

Toplinski stres kod svinja

Škrobot, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:451446>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mia Škrobot

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Toplinski stres kod svinja

Završni rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mia Škrobot

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Toplinski stres kod svinja

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc.dr.sc. Kristina Gvozdanović, predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Vladimir Margeta, mentor
3. izv.prof.dr.sc. Danijela Samac, član

Osijek, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Zootehnika
Mia Škrobot

Završni rad

Toplinski stres kod svinja

Sažetak: Toplinski stres je jedan od najvećih izazova u proizvodnji svinja, s obzirom na to da su svinje osjetljive na promjene temperature i vlažnosti zraka. Uzroci toplinskog stresa su različiti, a uključuju visoke temperature, vlažnost, niski protok zraka, nedostatak vode, neadekvatnu ventilaciju, lošu kvalitetu zraka i prenatrpanost životinjama. Toplinski stres može uzrokovati niz štetnih učinaka na zdravlje i dobrobit svinja, uključujući smanjenje apetita, rastu, reproduktivnih performansi i imunološkog sustava. Također, toplinski stres može povećati incidenciju bolesti i smrtnost u svinjogojstvu. Kako bi se smanjio toplinski stres kod svinja, potrebno je osigurati adekvatnu ventilaciju i rashlađivanje, osigurati dovoljnu količinu svježe vode i hrane, te izbjegavati prenatrpanost životinjama. Osim toga, treba obratiti pozornost na genetske predispozicije svinja prema toplinskom stresu, kao i na način prehrane i raspored hranjenja. U cilju uspješnog upravljanja toplinskim stresom u svinjogojstvu, važno je razumjeti uzroke, učinke i strategije prevencije i kontrole toplinskog stresa kod svinja. To će omogućiti proizvođačima svinja da postignu optimalne performanse proizvodnje i poboljšaju dobrobit svojih životinja.

Broj stranica:23

Broj slika: 9

Broj tablica i grafikona: /

Broj literaturnih navoda: 45

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: Svinja, stres, toplinski stres, hranidba

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Zootechnique
Mia Škrobot

BSc Thesis

Heat stress in pigs

Summary: Heat stress is one of the biggest challenges in pig production, given that pigs are sensitive to changes in temperature and humidity. The causes of heat stress are varied and include high temperature, humidity, low air flow, lack of water, inadequate ventilation, poor air quality and overcrowding of animals. Heat stress can cause a number of adverse effects on the health and welfare of pigs, including reductions in appetite, growth, reproductive performance and the immune system. Also, heat stress can increase disease incidence and mortality in pig farming. In order to reduce heat stress in pigs, it is necessary to ensure adequate ventilation and cooling, to ensure a sufficient amount of fresh water and food, and to avoid overcrowding of animals. In addition, attention should be paid to the genetic predisposition of pigs to heat stress, as well as to the diet and feeding schedule. In order to successfully manage heat stress in pig farming, it is important to understand the causes, effects and strategies for the prevention and control of heat stress in pigs. This will enable pig producers to achieve optimal production performance and improve the welfare of their animals.

Number of pages: 23

Number of pictures:9

Number of tables and graphs: /

Number of literary references: 45

Original language: Croatian

Keywords: Pig, stress, heat stress, nutrition

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. STRES	2
3. TOPLINSKI STRES	4
3.1. Nastanak stresa	6
3.2. Fiziološki učinci toplinskog stresa	8
<i>3.2.1. Prilagodbe svinja na uvjete toplinskog stresa</i>	10
<i>3.2.2. Termoregulacija</i>	11
<i>3.2.3. Hranidba</i>	12
<i>3.2.4. Prilagodba sustava držanja</i>	14
3.3. Modulacija hranidbe kao odgovor na toplinski stres	15
3.4. Perspektiva svinjogojske proizvodnje	17
4. ZAKLJUČAK	19
5. POPIS LITERATURE	20

1. UVOD

Svinjogojska proizvodnja ima veliku važnost u prehrambenoj industriji diljem svijeta. Međutim, svinje su osjetljive na toplinski stres koji može uzrokovati značajne gubitke u proizvodnji i zdravlju životinja. Toplinski stres nastaje kada svinje nisu u stanju pravilno regulirati tjelesnu temperaturu i javlja se kao posljedica izloženosti visokim temperaturama, visokoj vlažnosti i slabo ventiliranim uvjetima u staji.

U ovom završnom radu analizirati ću učinke toplinskog stresa na svinje te istražiti mogućnosti za modulaciju hranidbe kao odgovor na toplinski stres. U radu će se opisati fiziološke reakcije svinja na toplinski stres, uključujući učinke na termoregulaciju, imunitet, metabolizam i reprodukciju. Također ću opisati načine za procjenu toplinskog stresa kod svinja, kao i različite strategije hranidbe koje se mogu primijeniti kako bi se ublažili negativni učinci toplinskog stresa. Osim toga biti će opisan način nastanka stresa, perspektiva svinjogojske proizvodnje i prilagodba sustava držanja svinja.

2. STRES

Stres je definiran na različite načine. Hans Selye ga je prvi upotrijebio kao pojam 1936. godine, koji definira stres kao skup nespecifičnih reakcija organizma na štetne faktore iz okoline. Stres je danas sve češća pojava. Istražujući na pokusnim životinjama zaključio je da životinje izložene štetnim podražajima ispoljavaju slične ili identične patološke promjene. Njegov zaključak je bio da različiti štetni podražaji mogu uzrokovati iste nespecifične patološke promjene (Brajković, 2021.).

Stres je, također, fizička ili emocionalna reakcija organizma na vanjske podražaje koji zahtijevaju prilagodbu. To može uključivati sve vrste promjena ili zdravstvenih problema. Kada se pojave stresori, tijelo počinje proizvoditi hormone, poput adrenalina i kortizola, koji pripremaju organizam za borbu ili bijeg. Danas se definira kao nespecifičan odgovor na stresor kojeg organizam doživljava kao prijetnju homeostazi. Također, stres opisujemo kao nešto što ometa homeostazu, što je ovisno o intenzitetu, vrsti, i trajanju stresora (Brajković, 2021.).

Svaka moguća promjena homeostaze, može se očitovati kao stres koji ne pruža pozadinu samo psihološkim reakcijama, nego i bolestima. Osim sklonost prema bolestima, stres ima značajan utjecaj i na reprodukciju, prirast, proizvodnost te kvalitetu proizvoda životinjskog podrijetla (Senčić, 1989.).

Razlikujemo dva stresa, a to su pozitivan i negativan stres. Ono što nazivamo pozitivnim, što se još može nazvati i eustres-om je količina nekakva stresa koja blago potiče organizam te koja je potrebna u organizma da obavljaju svoju funkciju. Intenzivan i dugotrajan stres koji je suprotan od pozitivnog je onaj za kojeg možemo reći da iscrpljuje organizam, a još ga možemo nazvati i idistres ili stres u užem smislu (Selye, 1976.).

Odgovor na stres predstavlja kronološki tijek odgovora nekog organizma na stresore s dužim djelovanjem, tako reći opći adaptacijski sindrom, a on se sastoji od nekoliko faza. Imamo fazu rezistencije, fazu alarmne reakcije i faze iscrpljenosti. Činioci razvoja stresa nazivaju se stresori, a oni mogu biti različitih vrsta, intenziteta i trajanja, te mogu prouzročiti slabiji ili jači odgovor. Bilo koji stimulus koji potječe nastanak stresa pa i sam stress može biti stressor (Brajković, 2021.).

Stresore možemo podijeliti u četiri grupe, a to su somatske, bihevioralne, psihološke i ostale. Nastanak somatskih stresora je stimulacijom osjetila, kao što su na primjer bilo kakva buka, sjene, miris krvi, prejako ili preslabo svjetlo ili neke kemijske tvari, preniske ili previsoke

temperature te promjene atmosferskog tlaka. Psihološki stres uključuje strah, tjeskobu, bijes te frustraciju, no glavni poticaj koji uzrokuje psihološki stres je strah (Brajković, 2021.).

U bihevioralne stresore spadaju nepoznata okolina, transport, izolacija, prenapučenost prostora, i neustaljeni hijerarhijski odnosi u grupi. U ostale stresore svrstavamo infekcije, malnutriciju, imobilizaciju, opekline, traumatske ozljede, kirurške zahvate, izloženost toksinima ili drugim kemijskim agensima. Svinje, kao i sve životinje, mogu patiti od stresa iz različitih razloga, uključujući promjene u okolini, vremenskim uvjetima, prehrani, prisutnosti drugih životinja ili ljudi, laktaciji, transportu i drugim stresorima. Svi ti različiti stresori mogu djelovati kroz duži vremenski period te dovesti organizam do faze iscrpljenosti, koja u konačnici vodi u smrt (Fowler, 1986.).

Stres se prema trajanju izloženosti stresoru dijeli na akutni i kronični. Akutni stres, iako je kratkotrajan, može dovesti do promjene bioloških funkcija i to na dva načina. Prvi je poremećajem kritičnih bioloških trenutak, a drugi preusmjeravanjem energetske resursa (Moberg i Mench, 2000.).



Slika 1. Stres svinja u boksu

(Izvor: <https://www.agromedia.rs>)

3. TOPLINSKI STRES

Toplinski stres kod svinja je ozbiljan problem u uzgoju svinja, pogotovo u toplim i vlažnim klimatskim uvjetima. Toplinski stres nastaje kada svinje ne mogu adekvatno regulirati svoju tjelesnu temperaturu zbog prevelike topline ili vlažnosti okoline. Svinje koje su pod utjecajem toplinskog stresa mogu pokazati simptome poput ubrzanog disanja, povećane brzine otkucaja srca, gubitka apetita, smanjene proizvodnje mlijeka kod krmača, slabije kvalitete svinjskog mesa te je to ozbiljan problem u uzgoju svinja, jer može dovesti do smanjenja njihove proizvodnje i povećanja mortaliteta (Huynh, 2005.).

Svinje su relativno manje otporne na toplinu od drugih vrsta životinja što ih čini težim za proizvodnju i uzgoj. To predstavlja izazov za upravljanje i produktivnost zaliha tijekom sezonskih toplinskih valova koji se pojavljuju ljeti. Problemi su vezani za toplinu na temelju djelovanja klimatskih promjena koje povećavaju intenzitet, učestalost i trajanje toplinskih valova. Napori svinje da se oslobodi viška tjelesne topline koštaju zdravlja i odvlačuju energiju od rasta, ugrožavajući proizvodnju (Bell i sur., 2008.).

Problemi toplinskog stresa su naglašeni i kod modernih sojeva svinja s visokim stupnjem rasta ili reproduktivnosti. Smanjenom potrošnjom hrane smanjuje se i rast i reproduktivnost svinja. Smanjenje unosa hrane ovisi o čimbenicima povezanim s životinjama kao što su BW, pasmina i spolni tip (Nienaber i sur., 1997.).

Zbog znanja da je toplinski stres problem za svinjogojску proizvodnju učinkovitost u geografskim regijama s visokim temperaturama, ciljevi mnogih istraživanja posljednjih godina bili su naći rješenja za ublažavanje negativnih učinaka toplinskog stresa. Nekoliko njih se pokazalo učinkovitim i ekonomičnim u smanjenju toplinskog stresa kod svinja. Strategiju za smanjenje temperature okoline zgrade mogu biti ventilator, sustav hlađenja isparavanjem ili za povećavanje gubitaka topline može se koristiti i podno hlađenje, hlađenje kapanjem te hlađenje njuške. Neki autori predlažu i da se genetska selekcija može koristiti za poboljšanje otpornosti svinja na toplinski stres (McGlone i sur., 1988.; Silva i sur., 2006.). Postoje mnogi faktori koji mogu pridonijeti toplinskom stresu kod svinja, uključujući visoku temperaturu okoline, visoku vlažnost zraka, lošu ventilaciju u objektu za uzgoj svinja, nedostatak vode i hranjivih tvari te visoku gustoću svinja u objektu (Huynh, 2005.).

Kako bi se spriječio toplinski stres kod svinja, važno je osigurati dobru ventilaciju u objektu za uzgoj svinja, osigurati dovoljno svježe vode i hranjivih tvari, izbjegavati rad u objektima u najtoplijem dijelu dana te uključiti hlađenje u objektima za uzgoj svinja u slučaju potrebe (Huynh, 2005.).

Strategije upravljanja su obično skupe i u većini slučajeva nisu ekonomski izvedive. U većini malim tropskim proizvođačima prehrambene strategije su alternativne tehnike koje će minimizirati negativan učinak toplinskog stresa. Stoga se treba usredotočiti na modifikaciju prehrambenih strategija. Treba ublažiti štetne učinke toplinskog stresa na performanse svinja. Prehrambena rješenja uglavnom se mogu opisati prema njihovoj sposobnosti da povećaju gustoću hranjivih tvari u prehrani (Rowlinson i sur., 2008).

S obzirom na njihovu visoku energetska gustoću, masni proizvodi su dodani za povećanje energetske sadržaja hrane. Energija iz masti koristi se za učinkovitiju proizvodnju od škroba koji smanjuje toplinu hrane, prirast i toplinsko opterećenje svinja tijekom toplinskog stresa. Prve studije o ovoj temi objavili su istraživači sa sveučilišta u Georgiji i Kentuckyju. Uzgajivači svinja također mogu koristiti različite tehnologije i prakse za sprečavanje toplinskog stresa kod svinja, poput raspršivača vode, ventilatora, hlađenja objekata, pa čak i prilagodbe prehrane kako bi se smanjio toplinski stres kod svinja (McGlone i sur. 1988.).

Unos vode tijekom toplinskog stresa čimbenik je koji ograničava preživljavanje. Budući da voda ima temeljnu ulogu za izmjenu topline u sustav za regulaciju temperature i održavanje hidraulične ravnoteže. Visoke temperature okoline povećavaju potrebu za vodom kako kod svih životinja tako i kod svinja. Velika potrošnja zajedno s povećanim gubicima vode mokraćom je mehanizam koji je učinkovit i kojim svinje gube tjelesnu toplinu. Prosječna količina vode koju krmača u laktaciji potroši dvostruko je veća na 29°C nego na 20°C (Rowlinson i sur., 2008).

Ako je dostupnost vode smanjena može naglasiti učinak visoke temperature na performanse kod krmača u laktaciji. Smanjeni unos vode ograničenog protoka vode kroz pojilicu s bradavicama smanjit će dobrovoljno uzimanje hrane i povećati će gubitak tjelesne mase. U mnogim područjima s visokim temperaturama voda za piće koja se daje svinjama često je topla. Opskrba vodom na 15°C umjesto na 22°C poboljšala je učinak i krmača u laktaciji i njihovih legla tijekom ljetnog razdoblja (Nienaber i Hahn, 1984.).

Nadopuna vitaminom E i selenom dokazano poboljšava otpornost svinja na toplinski stres. Zhao i Guo (2005.) Prema nižoj gustoći u znojnim žlijezdama svinja višak topline rasprši povećanom brzinom disanja. Toplinsko dahtanje rezultira respiratornom alkalozom s mogućim negativnim posljedicama na acidobazni metabolizam. Toplinski stres povećava izlučivanje različitih minerala urinom koji dovode do smanjenja njihovog zadržavanja u organizmu svinja. Što je veći potencijal performansi sadašnjih svinja stvara se veća osjetljivost na toplinski stres. Hranidbene strategije mogu ograničiti hranjive tvari svinja pod toplinskim stresom i poboljšati njihovu izvedbu. Korištenje dijeta s niskim prirastom ili

dijeta visoke gustoće može biti učinkovito i ublažiti učinak toplinskog stresa, posebno kod završnih svinja ili krmača u laktaciji, ali samo kada su dijete ispravne i pravilno uravnotežene. Optimalna proizvodnja svinja pod toplinskim stresom zahtijeva odgovarajuća rješenja te kombinacije hranidbe i upravljanja (Holmes i Grace, 2007.).



Slika 2. Toplinski stres svinja

(Izvor: <https://veterina.com.hr/?p=83003>)

3.1. Nastanak stresa

U usporedbi s drugim vrstama domaćih životinja, svinje su osjetljivije na visoke temperature okoline jer se ne mogu znojiti i ne dahću tako dobro. One reagiraju na toplinski stres pozivajući se na kompleks fizioloških, bihevioralnih i anatomskih mehanizama koji imaju za cilj olakšati gubitak topline ili minimizirati povećanje topline iz okoline (Fowler, 1986.) Stres kod svinja može se javiti iz raznih razloga, a jedan od glavnih uzroka je neprikladno okruženje u kojem žive. Temperatura i vlaga su ključni čimbenici koji utječu na stres kod svinja. Svinje ne podnose dobro ekstremne temperature, posebno visoke temperature i visoku vlažnost zraka, jer to može uzrokovati pregrijavanje tijela. Pregrijavanje svinja može uzrokovati smanjenje apetita, povećanu osjetljivost na bolesti, smanjenu razinu proizvodnje čak i smrt (Brajković, 2021.).

Osim temperature i vlage, promjene u prehrani, načinu držanja, prisutnosti drugih životinja i ljudi, transportu, laktaciji i drugi stresori također mogu uzrokovati stres kod svinja. Stres kod svinja također može biti povezan s emocionalnim stanjem, poput straha ili nelagode.

Uzgoj svinja u skućenim i neudobnim uvjetima može uzrokovati povećanu razinu stresa i tjeskobe kod životinja. Kada su izložene stresoru, svinje počinju proizvoditi hormone, poput adrenalina i kortizola, koji pripremaju organizam za borbu ili bijeg. Uz dugotrajni stres, svinje mogu patiti od niza zdravstvenih problema, kao što su problemi s probavom, imunološki poremećaji, smanjenje proizvodnje i loša kvaliteta mesa (Ross i Hale, 2015.)

Kako bi se smanjio stres kod svinja, važno je osigurati adekvatnu prehranu i vodu, čist i udoban prostor za život, dostupnost sjena i hladne vode, te redovito čišćenje prostora u kojem se svinje nalaze. Važno je osigurati dovoljno prostora za kretanje i socijalnu interakciju, kako bi svinje mogle izraziti svoje prirodno ponašanje i socijalne navike. Osim toga, svinje trebaju biti zaštićene od buke, straha i nelagode koja može nastati zbog transporta ili druge aktivnosti koje uzrokuju stres (O'Brien i sur., 2010.; Wheelock i sur., 2010.).

Najveći stres i stresori može nastati u postupcima prije klanja kao što su utovar, istovar, transport i ostalo. Pri utovaru u transportno sredstvo one se opiru, vraćaju se nazad, penju se jedna na drugu te se kližu i padaju. U transportnom sredstvu prevladava istraživačko ponašanje zato što traže mjesto za odmor i ležanje (Senčić i Samac, 2021.).

U stočnom depou klaonice se također javlja istraživačko ponašanje i pijenje vode, a zatim se povećava broj životinja koje leže. Nepoznate životinje u depoima međusobno se grizu, udaraju glavama i bore. Trebalo bi se izbjegavati miješanje nepoznatih životinja jer to može biti uzrok međusobnih borbi te pojave modrica i ozljeda (Senčić i Samac, 2021.).

Za većinu životinja termoneutralna zona iznosi između 4 °C i 25° C. Temperature iznad 25° C u većoj ili manjoj mjeri uzrokuju nastanak stresa. Metabolizmom nastaje tjelesna toplina, a može nastati i iz okoline (Radulović, 2016.).

Kako bi se tjelesna temperatura održala tijelo stalno sav višak topline mora raspršiti. Primarni mehanizmi koji to omogućuju su zračenja i gubitak topline isparavanjem. Gubitak topline zračenjem se postiže redistribucija protoka krvi od jezgre tijela prema periferiji, omogućujući asorpciju viška topline u atmosferu. Kako znamo da svinje nemaju žlijezde znojnice koje su funkcionalne dolazi do gubitka topline isparavanjem dahtanjem i slinjenjem. U uvjetima visokog ili produljenog toplinskog opterećenja svinje mogu ući u stanje u kojem je resorpcija topline nedostatna. Rezultati takog stresa mogu biti: povišena tjelesna temperatura, toplinske ozljede te je moguća pojava toplinskog udara. Posljedice u proizvodnji svinja obuhvaćaju smanjeni unos hrane, stopu rasta, povećana je smrtnost i kod krmača, smanjena plodnost (Brajković, 2021.).

Proces raspodjele protoka krvi zahtijeva približno jednako smanjenje dotoka krvi u druge organe ili tkiva. Životinje koje su toplinskom stresu izložene, nedostaje sposobnost mobilizacije masti kao izvora energije. Objašnjenje za oslabljenu mobilizaciju lipida je pojačana regulacija lučenja inzulina. Inzulin je antilipolitik hormona i pojačanih odgovora tijekom testova tolerancije glukoze. Oni su primijećeni kod preživača izloženih toplinskom stresu (O'Brien i sur., 2010.; Wheelock i sur., 2010.)



Slika 3. Rashlađivanje svinja vodom

(Izvor: <https://www.deheus.com>)

3.2. Fiziološki učinci toplinskog stresa

Toplinski stres kod svinja može imati niz fizioloških učinaka, a u neki od njih spada povećana tjelesna temperatura. Svinje su osjetljive na visoke temperature i vlage, a to može uzrokovati povećanje tjelesne temperature. Povišena tjelesna temperatura može utjecati na različite funkcije tijela i dovesti do smanjene razine proizvodnje, kao što je smanjenje proizvodnje mlijeka kod krmača.

To može imati različite učinke, ovisno o vrsti životinje i trajanju stresa. Visoke temperature mogu uzrokovati dehidraciju, povećati brzinu disanja i smanjiti unos hrane i vode, što može dovesti do daljnjeg pogoršanja stanja Svinje pod stresom mogu pokazivati povećanu brzinu disanja, što može uzrokovati povećanu potrošnju energije i smanjenje proizvodnje (Brown-Brandl i sur., 2004.).

Toplinski stres može uzrokovati promjene u kardiovaskularnom sustavu, uključujući povećanje brzine otkucaja srca, povećanje krvnog tlaka i smanjenje protoka krvi u vitalne organe kao što su bubrezi i jetra. Ove promjene mogu dovesti do smanjene cirkulacije krvi,

smanjene dostupnosti kisika i hranjivih tvari za stanice, što može dovesti do daljnjih fizioloških promjena. Povećana potrošnja kisika i energije tokom stresa povećava potrebu tijela za kisikom i energijom jer je tijelo pod stresom. To može uzrokovati povećanu potrošnju hrane i smanjenje zaliha energije u tijelu. Ako se to ne nadoknadi pravilnom prehranom, može dovesti do daljnjeg smanjenja performansi i dobrobiti životinje. Toplinski stres može uzrokovati promjene u hormonskom sustavu, uključujući povećanje razine kortizola i adrenalina. To može dovesti do smanjene imunološke funkcije, smanjene otpornosti na bolesti i smanjene sposobnosti tijela da se nosi s drugim stresorima. Stres može smanjiti sposobnost tijela svinje da se odupre bolestima, zbog čega su svinje podložnije infekcijama (Aggarwal i Upadhyay, 2013.).

Osim povećane tjelesne temperature spada i smanjen apetit. Visoke temperature i vlage mogu smanjiti apetit kod svinja. To može uzrokovati smanjenje razine proizvodnje, kao što je smanjenje proizvodnje mlijeka kod krmača. Povećana razina kortizola je također jedan od fizioloških učinajka. Kortizol je hormon stresa koji se proizvodi kao odgovor na stresore. Visoka razina kortizola može utjecati na zdravlje svinja, smanjujući njihovu otpornost na bolesti. Pojavljuje se i povećana potrošnja vode. Svinje pod stresom mogu pokazivati povećanu potrošnju vode, što može utjecati na dostupnost vode i smanjenje razine proizvodnje. Smanjena razina proizvodnje se također nalazi među ovim učincima. Toplinski stres može uzrokovati smanjenje razine proizvodnje kod svinja, uključujući smanjenje proizvodnje mlijeka kod krmača, smanjenje brzine rasta kod prasadi i smanjenje kvalitete mesa kod odraslih svinja (Brajković, 2021.).

Stres može utjecati na reproduktivnu funkciju svinja, što dovodi do smanjene plodnosti i mogućih pobačaja. Također on može dovesti do promjena u metabolizmu svinja, što dovodi do smanjenja proizvodnje mlijeka i povećanja tjelesne masnoće. Sve ove fiziološke promjene kod svinja mogu smanjiti njihovu dobrobit, povećati rizik od bolesti i smanjiti razinu proizvodnje te smanjenju kvalitetu mesa. Stoga je važno osigurati uvjete u kojima svinje mogu normalno funkcionirati i izbjegavati stresne situacije u kojima mogu patiti od toplinskog stresa (Turk i sur., 2017.).



Slika 4. Pregled svinja po boksovima

(Izvor: <https://onlinemeats.co.nz>)

3.2.1. Prilagodbe svinja na uvjete toplinskog stresa

Svinje se mogu prilagoditi uvjetima toplinskog stresa na nekoliko načina. Neke od prilagodbi uključuju povećana konzumacija vode. Svinje mogu povećati unos vode kako bi se izbjegla dehidracija i smanjila tjelesna temperatura. Traženje hladnih mjesta na mjestima gdje se nalaze. Svinje će tražiti hladna mjesta kako bi se rashladile. To može uključivati ležanje na hladnom tlu ili ispod hladnog tuša. Smanjiti će svoju tjelesnu aktivnost. One mogu smanjiti svoju tjelesnu aktivnost kako bi smanjile proizvodnju topline (Brajković, 2021.).

Svinje također mogu povećati brzinu disanja kako bi se rashladile. One mogu promijeniti prehrambene navike, na primjer, povećati unos soli i minerala kako bi se izbjegla dehidracija. Prilagodit će se svom u uzgojnom okruženju. Kako one tako i farmeri mogu izvršiti određene prilagodbe u uzgojnom okruženju, kao što su osiguravanje hladnih i zasjenjenih područja, postavljanje ventilacijskih sustava, osiguravanje dovoljne količine vode i hrane, kako bi se smanjio rizik od toplinskog stresa kod svinja. Svinje mogu biti vrlo osjetljive na toplinski stres i stoga je važno osigurati da imaju dovoljno vode, hrane i hladnih mjesta u kojima se mogu rashladiti. Pravilna briga o svinjama uključuje i prilagodbe u uzgojnom okruženju kako bi se smanjio rizik od toplinskog stresa i poboljšala njihova dobrobit (Hurst, 2020.).



Slika 5. Rashlađivanje svinja

(*Izvor:* <https://argos.hr>)

3.2.2. Termoregulacija

Životinje gube toplinu u obliku osjetne i latentne (evaporativne) topline. Kondukcija, konvekcija i zračenje su primarni mehanizmi zbog kojih dolazi do osjetnog gubitka topline, a svaki zahtijeva temperaturni gradijent između životinje i njezine okoline. Kako temperatura okoline raste, životinje redistribuiraju krv prema koži u pokušaju povećanja gubitka topline zračenjem. S nastupajućim povećanjem temperature okoline, gradijent temperature između životinje i okoliša smanjuje se ili čak postaje i negativan, prijenos topline konduktivnim, konvektivnim, a modovi zračenja se smanjuju. Što znači kada temperatura okoline raste iznad gornje kritične točke temperature, isparavanje je jedini način gubitka topline (Collier, 2015).

Termoregulacija svinja je proces kojim se svinje prilagođavaju na promjene u tjelesnoj temperaturi i vanjskim uvjetima kako bi održale stabilnu tjelesnu temperaturu i izbjegle toplinski stres. Svinje imaju nekoliko mehanizama za termoregulaciju, uključujući znojenje. Svinje se znoje kroz kožu kako bi se rashladile. Međutim, znojenje nije glavni mehanizam termoregulacije kod svinja jer imaju malo znojnih žlijezda (Brajković, 2021.)

Svinje mogu povećati brzinu disanja kako bi se rashladile. Skakanje u blato može im pomoći da se rashlade jer blato djeluje kao izolator i smanjuje tjelesnu temperaturu. Farmerske prakse također mogu pomoći u termoregulaciji svinja. Na primjer, farmeri mogu osigurati dovoljnu količinu hladne vode i osigurati adekvatnu ventilaciju u objektima za uzgoj kako bi smanjili rizik od toplinskog stresa kod svinja (Brajković, 2021.; Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.).

Svinje imaju malo funkcionalnih znojnih žlijezda i njihova se termoregulacijska sposobnost dodatno komplicira debelim slojem potkožnog masnog tkiva, koji sprječava osjetan gubitak topline. Zbog toga svinje više ovise o dišnom sustavu, poput dahtanja, za smanjenje topline. Ako su naponi povećanja toplinskih gubitaka do održavanja eutermije neadekvatni, svinja će pokrenuti razne strategije za smanjenje proizvodnje topline (Collier, 2015.).

3.2.3. Hranidba

Hranidbene intervencije prikazuju praktičane, isplative i prilagodljive načine za ublažavanje negativnih utjecaja toplinskog stresa i poboljšavanje produktivnosti životinja. Pod toplinskim stresom apetit kod svinja je smanjen kako bi smanjile proizvodnju topline zbog toplinskog utjecaja. Tipična praksa upravljanja uključuju formuliranje niskog termičkog učinka dijeta za hranjenje i to se prvenstveno postiže povećanjem hranidbene masnoće i smanjenje količine sirovih vlakna ili sirovih bjelančevina. Probavljanje, apsorpcija i asimilacija prehranbenih masti generiraju najmanje topline u usporedbi s drugim hranjivim tvarima (Patience i sur., 2015.).

Fermentirajuća vlakna u debelom crijevu stvaraju topline, a metaboliziranje suviška proteina u hranidbi povezano je s pojačanom proizvodnjom topline, čime se minimaliziraju fermentativne dijete i točno procjenjivanje potreba za proteinima i aminokiselinama. Tijekom toplih ljetnih mjeseci treba se pomoći svinjama da se prikladno nose s vrućinom. Hranjiva vlakna sporo se probavljaju, što bi značilo da svinje neće imati nagli porast tjelesne temperature kao posljedicu probavljanja hrane (Patience i sur., 2005.).

Osim toga, hranjiva vlakna pomažu u održavanju crijevne flore, što znači da će svinje biti u boljoj formi i otpornije na infekcije. Iako je metabolička proizvodnja topline neophodna za termogenezu, visoku količinu proteina i dijete s vlaknima koje imaju veći toplinski prirast od masti i škroba se ne preporučuje za ljetne obroke (Patience i sur., 2015.).

Rauw i sur., (2017.) nedavno su istražili učinak kod svinja u rastu izloženih ponovljenim epizodama na toplinski stres, na koji nije utjecala hranidba bogata vlaknima. Posljedično, primijenjeno područje hranidbe zahtijeva sustavno istraživanje koje izaziva dugotrajne procese u vezi s formuliranjem prehrane tijekom toplih ljetnih mjeseci. Može se i reći da je hranidba je jedan od egzogenih čimbenika razvoja stresa kod svinja. Dijetetske strategije za sprječavanje ili smanjenje crijevne hiperpermeabilnosti su od posebnog interesa i uključuju antioksidanse kao na primjer: selen, vitamin E, vitamin C. specifične aminokiseline kao što su glutamin, betain i minerali poput cinka. Dodatno, funkcionalne molekule koje imaju

imunomodulatorne učinke mogle bi potencijalno poboljšati gubitke proizvodnje tijekom toplinskog stresa, a to uključuje krom i vitamin C (Pearce i sur., 2012.).

Iako mnogi čimbenici mogu biti uključeni, ipak klimatski čimbenici su prvi najveći ograničavajući čimbenici učinkovitosti proizvodnje u ovim toplim krajevima. Dok je toplinski stres samo povremeni izazov. Tijekom ljeta i ljetnih toplinskih valova u temperaturnoj klimi, stalni problem su u mnogim tropskim i suptropskim područjima. Osim toga, u mnogim regijama učinci visoke temperature okoline mogu biti naglašeni visokom relativnom vlagom što također nije poželjno za svinje (Morrison i sur., 1968.).

S obzirom na fiziološke razlike kod svinja pod toplinskim stresom, ljetni obroci trebaju biti prilagođeni kako bi zadovoljili potrebe svinje tijekom razdoblja povišene temperature. Izdana knjiga „Nutrient Requirements of Swine” objavljen 2012. uključuje softver koji ima funkciju prilagođavanja potreba za hranjivim tvarima svinje jer temperatura raste do granice od 30° C. Međutim, ova je funkcija uglavnom razvijena za kompenzaciju smanjenog unos hranjivih tvari predviđanjem smanjenja unosa hrane na zadanu temperaturu (Pearce i sur., 2013.).



Slika 6. Vlaku u hranidbi svinja

(Izvor: <https://gospodarski.hr>)

Cimet se koristi u hranidbi svinja zbog toga što ublažava toplinski stres kod svinja. Istraživanja su pokazala da cimet može imati farmakološke učinke za liječenje dijabetes poboljšanjem osjetljivosti na inzulin. Također, važno je da se svinjama osiguraju dovoljne količine elektrolita, kao što su natrij, kalij i magnezij, kako bi se spriječio gubitak tjelesnih tekućina i elektrolita uslijed znojenja (Akilen i sur., 2012.).

Svinje trebaju imati stalni pristup svježoj i hladnoj vodi tokom toplinskih valova. Topla voda može izazvati dodatni toplinski stres kod svinja, pa je hladna voda poželjnija opcija. Dostupnost sijena i drugih suplemenata u ishrani svinja može biti veoma korisna tokom toplinskih valova. Sijeno se sporije probavlja, što znači da će svinje biti zasićenije i neće osjećati veliku glad. Osim toga, sijeno sadrži hranjiva vlakna (Škorput, 2023.)

3.2.4. Prilagodba sustava držanja

Stresor je svaki čimbenik koji remeti stanje biološke ravnoteže i uzrokuje pojavu stresa. U svinjogojstvu postoji puno stresora, a neki od njih su: hvatanje, utovar, transport, istovar i klanje te se taj utjecaj stresa negativno odražava na dobrobit i kvalitetu mesa. Kod procjene stresa se mogu mjeriti fiziološki pokazatelji koji su, primjerice, razina kortizola, glukoze, kreatinkinaze... Svinje tijekom stresa imaju drugačije ponašanje od normalnog. Novi oblici ponašanja su reakcija na nove vrste stresora. Na to posebno utječe loša mikroklima u nastambi, miješanje svinja različitih dobi i tjelesne mase, prenaseljenost boksa i nepotrebno premiještanje svinja, nepravilan način hranidbe i neodgovarajući postupci čovjeka (Senčić i Samac, 2021.).

Loše mikroklimatske prilike u nastambama kao što su, na primjer, preniske ili previsoke temperature, preintenzivno i iznenadno svjetlo, propuh mogu promijeniti ponašanje svinja. Svi ti čimbenici uzrokuju strah i stres kod svinja. Neočekivana buka također utječe na njihovo ponašanje. Nepotrebno miješanje svinja remeti socijalnu hijerarhiju među svinjama. Kada čovjek uđe u obrambeno područje svinje ona će se povući nazad, a kada to više nije moguće ona bježi u stranu ili pored čovjeka. Ako je čovjek nehuman i grub one ga se boje, u strahu su te im to izaziva kroničan stres (Turner i sur., 2005.).

Kako bi se to sve izbjeglo postoji prilagodba sustava držanja svinja odnosi se na promjene u okruženju i praksi držanja svinja koje poboljšavaju njihovo zdravlje i dobrobit te smanjuju stres. Postoji nekoliko načina na koje se to može postići te je jedan od njih prostor za kretanje. Svinje trebaju dovoljno prostora za kretanje, istežanje i druženje s drugim svinjama. Stoga, osigurajte dovoljno prostora za kretanje i vježbanje, te mjesto za druženje i igru. Kvalitetna hrana i voda im je potrebna kako bi održavale zdravlje i imunitet. Trebalo bi se osigurati da hrana bude lako dostupna u dovoljnim količinama i da je uvijek svježija i hranjiva (Kvesić, 2016.).

Čisto i suho okruženje je također jedna od prilagodbi sustava za držanje. Svinje trebaju čisto i suho okruženje kako bi se zaštitile od infekcija i bolesti. Redovito im se trebaju čistiti prostori i trebaju im se osigurati dobra ventilacija kako bi se smanjila vlažnost i neugodni

mirisi. One su, također, osjetljive na ekstremne temperature, pa je važno osigurati adekvatnu zaštitu od vrućine, hladnoće i vlage. To se može postići primjenom klimatizacije, ventilacije, te osiguravanjem suhog, toplog i sigurnog skloništa. Kao što se već znamo svinje su osjetljive na stres, što može dovesti do povećane osjetljivosti na bolesti i smanjenog apetita. Zbog toga njima se treba kontrolirati stres osiguravanjem sigurnog okruženja, smanjenjem buke i prenapučenosti te omogućavanjem interakcije s drugim svinjama (Hurst, 2020.).

3.3. Modulacija hranidbe kao odgovor na toplinski stres

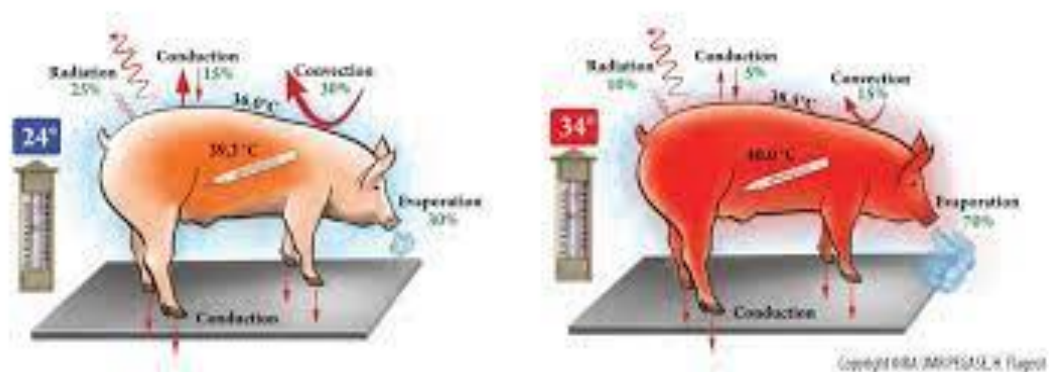
Promjene u hranidbi proučavane su kao strategija za ublažavanje utjecaja toplinskog stresa na utjecaj rasta. Smanjena proizvodnja topline i dizanje hranidbenih makronutrijenata specifikacije su dvije najproučavanije modifikacije hranidbe. Zamjena hranidbenog CP-a sa sintetičkim aminokiselinama, na primjer treonin, lizin i triptofan, mogu smanjiti proizvodnju topline, ali stopa rasta nije poboljšana u vrućim uvjetima (Kerr i sur., 2003.; Spencer i sur., 2005.).

Povećanje stope uključenosti sojinog ulja s 1,5 % na 4,5 % u izokaloričnoj prehrani poboljšalo je učinkovitost hrane i stopu rasta od 8% kod svinja u uzgoju u vrućim uvjetima. Povećanje prehrambenih specifikacija makronutrijenata kao što su aminokiseline ili energija mogu poboljšati stopu rasta u vrućim uvjetima. Primjerice, nadopunjavanje sintetskih esencijalnih aminokiselina povećao je unos aminokiselina i stopu rasta svinje u vrućim uvjetima (Morales i sur., 2018.). Povećanje stupanja uključivanja masti od 1 % do 8 % uz postizanje veće gustoće energije, poboljšana je brzina rasta i učinkovitost hrane za 8 %, odnosno 15 %, kod svinja u uzgoju u toplim uvjetima, ali je imalo tendenciju povećanja debljine leđnog sala trupa za 5 % na fiksnu težinu trupa (Spencer i sur., 2005.).

Modulacija hranidbe može biti učinkovit način smanjenja negativnih učinaka toplinskog stresa kod životinja, uključujući i svinje. Toplinski stres može uzrokovati smanjenje proizvodnje hrane, smanjenje kvalitete mesa i smanjenje plodnosti, pa je važno preduzeti mjere kako bi se smanjio utjecaj toplinskog stresa na životinje. Jedan od načina je prilagodba prehrane. Važno je prilagoditi prehranu svinja u uvjetima toplinskog stresa kako bi se smanjio utjecaj na probavu i smanjio stres. To može uključivati povećanje udjela vlaknaste hrane i smanjenje količine proteina u prehrani, kao i dodavanje elektrolita kako bi se nadoknadila izgubljena sol i voda (Brown-Brandl i sur., 2004.).

Svinje, kao i sve ostale životinje, trebaju svježu vodu kako bi ostale hidratizirane i rashladile se pogotovo tokom vrućih i ljetnih dana. Važno je osigurati dovoljnu količinu svježe vode, po mogućnosti hladne, koja će biti dostupna tijekom cijelog dana (Hurst, 2020.).

Preporučuje ih se hraniti u hladnijim dijelovima dana. Svinje se mogu hraniti u hladnijim dijelovima dana, poput ranog jutra ili kasne večeri, kada temperature nisu toliko visoke. To može smanjiti stres koji uzrokuje toplina i poboljšati probavu hrane. Korištenje aditiva za poboljšanje termoregulacije: Aditivi kao što su natrijev bikarbonat, L-karnitin i vitamin C, mogu se dodati u hranidbi svinja kako bi se poboljšala njihova termoregulacija te se smanjili učinci toplinskog stresa. Važno je redovito praćenje životinja. Zato što redovitim praćenjem životinje moglo bi se utvrditi je li njihova hranidba učinkovita u borbi protiv toplinskog stresa ili ipak ne. To uključuje praćenje tjelesne težine, temperature tijela i opće zdravstveno stanje svinja (Brajković, 2021.).



Slika 7. Toplinski stres kod svinja

(Izvor: <https://lallemandanimalnutrition.com>)

3.4. Perspektiva svinjogojske proizvodnje

Perspektiva svinjogojske proizvodnje ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući potražnju za svinjskim mesom, troškovima proizvodnje, pritiscima na okoliš i društvenim trendovima. Neki od glavnih čimbenika koji utječu na perspektivu svinjogojske proizvodnje je potražnja za svinjskim mesom. Potražnja za svinjskim mesom značajno utječe na perspektivu svinjogojske proizvodnje. Svinjsko meso je popularan izvor proteina u mnogim dijelovima svijeta i raste potražnja u zemljama u razvoju. Međutim, postoji i trend porasta potražnje za vegetarijanskim i veganskim proizvodima koji bi mogli utjecati na potražnju za svinjskim mesom u budućnosti (Rauw i sur., 2020.).

Troškovi proizvodnje su također jedan od važnih čimbenika proizvodnog cilusa. Oni uključuju hranu, veterinarske usluge, energiju i radnu snagu. Cijene hrane mogu biti promjenjive i mogu znatno utjecati na profitabilnost svinjogojske proizvodnje. Visoki troškovi energije također mogu negativno utjecati na profitabilnost. Svinjogojska proizvodnja može imati negativan utjecaj na okoliš zbog proizvodnje otpada, emisija plinova stakleničkih plinova i potrošnje vode. Stoga, pritisak na okoliš može utjecati na perspektivu svinjogojske proizvodnje i potaknuti razvoj održivih praksi u proizvodnji. Promjene u društvu, također, mogu utjecati na perspektivu svinjogojske proizvodnje. Na primjer, sve veći broj ljudi zanima se za etičku i održivu proizvodnju hrane te traže proizvode s minimalnom količinom aditiva i antibiotika. Ovo može utjecati na način na koji se svinje uzgajaju i hrane, a time i na perspektivu svinjogojske proizvodnje (Rauw i sur. 2020.)



Slika 8. Rashlađivanje svinja

(Izvor: <https://www.fwi.co.uk>)

Ukratko, perspektiva svinjogojske proizvodnje ovisi o mnogim čimbenicima i nema jednostavnog odgovora. Međutim, potražnja za svinjskim mesom i troškovi proizvodnje ostaju ključni čimbenici za profitabilnost svinjogojske proizvodnje, dok pritisak na okoliš i društveni trendovi mogu utjecati na način na koji se proizvodi svinja (Rauw i sur., 2020.).

Pretpostavlja se da će trend globalnog zatopljenja pogoršati utjecaje povezane s ljetnim uvjetima na produktivnost svinja, zbog pozitivne korelacije između okolišnih temperatura i fiziološki utjecaj na svinje. Poboljšanje učinkovitosti proizvodnje svinja u ljetnim uvjetima je važan cilj za održavanje proizvodnje hrane pod izazovnim klimatskim uvjetima. Napredak u razumijevanju fizioloških učinaka toplinskog stresa pomoći će u ovom cilju i u razvoju strategija upravljanja za poboljšanje otpornosti svinja u ovim izazovnim uvjetima (Renaudeau i Dourmad, 2022.).

Za borbu protiv negativnog utjecaja ljetnih uvjeta, tri su specifična pravca istraživanja koja treba nastaviti. Prvi pravac je kako bi se smanjio gubitak rane gravidnosti krmača parenih ljeti, drugo je kako bi razumjeli utjecaje toplinskog stresa u razvoju fetusa te razviti strategije ublažavanja koje smanjiti masnoću trupova potomaka svinja rođenih od krmača parenih u ljeto, i kao treće razviti strategije za poboljšanje unosa hrane i stopa rasta završnih svinja u vrućim uvjetima (Zhao i sur., 2021.).

U budućnosti, strategije poput provedbe isplative strategije hlađenja, genetika uzgoja s boljom otpornošću na toplinu i ostalo, također treba istražiti. Naravno, sve navedeno trebala bi biti povezano sa strategijama za preokret globalnog tempa zagrijavanja (Liu i sur., 2021.).



Slika 9. Svinjogojstvo-belje

(Izvor: <https://www.belje.hr>)

4. ZAKLJUČAK

Svinje, poput svih životinja, mogu patiti od stresa iz raznih razloga, uključujući promjene u okolini, prehrani, vremenskim uvjetima, prisutnosti drugih životinja i ljudi, transportu, laktaciji i drugim stresorima. Zaključuje se da je toplinski stres ozbiljan problem u svinjogojskoj proizvodnji koji ima negativne učinke na zdravlje i dobrobit svinja te na produktivnost i profitabilnost proizvodnje. Toplinski stres svinja može dovesti do problema poput smanjene konzumacije hrane i vode, smanjenja rasta i proizvodnje, smanjenja kvalitete svinjskog mesa te povećane pojave bolesti i smrtnosti svinja.

Toplinski stres posebno je problem kod svinja, pogotovo u uvjetima visokih temperatura i vlage. Visoka temperatura i vlaga mogu uzrokovati stres kod svinja, a to može dovesti do smanjenja apetita, smanjene razine proizvodnje i povećanja rizika od bolesti. Također, važno je pružiti im adekvatnu hranidbu i osigurati dovoljno prostora za kretanje. Kako bi se smanjio stres kod svinja važno je provoditi preventivne mjere kako bi se smanjio učinak toplinskog stresa na svinje, uključujući poboljšanje ventilacije i kvalitete zraka u objektu za uzgoj svinja, osiguravanje dovoljne količine svježeg vode i hranjivih tvari, smanjenje gustoće naseljenosti svinja, te korištenje metoda hlađenja, poput raspršivanja vode i upotrebe ventilatora.

Stres kod svinja može utjecati na njihovu kvalitetu života i proizvodnju, stoga je važno pružiti im adekvatne uvjete za život i pravilno upravljati farmom na kojoj se uzgajaju. Također, važno je provoditi modulacije hranidbe kako bi se smanjio učinak toplinskog stresa na svinje, uključujući korištenje hrane s niskom toplinskom vrijednosti i visokim sadržajem vode te dodavanje aditiva kao što su elektroliti, probiotici i antioksidanti. Konačni cilj ovog rada je doprinijeti boljem razumijevanju problema toplinskog stresa u svinjogojskoj proizvodnji i istražiti mogućnosti za poboljšanje zdravlja i proizvodnje svinja kroz prilagodbu prehrane i upravljanje uvjetima u staji.

5. POPIS LITERATURE

1. Aggarwal, A., Upadhyay, R. (2013.): Heat stress and animal productivity (Vol. 188): Delhi, India: Springer.
2. Akilen, R., Tsiami, A., Devendra, D., Robinson, N. (2012.): Cinnamon in glycaemic control: Systematic review and meta analysis. *Clinical Nutrition*, 31(5): 609-615.
3. Ali, A., S., Elshafie, E., I. (2008.): Epidemiological investigations of sheep pox in eastern regions of Sudan. U: Proceedings of the International Conferences Livestock and Global Climate Change. 2008., Rowlinson, P., Steele, M., Nefzaoui, A. (ur.), Hammamet, Tunisia 17-20 May, 2008.
4. Bell, M. J., Wall, E., Simm, G., Russell, G., Roberts, D. J. (2008.): Reducing dairy herd methane emissions through improved health, fertility and management. *Livestock and Global Climate Change*, 123.
5. Brajković, M. (2021.): Toplinski stres kod krmača u kasnoj gravidnosti i laktaciji (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Agriculture. Department of Animal Science I).
6. Brown-Brandl, T. M., Nienaber, J. A., Xin, H., Gates, R. S. (2004.): A literature review of swine heat production. *Transactions of the ASAE*, 47(1): 259.
7. Collier, R. J., Baumgard, L. H., Zimelman, R. B., & Xiao, Y. (2019.): Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers*, 9(1): 12-19.
8. Cottrell, J. J., Liu, F., Hung, A. T., DiGiacomo, K., Chauhan, S. S., Leury, B. J., Dunshea, F. R. (2015.): Nutritional strategies to alleviate heat stress in pigs. *Animal Production Science*, 55(12): 1391-1402.
9. Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Imtiwati, K. R., Kumar, R. (2016.): Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary world*, 9(3): 260-268.
10. Fowler M. E. (1986.): Stress. In: *Zoo & Wild Animal Medicine*. 2nd ed. W.S. Saunders Company. Philadelphia.
11. Gopinathan, P. M., Pichan, G., & Sharma, V. M. (1988.): Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 43(1): 15-17.
12. Gutzmirtl, D., Kucjenić, Ž., (2003.): Smještaj svinja. Hrvatski Zavod za Poljoprivrednu Savjetodavnu Službu, Zagreb.

13. Holmes, C. W., Grace, N. D. (1975.): A note on the metabolism of Ca, P, Mg, Na and K by pigs growing at a high ambient temperature. *Animal Science*, 21(3): 341-343.
14. Hurst J. (2020.): Metode rashlađivanja ljeti: Kako smanjiti toplinski stres kod svinja. Dostupno na: <https://veterina.com.hr/?p=83003> (Pristupljeno: 26.04.2023.)
15. Huynh, T. T. T. (2005.): Heat stress in growing pigs. Wageningen University and Research.
16. Kerr, B. J., Yen, J. T., Nienaber, J. A., Easter, R. A. (2003.): Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. *Journal of animal Science*, 81(8): 1998-2007.
17. Kvesić, M. (2016.): Ponašanje svinja u otvorenom i zatvorenom sustavu držanja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
18. Liu, F., Zhao, W., Le, H. H., Cottrell, J. J., Green, M. P., Leury, B. J., Bell, A. W. (2022.): What have we learned about the effects of heat stress on the pig industry. *Animal*, 16, 100349.
19. McGlone, J. J., Stansbury, W. F., Tribble, L. F. (1988.): Management of lactating sows during heat stress: effects of water drip, snout coolers, floor type and a high energy-density diet. *Journal of Animal Science*, 66(4): 885-891.
20. Moberg G. P., Mench J. A. (2000.): The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. CABI Publishing.
21. Morales, A., Chávez, M., Vásquez, N., Htoo, J. K., Buenabad, L., Espinoza, S., Cervantes, M. (2018.): Increased dietary protein or free amino acids supply for heat stress pigs: effect on performance and carcass traits. *Journal of Animal Science*, 96(4): 1419-1429.
22. Morrison, S. R., Bond, T. E., & Heitman, H. (1968.): Effect of humidity on swine at high temperature. *Transactions of the ASAE*, 11(4): 526-0528.
23. Nienaber, J. A., Hahn, G. L., Eigenberg, R. A., Korthals, R. L., Yen, J. T., Harris, D. L. (1997.): Genetic and heat stress interaction effects on finishing swine. In *International Livestock Environment Symposium*. Bloomington, MN.
24. Nienaber, J. A., Leroy Hahn, G. (1984.): Effects of water flow restriction and environmental factors on performance of nursery-age pigs. *Journal of Animal Science*, 59(6): 1423-1429.

25. O'Brien, M. D., Rhoads, R. P., Sanders, S. R., Duff, G. C., Baumgard, L. H. (2010.): Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. *Domestic animal endocrinology*, 38(2): 86-94.
26. Patience, J. F., Rossoni-Serão, M. C., Gutiérrez, N. A. (2015.): A review of feed efficiency in swine: biology and application. *Journal of animal science and biotechnology*, 6(1): 1-9.
27. Patience, J. F., Umboh, J. F., Chaplin, R. K., Nyachoti, C. M. (2005.): Nutritional and physiological responses of growing pigs exposed to a diurnal pattern of heat stress. *Livestock Production Science*, 96(2-3): 205-214.
28. Pearce, S. C., Gabler, N. K., Ross, J. W., Escobar, J., Patience, J. F., Rhoads, R. P., Baumgard, L. H. (2013.): The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. *Journal of animal science*, 91(5): 2108-2118.
29. Pearce, S. C., Mani, V., Boddicker, R. L., Johnson, J. S., Weber, T. E., Ross, J. W., Gabler, N. K. (2012.): Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 90(4): 257-259.
30. Radolović, T. (2016.): Učinak stresa na zdravlje, produktivnost i reprodukcijsku učinkovitost farmskih životinja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet.
31. Rauw, W. M., Rydhmer, L., Kyriazakis, I., Overland, M., Gilbert, H., Dekkers, J. C., Gomez-Raya, L. (2020.): Prospects for sustainability of pig production in relation to climate change and novel feed resources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(9): 3575-3586.
32. Renaudeau, D., Dourmad, J. Y. (2022.): Future consequences of climate change for European Union pig production. *Animal*, 16: 100372.
33. Ross, J. W., Hale, B. J., Gabler, N. K., Rhoads, R. P., Keating, A. F., Baumgard, L. H. (2015.): Physiological consequences of heat stress in pigs. *Animal Production Science*, 55(12): 1381-1390.
34. Selye, H. (1976): Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *Canadian Medical Association Journal*, 115(1): 53.
35. Selye, H. (2013.): *Stress in health and disease*. Butterworth-Heinemann. Ujedinjeno Kraljevstvo, London.
36. Senčić, Đ., Kralik, G., Jovanovac, S. (1989.): Proizvodna obilježja stres-osjetljivih i stres-rezistentnih tovnih svinja. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 51(3): 41-48.

37. Silva, B. A. N., Oliveira, R. F. M., Donzele, J. L., Fernandes, H. C., Abreu, M. L. T., Noblet, J., Nunes, C. G. V. (2006.): Effect of floor cooling on performance of lactating sows during summer. *Livestock Science*, 105(1-3): 176-184.
38. Spencer, J. D., Gaines, A. M., Berg, E. P., & Allee, G. L. (2005): Diet modifications to improve finishing pig growth performance and pork quality attributes during periods of heat stress. *Journal of Animal Science*, 83(1): 243-254.
39. Škorput, D., Vertuš, V., Kaić, A., & Luković, Z. (2021.): Selekcija i dobrobit svinja. *Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva*, 75(1-2): 53-62.
40. Tokić, M. Utjecaj tjelesne kondicije na proizvodna svojstva krmača. Završni rad. Agronomski fakultet
41. Turk, R., Jukić, I., Samardžija, M., Robić, M., Belić, M. (2017.): Neurohormonska regulacija stresnog odgovora i učinak na imunost domaćih životinja. *Veterinarska stanica*, 48(4): 305-315.
42. Turner, A. I., Hemsworth, P. H., Tilbrook, A. J. (2005): Susceptibility of reproduction in female pigs to impairment by stress or elevation of cortisol.
43. Samac, D., Senčić, Đ. (2021.): Organsko (ekološko) svinjogojstvo. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
44. Wheelock, J. B., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Sanders, S. R., Baumgard, L. H. (2010): Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of dairy science*, 93(2): 644-655.
45. Zhao, H. J., Guo, D. Z. (2005.): Effects of selenium and vitamin E on the free radical metabolism of pigs suffering from heat stress. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 25, 78-80.