

Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje mliječnih krava

Bahorić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:412927>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA
ZDRAVLJE MLIJEČNIH KRAVA**

ZAVRŠNI RAD

Luka Bahorić

Zagreb, Rujan, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Preddiplomski studij:
Animalne znanosti

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE MLIJEČNIH
KRAVA

ZAVRŠNI RAD

Luka Bahorić

Mentor: prof. dr. sc. Antun Kostelić

Zagreb, Rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Luka Bahorić**, JMBAG 0178121906, izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad pod naslovom:

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE MLIJEČNIH KRAVA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga završnog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj završni rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga završnog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI ZAVRŠNOG RADA**

Završni rad studenta Luka Bahorić, JMBAG 0178121906, naslova

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE MLIJEČNIH KRAVA
mentor je ocijenio ocjenom _____.

Završni rad obranjen je dana _____ pred povjerenstvom koje je prezentaciju ocijenilo ocjenom _____, te je student postigao ukupnu ocjenu¹ _____.

Povjerenstvo:

Potpisi:

1. prof. dr. sc. Antun Kostelić mentor _____

2. _____ član _____

3. _____ član _____

¹ Ocjenu završnog rada čine ocjena rada koju daje mentor (2/3 ocjene) i prosječna ocjena prezentacije koju daju članovi povjerenstva (1/3 ocjene).

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada	1
2. Klima i klimatske promjene	2
2.1. Uzroci klimatskih promjena	2
3. Utjecaj klimatskih promjena na stočarstvo	3
3.1. Fiziologija mliječnih krava	3
3.2. Utjecaj klimatskih promjena na mliječne krave	3
3.3. Bolesti uzrokovane visokim temperaturama	3
4. Potencijalna rješenja	3
4.1. Prilagodba prostora	4
4.3. Sinkronizacija estrusa	4
4.4. Uzgoj otpornih pasmina	4
5. Zaključak	5
6. Popis literature	6

Sažetak

Završnog rada studenta Luka Bahorić, naslova

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ZDRAVLJE MLIJEČNIH KRAVA

Klimatske promjene uzrokovane su globalnim zagrijavanjem i odnose se na dugoročne negativne vremenske prilike na Zemlji. Negativne posljedice klimatskih promjena prisutne su u mnogim sferama ljudskih djelatnosti pa tako i u stočarskoj odnosno govedarskoj proizvodnji. Visoke temperature negativno utječu na zdravlje i proizvodnost mliječnih krava. Visoke temperature okoliša negativno djeluju na konzumaciju hrane a time i na proizvodnost i zdravlje mliječnih krava. Klimatske promjene time predstavljaju globalni problem u govedarskoj proizvodnji. Kako bi se smanjio negativan utjecaj klimatskih promjena potreban je novi pristup tehnologiji uzgoja i upravljanju zdravljem mliječnih krava.

Ključne riječi: klimatske promjene, zdravlje životinja, mliječne krave

Summary

Of the final work - student **Luka Bahorić**, entitled

THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON THE HEALTH OF DAIRY COWS

Climate change is caused by global warming and refers to long-term negative weather conditions on Earth. The negative consequences of climate change are present in many spheres of human activities, including livestock production and more specifically cattle production. High temperatures are especially a problem for dairy cows. High environmental temperatures have a negative effect on feed consumption and thus on the productivity and health of dairy cows. Climate change thus represents a global health and economic problem in cattle production, and it is necessary to take measures to combat the negative effects of climate change on the health of cows.

Keywords: climate change, animal health, dairy cows

1. Uvod

Čovjekov utjecaj na klimu znatno je povećan u drugoj polovici 18. stoljeća početkom industrijske revolucije. Tijekom industrijskog doba dolazi do naglog povećanja potrebe za prirodnim sirovinama za industrijsku preradu te porast u količini hrane potrebne za opskrbu tada sve većeg broja industrijskih radnika. Zbog povećane potražnje dolazi do naglog povećanja klimatski štetnih aktivnosti poput urbanizacije, sagorijevanja fosilnih goriva, sječe šuma i razvoja poljoprivrede. Porastom navedenih aktivnosti došlo je do znatnog povećanja stakleničkih plinova u atmosferi u usporedbi s predindustrijskim dobom. Danas stočarski sektor čini oko 14.50 % od sveukupnih antropogenih emisija stakleničkih plinova.

U moderno doba pojam klimatskih promjena se uobičajeno odnosi na promjene klima koje se događaju u današnje doba. Najviše se odnosi na ljudski utjecaj na klimu i razvoj klimatskih promjena, koji se očituje globalnim zatopljenjem. Klimatske promjene su dugoročne promjene statističke raspodjele klimatskih čimbenika koji se odvijaju u periodima od najmanje deset a najviše milijun godina. Takve promjene mogu se odnositi na prosječne vrijednosti klimatskih pokazatelja ili se mogu odnositi na promjene raspodjela klimatskih događaja uzimajući u obzir prosječne vrijednosti i pojave sve prisutnijih ekstremnih vremenskih događaja poput čestih poplava i suša ili ekstremno visokih ili niskih temperatura koje nerijetko donose ekonomske i materijalne štete poljoprivredi. Klimatske promjene mogu se odnositi na cijelu Zemlju ili na specifične određene regije ovisno o veličini zahvaćenog područja.

Poljoprivreda je jedan od socioekonomskih sektora koji najviše ovisi o klimi, budući da većina poljoprivredne proizvodnje izravno ovisi o različitim klimatskim čimbenicima (McArthur, 2016.). Važno je ublažiti i prilagoditi se klimatskim promjenama uz pomoć novih strategija razvoja i održivosti. Brojni znanstvenici i stručnjaci sve više naglašavaju potrebu za daljnjim razvojem održive poljoprivredne proizvodnje koja će biti kompatibilna s različitim ekosustavima, dok će se paralelno obnavljati degradirane poljoprivredne površine. (Jug, 2016.)

Štetan utjecaj visokih temperatura uzrokovanih klimatskim promjenama prisutan je i u stočarskoj odnosno govedarskoj proizvodnji. Visoke temperature okoliša štetno utječu na zdravlje i proizvodnost mliječnih krava. Dokazano je da već temperatura okoliša viša od 25 °C može narušiti proizvodnost mliječnih krava. (Kostelić, 2022.)

1.1. Cilj rada

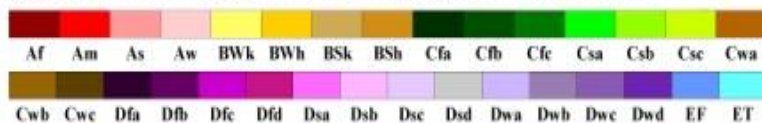
Cilj ovog rada je objasniti osnovne pojmove o klimatskim promjenama, njihovim uzrocima te utjecaju visokih temperatura na zdravlje i produktivnost mliječnih krava te navesti nekoliko potencijalnih rješenja toj problematici.

2. Klima i klimatske promjene

Klima (grč. clima- nagib ili strana svijeta) ili podneblje može se definirati kroz tri pojma: meteorološki, biološki i geografski. Meteorološki se definira kao skup meteoroloških čimbenika i pojava koje u zadanom periodu čine prosječno stanje atmosfere iznad nekog dijela Zemljine površine. Biološki se definira kao sustav klimatskih uvjeta koji s drugim čimbenicima neke sredine određuju postojanje, razvitak, razmnožavanje i migraciju živih bića. Geografski se definira poput skupa atmosferskih stanja koja vladaju nad određenim dijelom Zemljine površine.

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASCLimO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



Main climates

- A: equatorial
- B: arid
- C: warm temperate
- D: snow
- E: polar

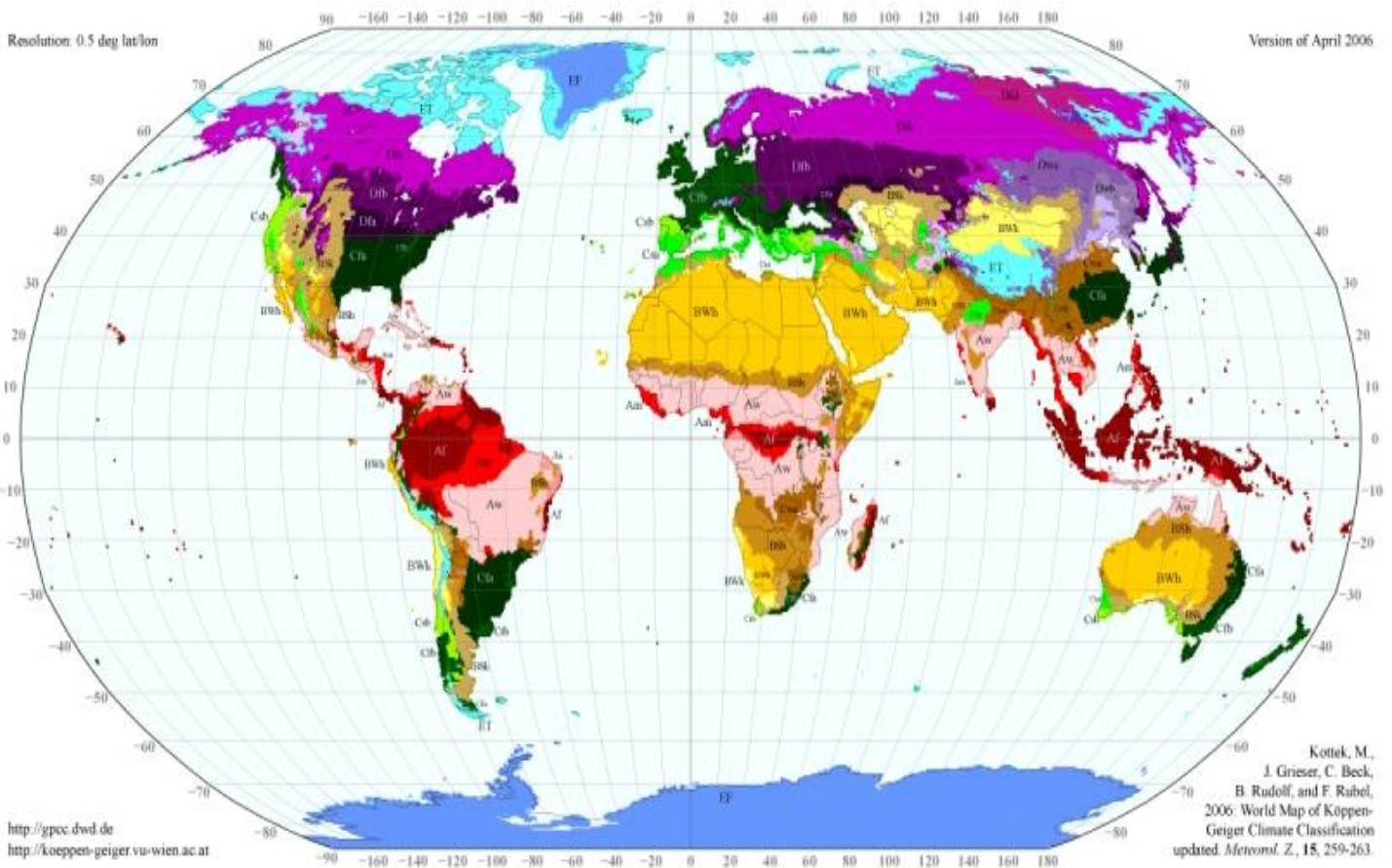
Precipitation

- W: desert
- S: steppe
- f: fully humid
- s: summer dry
- w: winter dry
- m: monsoonal

Temperature

- h: hot arid
- k: cold arid
- a: hot summer
- b: warm summer
- c: cool summer
- d: extremely continental

- F: polar frost
- T: polar tundra



<http://gpec.dwd.de>
<http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at>

Kottke, M.,
 J. Grieser, C. Beck,
 B. Rudolf, and F. Rubel,
 2006: World Map of Köppen-
 Geiger Climate Classification
 updated. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263.

Slika 1.) – Karta svijeta Köppen–Geiger klasifikacije klima

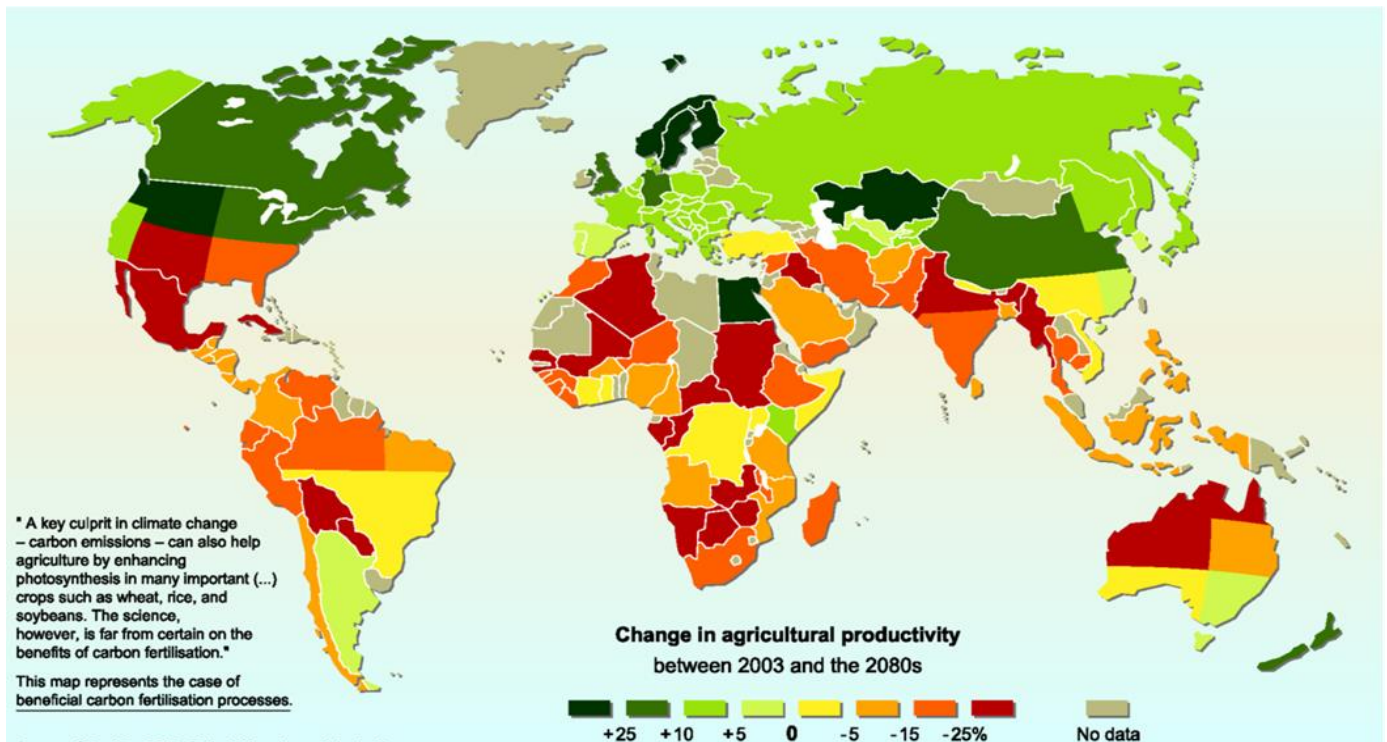
Elementi kojima se određuje klima su insolacija, tlak zraka, vlažnost zraka, temperatura zraka, brzina i smjer vjetra, količina i tip oborina i naoblaka. Promjena navedenih klimatskih elemenata odvija se utjecajem klimatskih faktora ili modifikatora poput raspodjela kopna i mora, reljefa, zemljopisne širine, nadmorske visine, raspodjela kopna i mora, rotacija, revolucija, atmosfere, tlo i biljni pokrov udaljenosti od mora, rijeka, jezera te utjecaj čovjeka.

Klima kao meteorološki pojam dodatno se dijeli na klimu u užem smislu i klimu u širem smislu. U užem smislu predstavlja prosječne vremenske prilike prikazane s pomoću srednje vrijednosti, ekstrema i varijabilnosti klimatskih veličina u dužem, najčešće 30-godišnjem razdoblju. Klimatski pokazatelji su na primjer prizemna temperatura zraka, vjetar i oborine. U širem smislu klima je određena bilancom zračenja koja uzima u obzir sve oblike primljene i izgubljene energije elektromagnetskog zračenja. Klima u širem smislu može se definirati i kao srednje stanje klimatskog sustava koji čini niz sastavnica i njihovo međusobno djelovanje. Sastavnice klimatskih sustava su:

- Atmosfera - omotač oko Zemljine površine koji se sastoji od plinova te krutih i tekućih čestica (aerosola)
- Hidrosfera – obuhvaća oceane, mora, rijeke, jezera, površinske i podzemne vode
- Kriosfera - ledenjaci, morski led, led u rijekama i jezerima, smrznuto tlo, snijeg
- Tlo - obuhvaća karakteristike poput reljefa, vrsta tla, vrste vegetacije te njihovo međudjelovanje s drugim sastavnicama klimatskih sustava
- Biosfera - živa bića na Zemlji.

Klima se mijenja ne samo prostorno već i u vremenu. Različitost klime između vremenskih sezona može se primijetiti na godišnjoj ili višegodišnjoj ljestvici i tijekom dugih vremenskih razdoblja poput ledenih doba koja su uzrokovana astronomskim utjecajima koja mijenjaju količinu i kut dolaznog sunčevog zračenja na Zemljinu površinu. Varijacije klime mogu se iščitati kroz međugodišnju varijabilnost klimatskih čimbenika, promjenu prosječnog stanja klime te učestalosti i skale pojava ekstremnih klimatskih događaja i nepogoda.

Pojam klimatskih promjena uglavnom se odnosi na statistički značajne promjene srednjeg stanja ili varijabilnosti klimatskih veličina koje traju desetljećima i duže. Također se odnosi na antropogeni utjecaj na klimu, posebice na Zemljinu atmosferu i zbog toga se klimatske promjene sve više poistovjećuju s pojmom globalnog zatopljenja.



(Slika 2.) – Karta svijeta s procijenjenim utjecajem klimatskih promjena na agrikulturnu proizvodnju do 2080. godine

2.1. Uzroci klimatskih promjena

Uočene promjene tijekom 20. i 21. stoljeća uključuju porast globalne temperature zraka i oceana, porast globalne razine mora, kronično smanjenje snježnog i ledenog pokrivača, promjene u cirkulaciji atmosfere i oceana i poremećaj sezonskih količina padalina. Te su promjene uzrokovane dodatnom toplinom u klimatskom sustavu zbog nakupljanja stakleničkih plinova u atmosferi. Ovi dodatni staklenički plinovi prvenstveno su uneseni ljudskim aktivnostima kao što je izgaranje fosilnih goriva (ugljen, nafta i prirodni plin), krčenje šuma, poljoprivredne aktivnosti i promjene u korištenju zemljišta. Ove aktivnosti povećavaju količinu stakleničkih plinova koji zadržavaju toplinu u atmosferi. Trend promatranih promjena u klimatskom sustavu u skladu je s povećanim učinkom staklenika. Trend porasta temperature zraka u 20. stoljeću zabilježen je i na postajama u Hrvatskoj (Gajić-Čapka i sur., 2010.). Stoljetni nizovi mjerenja temperature zraka upućuju na porast između 0,02 °C i 0,07 °C na 10 godina. Kao i na globalnoj razini, trend porasta temperature zraka osobito je izražen u posljednjih 50, odnosno 30 godina.

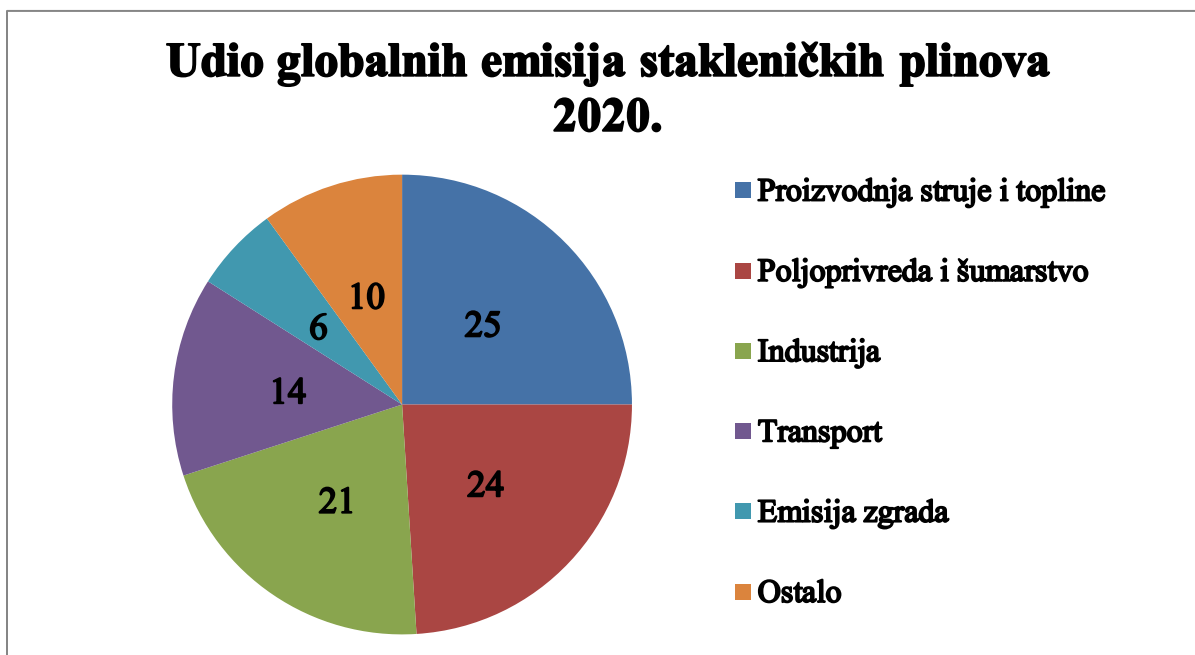
Uzroci klimatskih promjena se mogu podijeliti na: prirodne uzroke i antropogene faktore. Varijabilnost klime može biti uzrokovana prirodnim čimbenicima unutar samog klimatskog sustava poput El Niño – južne oscilacije koja je rezultat međudjelovanja atmosfere i oceana ili može biti uzrokovana vanjskim čimbenicima poput velike količine aerosola izbačenog vulkanskom erupcijom u atmosferu. Osim navedenih prirodnih varijacija klime, od velikog

interesa su i promjene klime izazvane ljudskim aktivnostima kojima u atmosferu dolaze plinovi staklenika, a oni imaju ključnu ulogu u zagrijavanju atmosfere.

Sagorijevanjem fosilnih goriva zbog rastuće potražnje za energijom dovelo je do povećanja emisije CO₂ i popratnog povećanja njegove koncentracije u atmosferi kroz posljednja desetljeća. Uz sagorijevanje fosilnih izvora energije značajni izvori emisija CO₂ su deforestacija, proizvodnja mineralnih gnojiva i povećanje stočarske proizvodnje. CO₂ je staklenički plin najčešće emitiran ljudskim djelovanjem i odgovoran je za 64 % umjetnog globalnog zatopljenja. Njegova koncentracija u atmosferi je trenutno 40 % viša nego što je bila kada je industrijalizacija započela. Osim CO₂, plinovi koji pridonose globalnom zatopljenju su metan (CH₃) koji čini 17 % i Dušikov oksid (NO) koji čini 6 % umjetnog globalnog zatopljenja. Iako su metan i dušikov oksid zastupljeni u manjoj količini od ugljikovog dioksida oni imaju višu sposobnost zagrijavanja zemljine površine.

Procjenjuje se da stočarski sektor uzrokuje dvije trećine ukupnih emisija stakleničkih plinova unutar poljoprivrednog sektora na Svjetskoj razini. Dok sagledano u sveukupnim antropogenim Svjetskim emisijama stakleničkih plinova stočarstvo zauzima tek 14.50 %. Glavni izvori emisija plinova unutar stočarskog sektora čine proizvodnja i prerada hrane za hranidbu stoke te crijevna probava i razgradnja kod preživača koji zajedno sačinjavaju 90 % od ukupnih emisija. Skladištenje i zbrinjavanje stajskog gnoja i gnojnica čini preostalih 10 % od ukupnih emisija. Iako postoji izbor suvremenih tehnologija koje pridonose suzbijanju emisija one se često ne koriste najčešće zbog visokih cijena implementacije i provedbe.

(Grafikon 1.)



3. Utjecaj klimatskih promjena na stočarstvo

Klimatske promjene nepogodno djeluju na poljoprivrednu djelatnost posebice ratarsku i stočarsku proizvodnju gdje se javlja niz problema poput: manjka ili viška vode, visokih temperatura zraka i tla koji nerijetko dovode do razvitka raznih bolesti, povećanog broj štetnika zbog blagih zima te rizika od pojave požara. Sušni uvjeti osim što smanjuju dostupnost vode životinjama, smanjuju prinose travnjaka te krma dobivena od takvih travnjaka ima niže hranidbene vrijednosti. Globalno povećanje temperature zraka sve češće uzrokuje blage zime i ekstremno vruća i duga ljeta koja olakšavaju preživljavanje određenih parazita. Previsoki udio vlage u tlu također nepogodno utječe na razvoj i kvalitetu biljaka namijenjenih prehrani stoke te omogućava lakšu prilagodbu parazitima koji ovise o vlazi. U kombinaciji s visokom vlagom, visoka temperatura zraka utječe na intenzitet kemijskih i fizioloških procesa koji se odvijaju u životinjama. Dugotrajno zadržavanje navedenih uvjeta tijekom toplinskih valova u ljetnim mjesecima stvara takozvani toplinski stres kod domaćih životinja. Negativni utjecaji toplinskog stresa izrazito su naglašeni kod goveda namijenjenih za proizvodnju mlijeka. Posljedice toplinskog stresa stvaraju značajne ekonomske gubitke i predstavljaju ozbiljnu opasnost za zdravlje domaćih životinja. Dugoročno sagledano toplinski stres može utjecati na povećanu osjetljivost na bolesti, uzrokovati smanjenje plodnosti te kod mliječnih goveda može uzrokovati smanjenju proizvodnju mlijeka.

Sagledano na Svjetskoj razini utjecaj klimatskih promjena na stočarstvo ima progresivno negativan učinak na proizvodnju. Primjer negativnih učinaka na stočarski sektor zabilježeni su u Europskoj uniji 2003. godine kada je zbog toplinskog vala došlo do brojnih gubitaka pašnjaka i povećanja cijene žitarica te općenite smanjene produktivnosti u stočarstvu. Procijenjeni gubitak krmiva iznosio je oko 60 % u Francuskoj, 40 % u Italiji te 30 % u Austriji. Negativni utjecaj klimatskih promjena zabilježen je u Sjedinjenim američkim državama gdje je tijekom samo dva dana povišene temperature i vlage zraka u Lipnju 2022, uginulo okvirno 10000 krava u saveznoj državi Kansas. Trenutno u Republici Hrvatskoj još uvijek nema istraživanja i procjena o ranjivosti poljoprivrednog sektora na klimatske promjene. Očekivano je da će se produktivnost stoke nastaviti smanjivati zbog zdravstvenih problema, gubitku kvantitete i kvalitete krmiva te povećanom broju parazita uzrokovanih porastom temperaturama i ekstremnim vremenskim nepogodama.

3.1. Fiziologija mliječnih krava

Krave kao homeotermne životinje imaju sposobnost održavati konstantnu tjelesnu temperaturu neovisno o temperaturi okoline. Gubitak i stvaranje topline uvijek se nastoji zadržati u ravnoteži. Gubitak topline odvija se na četiri načina; konvekcijom, kondukcijom, radijacijom i evaporacijom. Intenzitet stvaranja i gubitka topline pod utjecajem je temperature i vlage okoliša. Sukladno tome bitno je osigurati optimalne temperature u staji što se može postići prikladnim prozračivanjem, izolacijom zidova te adekvatnim brojem životinja u nastambi. Neadekvatnim prozračivanjem tijekom povišenih temperatura dolazi do povećanja štetnih plinova, mikroorganizama i prašine što negativno utječe na dobrobit i zdravlje životinja a time i na proizvodnost.

Mliječne krave mogu podnijeti i prilagoditi se širokom rasponu temperature. Najmanje stvaranja topline organizma krave odvija se u termoneutralnoj zoni, zvanj i zona udobnosti koja iznosi između 0 i 20 °C. Temperature pogodne za proizvodnju mlijeka iznose između 0 i 15 °C dok se idealnom temperaturom staje za mliječne krave smatra 15 °C. Temperatura i vlaga zraka u objektu ovise o vanjskoj temperaturi, produkciji topline, isparenoj vodi, stvorenoj od strane životinja te o prozračivanju (Keck i Zaehner, 2004.). Krava težine 500 kg stvara prosječno, u periodu od jednog sata, 400 mL vode kroz respiraciju i transpiraciju (Pelzer, 1998.). Važno je naglasiti kako goveda lakše podnose niže temperature od visokih. Niske temperature zraka krave kompenziraju kroz povećano stvaranje topline metaboličkim procesima. Istraživanja su pokazala da temperatura do -20 °C ne utječe loše na zdravlje i dobrobit krava (Mueller i Schlenker, 2003.) Nasuprot tome, ako je vanjska temperatura visoka, poželjno je reducirati hranidbu, osigurati zaklon od sunca te omogućiti slobodan pristup vodi (Phillips, 2002., Keck i Zaehner, 2004.).

Temperaturno-humidni indeks (THI) prikazuje stupanj udobnosti odnosno stresa koju goveda osjećaju u određenim omjerima temperature i vlage zraka. Vrijednost do 70 smatra se povoljnom za mliječne krave. Vrijednosti između 75 i 78 predstavljaju lakši toplinski stres, a vrijednosti iznad 78 izazivaju teški toplinski stres. Kod teškog toplinskog stresa krave više nisu u stanju održavati normalnu tjelesnu temperaturu tj. dolazi do zakazivanja termoregulatornih mehanizama (Kadzereisur, 2002.). Temperaturno-humidni indeks ukazuje i na brzinu disanja pri određenim vrijednostima. Kod vrijednosti iznad 73 počinje se javljati ubrzanje disanja koje postaje izrazito primjetno na vrijednosti iznad 80. Kod vrijednosti iznad 80 povećava se i rektalna temperatura što ukazuje na otežanu termoregulaciju organizma.

Temperaturno-humidni index (THI)													
		Relativna vlažnost zraka (%)											
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Temperatura zraka (°C)	37,78	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97
	36,67	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95
	35,56	81	82	83	85	86	87	88	88	90	91	92	93
	34,44	80	81	82	83	84	85	86	86	88	89	90	91
	33,33	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89
	32,22	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87
	31,11	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86
	30	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84
	28,89	74	75	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82
	27,78	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80
	26,67	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78
	25,56	70	71	71	72	73	73	74	74	75	78	76	76
	24,44	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	72	75
Normalno <75			Upozoravajuće 75-78				Opasno 79-83				Hitno >84		

(Slika 3.) – Prikaz temperaturno-humidnog indeksa i jačine toplinskog stresa za goveda

3.2. Utjecaj klimatskih promjena na mliječne krave

Temperature koje prelaze 27 °C i vlažnost zraka iznad 50 % stvaraju povećani stres na sve kategorije goveda a posebice na mliječne krave, gravidne krave i telad. Krave izložene toplinskom stresu manje konzumiraju hranu, manje preživaju, traže mjesta u hladu i s dobrom ventilacijom, ubrzano dišu, pojačano se znoje, nemirne se, više se oglašavaju te smanjuju fizičku aktivnost i kretanje. Navedeni čimbenici posljedično uzrokuju smanjenje produktivnosti, manji prinos mlijeka, prinos mlijeka lošije kvalitete, smanjuje se postotak gravidnosti te kod krava koje othranjuju telad se bilježi slabiji rast i razvoj teladi. Izrazito visoke temperature zraka u kombinaciji s visokom relativnom vlagom zraka kroz duži period vremena nerijetko izaziva i uginuće krava. Toplinskom stresu posebno su izložene krave u intenzivnom sustavu uzgoja. Uz visoke temperature preko 30 °C, visoku relativnu vlažnost zraka i nedovoljnu ventilaciju, sasvim sigurno dolazi do toplotnog udara kod krava. Dodatan problem je i povećanje broja hromih krava jer životinje pokušavajući se hladiti više vremena provode stajajući.

Utjecaj povišenih temperatura negativno utječe i na kvalitetu mlijeka. Zbog smanjene konzumacije hrane mijenja se pH vrijednost u organima za probavu te se hranidbena vrijednost

mlijeka se smanjuje i sastav mlijeka mijenja. Utjecajem toplinskog stresa povećava se broj somatskih stanica u mlijeku i broj krava kod kojih se razvija mastitis. Povećana temperatura i vlaga zraka kod krava oslabljuje imunološki sustav ali predstavlja idealne uvjete za razvoj patogenih mikroorganizama koji invadiraju krave i uzrokuju razne bolesti.

Smanjena proizvodnja mlijeka u krava izloženih toplinskom stresu nastaje kao posljedica: niže razine neesterificiranih masnih kiselina u krvi i smanjenje glukoneogeneze u jetri pa u mliječnoj žlijezdi nedostaje glukoze za sintezu laktoze; smanjenog unosa suhe tvari u organizam i smanjenog apetita; smanjene apsorpcije hranjivih tvari zbog reducirane opskrbe krvlju visceralnih organa; hiperventilacije koja dovodi do smanjene količine bikarbonata u slini što uzrokuje acidozu buraga te kao posljedica smanjene koncentracije tiroksina i povećane koncentracije trijodtironina u krvnoj plazmi što usporava motilitet crijeva i produžuje vrijeme pasaže ingesta itd. (Salajpal K. i Koska S. 2012) Osim utjecaja na životinje tijekom razdoblja laktacije, krave izložene toplinskom stresu također pokazuju promjene u postapsorpcijskom metabolizmu tijekom zasušenja, što dovodi do naknadnog smanjenja proizvodnje mlijeka na oko 5-7,5 kg dnevno u narednom razdoblju laktacije.

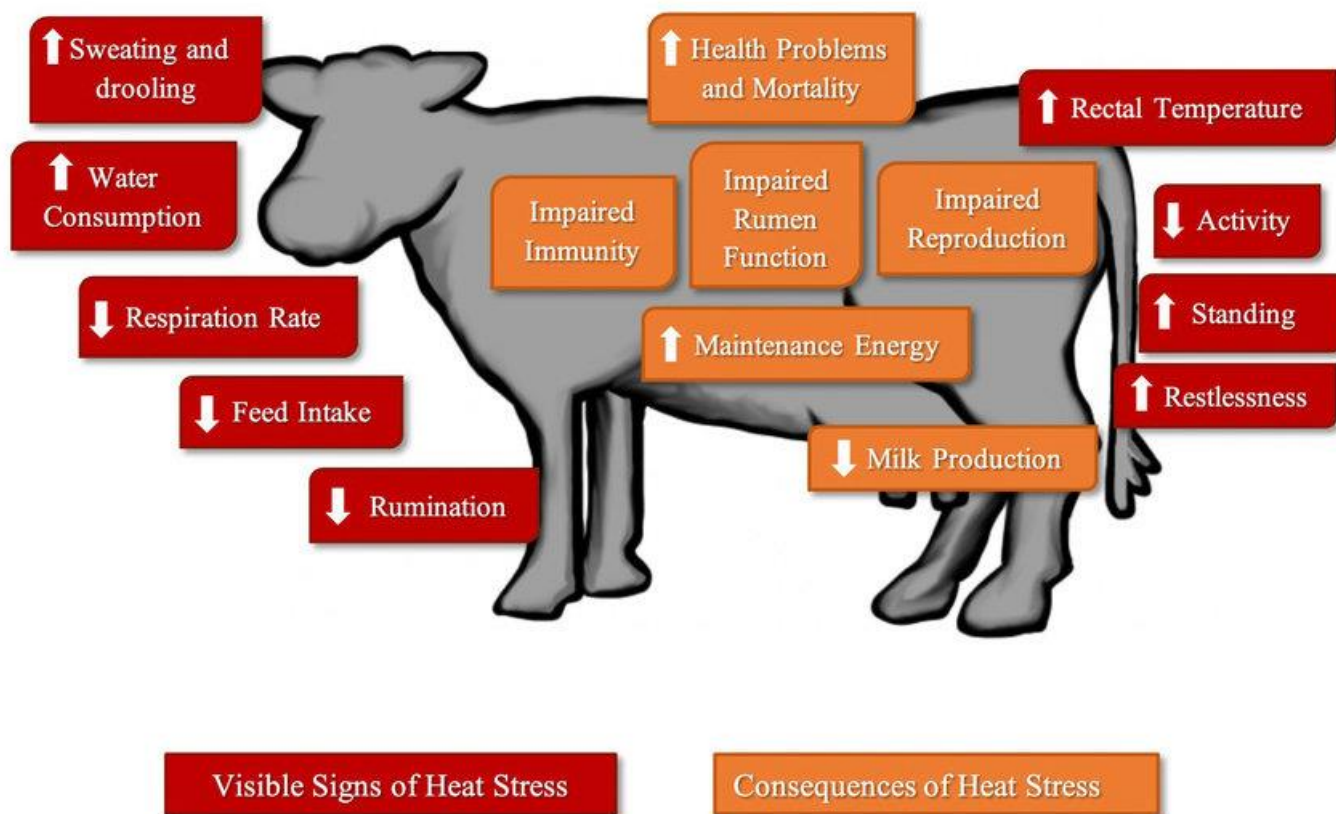
Sposobnost mliječne žlijezde da koristi hranjive tvari i proizvodi mlijeko može biti oslabljena promjenama u energetske metabolizmu uzrokovanom toplinskim stresom. Budući da hipotalamus-hipofiza endokrina osovina, koja regulira važne funkcije poput odgovora na stres i laktacije, postaje neuravnotežena utjecajem toplinskog stresa.

Kod mliječnih krava se u okviru odgovora na toplinski stres mijenja metabolizam koji postaje usporen. Smanjena je konzumacija hrane te proizvodnja mlijeka, izmijenjen je metabolizam minerala, povećan je unos vode te je smanjen njezin gubitak putem urina i fecesa, a povećani su i znojenje, slinjenje te rektalna temperatura. Toplinski stres kod mliječnih krava ima najznačajniji utjecaj na reproduktivni sustav. (Salajpal i Koska. 2012)

3.3. Bolesti uzrokovane visokim temperaturama

Osim navedenih znakova toplinskog stresa opisanih u prethodnom poglavlju, postoje i mnogi zdravstveni poremećaji krava koji se mogu javiti kao posljedica direktnog utjecaja povišenih temperatura. Visoke temperature nerijetko izazivaju pojavu bolesti i poremećaje poput respiratorne alkaloze, metaboličke acidoze, promjene funkcija posteljice, smanjenog rasta tkiva mliječnih žlijezda, bronhopneumonije, smanjene razine imunoglobulina u krvi, smanjena porođajna masa teladi, pojava melanoma i druge. Zabilježen je i sezonski utjecaj na stopu pojave kliničkog mastitisa uzrokovanog infekcijom mikroorganizama. Stopa pojave kliničkog mastitisa uzrokovanog *Streptococcus uberis* veća je tijekom ljetnog perioda godina dok zimi se bilježi veća stopa infekcije *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* i *Streptococcus dysgalactia*.

Pojava upale maternice ili metritisa u pozitivnoj je korelaciji s pojavom toplinskih valova. Pojava metritisa kod goveda može pokazivati uzlazni trend tijekom epizoda toplinskog stresa. Pojava toplinskog stresa u kasnijim fazama gestacije ima potencijal za inhibiciju obrambenih mehanizama maternice, čime doprinosi manifestaciji poremećaja maternice kao što je metritis. Ovo stanje može rezultirati smanjenom stopom oplodnje, poremećenim ranim embrionalnim razvojem i povećanom vjerojatnošću gubitka gravidnosti (Madhusoodan A i sur. 2019).



(Slika 4.) – Vizualni prikaz vidljivih znakova toplinskog stresa (crveno) i posljedica toplinskog stresa (narančasto)

4. Potencijalna rješenja

Goveda prirodno iskazuju načine prilagođavanja visokim temperaturama. Dva najznačajnija načina prilagodbe su promjene u ponašanju goveda i promjena morfoloških odlika koja se događaju kroz nekoliko generacija. Promjene ponašanja primarni su način prilagodbe kojom goveda pokušavaju smanjiti toplinsko opterećenje svog organizma i izbjeći razvoj toplinskog stresa. Značajne promjene ponašanja kojima to postižu su: traženje hlada, duže vrijeme stajanja, kraće vrijeme ležanja, povećani unos vode i češći unos vode, kvantitativno smanjen unos hrane te učestalije mokrenje i defeciranje. Ponašanje traženja hlada jedan je od prvih znakova koji upućuju na toplinski stres. Goveda pokušavaju smanjiti utjecaj sunčevog zračenja tražeći hlad ispod sjena objekata i vegetacije ili u slučaju nedostatka istih mijenjaju orijentaciju tijela kako bi zaštitile glavu. Primijećeno je da su tropske pasmine prilagođenije izravnom toplinskom stresu te provode više vremena na ispaši nego tražeći hlad. Povećani unos vode tijekom toplinskog stresa kompenzira povećani gubitak vode iz tijela koji se gubi putem respiratornog i kožnog mehanizma hlađenja isparavanjem. Osim održavanja statusa vode u tijelu, povećanje unosa vode također pomaže govedima da izdrže uvjete toplinskog stresa hlađenjem buraga i kapure koje učinkovito smanjuje njihovu središnju tjelesnu temperaturu (Garner i sur. 2017). Valjanje je još jedna reakcija u ponašanju koja štiti goveda od izravnog sunčevog zračenja i pruža učinak hlađenja.

Negativno djelovanje toplinskog stresa može se smanjiti prilagodbom hranidbe. Ukoliko krave nemaju pristup hrani ad libitum, poželjno je hraniti ih tijekom jutarnjih i večernjih sati a izbjegavati pretjeranu hranidbu kroz toplije periode dana. Skladišta gdje se nalazi hrana i krmni stolovi gdje se ona daje kravama trebali bi se nalaziti izvan direktnog sunčevog svjetla kako bi se izbjeglo zagrijavanje hrane. Sastav obroka također može utjecati na prilagodbu krava na toplinski stres. Neki od postupaka prilagodbe obroka kako bi se smanjila količina topline koju organizam krave stvara probavom su: dodavanje živog kvasca u obrok, djelomična zamjena krme s repinim rezancima ili sojinim ljuskama, osigurati ujednačenu izmiješanost obroka, osigurati odgovarajući udio proteina zbog održavanja funkcije buražnih mikroorganizama idr.

Potrebe goveda, izrazito mliječnih krava su višestruke i kompleksne i treba ih sagledati kao cjelinu. Stoga je omogućavanje ispunjavanja prethodno navedenih načina ponašanja bitno za lakšu prilagodbu na visoke temperature. Omogućavanje prirodnih načina ponašanja također će se pozitivno odraziti na sveukupnu dobrobit goveda što će imati pozitivan utjecaj na proizvodnju.

4.1. Prilagodba prostora

Prilagodba prostora može se odnositi na prilagodbu pašnjaka ili na smještajne objekte gdje krave borave. Može se provoditi u svrhu kontrole mikroklimatskih uvjeta unutar objekata ili omogućavanja ispunjavanja prirodnih ponašanja krava. Adaptacija objekata u svrhu smanjenja pojave toplinskog stresa obuhvaća: osiguranje prikladne količine prostora za svako grlo, prilagodbu strujanja zraka i vlažnosti zraka, dovoljne količine vode te pristup hladu. Ukoliko nemaju dobre uvjete u objektima, krave pri visokim temperaturama troše više energije i daju do 30 % manje mlijeka te imaju lošiju reprodukciju.

Prenapućenost u objektu dovodi do učestalijeg premještanja životinja. Tada životinje manje vremena provedu ležeći u boksu. Istraživanja su pokazala da se period odmora skraćuje posebno kod niže rangiranih krava, a razina agresije raste. Niže rangirane životinje tada leže u hodnicima između pojedinih ležišta u staji (Winckler i sur., 2003., Fregonesi i sur., 2007.).

Prozračivanje objekata stvara strujanje zraka oko krava što pridonosi smanjenju pojave toplinskog stresa. Strujanje zraka mora biti unutar poželjnih granica prilagođenih određenim temperaturnim uvjetima kako bi se izbjegao negativni učinak. Strujanjem zraka uklanja se nastala toplina i vlažnost zraka u objektu, pospješuje termoregulacija, dovodi svježiji zrak te uklanjaju nastali štetni plinovi. Ovisno o temperaturi u objektu, strujanje zraka oko životinje treba biti 0,2 m/s zimi i 0,6 m/s ljeti, ali tako da ne izaziva propuh niti previsoku temperaturu u objektu (Wathes, 1992.). Na suvremenim farmama često se uz prirodnu ventilaciju kombiniraju ventilatori s prskalicama koji osvježavaju i hlade životinje. Kravama je također potrebno osigurati *ad libitum* čistu i hladnu vodu kako bi mogle lakše podnositi visoke temperature. Prosječna potrošnja vode pri temperaturi od 20°C je 82L, dok na temperaturi od 35°C iznosi 145L po životinji. Visoko mliječne krave zahtijevaju i preko 200L vode dnevno.

Kravama na ispaši, potrebno je osigurati sjenovita mjesta ispod kojih će se moći skloniti tijekom dana. Pojilice bi se također trebale nalaziti u sjeni kako bi se izbjeglo zagrijavanje vode. Vrijeme ispaše poželjno je organizirati tijekom ranih jutarnjih sati kada su temperature znatno niže od ostatka dana.



(Slika 5.) – Ventilacijski sustav na modernoj farmi mliječnih krava

4.3. Sinkronizacija estrusa

Sinkronizacija estrusa mliječnih krava napredna je metoda koja se može provoditi na razne načine. U naprednom mliječnom govedarstvu velikog broja životinja uglavnom se koristi umjetno osjemenjivanje te se zbog toga sinkronizacija estrusa obavlja s pomoću različitih hormona. Primarni cilj sinkronizacije estrusa je omogućavanje istovremenog umjetnog osjemenjivanja krava i kasnije teljenja. Time se olakšava logističko upravljanje farmom i životinjama te smanjuje se monetarni utrošak.

Neke zemlje koje veliki broj krava uzgajaju u vanjskim uvjetima na pašnjacima sinkronizaciju estrusa koriste za usklađivanje teljenja, vrhunca laktacije i prijelaznog perioda s periodom kada pašnjaci ostvaruju kvantitativno i kvalitativno najbolje prinose. Sinkronizacija estrusa može se koristiti i u svrhu izbjegavanja perioda visokih temperatura kao potencijalnog rješenja nastanka toplinskog stresa i pratećih bolesti.

4.4. Uzgoj otpornih pasmina

Jedino dugoročno rješenje govedarske proizvodnje na problem klimatskih promjena i globalnog zatopljenja moguće je kroz uzgoj i selekciju morfološki i genetski prilagođenih životinja. Morfološka svojstva vrlo su bitna za prilagodbu tokom toplinski stresnog stanja budući da izravno utječu na mehanizme izmjene topline. Morfološke prilagodbe koje utječu na termoregulacijske sposobnosti tijekom visokih temperatura uključuju: boju dlake, duljinu dlake, tip dlake, gustoću dlake, skladištenje masti, boju kože, veličinu tijela, brže disanje, veće žlijezde slinovnice, veća površina apsorpcijske sluznice i sposobnost značajnog povećanja volumena predželuca kada se hrane hranom bogatom vlaknima (Silanikove i Koluman, 2015). Smatra se da kratka dlaka, tanka koža i manje folikula dlake pozitivno utječu na sposobnost prilagodbe na topliju klimu. Goveda svijetle boje manje vremena provode tražeći hlad i potrebne su im manje količine vode za smanjivanje toplinskog stresa od goveda crne boje.

Mnoge izvorne pasmine širom svijeta boravkom i uzgojem u područjima visokih temperatura kroz desetljeća su stekli urođenu sposobnost superiornije termoregulacije vlastitog organizma i tolerancije na visoke temperature. Sukladno tome mnoge tropske autohtone i patuljaste pasmine imaju morfološku odliku manjih tijela i povećanog znojenja kao prilagodbe na visoku temperaturu. Istočne pasmine koje potječu od zebu goveda (*Bos indicus*) znatno bolje podnose i imaju višu proizvodnju mlijeka od europskih pasmine (*Bos taurus*). Neke od svjetski poznatih pasmina goveda mliječne i kombinirane namjene su: raramuri criollo, jersey, agerolese, menorquina, švicarsko sivo govedo, pinzgauer, crveno dansko govedo, simentalac, gyr, sahiwal i girolando.

Pasmina criollo u današnje vrijeme predstavlja fokus istraživanja vezano uz križanje s visoko proizvodnim mliječnim pasminama radi unaprjeđenja otpornosti na visoke temperature. Otkriveno je da criollo ima kratku glatku dlaku koja omogućuje da bolje podnošenje vrućeg i vlažnog vremena te učestalost pojave "slick" gena ili glatke mutacije. Slick gen prvi puta je otkriven u Senepol pasmini goveda koja potječe s Kariba. Ovaj gen kravama daje kraću dlaku i aktivnije znojne žlijezde te pomaže u održavanju zdrave tjelesne temperature. Slick gen identificiran je u najmanje šest različitih pasmina goveda diljem svijeta. Spekulira se kako je križanjem criollo i holstein pasmine 1950-ih u Portoriku nastao takozvani slick holstein. Istraživanja su pokazala da holstein krave u prosjeku tijekom najtoplijih mjeseci u godini imaju niže tjelesne temperature, veću proizvodnju mlijeka i višu stopu plodnosti od holstein krava bez slick gena. Strategija uzgoja slick holsteina najviše se prakticira u državama Južne i Srednje Amerike, Indoneziji, Tajlandu, Kataru i Novom Zelandu.



(Slika 6.) – Prikaz dlačnog pokrivača bez slick gena (lijevo) i s slick genom (desno)



(Slika 7.) – Krava pasmine raramuri criollo

5. Zaključak

Klimatske promjene predstavljaju rastući globalni problem koji obuhvaća mnoge grane ljudskih djelatnosti. Utjecaj klimatskih promjena posebice se negativno odražava na poljoprivredu. Kronični porast temperatura i sve učestalija pojava ekstremnih vremenskih nepogoda smanjuju sigurnost proizvodnje hrane kako za ljude tako i životinje. Stočarski sektor posebice mliječno govedarstvo jedna je od najugroženijih grana stočarstva po pitanju visokih temperatura. Mliječne krave tijekom ljetnih toplinskih valova proživljavaju toplinski stres koji uzrokuju raznovrsne i brojne zdravstvene, reproduktivne i životno ugrožavajuće poremećaje koji u konačnici rezultiraju padom proizvodnje mlijeka a time i ekonomskim gubitkom. Unatoč brojnim metodama ublažavanja i sprečavanja pojave toplinskog stresa kod mliječnih krava ona se rijetko implementiraju. Razlog tome su visoki troškovi opreme i ljudstva potrebnih za uspješnu implementaciju. Dugoročna ili trajna rješenja iako se istražuju u današnje doba nisu u potpunosti razvijena niti globalno zastupljena. U konačnici se može reći kako klimatske promjene i sve njihove negativne popratne posljedice uzrokuju ozbiljno narušavanje dobrobiti životinja, proizvodnih sposobnosti i ekonomske isplativosti unutar mliječne govedarske proizvodnje.

6. Literatura

1. Kostelić A, Leto J. (2020) Priručnik: Upravljanje zdravljem stada
2. Andrea Podoreški (2021) Diplomski rad: Utjecaj klimatskih promjena na proizvodnju hrane
3. Nikica Grubešić (2019) Završni rad: Klimatske promjene u poljoprivredi
4. Domagoj Veseli (2020) Završni rad: Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju
5. Koska S, Salajpal K. – Stručni rad: Utjecaj visokih temperatura na metabolizam i reprodukciju krava
6. Vlatko Rupić. (2009) Unutrašnje i kirurške bolesti i zahvati, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb
7. Vlatko Rupić. (2009) Zarazne i parazitske bolesti, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb
8. Vlatko Rupić. (2010) Fiziologija i patologija reprodukcije
9. Vlatko Rupić. (2011) Higijena smještaja i držanja domaćih životinja, Zrinski d.o.o, Čakovec
10. Vlatko Rupić (2011) Dezinfekcija, dezinsekcija, deratizacija, Zrinski d.o.o, Čakovec
11. Hussein A. Amer (2008) Izvorni znanstveni članak: Sinkronizacija estrusa visokomliječnih krava
12. Madhusoodan A, Veerasamy S, et al. (2019) Resilient capacity of cattle to environmental challenges – An updated review
13. Gantner V, Bobić T, Gregić M, Gantner R, Kuterovac K, Potočnik K. (2017) The differences in heat stress resistance due to dairy cattle breed
14. Climate change and the global dairy cattle sector (2019) Food and Agriculture Organization of the United Nations And Global Dairy Platform Inc.
15. Aradotlu Parameshwarappa Madhusoodan, Veerasamy Sejian, Veettiparambil Pandarathil Rashamol, Sira Tulasiramu Savitha, Madijagan Bagath, Govindan Krishnan, Raghavendra Bhatta (2019) Resilient capacity of cattle to environmental challenges – An updated review
16. KECK, M, Zaehner M. (2004): Minimalställe für Milchkühe bewähren sich. FAT-Berichte No. 620, Ettenhausen
17. Mueller w, Schlenker W. (2003): Hygiene der Milchviehhaltung.

18. Phillips C. (2002): The Welfare of Dairy Cows, 2nd Edition, Blackwell Science Ltd.
19. Wathes C. M. (1992): Ventilation, CAB International.
20. https://climate-pact.europa.eu/about/climate-change_hr (Pristupljeno 25.05.)
21. https://youth.europa.eu/get-involved/sustainable-development/what-climate-change_hr (Pristupljeno 25.05.)
22. https://hr.wikipedia.org/wiki/Klimatske_promjene (Pristupljeno 25.05.)
23. https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene (Pristupljeno 25.05.)
24. <https://klimatskepromjene.hr/> (Pristupljeno 25.05.)
25. <https://www.bib.irb.hr:8443/844414> (Pristupljeno 25.05.)
26. <https://veterina.com.hr/?p=42931> (Pristupljeno 25.05.)
27. <https://en.wikipedia.org/wiki/Brangus> (Pristupljeno 25.05.)
28. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6095509/> (Pristupljeno 27.05.)
29. <https://www.eenews.net/articles/beef-cattle-get-a-genetic-makeover-for-a-warming-world/> (Pristupljeno 27.05.)
30. <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/prilog-broja-utjecaj-klimatskih-promjena-na-poljoprivredu/> (Pristupljeno 27.05.)
31. <https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture> (Pristupljeno 27.05.)
32. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview> (Pristupljeno 28.05.)
33. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change> (Pristupljeno 28.05.)
34. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wcc.790> (Pristupljeno 28.05.)
35. <https://www.ucdavis.edu/food/news/making-cattle-more-sustainable> (Pristupljeno 28.05.)
36. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9559257/> (Pristupljeno 30.05.)
37. <https://app.periodikos.com.br/article/10.31893/2318-1265jabb.v7n3p104-118/pdf/jabbnet-7-3-104.pdf> (Pristupljeno 01.06.)
38. <https://www.usu.edu/today/story/climate-change-criollo-and-the-colorado-plateau-is-an-old-breed-the-future-for-cattle-ranching> (Pristupljeno 01.06.)

39. <https://www.downtoearth.org.in/news/agriculture/criollo-this-breed-of-cattle-developed-in-the-new-world-can-withstand-climate-change-say-irish-scientists-95395> (Pristupljeno 01.06.)
40. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024012313> (Pristupljeno 01.06.)
41. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10525807/> (Pristupljeno 02.06.)
42. <https://www.futurelearn.com/info/courses/climate-smart-agriculture/0/steps/26576> (Pristupljeno 02.06.)
43. <https://www.climatehubs.usda.gov/hubs/northeast/topic/weather-and-climate-considerations-dairy> (Pristupljeno 03.06.)
44. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.625189/full> (Pristupljeno 03.06.)
45. https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene#sec1 (Pristupljeno 10.06.)
46. https://hr.wikipedia.org/wiki/Klima_Hrvatske (Pristupljeno 10.06.)
47. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview> (Pristupljeno 10.06.)
48. <https://klimatskepromjene.hr/poljoprivreda-i-sume/> (Pristupljeno 15.06.)
49. https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change (Pristupljeno 15.06.)
50. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0d178ab7-b755-4eb2-a6cd-05ba1db35819/content> (Pristupljeno 15.06.)
51. https://meteo.hr/objave_najave_natjecaji.php?section=onn¶m=objave&el=zanimljivosti&daj=zn14072023 (Pristupljeno 15.06.)
52. <https://www.034portal.hr/visoke-temperature-negativno-utjecu-na-krave---sto-mozete-napraviti--208> (Pristupljeno 17.06.)
53. <https://www.alltech.com/hr-hr/blog/toplinski-stres-kod-krava-u-prijelaznom-razdoblju> (Pristupljeno 17.06.)
54. <https://www.agroklub.com/stocarstvo/kako-sprijeciti-toplotni-stres-goveda/17850/> (Pristupljeno 17.06.)
55. <https://www.alltech.com/hr-hr/zaustavite-toplinski-stres> (Pristupljeno 17.06.)
56. <https://www.downtoearth.org.in/news/agriculture/criollo-this-breed-of-cattle-developed-in-the-new-world-can-withstand-climate-change-say-irish-scientists-95395> (Pristupljeno 17.06.)
57. <https://www.usu.edu/today/story/climate-change-criollo-and-the-colorado-plateau-is-an-old-breed-the-future-for-cattle-ranching> (Pristupljeno 17.06.)

58. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.625189/full> (Pristupljeno 17.06.)
59. <https://www.fastcompany.com/90945063/farmers-breeding-heat-resistant-cows> (Pristupljeno 17.06.)
60. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/farmers-are-breeding-cows-to-withstand-heat-waves-180982815/> (Pristupljeno 17.06.)
61. <https://pasture.io/dairynz/scientists-breeding-heat-tolerant-cows> (Pristupljeno 25.06.)
62. <https://www.selectsires.com/article/ss-blog/2021/04/16/beat-the-heat-with-slick-genetics>
63. <https://en.wikipedia.org/wiki/Romosinuano> (Pristupljeno 25.06.)
64. <https://breeds.okstate.edu/cattle/mashona-cattle.html> (Pristupljeno 25.06.)
65. https://en.wikipedia.org/wiki/Tuli_cattle (Pristupljeno 25.06.)
66. <https://en.wikipedia.org/wiki/Brangus> (Pristupljeno 25.06.)
67. <https://en.wikipedia.org/wiki/Senepol> (Pristupljeno 25.06.)
68. https://en.wikipedia.org/wiki/Criollo_cattle (Pristupljeno 25.06.)
69. https://en.wikipedia.org/wiki/Pinzgauer_cattle (Pristupljeno 25.06.)
70. https://en.wikipedia.org/wiki/Jersey_cattle (Pristupljeno 25.06.)
71. <https://en.wikipedia.org/wiki/Agerolese> (Pristupljeno 25.06.)
72. https://en.wikipedia.org/wiki/Menorquina_cattle (Pristupljeno 25.06.)
73. https://en.wikipedia.org/wiki/Brown_Swiss_cattle (Pristupljeno 25.06.)
74. https://en.wikipedia.org/wiki/Danish_Red (Pristupljeno 25.06.)
75. <https://en.wikipedia.org/wiki/Fleckvieh> (Pristupljeno 25.06.)
76. <https://en.wikipedia.org/wiki/Girolando> (Pristupljeno 25.06.)
77. https://en.wikipedia.org/wiki/Gyr_cattle (Pristupljeno 25.06.)
78. https://en.wikipedia.org/wiki/Sahiwal_cattle (Pristupljeno 25.06.)

Slike i grafikoni:

- Slika 1. - <https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm> (Pristupljeno 25.05.)
- Slika 2. - https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Projected_impact_of_climate_change_on_agricultural_yields_by_the_2080s,_compared_to_2003_levels_%28Climate,_2007%29.png (Pristupljeno 30.05.)
- Slika 3. - <https://beef.unl.edu/beefwatch/heat-stress-handling-cattle-through-high-heat-humidity-indexes> (Pristupljeno 02. 06.)

- Slika 4. - https://www.researchgate.net/figure/Visible-signs-and-consequences-of-heat-stress-in-dairy-cows_fig2_343356698
(Pristupljeno 08.06.)
- Slika 5. - <https://www.thebullvine.com/news/essential-tips-on-ventilation-systems-for-dairy-farmers-maximize-dairy-cow-comfort-and-performance/>
(25. 06.)
- Slika 6. - <https://licnz.com/news/slick-heat-tolerant-dairy-animals/>
(Pristupljeno 15.05.)
- Slika 7. - <https://www.goodfoodfinderaz.com/blog/2023/2/2/criollo-cattle-as-a-solution-for-ecosystem-regeneration> (Pristupljeno 27. 06)
- Grafikon 1. - <https://www.climaterealityproject.org/blog/6-graphs-better-understand-climate-crisis> (Pristupljeno 15.06.)