale temperature ispod 21 °C tijekom dana.

Procjena donje kritične temperature za krave koje proizvode 30 kg mlijeka dnevno je od -16 do -37 °C (Hamada, 1971.). Temperatura okoline iznad donje kritične temperature održava tjelesnu temperaturu sve dok ne povisi do gornje kritične temperature (Alexander, 1974.).

Gornja kritična temperatura je temperatura zraka na kojoj životinje proizvode povećanu toplinu kao učinak je i porast tjelesne temperature uslijed neadekvatnog isparavanja (Yousef, 1985.). Za mliječne krave gornja kritična temperatura je 25-26 °C bez obzira na aklimatizaciju ili njihovu proizvodnju mlijeka (Berman i sur., 1985). Holstein goveda mogu održavati stabilne tjelesne temperatura na ili ispod gornje kritične temperature i iznad donje kritične temperature. Iznad gornje kritične temperature dolazi do povećanja tjelesne temperature što negativno utječe na učinkovitost, smanjenje proizvodnje mlijeka i mijenja se sastav mlijeka te krava ulazi u toplinski stres.

Prilagodbe na toplinski stres

U prirodnim uvjetima je rijetko da se samo jedna varijabla okoliša promijenila tijekom vremena. Aklimatizacija je postupak u kojem se životinja prilagođava raznim stresorima unutar svog prirodnog okoliša (Bligh, 1976.). Stoga, aklimatizacija nije evolucijska adaptacija ili prirodna selekcija. Promijenjeni fenotip prilagodbe životinja će se vratiti u normalu ako su stresori okoliša uklonjeni. Naime, to nije slučaj kod životinja koje su genetski prilagođene svojoj okolini. Aklimatizacija je proces koji traje od nekoliko dana do nekoliko tjedana. Autor Bligh (1976.) navodi da postoje tri funkcionalne razlike između aklimatizacije i refleksne reakcije. Prvo je da aklimatizacija traje duže vrijeme, nekoliko dana do nekoliko tjedana. Drugo je da aklimatizacijske reakcije imaju hormonalnu vezu, iz centralnog živčanog sustava do ciljnih stanica. Treće, aklimatizacija mijenja sposobnost ciljnih stanica ili organa da

reagiraju na promjene u okolišu. Navedene aklimatizacijske reakcije su obilježja homeoretskih mehanizama i neto učinak koordinacije metabolizma kako bi se postiglo novo fiziološko stanje. Sezonska prilagodba metabolizma životinja razlikuje se zimi i ljeti. Aklimatizacija na toplinski stres je homeoretski proces koji uključuje promjene u hormonalnim signalima koji utječu na odaziv ciljne stanice podražene stimulansima okoline. Poboljšanjem razumijevanja procesa aklimatizacije dovest će do poboljšanja genetske selekcije stvaranjem otpornih genotipova na toplinski stres. Hormoni koji su uključeni u aklimatizaciju na toplinski stres su hormoni štitnjače, prolaktin, samatotropin, glukokortikoidi i mineralkortikoidi. Aklimatizacija je fenotipski odgovor koji je svaka životinja pojedinačno razvila kao odgovor stresorima okoliša (Fregley, 1996.).

Postoje dvije faze aklimatizacije na toplinu koje su podijeljene u razdoblja na temelju vremena. Prva je kratkotrajna aklimatizacija na toplinu (STHA) i to je faza u kojoj se mijenjaju putovi stanične signalizacije (Horowitz i sur., 1996.). Te promjene stvaraju poremećaje stanične homeostaze i počinje reprogramiranje stanica na borbu protiv štetnog učinka toplinskog stresa (Horowitz, 2001.). Kratkotrajna aklimatizacija na toplinu događa se kada je pad tiroksina i trijoditrionina za 30-40 % (Horowitz, 2001.). U laktaciji mliječnih krava, kratkotrajna aklimatizacija na toplinu karakterizira početak prekomjerne izloženosti toplini što rezultira smanjenjem proizvodnje mlijeka (Johnson i Vanjonack, 1976). Kratkotrajna aklimatizacija na toplinu omogućuje životinji povećanje osjetljivosti na toplinski stres prije stalne prilagodbe na novo stanje okruženja. Nakon kratkotrajne aklimatizacije na toplinu, fenotip je izražen i dolazi do dugoročne aklimatizacije na toplinu (LTHA) (Horowitz, 2001.). Kod muznih krava kada je došlo do dugoročne aklimatizacije na toplinu, krave s nižom proizvodnjom mlijeka dosegnule su razinu proizvodnje koju imaju kada nisu pod toplinskim stresom, ali kod krava s višom proizvodnjom ta proizvodnja je i dalje bila manja nego što bi bila u termoneutralnoj okolini (Johnson i Vanjonack, 1976.).

Proizvodnja topline

Kako bi životinja održavala normalnu tjelesnu temperaturu, proizvodnja topline životinje mora se nužno uravnotežiti odvođenjem topline. Unutar laktacije mliječnih krava metaboličkim procesima se proizvodi energija za održavanje života, za sintezu tkiva, za laktogenezu i izlučivanje mlijeka. Energija se gubi u obliku metana, respiratornim plinovima, u izmetu i mokraći. Yousef (1985.) proizvodnju topline definira kao mjeru ukupnog zbroja energetskih preobrazbi u životinje po jedinici vremena. Proizvodnja topline direktno

kontrolira živčani sustav (Hammel, 1968.) i endokrini sustav kroz izmjene apetita i probavnih procesa i neizravno putem izmjena aktivnosti dišnih enzima i sinteze proteina (Yousef, 1985.). Temperatura okoliša utječe na unos hrane, proizvodnju i termoregulaciju životinja što utječe i na brzinu proizvodnje topline (Brody, 1945.). Zbog tog učinka na brzinu metabolizma, koncentracije hormona tiroksina, trijoditironina, hormona rasta i glukokortikoida usko su povezana uz proizvodnju topline (Yousef i Johnson, 1966). Ostali čimbenici koji utječu na proizvodnju topline uključuju veličinu tijela (Brody, 1945), okoliš (Salem i sur., 1982), životinjsku vrstu i pasminu i dostupnost hrane i vode (Graham i sur., 1959). Kibler i Brody (1954.) su u svome istraživanju istaknuli razlike između pasmina jersy i holstein krava u stopi proizvodnju i gubitka topline koje se pripisuju razlikama u veličini tijela. Gradijent temperature između unutarnjih organa i vanjskog okruženje je strmija u manjih jersy nego većih holstein krava.

Cilj istraživanja Adin i sur., (2008.) je bilo mjerenje učinaka na mliječne krave hranjene s dva različita hranidbena TMR obroka. Obroci su sadržavali različito krmno bilje i in vitro probavljivost suhe tvari. Mjerila se brzina disanja, tjelesna temperatura, hranidbene navike i energetske ravnoteže. Podjela metaboličke energije krava koje su pod uvjetima toplinskog opterećenja je između proizvodnje topline, uzadržane energije i proizvodne energije. 42 muzne krave su podijeljene u dvije skupine. Jedna skupina, od 21 krave, hranjena je obrokom koji je sadržavao 18% krmnog bilja NDF, a druga skupina, eksperimentalna skupina hranjena je s TMR koji je sadržavao 12% krmnog bilja NDP i soje kao djelomične zamjene za pšeničnu silažu. In vitro probavljivost suhe tvari u prvoJ skupini je 75,3% a u eksperimentalnoj skupini 78,6%. Prehrana eksperimentalne grupe smanjuje rektalnu temperaturu i stopu disanja dok je povećanje obroka dnevno od 32,7% ali su takvi obroci kraći u trajanju i brže ga krave konzumiraju. Hranidbeni obrok eksperimentalne grupe ima povećani unos suhe tvari od 19,6 do 21,5 kg dnevno po kravi, povećanu proizvodnju mlijeka od 32,2 do 34,6 kg i proizvodnja energije korigirane mlijekom od 30,9 do 32,2 kg u odnosu na prvu skupinu. Krave hranjene eksperimentalnim TMR-om imaju povećanu zadržanu energiju u proizvodnji mlijeka i rastu u usporedbi s prvom grupom. Hranidba nije imala nikakvog utjecaja a proizvodnju energije, koja se održala slično u obje grupe između 121 i 127 MJ po kravi dnevno. Na temelju ovog istraživanja možemo pretpostaviti da ukupna proizvodnja topline po kravi je najviše oko 130 MJ dnevno, a ograničava je unos hrane, razina proizvodnje i energije za uzdržavanje.

Glavni čimbenici koju utječu na raspodjelu energije krava u laktaciji su: unos energije tj. hrane, uvjeti okoliša i individualne varijacije između krava s obzirom na učinkovitost korištenja energija za uzdržavanje i proizvodnju (Berman, 2005; Brosh, 2007). Toplinsko opterećenje utječe na energiju za uzdržavanje i proizvodnju, proizvodnju topline, proizvodnju mlijeka i rast (Brosh, 2007). U mnogim dijelovima svijeta tako je i u Izraelu sezona vrućine postala duža i time se umjereni toplinski stres često pojavljuje u mliječnim stajama, a odražava se temperaturno-humidnim indeksom koji varira od 70-80 (Flamenbaum i sur., 1986.; West, 2003.). Pod uvjetima toplinskog stresa krava u laktaciji smanjuju unos suhe tvari i smanjuje se proizvodnja mlijeka (West i sur., 1999.). Autori Eastridge i sur. (1998.) navode da smanjenje unosa suhe tvari može biti 6% ako se temperature okoline podižu preko 30 °C. Miron i sur. (2003.) preporučuju da prehrana sa 18-19% NDF vlakana u krmnom bilju je previše. Ti autori također sugeriraju smanjenje od 12 do 15% ukupnog TMR-a za visoko proizvodne krave u laktaciji tijekom vrućih vremenskih uvjeta. Djelomičnom zamjena krme škroba iz zrna (Cummins, 1992.; West i sur., 1999.) i dodatkom masti u prehranu (Chan i sur., 1997.; Huber i sur., 1994.; Serbester i sur., 2005.) moglo bi se povećati potrošnja energije krava pod uvjetima toplinskog opterećenja. Naime, ovakve strategije su dokazano neučinkovite na povećanju unosa suhe tvari, proizvodnji mlijeka i mliječnoj masti. Adin i sur. (2008.) pokazali su da djelomična zamjena u hranidbi kukuruzne silaže sa sojom koja sadrži visoku razinu lako probavljivih NDF (Miron i sur., 2001.) povećao proizvodnju mlijeka za 10% u uvjetima toplinskog opterećenja (Miron i sur., 2003.; Halachmi i sur., 2004.). U Izraelu silaža pšenice je glavno krmo bilje koje se koristi u hranidbi TMR-om za mliječne krave u laktaciji, a samo manje promjene su napravljene u sastavu TMR-a prema sezoni. Veći dio metaboličke energije koja se unosi koristi se u proizvodnji energije a jedan dio se zadržava za proizvodnju mlijeka i rast. Istraživanjem Aharoni i sur., (2005.) i Brosh (2007.) razvila se nova metoda kojom se može izravno mjeriti proizvodnja topline i zadržane energije muznih krava držanih u uvjetima komercijalnih mliječnih staja. Proizvodnja topline se kvantitativno analizira pomoću mjerenja potrošnje volumena kisika.

Mehanizmi gubitka topline

Za razumijevanje mehanizama gubitka topline kod životinja važno je znati da je tjelesna temperatura konstantna zbog ravnoteže koja postoji između proizvodnje i gubitka topline. Čimbenici koji povećavaju proizvodnju topline preko stope bazalnog metabolizma uključuju rad, drhtanje, nečujno naprezanje mišića, kemijsko povećanje brzine metabolizma, povećanje topline i bolesti. Čimbenici koji smanjuju gubitak topline su unutarnji pomak u

raspodjeli krvi, smanjenje propusnosti tkiva i smanjenje protustrujne izmjene topline. Životinje gube toplinu pojačanim znojenjem, dašćući, hladnijim okolišem, povećanom cirkulacijom kože, kraćom dlakom, povećanim gubitkom vode, većom površinom zračenja, bržim strujanjem zraka.

Životinja gubi toplinu kondukcijom, konvekcijom, zračenjem, isparavanjem i izdahnutim zrakom. Zračenjem i konvekcijom se toplina gubi pri nižim temperaturama a isparavanjem pri višim temperaturama. Gubitak topline preko kože ovisi o temperaturnom gradijentu između kože, zraka i objekata. Gubitak topline isparavanjem smanjuje se kako temperatura okoline raste iznad donje kritične točke čineći krave ovisne o perifernoj vazodilataciji i isparavanjem vode kako bi poboljšale gubitak topline i spriječile porast tjelesne temperature (Berman i sur., 1985.). Malo je vjerojatno da će periferna vazodilatacija biti glavni način odvođenja povećane topline u goveda zbog njihove velike tjelesna mase. Berman i sur. (1985.) zaključili su da je maksimalna brzina isparavanja vode krava u laktaciji 1.5 kg/h što znači 4,3 kJ/dnevno. Naime, ova stopa gubitka topline je bliže za proizvodnju topline krave u suhostaju teške 600 kg, jer je ovakav gubitak samo polovica za krava koja proizvodi 30 kg mlijeka dnevno. To objašnjava nižu osjetljivost krava u suhostaju na visoke temperature. Važnost vode kao medija za oslobađanje tijela viška topline kroz znojenje i disanje znatno se povećava s porastom temperature okoline (Richards, 1985.).

U goveda pod toplinskog opterećenja, oko 15% endogene topline se izgubi preko respiratornog sustava (McDowell i sur., 1976.). Ostatak metaboličke topline mora biti prenesena na kožu gdje se odvodi ili radijacije, konvekcijom, kondukcijom ili isparavanjem znojenjem. Za goveda koja stoje u toplom okolišu, računa se da se metabolizmom izgubi jedna trećina ukupnog toplinskog opterećenja (Finch, 1976.). Sposobnost životinja da ukloni metaboličku toplinu važno je za održavanje stalne tjelesne temperature.

Radijacija

Radijacija je elektromagnetno strujanje energije koja se apsorbira na površini nekoga tijela. Sunčeva energija se upija na kožu krave ili s krave prema vanjskom okolišu tijekom noći (Mijić, 2013.).

Količina zračenja topline koju apsorbira objekt ne ovisi samo o temperaturi objekta, već i njegovom bojom i teksturom. Što znači da će objekti s tamnim površinama zračiti i upijati više topline nego svijetli objekti pri istim temperaturama. Životinje crne boje imaju apsorbaciju od 1, bijele životinje 0,37 a crvene 0,65 (Cena i Monteith, 1975). Postoji naime i

nedostatak crne boje tijekom vrućih ljetnih mjeseci kada ublažavaju izolacijske osobine i druge fiziološke prilagodbe za održavanje ravnoteže vode. Radijacijski prijenos topline između tijela odvija se u oba smjera što znači ako su tijela različitih temperatura, neto prijenos topline ide iz toplijeg na hladnije tijelo (Esmay, 1969.). Ovakav prijenos topline uključuje gubitak ili dobitak topline od strane životinje putem apsorpcije ili emisije infracrvenog zračenja. Stewart i Brody (1954.) u istraživanju su koristili umjetno zračenja toplinskog opterećenja, Kibler i Brody (1954.) utvrdili su koje krave nisu reagirali na zračenje na ambijentnoj temperaturi od 7.2 °C. Kod temperature od 21.1 i 26.7 °C, jersy krave imale su prosječno manju proizvodnje topline za 12-14% s maksimalnim radijacijskim opterećenjem. holstein krave su imale smanjenju proizvodnju topline za 26% na 21.1 °C i za 9% pri 26.7 °C.

Evaporacija

Evaporacija je izmjena topline prelaskom vode u plin. Kod krava je to u obliku znojenja, prskanje krave vodom i disanje (Mijić, 2013.).

Evaporacija je značajan način hlađenja krava, ova metoda gubljenja topline je najučinkovitija u toplim i suhim uvjetima. Autor Johnson (1976.) dokazao je kako evaporacija značajna za gubljenje topline kod krava kada temperatura zraka raste od 16,6 do 18,3 °C. Pod toplinskim stresom stoka povećava gubitak topline evaporacijom na način dahtanja i znojenja (McLean, 1963.). Brzina strujanja zraka važan je čimbenik koji utječe na evaporaciju što je od ključne važnosti za razvoj suvremenih oblika ventilacije kako bi se ublažio toplinski stres kod stoke.

Konvekcija

Konvekcija je usmjereno gibanje fluida, topliji fluid se giba prema hladnijem i predaje toplinu okolini. Što znači strujanje zraka oko tijela krave (Mijić, 2013.).

Kada hladni zrak dođe u kontakt s toplim tijelom, sloj zraka oko površine tijela se zagrijava i udaljava od tijela noseći sa sobom toplinu, a time se tijelo hladi kroz proces konvekcije. Ako je temperatura zraka veća od temperature kože, konvekcija nije moguća. Prijenos topline tijekom disanja je prijenos konvekcijom. Brzina strujanja zraka utječe na brzinu konvekcije jer sve što se opire kretanju zraka, kao što je dlaka, smanjuje stopu prijenosa topline konvekcijom.

Kondukcija

Kondukcija je spontani prijenos toplinske energije kroz tvar, iz područja više temperature u područje niže temperature i djeluje u svrhu izjednačavanja temperaturnih razlika. Toplina s krave gubi se prema zraku ili podu (Mijić, 2013.).

Protok topline između dva medija ili tijela u izravnom kontaktu je razmjena topline kondukcija. Za mliječne krave kondukcija je razmjena topline između životinja i zraka njihove okoline. Protok topline kondukcijom ovisi o razlici temperature, vodljivosti ili otporu medija te području kontakta (Schmidt-Nielsen, 1964). Za visoko mliječne krave važan je opseg kondukcije koji ovisi o prirodi materijala s kojim im je koža u kontaktu te i njegova toplinska provodljivost. Korištenje stelje koja ima sposobnost visoke kondukcije može se olakšati hlađenje kravama a time i ublažiti toplinski stres. Cummins (1998.) testira je različite vrste stelja: drvene trijeske, pijesak, vapnenac, isjeckani papir i gumene podloge. Otkrio je kako su krave najviše preferirale vapnenac koji je imao i najnižu temperaturu 25,9 °C pri 25 mm ispod površine. Kod životinja koje stoje, gubitak topline kondukcijom je minimalan jer se prijenos topline odvija kroz noge u kojima je udaljenost između krvnih žila mnogo veća nego što je u koži (Yousef, 1985.). Ako je temperatura zraka ili temperatura tla na kojima životinje leže veća od temperature kože, tada će životinja dobivati toplinu kondukcijom i onu metaboličkog opterećenja.

Strategije za smanjenje toplinskog stresa

Sjenila

Sjenila smanjuju toplinski stres smanjujući izloženost krave sunčevoj radijaciji. Staja sa slobodnim načinom držanja trebala bi biti orijentirana od istoka prema zapadu kako bi omogućila maksimalnu količinu sjene koju pravi krov. Krov staje trebao bi biti od metala ili aluminija bijele boje kako bi se omogućila maksimalna refleksija sunčeve svijetlosti. Tijekom razdoblja ekstremnog toplinskog stresa kada je visoka temperatura i visoka vlažnost vrijeme tijekom noći nije dovoljno za hlađenje te bi se tijekom takvog razdoblja trebalo omogućiti kravama izlazak na ispašu u toku noći. Krave više oslobađaju topline putem radijacije prema noćnom nebu nego prema krovu staje (Mijić i Bobić, 2012.).

Ventilacija

Pravilna ventilacija je važna u hlađenju krava. Dobar ventilacijski sustav bi trebao omogućiti jednu kompletnu izmjenu zraka po minuti što se obično postiže upotrebom ventilatora. Svaki ventilator trebao bi omogućiti protok zraka od najmanje 0,3 m^3/min.

Ventilatori moraju biti postavljeni pod kutom tako da zrak struji iznad leđa krava. Također je bitno omogućiti prirodnu ventilaciju u stajama. Bočni otvori i otvori na krovu moraju biti optimalne veličine (najmanje 0,3 metra širine, plus 5 cm na 3 m visine staje). Toplotni stres je jako izražen u čekalištima, te je izuzetno bitno tamo postaviti ventilatore i omogućiti hlađenje krava dok čekaju na mužnju. Pored toga, također je važno pri visokim temperaturama smanjiti broj krava u čekalištu (Mijić i Bobić, 2012.).

Voda

Toplotni stres kod krava izaziva povećanu konzumaciju vode. Primjerice, povećanje temperature s 30 na 35 °C povećava unos vode kod muznih krava preko 50%. Bitno je omogućiti puno svježe, čiste i hladne vode. U idealnim uvjetima krava ne bi trebala hodati više od 15 metara kako bi došla do vode, a na tom putu ne bi trebala prolaziti putovima koji nemaju sjenu i ne bi trebala piti vodu na direktnom suncu. Također je dobra strategija kravama omogući pojilište svježe, čiste i hladne vode odmah po izlasku iz izmuzišta, budući da je potreba za vodom najveća odmah nakon mužnje (Mijić i Bobić, 2012.).

Dodatno hlađenje

Kao dodatni način hlađenja je uporaba mlaznica s vodom. Špricanje krava vodom omogućava brže hlađenje krava, a još bolja učinkovitost postiže se kombinacijom s ventilatorima. Budući da je čekalište najkritičnije mjesto, poželjno je baš tu postaviti mlaznice, ali obavezno uz kombinaciju s ventilatorom. U protivnom se može stvoriti suprotni učinak i nastati efekt saune (Mijić i Bobić, 2012.).

Vrijeme hranidbe

Toplinski stres je najveći kada su temperature najveće. Hranidba u to vrijeme dovodi do smanjenog unosa hrane i povećava zagrijavanje same hrane pa čak i njeno kvarenje. Preporuča se postupna zamjena vremena hranjenja posebice visoko mliječnih krava u hladnijim dijelovima dana što znači u ranim jutarnjim ili kasnim večernjim satima(Mijić i Bobić, 2012.).

Balansiranost obroka

Toplotni stres izaziva smanjenje unosa suhe tvari. Potrebno je povećati energiju u obroku, a da se ne poveća metabolička toplina zbog fermentacije. To se obično može postići

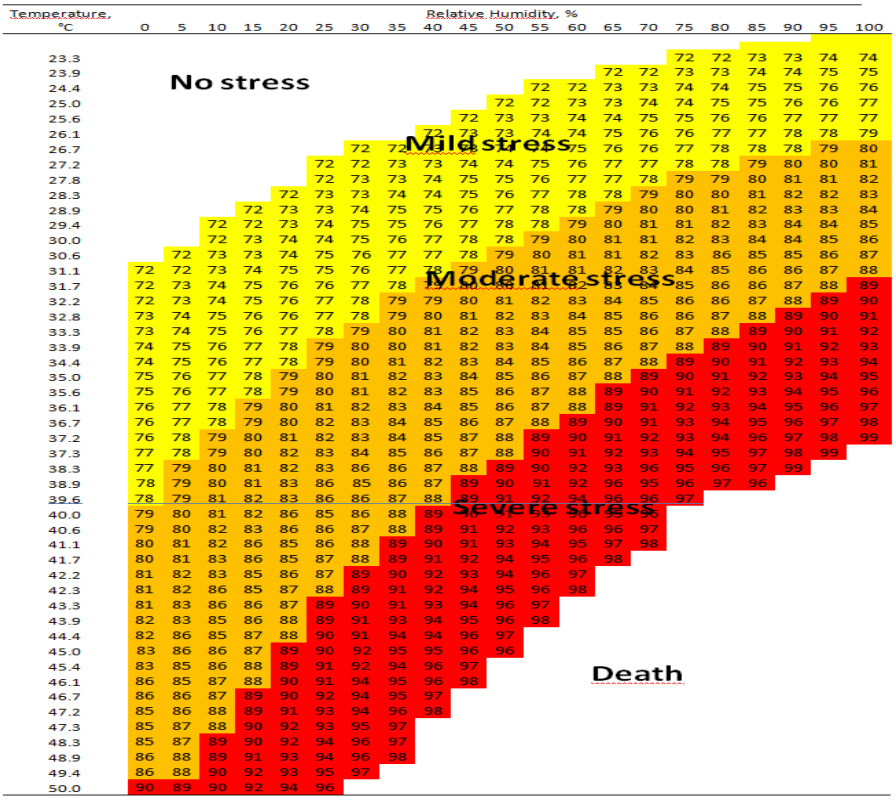
dodavanjem inertnih masti u burag i „bypass proteina“. Razina kalija se također mora nadoknaditi budući da se on gubi pojačanim znojenjem krave (Mijić i Bobić, 2012.).

Napučenost staja

Mnogi farmeri pretrpavaju svoje staje prevelikim brojem krava. U uvjetima visokog toplotnog stresa pretrpavanje staje grlima samo još dodatno otežava situaciju. Treba uzeti u obzir broj grla na 100% i osigurati otprilike 70 cm hranidbenog prostora po kravi kako bi se povećao unos suhe tvari (Mijić i Bobić, 2012.).

2.1.3. Vlaga zraka

Optimalna relativna vlažnost zraka u staji mora biti između 65-70%. Proizvodnja mlijeka je pod utjecajem toplinskog stresa kada su vrijednosti THI (temperaturno-humidni indeks) veće od 72 što odgovara temperaturi od 22 °C i relativnoj vlažnosti od 100%. Navedene THI vrijednost se javljaju i u kombinaciji temperature od 25 °C uz 50% vlage i temperature od 28 °C uz 20% vlage (Du Preez i sur., 1990.a).



Slika 1. Prikaz temperature i relativne vlažnosti u odnosu na THI i stanje toplinskog stresa (http://www.google.hr/url?)

2.2. Temperaturno-humidni indeks (THI)

Alternativni pristup vrednovanja potreba hlađenja goveda je korištenje temperaturno-humidnog indeksa (THI). THI u kombinaciji s mjerenjem temperature okoline i relativne vlage se pokazao učinkovitiji u procjeni utjecaja okoliša na krave u laktacije nego sama temperatura.

THI je razvio autor Thom (1958.) i upotrebljava se za goveda po Berry i sur. (1964.).

$$THI = t_{db} + .36t_{dp} + 41.5$$

gdje je:

t_d - temperatura suhog termometra u °C
t_{db} - temperatura rosišta u °C

THI se koristi za procjenu zahtjeva za hlađenje mliječnih krava kako bi se poboljšala učinkovitost upravljanja strategijama za smanjivanje stresa uzrokovanog vrućinom. THI indeks se svrstava u razrede koji pokazuju razinu toplinskog stresa. THI vrijednosti su kategorizirane prema blagim, umjerenim i teškim razinama stresa za stoku. Međutim, definicije THI variraju između vrijednosti i autora od 70 do 90 (Thom, 1959.; Armstrong, 1994.; Huhnke i sur., 2001.).

Povećanje proizvodnje mlijeka povećava osjetljivost stoke na toplinski stres i smanjuje se granica temperature na kojoj počinju gubiti mlijeka (Berman, 2005.). To se događa jer se metabolička toplina povećava s većom količinom proizvedenog mlijeka.

Na primjer , za krave koje proizvode od 18,5 i 31,6 kg mlijeka dnevno proizvodnja metaboličke topline viša je za 48,5 % nego kod krave u suhostaju (Purwanto sur., 1990) . Berman (2005.) je zaključio da se povećanjem mlijeka na 35-45 kg dnevno smanjio prag tolerancije toplinskog stresa za 5 °C.

2.2.1. Utjecaj THI na proizvodnju mlijeka

Meteorološki podaci od 1993. do 2004. godine iz dvije javne meteorološke stanice u Phoenixu, Arizoni i Atheni, Georgie su korišteni za analiziranje testa dnevne proizvodnje mlijeka. Uz identificiranje odgovarajućeg THI mjerio se gubitak u proizvodnji mlijeka zbog toplinskog stresa u semiaridnoj klimi Arizone i humiaridnoj klimi Georgie. Postoje razlike u

granicama toplinskog stresa između regija. Indeksi s većim vrijednostima na vlagu bili su najveći u vlažnim uvjetima, dok su indeksi s većim vrijednostima na temperaturu bili najbolji pokazatelji toplinskog stresa u semiaridnoj klimi. Vlažnost je ograničavajući faktor toplinskog stresa u vlažnim podnebljima dok je temperatura suhog termometra ograničavajući faktor toplinskog stresa u suhoj klimi. (Bohmanova, 2007.).

Goveda mogu tolerirati više temperature uz nižu relativnu vlažnost jer prekomjernu toplinu mogu gubiti znojenjem. Međutim, tijekom vrućeg i vlažnog vremena prirodna sposobnost stoke da troše toplinu znojenjem i dahtanjem je ugrožena i toplinski stres se ubrzo javlja (Yousef, 1985.).

Klimatski uvjeti u Phoenixu u Arizoni karakterizirani su kao suhi i topli s prosječnom temperaturom od 24 °C i relativnom vlažnosti od 32%. Tijekom siječnja relativna vlažnost je najveća i tada iznosi 47%. Od ožujka do lipnja prosječna dnevna relativna vlažnost opada od 39 do 19%. Temperatura zraka postepeno se povećava od siječnja do srpnja tj. tijekom svibnja je 30 °C a tijekom srpnja 35 °C. Toplinski stres u Arizoni zabilježen je tijekom srpnja i kolovoza (Igono i sur., 1992.). Tijekom svibnja i lipnja krave su izložene vrućem zraku, ali zrak je suh, relativna vlažnost je između 22 i 28% te se krave mogu hladiti evaporacijom što smanjuje utjecaj toplinskog stresa. Monsunske sezone koje se javljaju od lipnja do rujna povezane su s porastom relativne vlažnosti i krave se ne mogu samostalno adekvatno hladiti. Najniže vrijednosti su od ožujka do prosinca.

Klimatske uvjete u Atheni u Georgia karakterizira topla i vlažna klima s prosječnim temperaturama od 17 °C i relativna vlažnost je 72%. Najniža prosječna mjesečna temperatura je u siječnju kada iznosi 6 °C, a najviša je u srpnju i kolovozu i iznosi 26 °C. Relativna vlažnost zraka ostaje manja od 70% za više od polovice godine. Ljetne mjesece (lipanj, srpanj, kolovoz i rujan) karakterizira vruće vrijeme s visokom relativnom vlažnosti od 75%. Tijekom tih mjeseci hlađenje krava evaporacijom nije moguće zbog visoke relativne vlažnosti i dolazi do pada u proizvodnji mlijeka.

Sezonske razlike u proizvodnji mlijeka uzrokovane su periodičnim promjenama okoliša tijekom godine. Posljedice manje proizvodnje mlijeka uzrokuje izravan utjecaj koji je povezan s manjim unosom suhe tvari i neizravan utjecaj koji uzrokuje promjenu u kvaliteti i količini hrane.

Ožujak, travanj i svibanj su mjeseci maksimalne proizvodnje mlijeka u Phoenixu. Kada su vrijednosti THI jednake ili veće od 72, krave su u toplinskom stresu i događa se pad u proizvodnji mlijeka koji je otkriven već u svibnju. Hlađenje evaporacijom moguće je do temperature od 30 °C koje se u Phoenixu počinju krajem travnja te početkom svibnja (Igono i sur., 1992.). Od lipnja do kolovoza THI je između 76 i 81 što rezultira oštrim padom proizvodnje mlijeka. Proizvodnja mlijeka se počinje oporavljati od toplinskog stresa u listopadu kada THI padne ispod 72.

U Atheni je maksimalna proizvodnja mlijeka tijekom travnja i počinje opadati u svibnju. Tijekom lipnja, srpnja i kolovoza proizvodnja je ugrožena pod utjecajem toplinskog stresa. U Phoenixu je strmiji pad u proizvodnji mlijeka nego u Atheni što ukazuje da je razina toplinskog stresa veća u Phoenixu nego u Atheni. Postoje razlike u pragovima toplinskog stresa tako da je u Atheni u prosjeku za tri stupnja niži nego u Phoenixu što je vjerojatno i zbog učinkovitijeg korištenja rashladnih uređaja.

U Atheni toplinski stres se pojavljuje pri temperaturi od 23 °C i 75% relativne vlage, a u Phoenixu pri 30 °C i 25% relativne vlage.

Tablica 7. Početak toplinskog stresa i stopa pada proizvodnje mlijeka za sedam vrijednosti temperaturno-humidnog indeksa (THI) (Bohmanova i sur., 2007.)

	Athens		**Phoenix**	
	vrijednosti	**stopa pada (kg)***	**vrijednosti**	**stopa pada (kg)***
THI1	68	-0,29	73	-0,57
THI2	69	-0,27	74	-0,26
THI3	78	-0,37	83	-0,28
THI4	79	-0,37	82	-0,27
THI5	72	-0,39	74	-0,30
THI6	72	-0,39	75	-0,22
THI7	71	-0,37	74	-0,27

*stopa pada u proizvodnji mlijeka u kg u odnosu na porast vrijednosti THI (temperaturno-humidni indeks)

2.2.2. Utjecaj THI na proizvodnju mlijeka u Hrvatskoj

Iznos smanjene proizvodnje mlijeka tijekom ljetnog razdoblja u odnosu na zimsko za holstein krave je od 10 do 40% (Du Preez i sur., 1990.b). Proizvodnja mlijeka je pod utjecajem toplinskog stresa kada su vrijednosti THI veće od 72 što odgovara temperaturi od 22 °C i vlažnosti od 100%, 25 °C uz 50% vlage ili 28 °C uz 20% vlage (Du Preez i sur., 1990.a).

Pod mediteranskim klimatskim uvjetima proizvodnja mlijeka se smanjuje po 0,41 kg po kravi dnevno za svaku jedinicu porasta THI iznad 69 (Bouraoui i sur., 2002.).

Ciljevi istraživanja autora Gantner i sur. (2011.) su bili odrediti mikroklimatske uvjete u stajama u tri klimatske regije (istočna, mediteranska i središnja) Hrvatske i učinak vrijednosti THI na dnevnoj proizvodnji mliječnih krava. Iz baze podataka HPA (Hrvatska poljoprivredna agencija) u istraživanju je korišteno 1.675,686 dnevnih zapisa koji su prikupljeni od siječnja 2005. do travnja 2010. godine. Za procjenu utjecaja THI na dnevnu proizvodnju mliječnih krava korišten je model fiksnih utjecaja tj. utjecaji stadija laktacije, pasmina, sezona telenja, sezone mjerenja te THI grupe, T_1-THI≤72 i T_2-THI>72. Krave su podijeljene u pet grupa: P_1 su junice, P_2 krave u drugoj laktaciji, P_3 krave u trećoj laktaciji, P_4 u četvrtoj laktaciji i P_5 krave u petoj i većoj laktaciji. Prema dnevnom testu stvorene su četiri mjerne sezone gdje je S_1 – proljeće, S_2 – ljeto, S_3 – jesen i S_4 – zima.

Vrijednosti THI izračunate su po jednadžbi autora Kibler (1964.):

$$THI = 1.8Ta - (1 - RH)(Ta - 14.3) + 32$$

gdje je:

Ta - izmjerena temperatura okoline u ° C,

RH - relativna vlažnost zraka

Najviše temperature zabilježene su u mediteranskoj regiji kao i najveće vrijednosti THI, dok je najviša relativna vlaga bila u središnjoj regiji. Uvjeti toplinskog stresa označeni su s prosječnim dnevnim vrijednostima THI iznad 72 koji je zabilježen tijekom proljeće i ljeta u svim regijama. Najviše toplinskog stresa je bilo u mediteranskoj regiji, 15 dana u proljeće i 38 dana tijekom ljeta. Zapažena je smanjena dnevna proizvodnja mlijeka kao i sadržaj masti i proteina u svim stadijima laktacije u svim regijama. Najveća šteta toplinskog stresa zabilježena je u istočnoj regiji.

2.2.3. Utjecaj THI na fizičke reakcije mliječnih krava

Reakcije krava na temperature iznad termoneutralne zone su različite. Omar i sur., (1996.) navode ubrzano disanje i podizanje rektalne temperature, Blazquez i sur. (1994.) navode zadihanost, slinjenje, smanjen broj otkucaja srca te obilno znojenje, dok smanjen unos

hrane i proizvodnje mlijeka navode (National Research Council, 1989.; Abdel-Bary i sur., 1992.).

Kod mliječnih krava postoje dva načina znojenja. Prvi način je neprimjetno znojenje koje napušta tijelo u svakom trenutku, osim kada je vlažnost 100%. Drugi način je hlađenje evaporacijom koje nastaje u trenutku kada temperatura okoline poraste izvan termoneutralne zone.

Rektalna temperatura je pokazatelj toplinske ravnoteže i može se koristiti za procjenu štetnosti toplinske okoline koja može utjecati na rast, laktaciju te reprodukciju mliječnih krava (Johnson, 1980.). Porast od čak 1 °C rektalne temperature je dovoljan za smanjenje performansi kod stoke (McDowell i sur., 1976.). Shalit i sur. (1991.) i svom istraživanju su zaključili da je rektalna temperatura mliječnih krava u laktaciji viša za 0.9 °C nego kod krava prije teljenja.

Održavanje pH krvi je važan prioritet homeostaze, pH ovisi prvenstveno o relativnim koncentracijama ugljične kiseline i baze bikarbonata u krvi (Coppock i sur., 1982). Coppock i sur. (1982.) u svom istraživanju mjerili su tjelesnu temperaturu, disanje, proizvodnju i sastav mlijeka te krvne sastojke koji održavaju acidobazne ravnoteže i zaključili kako krave koje su hranjene sa $NaHCO_3$ (natrijev hidrogenkarbonat) bez dopunskog NaCl (natrijev klorid) su imale niže tjelesne temperature.

Kibler i Brody (1954.) pokazali su kako su jersey krave imale višu stopu disanja od holstein krava jer imaju bolju sposobnost trošenja topline. Visoke temperature okoline zahtijevaju fiziološke prilagodbe koje uključuju i povećanu stopu disanja (Coppock i sur., 1982.). Johnston i sur. (1959.) pokazali su kako raste stopa disanja od 20 udisaja u minuti u hladnim uvjetima do 100 ili više udisaja u minuti na temperaturama od 32 °C ili višim. Autori Berman i sur. (1985.) u svom istraživanju visoko mliječnih krava utvrdili su da se respiratorna frekvencija diže iznad 50-60 udisaja u minuti na temperaturi višoj od 25 °C.

Kibler i Brody (1951.) pokazali su kako se brzina otkucaja srca smanjuje kada su goveda izložena umjerenom toplinskom stresu. Smanjenje brzine otkucaja srca je tipično za krave u stresu i povezano je s proizvodnjom topline. Bianca (1959.) zaključio je kako se brzina otkucaja srca povećava tijekom kratkoročnog izlaganja vrućini i opada s dugoročnim izlaganjem.

2.2.4. Utjecaj THI na metaboličke reakcije mliječnih krava

Christopherson i Kennedy (1983.) i Lu (1989.) zaključili su smanjenje metabolizma kod krava koje su pod toplinskim stresom zbog povezanosti sa smanjenjem izlučivanja hormona štitnjače i pokretljivosti probavnog trakta. Mitra i sur. (1972.) otkrili su sa koncentracija i lučenje hormona rasta počinje opadati na 35 °C. Johnson i sur. (1988.) otkrili su pad hormona trijodtiroina i tiroksina kod krava u laktaciji kao pokušaj smanjenja proizvodnje metaboličke topline. Dok autori Alvarez i Johnson (1973.) navode veće koncentracije adrenalina i norepinerfrina zbog toplinskog stresa.

Visoke temperature mogu utjecati na mikroorganizme buraga koji sintetiziraju B-vitamine, aminokiseline te masne kiseline. Tijekom toplinskog stresa protok krvi u buragovu epitelu je depresivan (Hales i sur., 1984.) te je smanjena pokretljivost kapure i buraga (Attenberry i Johnson, 1968.) dok se volumen buraga povećao (Silanikove i Tadmore, 1989.).

2.2.5. Utjecaj THI na proizvodne reakcije mliječnih krava

Toplinski stres može negativno utjecati na performanse u intenzivnom uzgoju stoke, kako u južnom dijelu SAD-a tako i u drugim suptropskim i tropskim područjima svijeta (Beede i Collier, 1986.). Za mliječne krave u laktaciji temperatura iznad 25 °C je povezana s manjim unosom hrane, padom u dnevnoj proizvodnji mlijeka, smanjenom brzinom metabolizma (Berman, 1968.) i smanjenom stopom začeća (McDowell i sur., 1976.). Upravljanje fizičkom zaštitom, genetskim razvojem i hranidbom krava su temeljni načini za poboljšavanje učinka toplinskog stresa. Schneider i sur. (1988.) na istraživanju mliječnih krava u laktaciji zaključili su da krave pod utjecajem toplinskog stresa konzumiraju manje hrane i to 13,6 umjesto 18,4 kg dnevno te proizvode manje mlijeka 16,5 umjesto 20,0 kg dnevno od krava koje su u termoneutralnoj okolini.

Potrebe za vodom i makro mineralima, koji su potrebni za održavanje homeostaze i homeotermije, pod utjecajem toplinskog stresa za mliječne krave u laktaciji se mijenjaju (Beede i Collier, 1986.). Mlijeko čini oko 87% vode, te velike koncentracije elektrolita Na, K i Cl. Mliječne krave u laktaciji imaju veliki promet vode i navedenih elektrolita (Shalit i sur., 1991.). Visoko produktivne mliječne krave imaju povećan unos vode a u toplinskom stresu taj unos je još više povećan. Naime, takve krave brže dolaze do dehidracije (Maltz i sur., 1984.).

Richards (1985.) je istraživao kratkotrajno povećanje tjelesne mase frizijskih krava u laktaciji pri visokim dnevnim temperaturama koje je protumačio da se to događa zbog povećane konzumacije vode koje je povećalo ukupnu tjelesnu vodu. Povećanje tjelesne vode je korisno tijekom vrućine jer omogućava kravi pohraniti mnogo topline tijekom dana koju troši u hladnim noćima (Schmidt-Nielsen, 1964.). Thompson i sur. (1949.) dokazali se kako se unos vode između pojedinih krava razlikuje na temperaturama iznad 22 °C. Mnoga istraživanja kao i ono National Research Council (1989.) su pokazala pozitivnu korelaciju između unosa vode i ambijentne temperature. Prema autoru Andersonu (1985.) temperatura vode može utjecati na količinu koju krave popiju i na proizvodnju mlijeka. Zaključio je i da je najviša konzumacija vode i proizvodnja mlijeka na temperaturi vode od 17 °C. Nasuprot Andersonovu (1985.) istraživanju u Švedskoj, Ittner i sur. (1951.) u Kaliforniji su zaključili da su goveda više povećala tjelesnu masu kada su konzumirala vodu pri 18,3 °C tijekom ljetnih mjeseci nego pri 31,2 °C. Istraživanja Milam i sur. (1985.) pokazala su srednju potrošnju vode od 10,5 l dnevno pri temperaturi od 10 °C i 16,1 l pri 28 °C.

Unos hrane kod mliječnih krava počinje opadati pri temperaturama od 25-26 °C, te naglo opadne nakon 30 °C (National Research Council, 1989.). Na temperaturi od 40 °C unos hrane pada za 40% (National Research Council, 1989.). Toplinski stres uzrokuje rostralno hlađenje središta hipotalamusa stimulirajući centar sitosti koji koči centar za apetit. Rezultat toga je smanjeni unos hrane i niža proizvodnja mlijeka (Albright i Alliston, 1972.). Visoko proizvodne mliječne krave imaju unos hrane i brzinu metabolizma od dva do četiri puta veću nego za održavanje (National Research Council, 1989.). Toplinski stres kod visoko produktivnih mliječnih krava uzrokuje dramatično smanjenje unos krmnog bilja i preživanje (Collier i sur., 1982.). Smanjenje apetita pod toplinskim stresom rezultat je povišene tjelesne temperature (Silanikove, 1992.). Smanjen unos krmnog bilja pridonosi smanjenju proizvodnje lako hlapljivih masnih kiselina što može dovesti do promjene u omjeru acetata i propionata. pH buraga tijekom toplinskog stresa nije optimističan (Collier i sur., 1982.).

Autori Thatcher (1974.) i Johnson (1976.) dokazali su kako je pad u proizvodnji mlijeka i mliječnoj masti posljedica visoke temperature okoline jer toplinski stres ima negativne posljedice u sekrecijskoj ulozi vimena (Silanikove, 1992.). Proizvodnja mlijeka je smanjena za 15%, a za 35% je smanjena učinkovitost korištenja energije za proizvodne svrhe kod mliječnih holstein krava kada se temperatura diže od 18 do 30 °C (McDowell i sur., 1976.). U mediteranskim klimatskim uvjetima ljetna proizvodnja po laktaciji je manja nego

zimi, ljetne temperature su iznad termoneutralne zone mliječnih krava što dovodi do toplinskog udara (Barash i sur., 1996.).

Cavestany i sur. (1985.) dokazali su odnos između temperature okoline i rasplodne učinkovitosti te sezonske visoke temperature okoline imaju posljedicu s niskom rasplodnom učinkovitosti. Visoke ljetne temperature koje su iznad termoneutralne zone drastično smanjuju stopu začeća kod krava i uzrokuju povećani gubitak embrija (Gwazdauskas i sur., 1981.). Toplinski stres koji počinje na dan ovulacije smanjuje promjer i volumen dominantnog folikula u osmom danu estrusnog ciklusa (Badinga i sur., 1993.). Autor Hansen (1997.) izvijestio je o propadanju plodnosti bikova zbog toplinskog stresa koji je još jedan od razloga smanjenja plodnosti tijekom ljeta. Toplinski stres negativno utječe na jajne stanice u spermu i razvoj ranog embrija (Burfening i Ulberg, 1968.).

Toplinski stres također utječe i na zdravlje krava tako da se tijekom toplih ljetnih mjeseci bolesti češće pojavljuju osobito je više zadržavanja posteljice nakon teljenja i ketoze (Kadzere i sur., 2001.).

3. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je rađeno na farmi mliječnih krava „Landia“ u Tordincima. U razdoblju od ožujka 2013. do ožujka 2014. godine, napravljena su mjerenja mikroklimatskih parametara. Kontinuirana mjerenja su se provodila za temperaturu i vlagu zraka u objektu gdje su boravile krave. Uređaj je bio podešen tako da svakih dva sata bilježi vrijednosti temperature i vlage (dvanaest mjerenja na dan). Izračun temperaturno-humidnog indeksa rađen je po formuli prema Kibleru (1964.) kako slijedi:

$$THI = 1{,}8T_a - (1 - RH)(T_a - 14{,}3) + 32$$

gdje je:

T_a – temperatura zraka u objektu (°C)
RH – vlaga zraka u objektu (% vlage / 100)

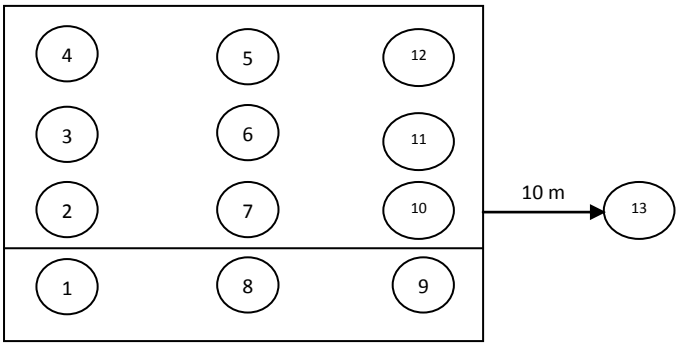
Ostali promatrani mikroklimatski pokazatelji (brzina strujanja zraka, intenzitet osvijetljenosti, amonijak, sumporvodik, ugljični dioksid) mjereni su jednom mjesečno pomoću odgovarajućih mjernih uređaja (Tablica 8.).

Tablica 8. Popis korištenih uređaja za mjerenje mikroklimatskih parametara u staji

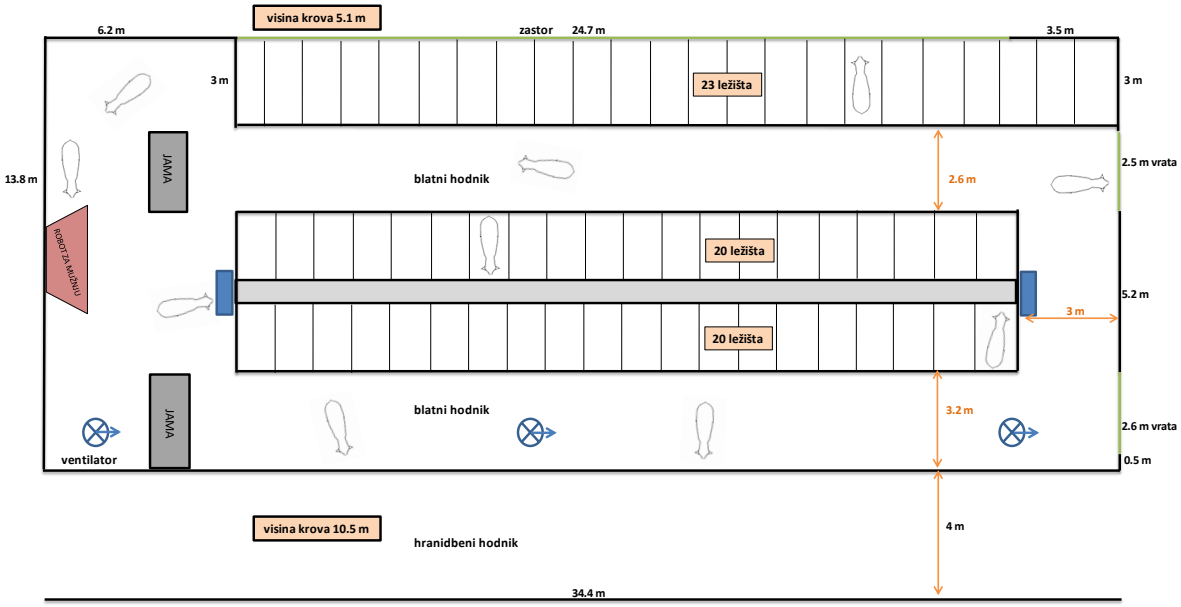
Naziv uređaja	Mjereno svojstvo	Mjerna jedinica	Vrsta mjerenja
Data Logger PCE-HT 71	Temperatura i relativna vlaga zraka	°C i %	Kontinuirana
Anemometar PCE-007	Brzina strujanja zraka	m/s	Trenutna
Data-loger-luksometar PCE-174	Intenzitet osvijetljenosti	lux	Trenutna
Mjerač plina Gasman-N-NH_3	amonijak	ppm	Trenutna
Mjerač plina Gasman-N-H_2S	sumporvodik	ppm	Trenutna
Mjerač plina IAQ7515	ugljični dioksid	ppm	Trenutna

Mjerenja plinova je rađeno na trinaest mjernih točaka od kojih je dvanaest bilo unutar staje i jedna izvan staje (Shema 1.). Sve točke koje su se nalazile unutar staje najmanje su bile dva metra udaljene od vanjskih zidova. Sva mjerenja su se provodila u visini glave životinje.

Mjerna točka broj trinaest služila je za određivanje vanjske klime, a njena udaljenost od staje je bila najmanje 10 metara. Sva mjerenja su rađena u tri ponavljanja u razmaku od tri sata, s tim da se uvijek kretalo od mjerne točke jedan prema trinaestoj.



Shema 1. Prikaz mjernih točaka unutar objekta



Shema 2. Izgled objekta na istraživanoj farmi

Razdoblje mjerenja podjeljeno je u četiri dijela kako slijedi: proljeće (od 21. ožujka do 21. lipnja), ljeto (od 21. lipnja do 23. rujna), jesen (od 23. rujna do 21. prosinca) i zima (21. prosinca do 21. ožujka). Radi boljeg prikaza utjecaja temperature i temperaturno humidnog indeksa (THI) na ambijent životinja i njihovu proizvodnju, napravljena je raspodjela pojedinih razdoblja ovisno o optimalnim vrijednostima temperature i THI-a.

Granice optimalnih temperatura i temperaturno-humidnog indeksa uzeti su prema vrijednostima autora čiji su rezultati prikazani u pregledu literature. Razdoblje kada je

temperaturu zraka bila ispod optimuma (<5°C) odnosilo se na skupinu jedan, kada je bilo u optimumu (5 - 25°C) na skupinu dva, te iznad optimuma (>25°C) na skupinu tri. Razdoblje sa vrijednostima THI < 72 odnosilo se na prvu skupinu, a druga skupina predstavljala je vrijednost THI-a ≥ 72. Statistička obrada i grafički prikaz podataka napravljena je u programu Statistica (2008.). Utjecaj godišnjeg doba i THI na istraživane parametre napravljen je sa One - Way ANOVA, a značajnost razlika testirana je s Fisher LSD testovima ($p<0,05$ i $p<0,01$).

4. REZULTATI

Rezultati istraživanja prikazani su u dvije cjeline. Prva se odnosi na opisnu statistiku, dok druga cjelina prikazuje kretanje pojedinih mikroklimatskih parametara kroz godišnja doba, te ovisno o temperaturno humidnom indeksu.

Tablica 9. Prikaz osnovnih mikroklimatskih pokazatelja na istraživanoj farmi

Svojstvo	Mjerne jedinice	Prosjek	Min.	Max.	S. D.	S. E.
Temperatura	°C	14,71	-1,52	30,2	7,28	0,37
Vlaga	%	76,04	53,48	91,8	9,93	0,51
THI	-	57,86	32,09	79,80	11,27	0,58
Proizvodnja	kg	27,31	20,10	32,8	1,89	0,10

min=minimum; max=maksimalno; S. D.=standardna devijacija; S. E.=standardna pogreška; THI=temperaturno humidni indeks

U tablici 9. prikazani su mikroklimatski pokazatelji na istraživanoj farmi. Prosjek temperature iznosio je 14,71 °C što je u optimalnoj zoni, prema istraženoj literaturi autora West (2003.) koji navodi maksimalnu temperaturu za krave od 25 do 26 °C. Najviša izmjerena temeperatura (30,2 °C) bila je za 5 °C viša od preporučenog optimuma za mliječne krave u laktaciji. Vlaga zraka kretala se od 53,48 do 91,8 %, s prosječnom vrijednosti od 76,04 %. Temperaturno-humidni indeks (THI) u prosjeku je iznosio 57,86, a minimalne i maksimalne vrijednosti iznosile su 32,09 i 79,80. Proizvodnja mlijeka po kravi u prosjeku je iznosila 27 kg, s varijacijama od 20,10 i 32,8 kg.

Tablica 10. Prikaz prisutnih plinova zraka, brzine strujanja zraka i jačine osvjetljenja na istraživanoj farmi

	Mjerne jedinice	Prosjek	Min.	Max.	S.D.	S.E.
NH_3	ppm	1,08	0,00	8,00	1,13	0,07
H_2S	ppm	0,09	0,00	7,00	0,53	0,03
CO_2	ppm	980,02	418,00	3.036,00	543,75	40,31
Strujanje zraka	m/s	0,43	0,00	3,35	0,74	0,05
Osvjetljenje	lux	9.829,03	30,00	123.900,00	25.157,62	1.560,21

min=minimum; max=maksimalno; S.D.=standardna devijacija; S.E.=standardna pogreška; NH_3=amonijak; H_2S=sumporovodik; CO_2=ugljikov dioksid

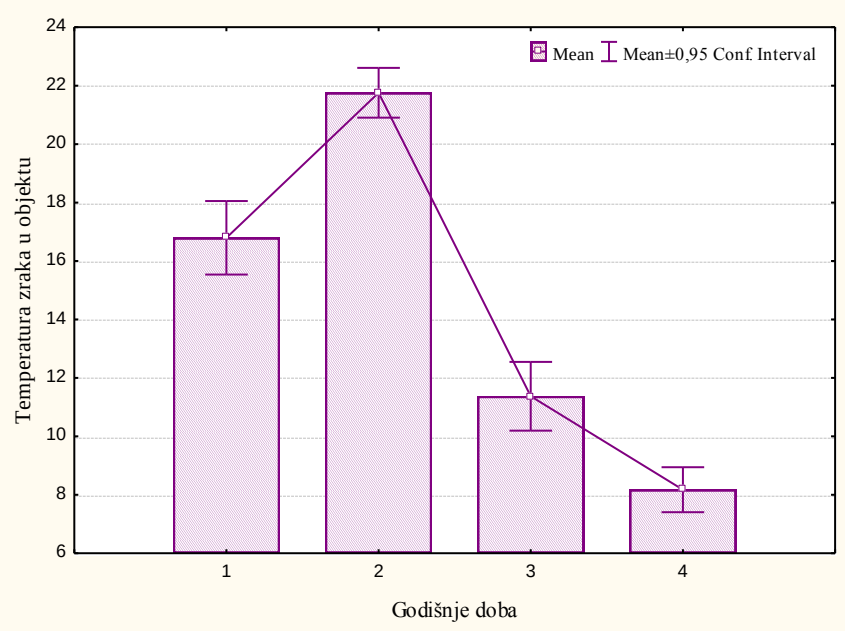
Dopuštena granica amonijaka ne bi trebala prelaziti 0,10 % od ukupnog volumena zraka, a dopuštena vrijednost je od 20 ppm (Praktische Tierhygiene, 2010.). Na istraživanoj farmi prosječna vrijednost amonijaka iznosila je 1,08 ppm, što je u dopuštenim vrijednostima (Tablica 10.). Razina sumporovodika je u prosjeku 0,09 ppm, dopuštena razine koje neće biti štetne za zdravlje životinja je 0,02 % ukupnog volumena zraka, odnosno 5 ppm. Prosječna vrijednos ugljikovog dioksida iznosila je 980,02 ppm. Brzina strujanja zraka bila je u optimalnoj razini za mliječne krave a iznosila je 0,43 m/s. U objektu se osvjetljenost kretala između 30,00 i 123.900,00 lux-a, što je više nego dovoljno za krave u laktaciji.

Tablica 11. Prikaz osnovnih mikroklimatskih pokazatelja na istraživanoj farmi kroz četiri razdoblja

Svojstvo	Mjerna jedinica	P_1		P_2		P_3		P_4	
		X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.	X	S. D.
Temperatura	°C	16,47	5,86	22,69	3,56	11,37	5,58	8,17	3,82
Vlaga	%	71,97	8,17	67,47	8,06	83,07	6,28	82,21	6,97
THI	-	60,82	8,91	69,95	4,87	52,72	9,27	47,73	6,22

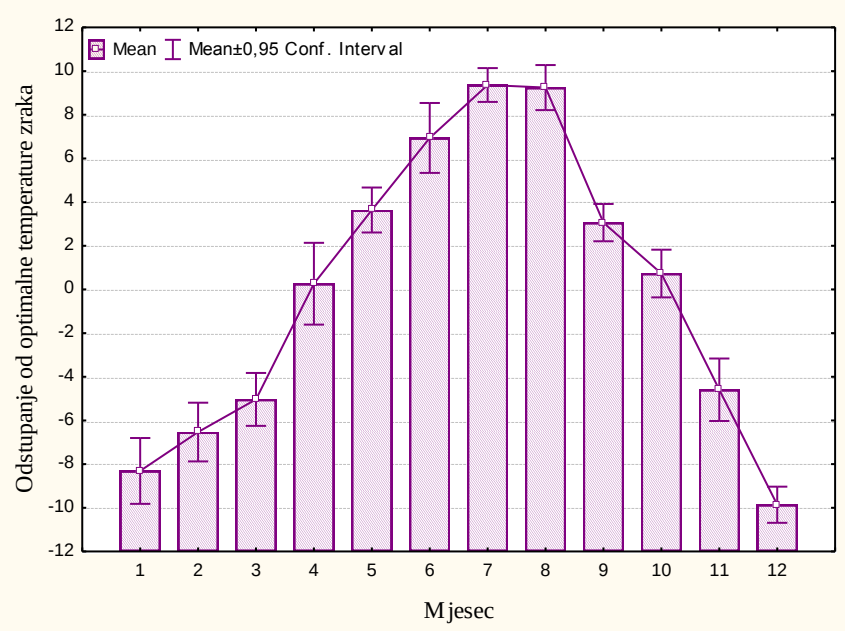
P_1 = proljeće; P_2 =ljeto; P_3 =jesen; P_4 = zima; X = srednja vrijednost; S. D. = standardna devijacija; THI =temperaturno humidni indeks

Iz tablice 11. vidljivo je kako je temperatura zraka u prosjeku bila najviša tijekom ljeta (22,69 °C), a najniža u zimskom periodu (8,17 °C). Vlaga zraka je tijekom jeseni i zime bila najviša a iznosila je u prosjeku 82 - 83 %. Tijekom ljeta THI je iznosio 69,95, proljeća 60,82, jeseni 52,72, te zime 47,73.



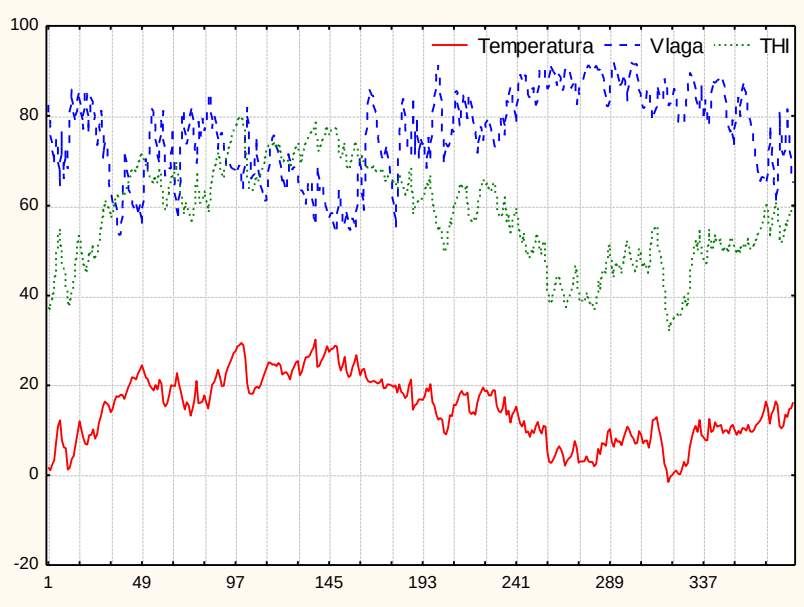
Grafikon 1. Prikaz temperature zraka kroz godišnja doba

U grafikonu 1. prikazana je temperatura zraka u objektu te je vidljivo da je najviša temperatura bila tijekom ljeta od 21 do 23 °C. Tijekom proljeća temperatura je u objektu iznosila između 15 i 18 °C, dok je tijekom zime bila od 7 i 9 °C, a tijekom jeseni između 10 i 13 °C.



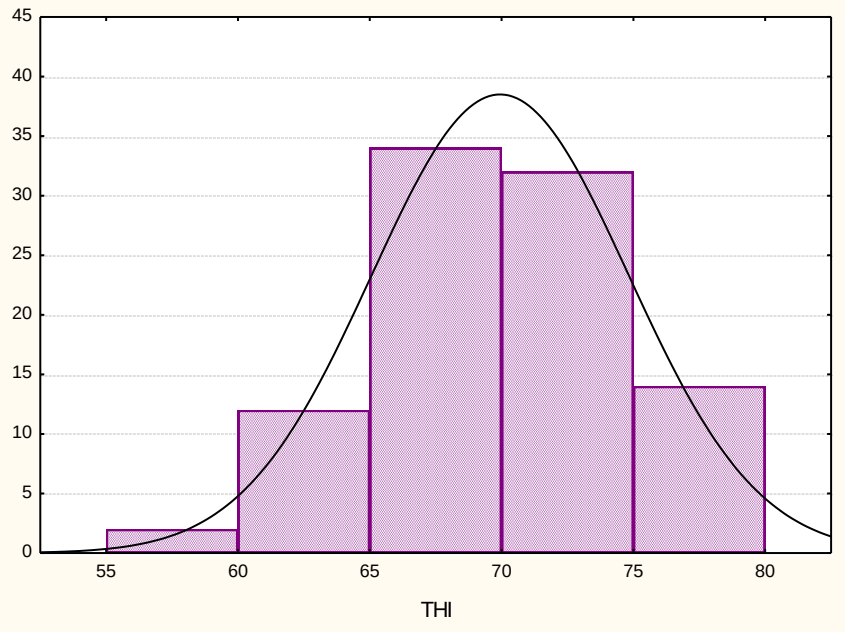
Grafikon 2. Prikaz odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti kroz mjesece

Odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti, koje prikazuje grafikon 2, bila su tijekom ljetnih mjeseci, tj. tijekom lipnja, srpnja i kolovoza od minimalno 1,5 do maksimalno 9 °C. Tijekom siječnja, veljače, ožujka, studenog i prosinca su odstupanja temperature od optimalnih manje za -5 do -9 °C. Jedini mjesec kada temperature nisu odstupale od optimalnih je bio mjesec travanj.



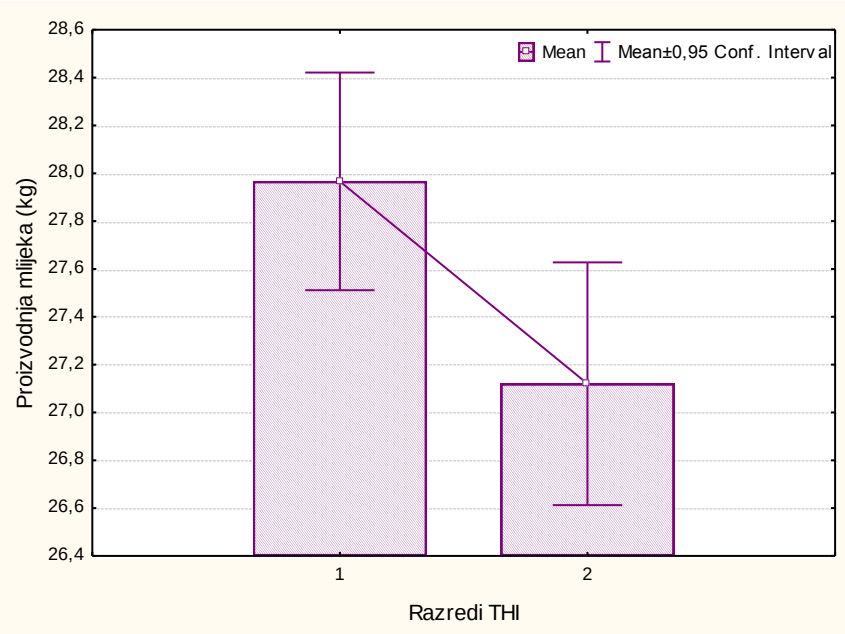
Grafikon 3. Odnos temperature i vlage zraka s temperaturno-humidnim indeksom

Iz grafikona 3. se vidi povezanost temperature i vlage, čiji omjer utječe na visinu temperaturno-humidnog indeksa. Kada je nepovoljan omjer, odnosno kada je vlaga zraka previsoka za vrijeme toplijih dana, dolazi do povećanja THI i lošijih mikroklimatskih uvjeta za životinje u objektu.



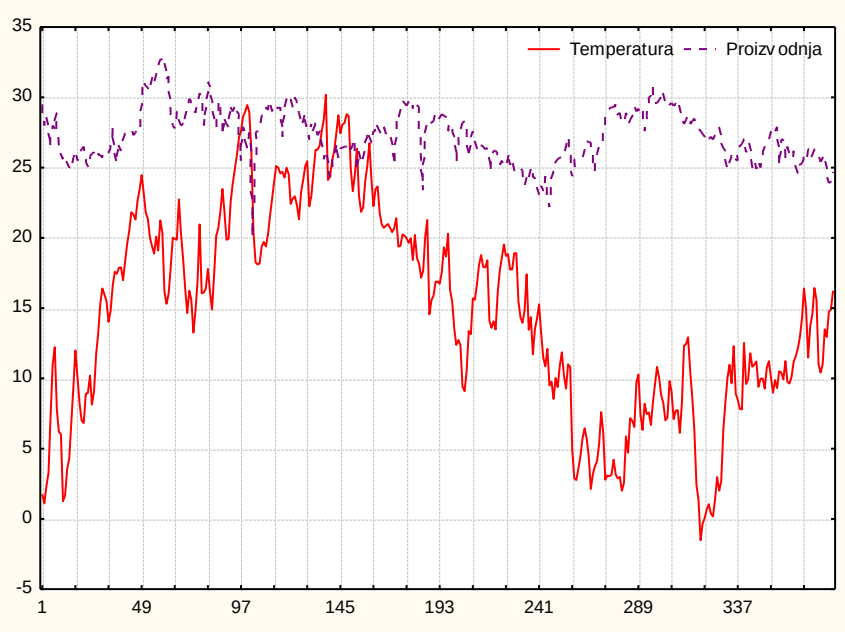
Grafikon 4. Kretanje temperaturno-humidnog indeksa tijekom ljetnog razdoblja

Distribucija vrijednosti THI u ljetnom razdoblju iznosila je od 55 do 80, s najvećom zastupljenosti THI od 65 do 75, što nam ukazuje na to kako su krave dulje vrijeme bile izložene nepovoljnijem odnosu temperature i vlage zraka. Tijekom uspoređivanja srednjih vrijednosti proizvodnje mlijeka ovisno o razdoblju kada je THI bio ispod kritične vrijednosti (72), te iznad nje, utvrdila se signifikantnost ($p<0,05$) između tih skupina (Grafikon 5.). Kada se pogleda kretanje dnevnih temperatura, te ih se stavi u korelaciju s proizvodnjom mlijeka krava, uviđa se da proizvodnja opada kada raste temperature zraka (Grafikon 6.).



Grafikon 5. Proizvodnja mlijeka ovisno o temperaturno-humidnom indeksu

Tijekom istraživanja utjecaja godišnjih doba na neke od mikroklimatskih parametara (temperatura i vlaga zraka, THI) i proizvodnju mlijeka, utvrdila se značajna ($p<0,0001$) razlika između svih godišnjih doba za temperaturu i temperaturno-humidni indeks. U pogledu vlage zraka signifikantnost ($p<0,0001$) je utvrđena između proljeća i ostala tri godišnja doba, dok između jeseni i zime nije bilo značajnosti. Značajna ($p<0,0001$) razlika u proizvodnji mlijeka utvrđena je između proljeća i jeseni, te između jeseni i zime u odnosu na ljetno razdoblje (Tablica 12.).



Grafikon 6. Kretanje dnevnih temperatura zraka i proizvodnje mlijeka

Tablica 12. Prikaz statističkih značajnosti između srednjih vrijednosti osnovnih mikroklimatskih parametara ovisno o godišnjem dobu

Svojstvo	Srednje vrijednosti				Značajnost
	P_1	P_2	P_3	P_4	
T (°C)	16,47[a]	22,69[b]	11,37[c]	8,17[d]	***
V (%)	71,97[a]	67,47[b]	83,07[c]	82,2[cd]	***
THI	60,82[a]	69,95[b]	52,72[c]	47,73[d]	***
Mlijeko (kg)	27,84[a]	27,65[ab]	26,18[c]	27,46[ad]	***

*** $p<0,0001$; P_1 = proljeće; P_2 =ljeto; P_3 =jesen; P_4 = zima; T =temperatura; V=vlaga; THI=temperaturno humidni indeks

5. RASPRAVA

Temperatura od -0.5 do +20.0 °C ima jako mali utjecaj na proizvodnju mlijeka. Maksimalna temperatura koju krave mogu podnjeti je od 25 do 26 °C (West, 2003.) ili od 24 do 27 °C (Brouček i sur., 2009.).

Prema autoru Asaj (2003.) optimalna relativna vlažnost zraka u staji mora biti između 65-70%. U istraživanju je prosječna vlaga zraka bila 76,04% što znači da je iznad optimalne. Najniža izmjerena relativna vlažnost zraka bila je 53,48 a najviša 91,8%. Rezultati ovoga istraživanja pokazala su da je temperatura zraka u prosjeku iznosila 14,71 °C. Gledano kroz prosječnu vrijednost krave su bile u području optimalne temperature, ali to je prosjek za cijelu godinu. Tijekom ljeta prosjek je iznosio 22,69 °C, a kada tome dodamo i visoku vlagu zraka dobijemo njihov nepovoljan odnos. Kada se THI poveća s 68 na 78 dolazi do pada u proizvodnji mlijeka za 4 kg (Bouraoui i sur., 2002). THI vrijednosti su kategorizirane prema blagim, umjerenim i teškim razinama stresa za stoku. Međutim, definicije graničnih vrijednosti za THI variraju između vrijednosti i autora od 70 do 90 (Thom, 1959.; Armstrong, 1994.; Huhnke i sur., 2001.). Proizvodnja mlijeka je pod utjecajem toplinskog stresa kada su vrijednosti THI (temperaturno-humidni indeks) veće od 72 što odgovara temperaturi od 22 °C i relativnoj vlažnosti od 100%. Navedene THI vrijednost se javljaju i u kombinaciji temperature od 25 °C uz 50% vlage i temperature od 28 °C uz 20% vlage (Du Preez i sur., 1990.a). Temperatura zraka i THI su bili najviši tijekom ljeta i u prosjeku su iznosili 23°C odnosno 70, dok je vlaga zraka bila najviša tijekom jeseni 83,07. U ovom istraživanju tijekom ljetnog razdoblja utvrđena je velika zastupljenost razdoblja s nepovoljnim vrijednostima THI (65 – 75), što znači da su tada krave bile u zoni toplinskog stresa.

Odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti tijekom ljetnih mjeseci (lipnj, srpanj i kolovoz) su bile od 1,5 do 9 °C. Tijekom siječnja, veljače, ožujka, studenog i prosinca su odstupanja temperature od optimalnih bile su manje za -5 do -9 °C. Jedini mjesec kada temperature nisu odstupale od optimalnih je bio mjesec travanj.

Prema autoru Bohmanova (2007.) sezonske razlike u proizvodnji mlijeka uzrokovane su periodičnim promjenama okoliša tijekom godine. Posljedice manje proizvodnje mlijeka uzrokuje izravan utjecaj koji je povezan s manjim unosom suhe tvari i neizravan utjecaj koji uzrokuje promjenu u kvaliteti i količini hrane. Jasno je kako je tijekom ljetnih mjeseci, kada su temperature zraka veće, proizvodnja mlijeka manja. Posljedica manje proizvodnje mlijeka

je smanjeni unos suhe tvari. Važna je kombinacija temperature i vlage okoline mliječnih krava.

Negativni utjecaj godišnjeg doba i THI na proizvodnju mlijeka utvrđeno je i u ovom istraživanju. Tijekom ljetnog perioda kada su bile najvišlje temperature zraka i nepovoljniji odnosi vlage i temperature, proizvodnja mlijeka je bila značajno manja u odnosu na razdoblje jeseni i zime. Kada je THI bio iznad 72 proizvodnja mlijeka je bila značajno niža u odnosu na razdoblje kada je THI bio ispod te granične vrijednosti.

Brzina strujanja zraka u navedenom istraživanju iznosila je 0,43 m/s što je u optimalnim granicama kako navodi i autor Asaj (2003.). gdje brzina strujanja zraka ne bi trebala prelaziti raspon između 0,3 i 0,5 m/s.

Osvjetljenost u istraživanju je u prosjeku bila 9.829,03 lux-a, što je više nego dovoljno za krave u laktaciji.

Razina amonijaka iznosila je 1,08 ppm što je u dopuštenim granicama od 20 ppm (Praktische Tierhygiene, 2010.), razina sumporovodika iznosila je 0,09 ppm od dopuštene granice od 5 ppm (Praktische Tierhygiene, 2010.) a razina ugljičnog dioksida je 980,02 ppm od dopuštene granice od 3000 ppm (Praktische Tierhygiene, 2010.).

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu proučene literature, te rezultata istraživanja može se zaključiti da se mikroklimatski uvjeti u stajama kao što su temperatura, vlaga, brzina strujanja zraka, osvijetljenost, prašina, mikroorganizi i štetni plinovi trebaju održavati u optimalnim granicama.

Godišnje prosječne vrijednosti temperature, vlage i THi-a su bile u optimalnim vrijednostima za muzne krave, međutim kada se gleda kroz godišnja doba, utvrđeno je da su ti mikroklimatski parametri prelazili dozvoljene vrijednosti tijekom ljeta. Dulji period ljetnog razdoblja krave su bile izložene toplotnom stresu. Odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti (5-25 °C) tijekom ljetnih mjeseci su bile od 1,5 do 9 °C. Tijekom siječnja, veljače, ožujka, studenog i prosinca su odstupanja temperature od optimalnih bile su manje za -5 do -9 °C. Jedini mjesec kada temperature nisu odstupale od optimalnih je bio mjesec travanj. Utvrđena je značajno manja proizvodnja mlijeka kod krava tijekom razdoblja s THI manjim od 72 u odnosu na razdoblje kada je THi veći od 72. Mjereni plinovi i osvjetljenje su bili ispod gornje dozvoljene granice.

Održavanje optimalnih granica navedenih mikroklimatskih parametara potrebno je zbog velikog utjecaja na zdravlje i dobrobit mliječnih krava te na proizvodnju mlijeka. Stajske plinove, ugljikov dioksid, amonijak, sumporovodik i metan u optimalnim granicama postiže se prozračivanjem staja. Temperature od 5-25 °C su prihvatljive jer se krave mogu hladiti na adekvatan način. Temperature više od navedene onemogućuju gubitak topline putem mehanizama gubitka topline i dolazi do toplinskog stresa. Toplinski stres negativno utječe na cijeli sustav krava i proizvodnju mlijeka, koja nam je i najvažnija u proizvodnji mlijeka. Pod toplinskim stresom krava konzumira manje hrane što dovodi do smanjenje proizvodnje mlijeka. Negativan utjecaj se odražava kako na proizvodnim reakcijama tako i na fizičkim i metaboličkim reakcijama. Visoko produktivne krave konzumiraju više hrane i s time proizvode više metaboličke topline koja se treba osloboditi. Pod toplinskim stresom moguće je uvesti strategije za smanjenje toplinskog stresa kao što je ventilacija, balansiranost obroka, sjenila, voda i sl. Temperaturno-humidni indeks (THI) je alternativni pristup vrednovanja potreba za hlađenjem krava koji nam može pomoći u ovo vrijeme globalne promjene klime kako bi odražali genetski povećanu proizvodnju mlijeka.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdel-Bary, H.H., Mahmoud, M.M., Zaky, H.I., Mohamed, A.A., (1992.): Effects of season and month of calving on estrous performance, services conception and milk yield of Friesian cows in Egypt. Egypt. J. Anim. Prod. 29 (2), 229–253.
2. Adin, G., Solomon, R., Shoshani, E., Flamenbaum, I., Nikbachat, M., Yosef, E., Zenou, A., Halachmi, I., Shamay, A., Brosh, A., Mabjeesh, S.J., Miron, J. (2008.): Heat production, eating behaviorand milkyieldoflactating cowsfed two rations differing in roughage content and digestibility under heat load conditions, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Israel
3. Aharoni, Y., Brosh, A., Harari, Y., (2005.): Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditures. Livest. Prod. Sci. 92, 207–219.
4. Albright, J.L., Alliston, C.W., (1972.): Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. J. Anim. Sci. 32, 566–577.
5. Alexander, G., (1974.): Heat loss from sheep. In: Monteith, J.L.,Mount, L.E. (Eds.), Heat Loss From Animals and Man. Butterworth, London, pp. 187–188.
6. Alvarez, M.B., Johnson, H.D., (1973.): Environmental heat exposure on cattle plasma catecholamine and glucocorticoids. J. Dairy Sci. 56, 189–194.
7. Anderson, M., (1985.): Effects of drinking water temperature on water intake and milk yield of tied up dairy cows. Livest. Prod. Sci. 12, 329–338.
8. Armstrong, D.V. (1994.): Heat stress interactions with shade and cooling. J. Dairy Sci. 77:2044-2050.
9. Asaj, A. (1997.): Roof ventilation in the prevention of pneumonia in fatening calves. Preceedings od the 9th International congress on animal hygiene , Helsinki 48-51
10. Asaj, A. (2003.): Higijena na farmi i u okolišu, Medicinska naklada, Zagreb, str. 81-93, 139.-142.
11. Attenberry, J.T., Johnson, H.D., (1968.): Effect of environmental temperature, controlled feeding and fasting on rumen motility. J. Anim. Sci. 29, 734–737.
12. Badinga, L., Thatcher, W.W., Diaz, T., Drost, M., Wolfenson, D., (1993.): Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. Theriogenology 39, 797–810.

13. Bahadir, M., Parlar, H., Spiteller, M. (1995.): Springer Umwelt Lexikon. Verlag Springer, Berlin-Heidelberg
14. Barash, H., Silanikove, N., Weller, J.I., (1996.): Effect of season of birth on milk, fat, and protein production of Israeli Holsteins. J. Dairy Sci. 79, 1016–1020.
15. Beede, D.K., Collier, R.J., (1986.): Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. J. Anim. Sci. 62, 543–554.
16. Berman, A. J. (2005.): Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. J. Anim. Sci. 83:1377-1384.
17. Berman, A., (1968.): Nychthermeral and seasonal patterns of thermoregulation in cattle. Aust. J. Agric. Res. 19, 181–188.
18. Berman, A., Folman, Y.M., Kaim, M., Mamen, Z., Herz, D.,Wolfenson, A., Graber, Y., (1985.): Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a tropical climate. J. Dairy Sci. 68, 488–495.
19. Berry I.L, Shanklin, M.D. i Johnson, H.D. (1964.): Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. Trans. Am. Soc. Ag. Eng. 7:329-331.
20. Bianca, W., (1959.): Acclimatization of calves to hot, humid environment. J. Agric. Sci. 52, 305–312.
21. Blazquez, N.B., Long, S.E., Mayhew, T.M., Perry, G.C., Prescott, N.J.,Wathes, C.M., (1994.): Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. Res.Vet. Sci. 57, 277–284.
22. Bligh, J., (1973.): Temperature Regulation in Mammals and Other Vertebrates. North Holland, Amsterdam, pp. 351–354.
23. Bligh. J. (1976.): Introduction to acclamatory adaptation-including notes on terminology. In: Environmental Physiology of Animals. pp 219-229. Edited by J. Bligh, J.L. Cloudsley-Thompson and A.G. Macdonald. John Wiley and Sons. New York.
24. Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J.B., (2007.): Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress, Department of Animal and Dairy Science, University of Georgia, Athens 30602
25. Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M., Belyea, R. (2002): The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. Anim. Res. 51, 479-491.

26. Brody, S. (1945.): Bioenergetics and Growth: With Special Reference to the Efficiency Complex in Domestic Animals. Reinhold Publishing Corporation, Waverly Press, Baltimore, MD.
27. Brosh, A., (2007.): Heart rate measurement as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants:a review.J.Anim.Sci. 85, 1213–1227.
28. Brouček, J., Novak, P., Vokralova J., Šoch, M., Kišac, P., Uhrinčat, M., (2009.): Effect of high temperature on milk production of cows from free-stall housing with natural ventilation. Slovak Journal of Animal Science 42(4), 167-173.
29. Burfening, P.J., Ulberg, L.C., (1968.): Embryonic survival subsequent to culture of rabbit spermatozoa at 38 and 40 8C. J. Reprod. Fertil. 15, 87–92.
30. Cavestany, D., El-Wishy, A.B., Foote, R.H., (1985.): Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. J. Dairy Sci. 68, 1471–1478.
31. Cena, K., Monteith, K., (1975.): Transfer processes in animal coats.1. Radiative transfer. Proc. R. Soc. Lond. B 188, 377.
32. Chan, S.C., Huber, J.T., Chen, K.H., Simas, J.M., Wu, Z. (1997.): Effects of ruminally inert fat and evaporative cooling on dairy cows in hot environmental temperatures. J. Dairy Sci. 80, 1172–1178.
33. Christopherson, R.J., Kennedy, P.M., (1983.): Effect of thermal environment on digestion in ruminants. Can. J. Anim. Sci. 63, 447–496.
34. Collier, R.J., Beede, D.K., Thatcher, W.W., Israel, L.A., Wilcox, C.J., (1982.): Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. J. Dairy Sci. 65, 2213–2227.
35. Coppock, C.E., Grant, P.A., Portzer, S.J., Charles, D.A., Escobosa, A., (1982.): Lactating dairy cow responses to dietary sodium, chloride, and bicarbonate during hot weather. J. Dairy Sci. 65, 566–576.
36. Cummins, K., (1998.): Bedding plays role in heat abatement. Dairy Herd Manage. 35 (6), 20.
37. Cummins, K.A. (1992.): Effect of dietary acid detergent fiber on responses to high environmental temperature. J. DairySci. 75, 1465–1471.
38. Dewi, I. Ap., Axford, R.F.E., Fayez, I., Marai, M., Omed, H.M. (1994.): Pollution in livestoch production systems. CAB International Wallingford, Oxon
39. Du Preez, J.H., Giesecke, W.H., Hattingh, P.J. (1990a): Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity indeks mean values during the four main seasons. Onderstepoort J. Vet. Res. 57, 77- 86.

40. Du Preez, J.H., Hatting, P.J., Giesecke, W.H., Eisenberg, B.E. (1990b): Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. III. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle. Onderstepoort J. Vet. Res. 57, 243-248.
41. Eastridge,M.L.,Bucholtz,H.F.,Slater,A.L.,Hall,C.S. (1998.): Nutrient requirements for dairy cattle of the National Research Council vs some commonly used software. J. Dairy Sci. 81, 3049–3062.
42. Esmay, M.L., (1969.): Principles of Animal Environment. AVI, Westport, CT.
43. Finch,V.A. (1976.) An assessment of the energy budget of Boran cattle. J. Therm. Biol. 1, 143–148.
44. Flamenbaum, I., Wolfenson, D., Maman, M., Berman, A. (1986.): Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. J. Dairy Sci. 69, 3140–3147.
45. Fregley, M.J. (1996.): Adaptations: some general characteristics. In: Handbook of Physiology, Section 4: Environmental Physiology. pp 3-15 Vol I, Edited by M.J Fregley and C. M. Blatteis. Oxford University Press.
46. Gantner, Vesna, Mijić, P., Kuterovac, K., Solić, D., Gantner, R. (2011.): Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle
47. Graham, N.Mc., Wainman, F.W., Blaxter, K.L., Armstrong, D.G. (1959.): Environmental temperature, energy metabolism and heat regulation in sheep. I. Energy metabolism in closely clipped sheep. J. Agric. Sci. (Camb.) 52, 13–24.
48. Gwazdauskas, F.C., Lineweaver, J.A., Vinson, W.E., (1981.): Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle. J. Dairy Sci. 64, 358–362.
49. Habeeb, A.A.M., Marai, I.F.M., Kamal, T.H., (1992.): Heat stress. In: Phillips, C., Pigginns, D. (Eds.), Farm Animals and the Environment. CAB International, Wallingford, UK, pp. 27–47.
50. Halachmi, I., Maltz, E., Livshin, N., Antler, A., Ben-Ghedalia, D., Miron, J.,(2004.): Effects of replacing roughage with soy hulls on feeding behavior and milk production of dairy cows under hot weather conditions. J. Dairy Sci. 87, 2230–2238.
51. Hales, J.R.S., Bell, A.W., Fawcett, A.A., King, R.B., (1984.): Redistribution of cardiac output and skin AVA activity in sheep during exercise and heat stress. J. Therm. Biol. 9, 113–116.
52. Hamada, T., (1971.): Estimation of lower critical temperatures for dry and lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 54, 1704–1705.

53. Hammel, H.T., (1968.): Regulation of internal body temperature. Annu. Rev. Physiol. 30, 641–646.
54. Hansen, P.J., (1997.): Effects of environment on bovine reproduction. In: Youngquist, R.S. (Ed.), Current Therapy in Large Animal Theriogenology.W.B. Saunders, Philadelphia, pp. 403–415.
55. Horowitz, M. (2001.): Heat acclimation: phenotypic plasticity and cues underlying the molecular mechanims. Journal of Thermal Biology, 26, 357-363.
56. Horowitz, M., Kaspler, P., Marmary, Y. and Oron. Y. (1996.): Evidence for contribution of effector organ cellular responses to biphasic dynamics of heat acclimation. Journal of Applied Physiology, 80, 77-85.
57. Huber, J.T., Higginbotham, G., Gomez-Alarcon, R.A., Taylor, R.B., Chen, K.H.,Chan ,S.C.,Wu,Z. (1994.): Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. J. Dairy Sci. 77, 2080–2090.
58. Hunhke R. L., McCowan, L. C., Meraz, L:C., Harp, S.L. i Payton, M. E. (2001.): Determining the frequency and duration of elevated temperature-humidity index. ASAE. Annual International Meeting, Sacramento, CA. Am. Soc. Agric. Biol. Eng., St. Joseph, MI.
59. Igono, M.O., Bjotvedt, G., Sanford-Crane, HT. (1992.): Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. Int J Biometeorol 36, 77-87
60. Igono, M.O., Johnson,H.D., (1990.): Physiological stress index of lactating dairy cows based on diurnal pattern of rectal temperature. J. Interdiscip. Cycl. Res. 21, 303–320.
61. Internet: http://www.google.hr/url?
62. Ittner, N.R., Kelly, C.F., Guilbert, H.R., (1951.): Water consumption of Hereford and Brahman cattle and the effect of cooled drinking water in a hot climate. J. Anim. Sci. 10, 742–751.
63. Johnson, H.D. and Vanjonack, W.J. (1976.): Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. Journal of Dairy Science, 59, 1603-1617.
64. Johnson, H.D., (1980.): Depressed chemical thermogenesis and hormonal functions in heat. In: Environmental Physiology: Aging, Heat, and Altitude. Elsevier/North Holland, New York, pp. 3–9.

65. Johnson, H.D., (1987.): Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. In: Johnson, H.D. (Ed.), Bioclimatology and the Adaptation of Livestock. Elsevier, Amsterdam, pp. 35–57.
66. Johnson, H.D., Katti, P.S., Hahn, L., Shanklin, M.D., (1988.): Shortterm heat acclimation effects on hormonal profile of lactating cows. In: Research Bulletin No. 1061. University of Missouri, Columbia.
67. Johnston, J.E., McDowell, R.E., Shrode, R.R., Legates, J.E., (1959.): Summer climate and its effect on dairy cattle in the Southern region. In: Southern Cooperative Series Bulletin No. 63.
68. Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz, E., (2001.): Heat stress in lactating dairy cows, Department of Animal Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, USA Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50 250, Israel
69. Kadzere,C.T.,Murphy,M.R.,Silanikove,N.,Maltz,E., (2002.): Heat stress in lactating dairy cows:a review.Livest.Prod. Sci. 77, 59–91.
70. Kibler, H.H., Brody, S., (1951.): Environmental physiology with special reference to domestic animals. XVIII. Influence of increasing temperature on heat production and cardiorespiratory activities in Brown Swiss and Brahman cows and heifers. Univ. Missouri Agric. Exp. Stat. Res. Bull. No. 475.
71. Kibler, H.H., Brody, S., (1954.): Influence of radiation intensity onevaporative cooling, heat production and cardio-respiratory activities in Jersey, Holstein and Brahman cows. Univ. Missouri Agric. Exp. Stat. Res. Bull. No. 574.
72. Kibler, H.H. (1964): Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured byeight physiological responses. Res. Bull. Missouri Agric. Exp. Station. 862.
73. Lu, C.D., (1989.): Effect of heat stress on goat production. Small. Rumin. Res. 2, 151–162.
74. Maltz, E., Olsson, K., Glick, S.M., Fyhrquist, F., Silanikove, N., Chosniak, I., Shkolnik, A., (1984.): Homeostatic response to water deprivation or hemorrhage in lactating and non lacating Bedouin goats. Comp. Biochem. Physiol. 77A, 79–84.
75. McDowell, R.E., Hooven, N.W., Camoens, J.K., (1976.): Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. J. Dairy Sci. 59, 965–973.

76. McLean, J.A., (1963.): The partition of insensible losses of body weight and heat from cattle under various climatic conditions. J. Physiol. (Lond.) 167, 427–434.
77. Mijić, P. (2013.): Microclimate parameters on the cattle farms and some technological solutions for elimination of their harmful influence. 10th International Symposium Modern Trend sin Livestock Production. 37 – 47. Beograd, Srbiija.
78. Mijić, P., Bobić, T. (2012): Značajke toplotnog stresa kod krava na mliječnim farmama. VIII. Savjetovanje uzgajivača goveda u RH, Osijek, Hrvatska, 15. - 16. 11. 2012., Hrvatska poljoprivredna agencija, 43-47.
79. Milam, K.Z., Coppock, C.E., West, J.W., Lanham, J.K., Nave, D.H., LaBore, J.M., (1985.): Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. J. Dairy Sci. 69, 1013–1019.
80. Miron, J., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D. (2001.): Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected by product feeds. J. Agric. Food Chem. 49 (5), 2322–2326.
81. Miron, J., Yosef, E., Maltz, E., Halachmi, I. (2003.): Soybean hulls as are placement of forage neutral detergent fiber in total mixed rations of lactating cows. Anim. Feed Sci. Technol. 106, 21–28.
82. Mitra, R.G., Christison, G.I., Johnson, H.D., (1972.): Effect of prolonged thermal exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle. J. Anim. Sci. 34, 776–779.
83. National Research Council, (1989.): In: 6th Revised Edition Update. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, DC.
84. Nebel, R.L., Jobst, S.M., Dransfield, M.B.G., Pandolfi, S.M., Bailey, T.L., (1997.): Use of a radio frequency data communication system, HeatWatch , to describe behavioral estrus in dairy cattle. J. Dairy Sci. 80 (Suppl.), 179, Abstract.
85. Omar, E.A., Kirrella, A.K., Soheir, A., Fawzy, A., El-Keraby, F., (1996.): Effect of water spray followed by forced ventilation on some physiological status and milk production of post calving Friesian cows. Alex. J. Agric. Res. 4, 71–81.
86. Praktische Tierhygiene (2010.): Material zum kurs, 7. Studiensemester WS 2009/2010. Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen im Zentrum für Veterinary Public Health der Veterinär medizinischen Fakultät Universität Leipzig, 1 - 124.
87. Purwanto, B.P., Abo, Y., Sakamoto, R., Furumoto, F., i Yamamoto, S. (1990.): Dirunal patterns of heat production and heart rate under thermoneutral conditions in Holstein Friesian cows differeing in milk production. J. Agric. Sci. 114:139-142.

88. Richards, J.I., (1985.): Milk production of Friesian cows subjected to high daytime temperatures when allowed food either ad lib or at night time only. Trop. Anim. Health Prod. 17, 141–152.
89. Roenfeldt, S., (1998.): You can't afford to ignore heat stress. Dairy Manage. 35 (5), 6–12.
90. Salem, M.H., Yousef, M.K., El-Sherbiny, A.A., Khalili, M.H. (1982.): Physiology of sheep and goats in the tropics. In: Yousef, M.K. (Ed.), Animal Production in the Tropics. Praeger, New York, pp. 148–157.
91. Schmidt-Nielsen, K., (1964.): Desert Animals: Physiological Problems of Heat and Water. Clarendon Press, Oxford.
92. Schneider, P.L., Beede, D.K.,Wilcox, C.J., (1988.): Nycterohemeral patterns of acid–base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. J. Anim. Sci. 66, 112–125.
93. Serbester, U., Görgülü, M., Kutlu, H.R., Yurtseven, S., Arieli, A.,Kowalski, Z.M., (2005.): The effects of sprinkler+fan, SH meal ordietary fat on milk yield and milk composition of dairy cows in mid lactation during summer. J. Anim. Feed Sci. 14 (4), 634–654.
94. Shalit, O., Maltz, E., Silanikove, N., Berman, A., (1991.): Water, Na, K, and Cl metabolism of dairy cows at onset of lactation in hot weather. J. Dairy Sci. 74, 1874–1883.
95. Shearer, J.K., Beede, D.K., (1990.): Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. Agri-Practice 11, 5–17.
96. Silanikove, N., (1992.): Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. Livest. Prod. Sci. 30, 175–194.
97. Silanikove, N., (1994.): The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. Exp. Physiol. 79, 281–300.
98. Silanikove, N., (2000.): Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest. Prod. Sci. 67, 1–18.
99. Silanikove, N., Tadmore, A., (1989.): Rumen volume, saliva flow rate and systemic fluid homeostasis in dehydrated cattle. Am. J. Physiol. 256, R809–R815.
100. Smit, B., Mc Nabb, D., Smihers, J. (1996.): Agricultural adaptation to climatic variation. Climatic change 33, 7-29.

101. Stewart, R.E., Brody, S., (1954.): Effect of radiation intensity on hair and skin temperatures and on respiration rates of Holstein, Jersey and Brahman cattle at air temperatures 45, 70 and 80 8F.In: Univ. Missouri Agric. Exp. Stat. Res. Bull. No. 561.

102. Strahler, A.N., Strahler, A.H., (1984.): Elements of Phisical Geology. John Wiley and Sons, New York.

103. Thatcher, W.W., (1974.): Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation. J. Dairy Sci. 57, 360–368.

104. Thom, E. C., (1959.): The discomfort index. Weatherwise 12, 57-59.

105. Thom, E.C. (1958.): Cooling degree days. Air conditioning, heating and ventilating 55:65-69.

106. Thompson, H.J., Worstell, D.M., Brody, S., (1949.): Influence of temperature, 50 to 105 8F, on water consumption in dairy cattle. In: Res. Bull. Missouri Agric. Exp. Stat. No. 436.

107. West, J.W., (2003.): Effects of Heat Stress on Production in Dairy Cattle. Journal of Dairy Science 86, 2131-2144.

108. West, J.W.,Hill, G.M., Fernandez, J.M., Mandebvu, P., Mullinix, B.G. (1999.): Effect of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather.J.DairySci. 82, 2455–2465.

109. Yousef, M.K., (1985.): Basic Principles. Stress Physiology in Livestock,Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, FL.

110. Yousef, M.K., Johnson, H.D. (1966.): Calorigenesis of dairy cattle as influenced by thyroxine and environmental temperature. J.Anim. Sci. 25, 150–156.

8. SAŽETAK

Mikroklimatski uvjeti u stajama su temperatura zraka, vlaga zraka, brzina strujanja zraka, osvijetljenost, prašina, mikroorganizi i štetni plinovi te ih treba održavati u optimalnim granicama. Istraživanje mikroklimatskih parametar rađeno je na farmi mliječnih krava „Landia“ u Tordincima. Tijekom ljetnih mjeseci je smanjena proizvodnja mlijeka uslijed toplinskog stresa što suzbija veliki genetski napredak postignut u povećanju proizvodnje mlijeka. U istraživanju proizvodnja mlijeka kretala se od 20,10 do 32,8 kg. Odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti (5-25 °C) tijekom ljetnih mjeseci su bile od 1,5 do 9 °C. Tijekom siječnja, veljače, ožujka, studenog i prosinca su odstupanja temperature od optimalnih bile su manje za -5 do -9 °C. Jedini mjesec kada temperature nisu odstupale od optimalnih je bio mjesec travanj. Proizvodnja mlijeka bila je najviša kada su temperature i vlaga zraka bili u povoljnom odnosu (THI <72) odnosno tijekom hladnijeg razdoblja godine, u jesen i zimu. Temperaturno humidni indeks se koristi za procjenu zahtjeva za hlađenje mliječnih krava kako bi se poboljšala učinkovitost upravljanja strategijama za smanjivanje stresa uzrokovanog vrućinom. Utvrđena je velika zastupljenost razdoblja tijekom ljeta kada su vrijednosti THI iznosila je od 65 do 75, kada su krave bile izložene nepovoljnim omjerima temperature i vlage zraka.

Ključne riječi: mikroklima, temperatura, vlaga, THI, krave, mliječna farma

9. SUMMARY

Microclimate conditions in the stall are air temperature, air humidity, air velocity, ambient light, dust, microorganisms and harmful gases and should be maintained within the optimal range. Research microclimate parameter was carried out on a dairy farm "Landia" in Tordinci. During the summer months was reduced milk production due to heat stress which suppresses the great genetic progress in increasing milk production. The study milk production ranged from 20.10 to 32.8 kg. Temperature deviation from the optimum value (5-25 °C) during the summer months were from 1.5 to 9 °C. During January, February, March, November and December are deviations from the optimal temperature was less of -5 to -9 °C. The only month when the temperature did not differ from the optimal was the month in April milk production was highest when the temperature and humidity were favorable compared (THI < 72) or during cooler periods of the year , in the fall and winter. Temperature humid index is used to assess the requirements for cooling dairy cows to enhance the effectiveness of management strategies to reduce heat stress. There was a large representation during the summer period when the value of THI was 65-75 when the cows were exposed to unfavorable ratios of temperature and humidity.

Key words: microclimate, temperature, humidity, THI, cows, dairy farm

10. POPIS TABLICA

TABLICA **STRANICA**

1. Volumni prirodni plinski sastav čistog zraka 1

2. Granične vrijednosti hlapljivih mirisnih organskih spojeva u zraku staja 2

3. Značajke hlapljivih tvari iz animalnog otpada i njihov utjecaj na ciljane organe 3

4. Mogući učinak prašine i mikroorganizama na zdravlje životinja 4

5. Dopuštene gornje vrijednosti za štetne plinove u zraku staja 5

6. Optimalne i dopuštene proizvodne vrijednosti temperature zraka u biozoni goveda 7

7. Početak toplinskog stresa i stopa pada proizvodnje mlijeka za sedam vrijednosti THI 20

8. Popis korištenih uređaja za mjerenje mikroklimatskih parametara u staji 26

9. Prikaz osnovnih mikroklimatskih pokazatelja na istraživanoj farmi 29

10. Prikaz prisutnih plinova zraka, brzine strujanja zraka i jačine osvjetljenja na istraživanoj farmi 29

11. Prikaz osnovnih mikroklimatskih pokazatelja na istraživanoj farmi kroz četiri razdoblja 30

12. Prikaz statističkih značajnosti između srednjih vrijednosti osnovnih mikroklimatskih parametara ovisno o godišnjem dobu 34

11. POPIS SLIKA

SLIKA **STRANICA**

1. Prikaz temperature i relativne vlažnosti u odnosu na THI i stanje toplinskog stresa 17

12. POPIS SHEMA

SHEMA **STRANICA**

1. Prikaz mjerenih točaka unutar objekta 27

2. Izgled objekta na istraživanoj farmi 27

13. POPIS GRAFIKONA

GRAFIKON **STRANICA**

1. Prikaz temperature zraka kroz godišnja doba 30
2. Prikaz odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti kroz mjesece 31
3. Osnos temperature i vlage zraka s temperaturno humidnim indeksom 32
4. Kretanje temperaturno humidnog indeksa tijekom ljetnog razdoblja 32
5. Proizvodnja mlijeka ovisno o temperaturno humidnom indeksu 33
6. Kretanje dnevnih temperatura zraka i proizvodnje mlijeka 34

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Sveučilišni diplomski studij, smjer Specijalna zootehnika

Istraživanje mikroklimatskih značajki na mliječnoj farmi

Katarina Gašić

Sažetak
Mikroklimatski uvjeti u stajama su temperatura zraka, vlaga zraka, brzina strujanja zraka, osvijetljenost, prašina, mikroorganizi i štetni plinovi te ih treba održavati u optimalnim granicama. Istraživanje mikroklimatskih parametara rađeno je na farmi mliječnih krava „Landia“ u Tordincima. Tijekom ljetnih mjeseci je smanjena proizvodnja mlijeka uslijed toplinskog stresa što suzbija veliki genetski napredak postignut u povećanju proizvodnje mlijeka. U istraživanju proizvodnja mlijeka kretala se od 20,10 do 32,8 kg. Odstupanja temperature zraka od optimalne vrijednosti (5-25 °C) tijekom ljetnih mjeseci su bile od 1,5 do 9 °C. Tijekom siječnja, veljače, ožujka, studenog i prosinca su odstupanja temperature od optimalnih bile su manje za -5 do -9 °C. Jedini mjesec kada temperature nisu odstupale od optimalnih je bio mjesec travanj. Proizvodnja mlijeka bila je najviša kada su temperature i vlaga zraka bili u povoljnom odnosu (THI <72) odnosno tijekom hladnijeg razdoblja godine, u jesen i zimu. Temperaturno humidni indeks se koristi za procjenu zahtjeva za hlađenje mliječnih krava kako bi se poboljšala učinkovitost upravljanja strategijama za smanjivanje stresa uzrokovanog vrućinom. Utvrđena je velika zastupljenost razdoblja tijekom ljeta kada su vrijednosti THI iznosila je od 65 do 75, kada su krave bile izložene nepovoljnim omjerima temperature i vlage zraka.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Mentor: Prof. dr. sc. Pero Mijić

Broj stranica: 54
Broj grafikona i slika: 9
Broj tablica: 12
Broj literaturnih navoda: 110
Broj priloga: 0
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: mikroklima, temperatura, vlaga, THI, krave, mliječna farma

Datum obrane: 27. 05. 2014.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. izvr. prof. dr. sc. Vesna Gantner, predsjednica
2. prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor i član
3. prof. dr. sc. Boris Antunović, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University in Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agriculture in Osijek
University Graduate Studies, course Special Zootehnique

Research microclimate features on the dairy farm

Katarina Gašić

Abstract:
Microclimate conditions in the stall are air temperature, air humidity, air velocity, ambient light, dust, germs and harmful gases and should be maintained within the optimal range. Research microclimate parameters was carried out on a dairy farm "Landia" in Tordinci. During the summer months was reduced milk production due to heat stress which suppresses the great genetic progress in increasing milk production. The study milk production ranged from 20.10 to 32.8 kg. Temperature deviation from the optimum value (5-25 °C) during the summer months were from 1.5 to 9 °C. During January, February, March, November and December are deviations from the optimal temperature were less of -5 to -9 °C. The only month when the temperature did not differ from the optimal was the month in April milk production was highest when the temperature and humidity were favorable compared (THI<72) or during cooler periods of the year, in the fall and winter. Temperature humid index is used to assess the requirements for cooling dairy cows to enhance the effectiveness of management strategies to reduce heat stress. There was a large representation during the summer period when the value of THI was 65-75 when the cows were exposed to unfavorable ratios of temperature and humidity.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek
Mentor: prof. dr. sc. Pero Mijić

Number of pages: 54
Number of picture, scheme and chart: 9
Number of tables: 12
Number of references: 110
Original in: Croatian

Key words: microclimate, temperature, humidity, THI, cows, dairy farm

Thesis defended on date: 27. 05. 2014.

Reviewers:

1. PhD Vesna Gantner, professor, president
2. PhD Pero Mijić, full professor, member and mentor
3. PhD Boris Antunović, full professor, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.