# Toplinski stres kod krmača u kasnoj gravidnosti i laktaciji

**Brajković, Matija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:306523

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb








SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

# TOPLINSKI STRES KOD KRMAČA U KASNOJ GRAVIDNOSTI I LAKTACIJI

DIPLOMSKI RAD

Matija Brajković

Zagreb, studeni 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Genetika i oplemenjivanje životinja

# TOPLINSKI STRES KOD KRMAČA U KASNOJ GRAVIDNOSTI I LAKTACIJI

DIPLOMSKI RAD

Matija Brajković

Mentor:

prof. dr. sc. Krešimir Salajpal

Zagreb, studeni 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
**AGRONOMSKI FAKULTET**

## IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Matija Brajković** , JMBAG 0012256682, rođen 14.09.1996. u Požegi, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**TOPLINSKI STRES KOD KRMAČA U KASNOJ GRAVIDNOSTI I LAKTACIJI**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog 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 diplomski 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 diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/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 DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Matije Brajkovića**, JMBAG 0012256682, naslova

**TOPLINSKI STRES KOD KRMAČA U KASNOJ GRAVIDNOSTI I LAKTACIJI**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

| Povjerenstvo: | | | potpisi: |
|---|---|---|---|
| 1. | prof. dr. sc. Krešimir Salajpal | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc. Zoran Luković | član | _____ |
| 3. | izv. prof. dr. sc. Antun Kostelić | član | _____ |

# Sadržaj


1. Uvod ..... 1
2. Stres ..... 2
   2.1.1. Povijesni razvoj stresa ..... 2
   2.1.2. Čimbenici razvoja stresa – stresori ..... 3
   2.1.3. Čimbenici stresa u svinjogojskoj proizvodnji ..... 4
3. Tehnologija držanja krmača ..... 6
   3.1.1. Smještaj krmača tijekom graviditeta i nakon *partusa* ..... 10
   3.1.2. Faze hranidbe krmača tijekom gravidnosti ..... 11
4. Rasplođivanje svinja ..... 15
   4.1.1. Građa reproduktivnog sustava krmače ..... 15
   4.1.2. Spolni ciklus kod krmače ..... 16
   4.1.3. Čimbenici hormonske regulacije spolne aktivnosti kod krmača ..... 18
5. Toplinski stres ..... 20
   5.1.1. Toplinski stres kod svinja ..... 21
   5.1.2. Učinci toplinskog stresa kod krmača ..... 22
   5.1.3. Prevencija toplinskog stresa ..... 23
6. Zaključak ..... 25
7. Popis literature ..... 26

# Sažetak

Diplomskog rada studenta **Matije Brajkovića**, naslova

**TOPLINSKI STRES KOD KRMAČA U KASNOJ GRAVIDNOSTI I LAKTACIJI**

Brojni su mehanizmi kojima organizam odgovara na djelovanje stresora koordinirani djelovanjem endokrinog i živčanog sustava, a cilj im je održati važne životne funkcije kako bi jedinka preživjela, inhibirajući funkcije koje trenutno nisu nužne za preživljavanje poput rasta, probave te reprodukcije. Razvoj svinjogojske proizvodnje, kao i sve veća potražnja za proizvodima animalnog podrijetla, doveo je do formiranja proizvodnih sustava koji iskorištavaju genetski potencijal do granica fiziološkog maksimuma. U takvim sustavima toplinski stres je jedna od pojava koji se javlja kod držanja velikog broja svinja na malom prostoru, u zatvorenim objektima u uvjetima visokih temperatura okoline i/ili relativne vlažnosti zraka ili pak kod izravnog izlaganju suncu, što za posljedicu ima nemogućnost oslobađanja tjelesne topline (nemogućnost hlađenja) životinje. Životinja se prilagođava novonastalom stanju kako bi se vratila svojevrsnom stanju homeostaze, no u određenom trenutku dolazi do popuštanja prilagodbenih mehanizama što se očituje poremećenim zdravljem i lošim proizvodnim rezultatima. Kao mjera za smanjenje izloženosti toplinskom stresu primjenjuju se mjere fizičke modifikacije okoliša, selekcija pasmina otpornih na toplinu te poboljšan management hranidbe.

**Ključne riječi**: toplinski stres, krmača, stresori, gravidnost

# Summary

Of the master's thesis – student **Matija Brajković**, entitled

**HEAT STRESS IN SOWS IN LATE PREGNANCY AND LACTATION**

Numerous mechanisms by which the body responds to stressors are coordinated by the action of endocrine and nervous systems. The aim of this action is to maintain basic physiological function, inhibiting functions which are not currently necessary for survival such as growth, digestion and reproduction. The development of pig production, as well as the growing demand for products of animal origin, has led to the formation of production systems that exploit the genetic potential to the limits of physiological maximum. In such systems, heat stress as a result of keeping many pigs in a small space, in closed facilities and exposure of pigs to high ambient temperatures and / or relative humidity or to sunlight. The animal adapts to the new condition in order to return to a kind of state of homeostasis, but at some point, there is a weakening of the adjustment mechanisms, which is manifested by impaired health and poor production results. As a measure to reduce exposure to heat stress could be applied: modification of the environment, selection of heat-resistant breeds and improved nutrition management.

**Keywords**: heat stress, sow, stressors, pregnancy

# 1. Uvod

Ovisno o vrsti, intenzitetu i trajanju stresora, stres opisujemo kao stanje koje karakterizira promjena homeostaze. Navedena promjena predstavlja osnovu pojave bolesti, promjena u ponašanju jedinki kao i poremećaja u reprodukciji te utječe na proizvodnost te kvalitetu proizvoda životinjskog porijekla. Različiti mehanizmi odgovora organizma na djelovanje stresora uključuju zajedničko djelovanje endokrinog i živčanog sustava koji imaju za cilj održati korisne životne funkcije kako bi jedinka preživjela, inhibirajući funkcije koje trenutno nisu nužne poput rasta, probave te reprodukcije (Moberg i Mench, 2000.).

Razvoj svinjogojske proizvodnje, kao i sve veća potražnja za proizvodima animalnog podrijetla, doveo je do formiranja proizvodnih sustava koji iskorištavaju genetski potencijal do granica fiziološkog maksimuma (Margeta, 2013.). U takvim sustavima životinje su izložene velikom broju stresora iz svoje neposredne okoline. Tako na pojavu stresa utječe uspostavljanje socijalnih odnosa u grupi, agresivnost, velika naseljenost prostora, interakcija s ljudima i neke prethodne fizičke i/ili psihičke traume životinje te neprilagođena hranidba i način držanja.

Toplinski stres predstavlja stanje organizma koje nastaje nakon izlaganja jedinki visokim temperaturama i/ili vlagi u zraku. Visoke temperature smanjuju unos hrane, smanjuju reproduktivni učinak krmača i uzrokom su slabije mliječnosti što se negativno odražava na preživljavanje prasadi i prirast tijekom dojnog razdoblja.

Cilj ovog rada je prikazati učinke toplinskog stresa kod krmača u kasnoj gravidnosti i laktaciji na reproduktivne pokazatelje i vitalnost prasadi i metode njegove prevencije.

# 2. Stres

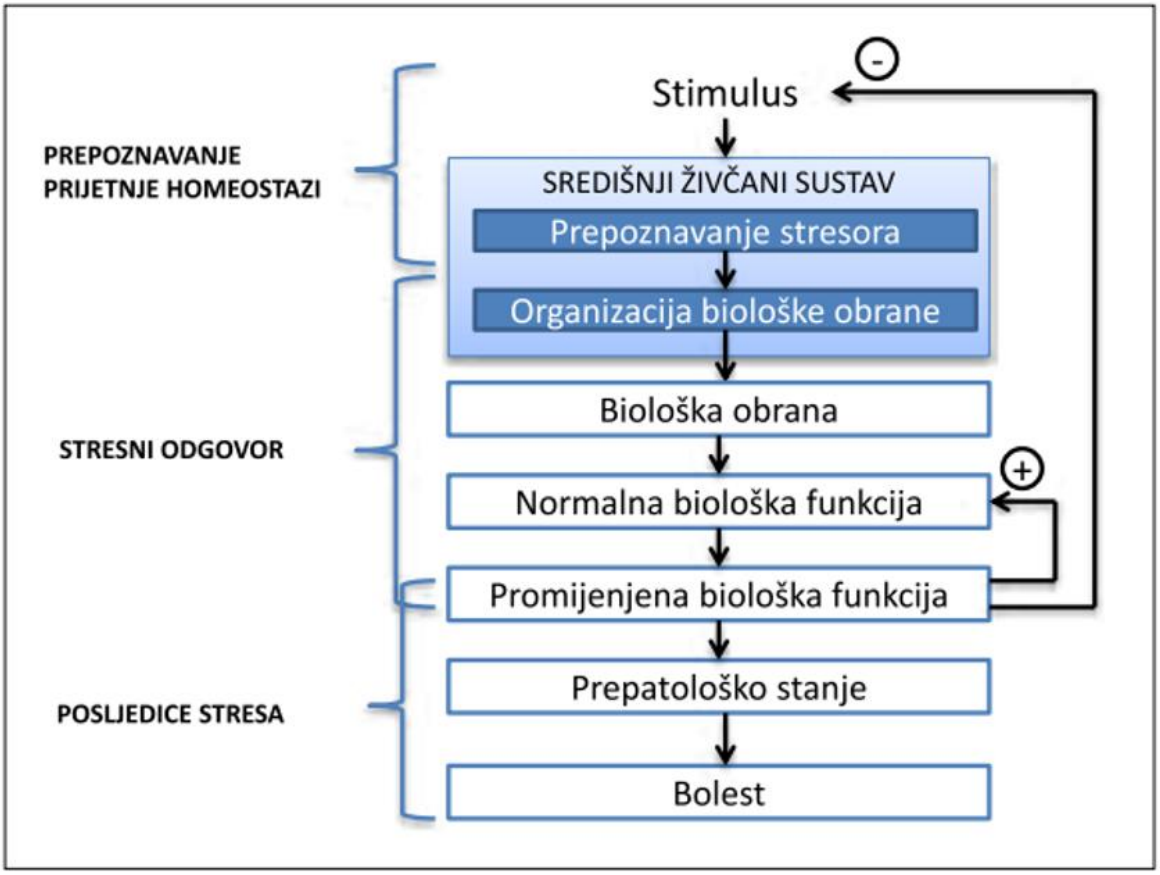
## 2.1.1. Povijesni razvoj stresa

Stres je danas sve češća pojava, a kao pojam prvi put upotrijebio ga je 1936. godine Hans Selye (Selye 1936.). Definira se kao nespecifičan odgovor na stresor kojeg organizam doživljava kao prijetnju homeostazi (Turk i sur. 2017.). Nadalje, stres opisujemo kao ono što ometa homeostazu, ovisno o vrsti, intenzitetu i trajanju stresora (McEwan i Stellar, 1993.; Goldstein i McEwan, 2002.). Dakle, svaka promjena homeostaze, može se ispoljiti kao stres koji ne pruža pozadinu samo psihološkim reakcijama, već i bolestima (Björntorp 2000., Moberg i Mench, 2000.). Osim na sklonost bolestima, stres ima signifikantan utjecaj i na reprodukciju, prirast, proizvodnost te kvalitetu proizvoda životinjskog podrijetla (Turk i sur., 2017.).

Prilikom istraživanja „stresa“ često se koriste životinjski modeli – čiji primjer možemo vidjeti u eksperimentima koje su izveli Henry i Stephens (1977.) gdje su u miševa uočene dvije glavne vrste reakcija na stres. Jedna je podrazumijevala aktivaciju simpatičkog živčanog sustava i gdje su životinje završile u superiornijem položaju (s prednostima hranjenja, reprodukcije). Druga vrsta reakcije koju su primijetili bila je porazna reakcija – životinje se nisu mogle nositi s konkurentskom situacijom i razvile su reakciju koju karakterizira pokorno ponašanje. Stoga, razlikujemo „pozitivan“ i „negativan“ stres (Selye, 1976.). Ono što nazivamo pozitivnim, *eustres*-om jest nekakva količina stresa koja blago potiče organizam i koja je potrebna u funkcioniranju organizma. Suprotno, intenzivan i dugotrajan stres koji „iscrpljuje“ organizam nazivamo *distres* ili stres u užem smislu (Berenbaum i Connelly, 1993.; Repetti, 1993.).

Kao što je već spomenuto, ulogu stresa prvi je opisao Selye (1936.) koji je istraživanjima na štakorima uočio slične uzorke, promjene ponašanja koje naziva općim adaptacijskim sindromom, koje zatim preimenuje u stresni odgovor. Stresni odgovor predstavlja kronološki tijek odgovora organizma na stresore s produženim djelovanjem te se sastoji od tri faze: faze alarmne reakcije, faze rezistencije i faze iscrpljenosti (Selye 1976., Turk i sur., 2017.). Odgovor započinje aktivacijom središnjeg živčanog sustava (engl. *central nervous system*; CNS) koji prepoznaje neki stresor kao prijetnju homeostazi (Slika 2.1.1.1.; Einarsson i sur., 1996., Turk i sur., 2017.). Percipira se podražaj kao potencijalni disbalans homeostaze te se događa biološki odgovor ili obrana (kombinacija četiri biološka mehanizma obrane: promjena u ponašanju, odgovor autonomnog živčanog sustava, neuroendokrini odgovor i imunološki odgovor (Moberg i Mench, 2000.). CNS potaknut različitim stresorima aktivira spomenute biološke mehanizme koji dalje aktiviraju simpatički živčani sustav i hipotalamo-hipofiznu-adrenalnu osovinu (HHA; Einarsson i sur. 1996.). Organizam percipira podražaje i putem osjetila vida, sluha, njuha, dodira i pretvara ih u živčane impulse koji se dalje procesiraju u velikom mozgu. Jačina reakcije ovisi o kognitivnoj sposobnosti jedinke, iskustvu, genetskom naslijeđu te o samom stresoru (Spraker, 1993.; Ladewig, 1994.). Važna je činjenica da endokrinološki odgovor na stres nastoji održati upravo one korisne životne

funkcije kako bi jedinka preživjela, na način da inhibira funkcije koje trenutno nisu nužne poput rasta, probave te reprodukcije (Moberg i Mench, 2000.).




Slika 2.1.1.1. Shematski prikaz mehanizma djelovanja, odgovora i posljedica stresa

Izvor: Turk i sur., 2017.

## 2.1.2. Čimbenici razvoja stresa – stresori

Stres je reakcija organizma na štetne podražaje iz okoline, odnosno stresore. Stresori mogu biti različitih vrsta, intenziteta i trajanja, te mogu prouzročiti jači ili slabiji odgovor. Sve što organizam percipira za sebe kao stresor jest nešto što mijenja stanje u organizmu, a sam može imati specifičan i nespecifičan odgovor (Björntorp, 2000.). Osim uz (ne)specifičnost, može se razgovarati i o endogenim i egzogenim čimbenicima. Endogeni čimbenici jedinke jesu dob, spol, pasmina, prethodne bolesti, a egzogeni su na primjer hranidba i uvjeti, te načini držanja.

Stresor može biti bilo koji stimulus koji potiče stres (Holmes i Rahe, 1967.), a možemo ih podijeliti na somatske, psihološke, bihevioralne i ostale. Somatski stresori nastaju stimulacijom osjetila (buka, intenzitet svjetla, miris, temperatura), psihološki stresori su oni koji uključuju npr. strah. Nadalje, u bihevioralne stresore ubraja se nepoznata okolina, natrpanost prostora, transport i neustaljeni hijerarhijski odnosi, dok u ostale stresore ubrajamo pothranjenost, traumatske ozljede, infekcije, kirurške zahvate i izloženost

kemijskim agensima. Svakako, stresori mogu djelovati kroz duži vremenski period te dovesti organizam do već spomenute treće faze koja rezultira smrtno (Fowler, 1986.).

Prema trajanju izloženosti stresoru razlikujemo: akutni stres kojega karakterizira kratkotrajnost, no može izazvati promjene kritičnih bioloških trenutaka (npr. ovulacija) ili preusmjeravanjem energetskih resursa (Moberg i Mench, 2000.). Reakcija organizma na stres (stresor) naziva se adaptacijski mehanizam koji može biti opći ili lokalni (Selye, 1950.). Opći se javlja kad podražaj izravno ili neizravno djeluje na cijeli organizam, a lokalni adaptacijski mehanizam je rezultat djelovanja podražaja na pojedini dio organizma (upala, nekroza, degeneracija). Opći adaptacijski mehanizam dalje možemo podijeliti u tri faze: prva, početna (alarmna) faza tijekom koje organizam prepoznaje i započinje reakciju na štetne podražaje („bori se ili bježi“; eng. *fight or flight*); druga – faza otpora (rezistencije) gdje organizam pokušava nadvladati podražaj ili se prilagoditi; te treća, faza iscrpljenosti – uslijed dugotrajne izloženosti stresu, tj. stresorima, organizam potroši svoju energiju i resurse što rezultira alarmnom reakcijom te nastupa prestanak životnih funkcija.

### 2.1.3. Čimbenici stresa u svinjogojskoj proizvodnji

Svinjogojska proizvodnja, kao i sve veća potražnja za proizvodima animalnog podrijetla, doveo je do formiranja proizvodnih sustava koji iskorištavaju genetski potencijal do granica fiziološkog maksimuma (Margeta, 2013.). U većim skupinama teže se uspostavlja socijalni odnos, što zna rezultirati međusobnim sukobima, što dalje, u konačnici utječe i na proizvodnost. Potencijalni čimbenici stresa su i velika naseljenost prostora, novo društveno grupiranje, interakcije s ljudima ili neke prethodne fizičke i/ili psihičke traume životinje (Einarsson i sur., 1996.). Zna se da je reproduktivna učinkovitost u ovisnosti s pasminom, godišnjim dobom, fotoperiodom i prehranom (Suriyasomboon i sur., 2006.). Posljedično taj stres utječe i na proizvodnju i kvalitetu proizvoda. Postoje i stresori koji uključuju sam odnos prema životinjama, transport, emocionalno stanje životinje, narav i temperament, bolesti i tehnološke zahvate, hijerarhiju stada. Isto tako, potencijalno uskraćivanje hrane, posebice kada govorimo o nekakvim hijerarhijskim odnosima, moglo bi izazvati i agresije. Uz sve to, još ukoliko se radi o grupnom smještaju gravidnih krmača, govori se o dosta intenzivnom stresoru (Einarsson i sur., 1996.). Upravo ovu proizvodnju karakterizira sve učestalija sklonost stresu pri djelovanju nepovoljnijih čimbenika okoliša (Senčić i sur., 1989.).

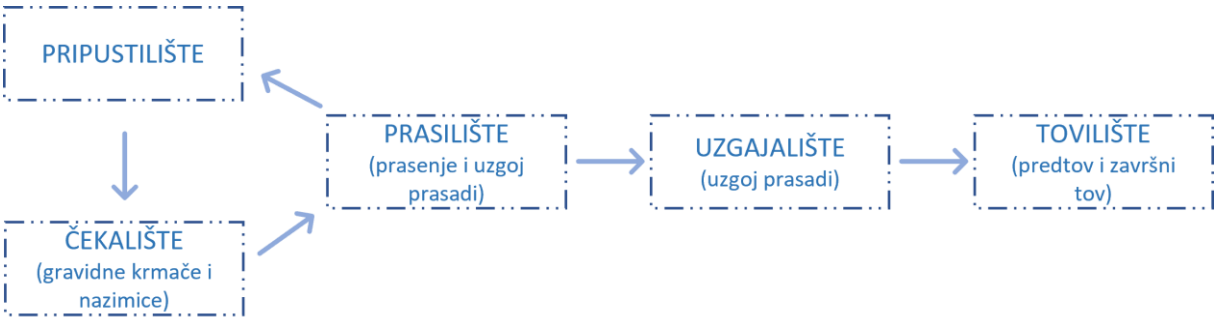
Skupina vanjskih čimbenika o kojima ovisi proizvodnja svinja jest klima nastambe ili mikroklima (Uremović i Uremović, 1997.). No, prilikom ovoga treba imati na umu čimbenike poput klime područja u kojem se podiže nastamba, položaj nastambe i sustav držanja svinja. Temperatura je jedan od najvažnijih čimbenika stresa, ona utječe na rast, iskorištavanje hrane, kvalitetu proizvoda i razmnožavanje (Gutzmirtl i Kucjenić 2003., Uremović i Uremović 1997.). Posebice kada govorimo o svinjama, one su osjetljive na temperaturu radi ograničene sposobnosti gubitka topline (Einarsson i sur., 1996., Uremović i Uremović, 1997.). Aktivacija HHA osi je samo jedan od mehanizama kada su svinje izložene temperaturnim ekstremima (Einarsson i sur., 1996.). Kako bismo poduzeli nešto po pitanju ovog stresora, potrebno je

uspostaviti optimalnu temperaturu nastambe ovisno o kategoriji životinje, tj. svinje. Variranje temperatura za svinju pod utjecajem su dobi, tjelesne mase, načina držanja, vrste poda, brzine strujanja zraka. Niske temperature prilikom prasenja dovode do gubitaka: prasad je hipersenzibilna na niže temperature radi vlastitog mehanizma termoregulacije, što je indirektno povezano i sa uzročnicima bolesti. Suprotno tome, visoka temperatura izuzetno loše utječe na tov svinja (smanjenje prirasta od 20 %; Gutzmirtl i Kucjenić 2003.). Svjetlost povoljno utječe na razmnožavanje, odnosno nedovoljno svjetlosti dovodi do nižeg postotka koncepcije i manjeg broja prasadi u leglu (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.).

Relativna vlažnost zraka je također jedan od stresora. Naime, radi se o zasićenosti zraka vodenom parom koja je za svinje u poprilično velikom rasponu (50 – 90 %; Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Ukoliko se taj raspon prelazi, dolazi do bronhopneumonije i uginuća. No, uz samu relativnu vlažnost postoji mogućnost i kondenzacije što može imati veze i sa izgradnjom objekta te ventilacijom. Povećano strujanje vlažnog, hladnog zraka djeluje na zdravlje svinja (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Sastav zraka u nastambama životinja je „nadograđen“ plinovima i fermentacijama poput metana, sumporovodika, amonijaka (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Sumporovodik utječe na živčani sustav svinja, a do njegovog povećanja dolazi zbog neredovitog ventiliranja, čišćenja ili zastoja kanalizacije. Amonijak se oslobađa iz gnoja, oštećuje sluznicu očiju i dišnog sustava, a njegov utjecaj je još veći ukoliko postoji prašina u zraku (Uremović i Uremović, 1997.).

# 3. Tehnologija držanja krmača

Jedan od glavnih preduvjeta za uspješnu svinjogojsku proizvodnju je odabir odgovarajućeg sustava držanja i smještaja svinja (Siročić Čerkezović i sur., 2017.; Vučinić, 2006.). Razvojem proizvodnje, stvoreni su visokoproizvodni genotipovi, no i nove tehnologije proizvodnje koje se uvijek nastoje usavršiti (Uremović i Uremović, 1997.). Ovdje se podrazumijevaju postupci sa svinjama ovisno o njihovim proizvodnim, životnim fazama te o kojoj se kategoriji svinje radi. Osim samog smještaja, ne smije se zaboraviti hranidba, reprodukcija, selekcija i zdravstveno stanje životinja.




Slika 3.1. Shematski prikaz proizvodnih faza i biološkog ciklusa svinje.

Izvor: Uremović i Uremović, 1997.

Proizvodne faze i biološki ciklus svinja može se podijeliti u više cjelina, neovisno radi li se o istoj ili posebnoj nastambi. Te nastambe se rade prema namjeni i specifične su pojedinoj fazi proizvodnje. Vidljivo na slici 3.1. razlikujemo pripusilište, čekalište, prasilište, uzgajalište, nazimarnik, tovilište te nerastarnik (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.; Uremović i Uremović, 1997.). Pripustilište služi otkrivanju estrusa, pripustu krmača i držanju nerastova za otkrivanje estrusa i oplodnju krmača; čekalište jest područje namijenjeno držanju oplođenih krmača do prasenja; prasilište je namijenjeno prasenju, ali i uzgoju sisajuće prasadi; uzgajalište je mjesto uzgoja odbijene prasadi; nazimarnik je namijenjen za uzgoj rasplodnih nazimica do pripusta, potrebnih za remont krmača; tovilište služi tovu svinja od 25 – 100 i više kg tjelesne mase; a nestarnik je namijenjen držanju rasplodnih nerastova (Uremović i Uremović, 1997.). Postoje dva tipa držanja nazimica i krmača u pripustilištu – skupno i individualno. Skupno držanje je zastupljenije radi lakšeg uočavanja znakova tjeranja, a one krmače u kojih je to uočeno se dalje premještaju u individualne boksove gdje se i osjemenjuju (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Individualni način prednjači u tome što se već tada krmače mogu hraniti prema kondiciji. U čekalištu se krmače drže u skupinama po pet krmača (preporuča se izgradnja ispusta), razvrstanih prema masi i očekivanom prasenju (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Boksovi za prasenje (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.) su također važna stavka prilikom razmišljanja o nagnječenju prasadi, a razlikujemo klasični (standardni) boks i dijagonalni boks. Klasični je podijeljen na 2 dijela gdje je jedan dio predviđen za prasad, odnosno drugi dio je predviđen za krmaču. Prasad se može slobodno kretati, dok je krmača ukliještena. U dijagonalnom

boksu uklještenje se provodi dijagonalno u odnosu na podužnu os boksa te se štedi smještajni prostor. Razlikujemo i podove u načinu držanja: puni pod, djelomično rešetkasti pod i duboka stelja. S obzirom na način držanja razlikujemo otvoreni, poluotvoreni i zatvoreni sustav držanja svinja.

Poluotvoreni sustav nastoji držati svinje u zidanim nastambama uz mogućnost svinje da slobodno izlazi i kreće se u ograđenim ispustima (Uremović i Uremović, 1997.). Ti ispusti nisu u upotrebi tijekom zime, a predviđeni su za hranjenje. Ovakav sustav se uvelike koristi za krmače, nerastove i prasad za rasplod.

Držanje svinja na otvorenom (Luković i sur., 2017.) dobiva sve više na važnosti zbog manjih troškova smještaja, manje potrošnje energije te zahtjeva javnosti za manje intenzivnim sustavima u stočarskoj proizvodnji (Luković, 2014). U ovom sustavu držanja svinje slobodno borave na otvorenom (pašnjacima, šumskim područjima; slika 3.2.), a preko noći i tijekom hladnijih dana borave u malim nastambama (minimalno 12 $m^2$; Tablica 3.1.). Ekstenzivni sustav djeluje povoljno na zdravlje svinja, reprodukciju te pozitivno utječe na kakvoću mesa. Također, svinje imaju mogućnost rovanja kojim čiste zemlju od korijenja, glista i različitih kukaca (Pejaković, 2002). Osim hrane potrebno je osigurati i dovoljne količine vode. Nedostatak u ovom sustavu je što postoji veća mogućnost pojave bolesti koje mogu potjecati od divljih svinja, glodavaca, kukaca te drugih vrsta životinja. Držanje na otvorenom može biti organizirano za sve kategorije svinja izuzev krmača neposredno pred prasenje i prasadi u prvom periodu života (Radoević i Pavičić, 2006.).



Slika 3.2 Držanje svinja na otvorenom

Foto: A. Kostelić

Tablica 3.1 Dozvoljen broj svinja po ha prema kategorijama.

| **Kategorija svinje** | **Maksimalan broj po ha** |
|---|---|
| odojci | 74 |
| gravidne krmače | 6,5 |
| svinje u tovu i ostale | 14 |

Izvor: Radoević i Pavičić, 2006.

Intenzivna proizvodnja svinja podrazumijeva primjenu zatvorenog sustava držanja (vidljivo na slici 3.3.). Ovim načinom držanja teži se stvaranju veće dobiti te se tako često zanemaruju uvjeti držanja te sama dobrobit. Svinje se drže na rešetkastom ili polurešetkastom podu, u boksovima i kavezima gdje im je ograničeno kretanje i socijalni kontakt (Senčić i Antunović, 2003.). Nemaju mogućnost rovanja, kaljužanja i slično. Kod zatvorenog sustava držanja svinja važno je odvojiti prostore za hranidbu, lijeganje, defekaciju kako bi se izbjegli zdravstveni problemi i ekonomski gubici (Pavičić i sur., 2012.). Ovdje se često javljaju agresivnost, kanibalizam, griženje repova, a mladunčad (prasad) se naglo i trajno odvaja od majke u ranoj dobi prije odbića (Pavičić i sur., 2012.). No, ovakav sustav nastoji nedostatke dopuniti kvalitetnom hranidbom, raznim tehnološkim postupcima, usklađivanjem mikroklime i provođenjem higijenskih zdravstvenih programa kao i povećanom produktivnost rada, smanjenom investicijom po životinji te mogućnost skraćivanja svih dijelova proizvodnog ciklusa (Asaj, 2003). Iako u svakodnevnici postoje situacije poput traženja hrane, borbe za opstanak; u sustavima intenzivne proizvodnje životinjama često nije omogućeno uobičajeno ponašanje te za posljedicu uzrokuje stres (Siročić Čerkezović i sur., 2017.).



Slika 3.3. Držanje svinja u zatvorenom

Rasplodne krmače su kategorija u koju pripadaju ženska grla od prasenja do izlučenja iz rasploda. U intenzivnoj proizvodnji krmače često izlučuju iz uzgoja nakon četiri do šest

legala, a krmače u ekstenzivnim i poluintenzivnim sustavima ostaju dulje u proizvodnji (Volčević, 2005.). Najveći dio vremena krmače provedu u nastambama ili mjestu za pripust i gravidne krmače. Držanje krmača na otvorenom ima pozitivan utjecaj na njihovo opće stanje koje se očituje u lakšim i bržim porodima te većom količinom mlijeka u laktaciji (Radoević i Pavičić, 2006.). Za smještaj krmača na otvorenom, uz površine na kojima se nalaze, potrebno je osigurati dovoljan broj kućica koje im omogućuju da se sklone tijekom nepovoljnih vremenskih uvjeta. Kućice se izgrađuju od lima ili drveta, a nastiru se slamom, a ulaz u kućice potrebno je okrenuti prema jugu ili suprotno od udara jakih hladnih vjetrova (Pejaković, 2002.). Zasušene krmače i nazimice drže se u kućicama u skupinama (Pejaković, 2002.). Suprasnim krmačama potrebno je omogućiti gradnju gnijezda, a samo držanje njih u skupinama za vrijeme gradnje legla pokazalo se da dovodi do pojačane agresivnosti (Radoević i Pavičić, 2006.) koja dalje može dovesti do stresa i slabijih rezultata u plodnosti. Prednosti držanja na otvorenom prostoru odražava se pozitivno na opće stanje svinja. Tako, primjerice, krmače držane na ovaj način imaju lakše i brže porode, ali i više mlijeka, što se pozitivno odražava na vitalnost i zdravstveno stanje prasadi. U otvorenom sustavu držanja je veći broj uzgojene prasadi po krmači od prosjeka dobivene prasadi kod krmača u zatvorenom prostoru (Radoević i Pavičić, 2006.). Kućice za smještaj krmača i sisajuće prasadi na otvorenom treba postavljati na lakim i propusnim tlima, a boksove treba temeljito očistiti prije useljenja krmača. Nakon smještanja krmača u boksove za prasenje smanjuje im se količina dnevnog obroka da bi se olakšalo prasenje (Kemenović i sur., 2017.).

Ukoliko i kada se provodi premještanje krmača potrebno je napraviti temeljito i kvalitetno čišćenje boksova (Škorput i Luković, 2015.). Pri naseljavanju objekta krmačama, potrebno je isplanirati kojim redom će se puniti nastamba te kako će se grupirati krmače (Škorput i Luković, 2015.) kako bi se vršio adekvatan nadzor te brže i lakše identificirale životinje s problemima i eventualno pružila pomoć. Također, poželjno je primijeniti sustav „sve unutra, sve van“ prilikom punjenja, odnosno pražnjenja prasilišta na većim farmama, kako bi se smanjila mogućnost miješanja životinja kao i vjerojatnost prenošenja bolesti (Uremović i Uremović, 1997.). Krmače se moraju držati u grupama, osim u zadnjem stadiju suprasnosti i tijekom dojenja prasadi (Radoević i Pavičić, 2006.).

Krmače se premještaju u boks za prasenje pet do šest dana prije očekivanog prasenja uz pranje mlakom vodom i tretman sredstvima protiv šuge. Nadalje, kako bi se spriječio mastitis i pojava MMA sindroma potrebno je umiješati i aditive. Također, prasilište zimi je nužno ugrijati na optimalnu temperaturu s namjerom sprječavanja bolesti (posebice u prasadi koja je hipersenzibilna na temperature). Krmača dolaskom, preseljenjem u prasilište prelazi sa grupnog na individualni smještaj, što je posebice stresno za životinju (Uremović i Uremović, 1997.). Kako bi se izbjegao stresor poput tog, nastoji se omogućiti joj prostora za slobodno kretanje te pravljenje gnijezda (najčešće se javlja 72 sata prije prasenja; Uremović i Uremović, 1997.).

Tehnologija držanja zavisi i o proizvodnom ciklusu krmače koji se sastoji od tri razdoblja: interim razdoblja (od odbića prasadi do oplodnje), suprasnosti i dojnog razdoblja (Uremović i Uremović, 1997.). U razdoblju suprasnosti nastoji se krmači povećati tjelesnu

masu (Dourmad i sur., 2008.), kako bi u dojnom razdoblju ostvarile dobru mliječnost i što manji gubitak tjelesne mase (Sakomura i sur., 2014.). Nastoji se postići što kraće interim razdoblje, veći broj ovuliranih, odnosno oplođenih jajnih stanica te što bolje preživljavanje embrija (Košarog i sur., 2003.).

### 3.1.1. Smještaj krmača tijekom graviditeta i nakon *partusa*

Tijekom gravidnosti krmače se mogu držati u različitim vrstama smještaja, što je vrlo bitno za samo ponašanje životinje. Krmače se mogu držati na otvorenom prostoru i to je praktičniji način držanja koji je raširen u Europi. Za uzgoj na otvorenom potrebno je osigurati dovoljan broj nastambi kako bi se pri visokim temperaturama i lošim vremenskim prilikama svinje mogle skloniti. Također, treba uzeti u obzir postojeće propise za suzbijanje i sprječavanje zaraznih bolesti, primjerice svinjske kuge (Radoević, 2006.). Krmače se prije poroda drže u skupinama, a netom prije i nakon toga se odvajaju jer im je potrebno mirno mjesto kako bi pripremile gnijezdo za prasad. Držanje krmača i nazimica u pojedinačnim, skučenim odjeljcima tijekom gravidnosti može rezultirati i zdravstvenim problemima (Siročić Čerkezović i sur., 2017.), onemogućenim društvenim interakcijama te poteškoćama prilikom termoregulacije (Gregory, 2007.). Zabilježeni su i slučajevi hromosti (zbog rešetkastih podova, nedostataka stelje), ozljede (pad životinja, nedostatak tjelesne aktivnosti; Broom i Fraser, 2007.).

Znakovi skorog prasenja javljaju se tri dana prije: otečenost i crvenost vulve, opušten trbuh, nabreklo vime, nemirnost krmače, opadanje apetita. Uz postojanje slame u smještaju, krmače rade već spomenuto gnijezdo, a u suprotnom inače kopaju pod i grizu ogradu (Uremović i Uremović, 1997.). Krmače često znaju postati agresivne, a 10ak minuta prije prasenja liježe na pod. Prasenje krmača zabilježeno je kao kraće u onih krmača koje su se držale na slami prije poroda u odnosu na one držanima na rešetkastom podu. Potrebno je osigurati i „dežurstvo“, iako u pravilu pomoć krmačama prilikom poroda nije nužna (Uremović i Uremović, 1997.).

Navodi se da su u gravidnih krmača smještenih u neizoliranim nastambama, u odjeljcima bez stelje i bez mogućnosti tjelesnog kontakta, vjerojatniji pobačaji tijekom hladnijeg razdoblja (Ekesbo, 2011.). Krmače i nazimice bi se trebale držati u skupinama u razdoblju od četiri tjedna nakon osjemenjivanja do tjedan dana prije očekivanog prasenja (Siročić Čerkezović i sur., 2017.). Mogući su i reprodukcijski poremećaji poput izostanka koncepcije i brojčano malih legala, koji su posljedica loših uvjeta držanja i stresa (Vučemilo i sur., 2011.). U gravidnih krmača i nazimica u 20 – 30 % slučajeva dolazi do prekida gravidnosti zbog uginuća embrija, pri čemu na preživljavanje embrija najviše utječu stresori (Siročić Čerkezović i sur., 2017.).

Postoje tri načina držanja krmača s prasadi: pojedinačno, kombinirano ili u grupi. Pri svim tim načinima uzgoja one se drže slobodno i nisu ukliještene kao što je to slučaj u konvencionalnom uzgoju (Radoević, 2006.; Pavičić, 2011.). Krmače se nakon poroda drže

zajedno sa prasadi oko 14 dana u odjeljku za prasenje koje sadrži izlaz za krmaču, ali ne i za prasad. Nakon prasenja, krmače se mogu puštati van, dok prasad u prvim danima života ostaje u prostoru za prasenje kako bi se izbjegla pothlađenost (Lukić i sur., 2018.) i miješanje iz različitih legla (Pavičić i Ostović, 2011.; Pejaković, 2002.). Nakon odbića prasadi u trajanju od četiri do šest tjedana potrebno je tetovirati prasad da ne bi došlo do miješanja (Pavičić, 2011.). Dobro ih je postaviti na metalne nosače da bi se olakšalo premještanje. Temeljni cilj držanja krmača u vrijeme gravidnosti je što veći broj gravidnih plotkinja, odnosno održavanje gravidnosti te konačni što veći broj žive prasadi, što se postiže osim određenim načinom držanja u to vrijeme i odgovarajućom hranidbom (Uremović i Uremović, 1997.).

### 3.1.2. Faze hranidbe krmača tijekom gravidnosti

Uz dobru genetsku osnovu, važna je i kvalitetna hranidba prilagođena potrebama u pojedinim proizvodnim fazama krmača. Kako bi se postigla racionalna hranidba i rasplodna kondicija krmače potrebno je pristupiti individualnom i ograničenom hranidbom za vrijeme pripusta, tj. gravidnosti krmače (Uremović i Uremović, 1997.). Cilj hranidbe krmača u gravidnosti je smanjiti prevelike razlike u tjelesnoj masi, odnosno postići odgovarajuću kondiciju za svaku krmaču (Jančo i Škorput, 2019.). Od vanjskih čimbenika upravo hranidba svinja ima najvažniju ulogu u svinjogojskoj proizvodnji (Košarog i sur., 2003.). Fetalni rast intenzivira se prema kraju gravidnosti i najintenzivniji je u posljednjih 10 dana prije prasenja (zbog sinteze kolostruma, kada je naglasak na proteinima; Škorput i Luković, 2015.). Isto tako, naglasak se stavlja i na „tranzicijsko razdoblje“ koje predstavlja stresan period za krmače.

Hranidba tijekom gravidnosti podmiruje potrebe za razvoj ploda, mliječne žlijezde i uzdržne potrebe. Ovisno o početnoj kondiciji (Slika 3.1.2.1.), kako bi se fomirao plod, višepraskinje treba hraniti za dnevni prirast 0,3kg, a mlade krmače za dnevni prirast od 0,4 kg. Približno dvije trećine rasta fetusa se ostvaruje u zadnjih 30 dana suprasnosti. Davanje velike količine hrane u tom raszdoblju rezultira prekomjernim povećanjem tjelesne mase, dovodi do povećane embrionalne i fetalne smrtnosti (Uremović i Uremović, 1997.), te poteškoća u prasenju, pojave slabije i/ili mrtvorođene prasadi. Ekonomski gledano, hrana je skupa te teže krmače imaju veće troškove uzdržne hrane. Ukupni prirast koji krmače nastoje postići u vrijeme ciklusa jest približno 15 kilograma. Krmača kojoj pada tjelesna masa u razdoblju suprasnosti u laktaciji imaju manju mliječnost i probleme u razmnožavanju. Krmače u gravidnosti imaju niži bazalni metabolizam i povećanu retenciju hranjivih tvari.



Slika 3.1.2.1. Različite kondicije krmača.

Izvor: Jančo i Škorput, 2019.

Obroci krmača u gravidnosti, prema Uremović i Uremović (1997.), ovise o:

1. tjelesnoj masi i kondiciji krmača (Slika 3.1.2.1.),
2. kakvoći i vrsti hrane,
3. temperaturi u smještaju,
4. načinu držanja,
5. razdoblju gravidnosti,
6. veličini očekivanog legla,
7. zdravlju.

Osim kompletne krmne smjese, krmače mogu konzumirati do 0,5 kg slame dnevno, a upravo apetit suprasnih krmača u drugoj ili višim laktacijama je povezan s termoregulacijom, rastom i obnovom tjelesnih rezervi. Ukoliko opskrba krmača u gravidnosti bjelančevinama kroz hranu nije optimalna, organizam će početi razgrađivati tjelesne bjelančevine kako bi se osigurao rast i razvoj fetusa (Škorput i sur., 2020.). Hranidba vlaknima za vrijeme gravidnosti također je vrlo bitna iz razloga što pomaže uklanjanju zatvora, a time i lakšem prasenju te preživljavanju prasadi. Isto tako, veći sadržaj vlakna pomaže boljem iskorištavanju energije zbog njihove prirode sporije razgradnje, što je posebice od važnosti prilikom prasenja (Jančo i Škorput, 2019.). Valja provjeravati i prisutnost mikotoksina koji, ukoliko su prisutni, mogu dovesti do niže stope koncepcije, učestalih abortusa, problema s vimenom, ali i kasnije spolne zrelosti životinje (Jančo i Škorput, 2019.). Minerali i vitamini su od izuzetne važnosti (Tablica 3.1.2.1.). Ukoliko dođe do manjka njih, u 1/3 suprasnosti ono rezultira raznim abnormalnostima i smrtnosti fetusa, a u drugoj trećini dovodi do funkcionalnih abnormalnosti i slabije vitalnosti prasadi (Jančo i Škorput, 2019.; Uremović i Uremović,

1997.). Navodi se i da krmače u prvom dijelu suprasnosti trebaju dobivati 2 kilograma krmne smjese ili 0,25 kg na 25 kg tjelesne mase, a u zadnjoj trećini količina hrane se povećava na 2,7 do 3 kilograma krmne smjese dnevno (Uremović i Uremović, 1997.). Suprasne krmače hrane se samo jednom dnevno. Dan prije samog prasenja količinu hrane potrebno je smanjiti na 1 kilogram, dok na dan poroda krmača dobiva samo vodu.

Tablica 3.1.2.1. Važnost minerala i vitamina u hranidbi gravidnih krmača

| Minerali, vitamini | Posljedice nedostatka |
|---|---|
| **bakar** | slaba vitalnost prasadi |
| **jod** | abortus, smanjenje porodne mase i vitalnosti novorođene prasadi |
| **kalcij** | porast mrtvorođene prasadi |
| **kolin** | smanjenje veličine legla |
| **mangan i cink** | smanjenje porodne mase, resorpcija fetusa, mrtvorođenje |
| **selen** | resorpcija fetusa |
| **vitamin A** | abortus, zaostala posteljica, porast mrtvorođene i slabovitalne prasadi |
| **vitamin D** | rađanje rahitične prasadi |
| **vitamini B kompleksa** | anomalije, resorpcija fetusa |
| **željezo** | anemija majke, predispozicija za isto u prasadi |

Izvor: Uremović i Uremović, 1997.

Takva tehnologija se provodi zbog toga što nahranjene krmače teže se i dulje prase, uz veću pojavu mrtvorođene prasadi. Primjenom ograničene hranidbe krmača neposredno prije i poslije prasenja smanjuje se sadržaj probavnog sustava, sprečava se opstipacija i pojava hipoagalakcije. Na dan nakon prasenja krmaču treba hraniti sa 1 kg krmne smjese, kako je i spomenuto, koja se postupno povećava prema petom danu, kada krmaču treba hraniti po volji (Košarog i sur., 2003.)

Razdoblje tranzicije vrlo je važno, jer se u razdoblju do 3 dana nakon prasenja javljaju najveći gubici prasadi (Škorput i sur., 2015.). Hranidbom krmača u razdoblju suprasnosti (gravidnosti) treba zadovoljiti uzdržne potrebe krmače, potrebe za hranjivim tvarima koje će omogućiti razvoj ploda, potrebe mliječne žlijezde i izlučivanje dovoljne količine mlijeka te odgovarajući prirast.

Spomenuto, hranidba krmača u zadnjem dijelu gravidnosti je posebno važna zbog sinteze kolostruma, pri čemu je posebno važna opskrba bjelančevinama. Hranidbene potrebe krmača za vrijeme dojenja veće su u odnosu na one u razdoblju suprasnosti, što jasno pokazuju istraživanja u obliku pozitivne veze između konzumirane hrane i mliječnosti u laktaciji (Jančo i Škorput, 2019.). U vrijeme laktacije krmača se mora oporaviti i od stresa kojem je bila izložena tijekom poroda te podmiriti potrebe za proizvodnjom mlijeka i održavanjem metabolizma (Uremović i Uremović, 1997.) Tehnologija koja se primjenjuje kada govorimo o mliječnosti krmača je ta da kako bismo ostvarili maksimalnu mliječnost potrebna je dostatna količine vode i konzumacija kvalitetne hrane, tj. smjese. Krmače

tijekom laktacije mogu popiti 35 – 50 L vode dnevno kada laktacija dosegne svoj maksimum (Škorput i Luković, 2015.). Količina konzumirane hrane u dojnom razdoblju utjecat će na mliječnost u laktaciji, naročito ako je leglo veliko, kakvoća hrane neodgovarajuća i tjelesne rezerve niske. Ako se krmača hrani neodgovarajućom količinom hrane, doći će do iscrpljivanja postojećih tjelesnih rezervi, što će imati za posljedicu smanjivanje mliječnosti i u sljedećim laktacijama (Kruse i sur., 2011.).

# 4. Rasplođivanje svinja

Današnje pasmine svinja su se tijekom evolucije, domestikacije i selekcije transformirale iz divljih monoestričnih u domaće poliestrične životinje (Uremović i Uremović, 1997.). Što znači da tijekom cijele godine manifestiraju estrusne cikluse, tj. estrus te imaju sposobnost oprasiti za život sposobno potomstvo (Gutzmirtl, 2009.). Svinja je multiparna životinja. Dakle, u jednom reproduktivnom ciklusu, rađa veći broj potomaka, tj. prasadi (Stančić, 2014).

Krmače i nazimice se najčešće umjetno osjemenjuju, a detekciju estrusa vrše stručni djelatnici. Tijekom prasenja i laktacije, krmače su obično sputane u uskim boksovima i nemaju materijala za pravljenje gnijezda. Boksovi za krmače dizajnirani su da omoguće intervenciju veterinara tijekom porođaja i da smanje pojavu nagnječenja prasadi (Edwards, 2002.).

## 4.1.1. Građa reproduktivnog sustava krmače

Svinje su jedna od najplodnijih domaćih životinja koja godišnje oprasi 20 do 25 prasadi. Radi se o ranozrelim životinjama (prvo potomstvo s 11 – 12 mjeseci starosti) te imaju kraći reproduktivni ciklus. Središnje mjesto u reproduktivnom ciklusu krmača ima ovulacija (Uremović i Uremović, 1997.). U krmača se radi o spontanoj ovulaciji. Estrogeni utječu na pojavu estrusa i ovulacije, a sama pojava estrusa upozorava na skoru pojavu ovulacije. Ovulacija se javlja 30 – 36 sati nakon početka estrusa i traje od 3 do 6 sati.

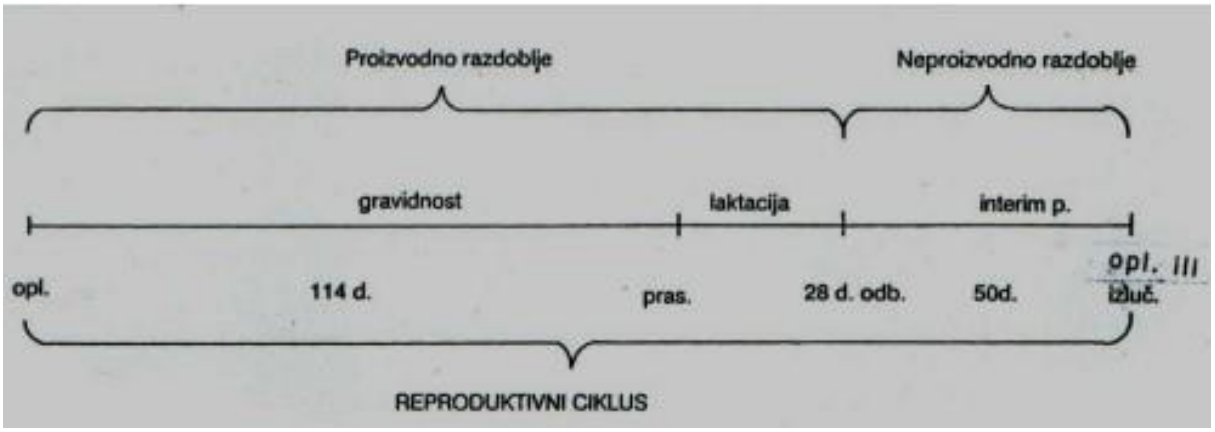



Slika 4.1.1.1. Spolni sustav krmače.

Izvor: Uremović i Uremović, 1997.

Spolni organi krmače prikazani su na slici 4.1.1.1. te sastoji se kao i u ostalih ženskih životinja od 2 jajnika, 2 jajovoda, maternice (2 roga, tijela i grla maternice), rodnice, stidnice i dražice. Navedeni dijelovi imaju svoju specifičnu ulogu. Za vrijeme spolnog ciklusa u jajnicima

nastaje 10 – 30 (Uremović i Uremović, 1997.) zrelih jajnih stanica od kojih se oplodi samo dio nakon osjemenjivanja. U početnom dijelu jajovoda (ampula) dolazi do oplodnje jajnih stanica, a u rogovima maternice se ona usađuju i dalje razvijaju do poroda.




Slika 4.1.1.2. Reproduktivni ciklus krmače.

Izvor: Uremović i Uremović, 1997.

Reproduktivni ciklus je razdoblje između 2 oplodnje u krmača, a započinje nakon odbića. Prikazano shemom na slici (Slika 4.1.1.2.) proizvodno razdoblje čine razdoblje gravidnosti i laktacije. Neproizvodno razdoblje se sastoji od razdoblja između odbijanja i oplodnje krmače (interim razdoblja), ili razdoblja od odbijanja do izlučivanja krmače. S ekonomskog stajališta nastoji se da neproizvodni dio reproduktivnog ciklusa bude što kraći zato što je onda bolje iskorištavanje krmača zbog većeg indeksa prasenja. Samo skraćivanje neproizvodnog dijela ovisi o brzom ulasku krmače u estrus ili gonjenju nakon odbića (Uremović i Uremović, 1997.).

Isto tako mora se imati na umu i servisno razdoblje. Servisno razdoblje je razdoblje od prasenja do oplodnje krmače (Uremović i Uremović, 1997.), te se sastoji od razdoblja laktacije i interim razdoblja. U optimalnim uvjetima, ono iznosi 40 dana. Kako je od velike važnosti da se u krmače što prije pojavi estrus nakon odbića prasadi, daje se zaključiti da što je kraće servisno razdoblje, veći je indeks prasenja.

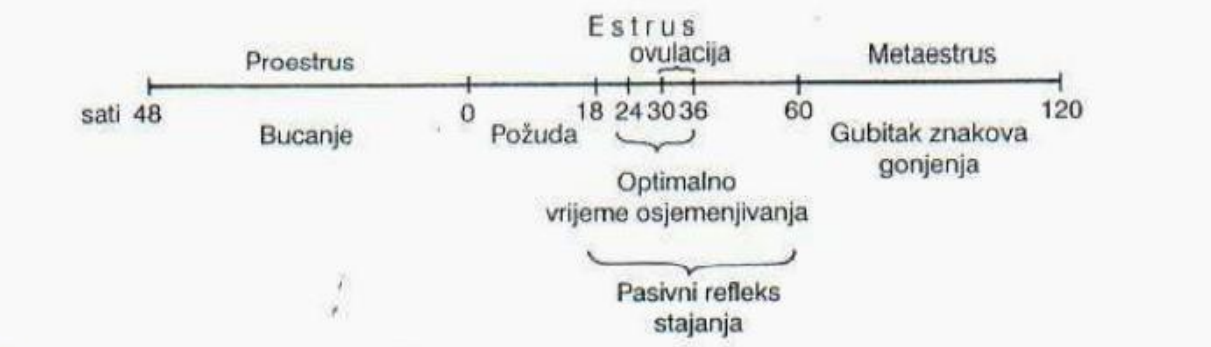
### 4.1.2. Spolni ciklus kod krmače

Spolni ciklus podrazumijeva cikličke promjene ponašanja i na spolnim organima koje se odvijaju u razdoblju od jednog do početka sljedećeg gonjenja. Svinje su poliestrične životinje u kojih se spolni ciklus javlja u normalnim okolnostima svakih 21 dan, no postoje variranja 18 – 23 dana. Tijekom trajanja spolnog ciklusa na jajnicima i maternici odvijaju se promjene tijekom 4 faze: proestrus, estrus, metaestrus i diestrus (Uremović i Uremović, 1997.).

Proestrus je kratko razdoblje prije gonjenja. U ovoj fazi pod utjecajem FSH i LH jajnici povećavaju proizvodnju estrogena, kao i razvoj dijelova spolnog sustava (rodnice, maternice, jajovoda, Graafovih folikula). Ovo razdoblje koje se naziva i bucanjem, traje 1 dan kod

krmača i do 3 dana kod nazimica (Uremović i Uremović, 1997.). Estrogeni hormoni, potiču prokrvljenost maternice, zadebljalost vaginalne sluznice, ukratko odvijaju se sve potrebne pripreme za estrus (Uremović i Uremović, 1997.).

Estrus ili razdoblje spolnog žara važna je faza u spolnom ciklusu (Slika 4.1.2.1). Estrus kod krmače plemenitih pasmina traje 1 – 3 dana, a kod primitivnih pasmina 3 – 5 dana (Uremović i Uremović, 1997.). Događa se pucanje Graafovog folikula, koji se smješta u ampulu jajovoda gdje potencijalno dolazi do oplodnje. Početak estrusa karakteriziraju specifične promjene na vanjskim spolnim organima, kao i specifične promjene u ponašanju. Neposredno prije samog estrusa životinje pokazuju znakove nemira, slabije jedu, javlja se edem i hiperemija sluznice vulve, skaču po drugim krmačama, što jednom riječju nazivamo aktivni refleks opasivanja – faza proestrusa (Gutzmirtl, 2009.). Krmača ne dopušta nerastu da je opaše. Početno razdoblje estrusa naziva se požudom, kojemu slijedi pasivni refleks pri kojem krmača mirno stoji i dopušta skok (Dobranić i Samardžija, 2008.).




Slika 4.2.2.1. Prikaz optimalnog vremena za osjemenjivanje krmača.

Izvor: Uremović i Uremović, 1997.

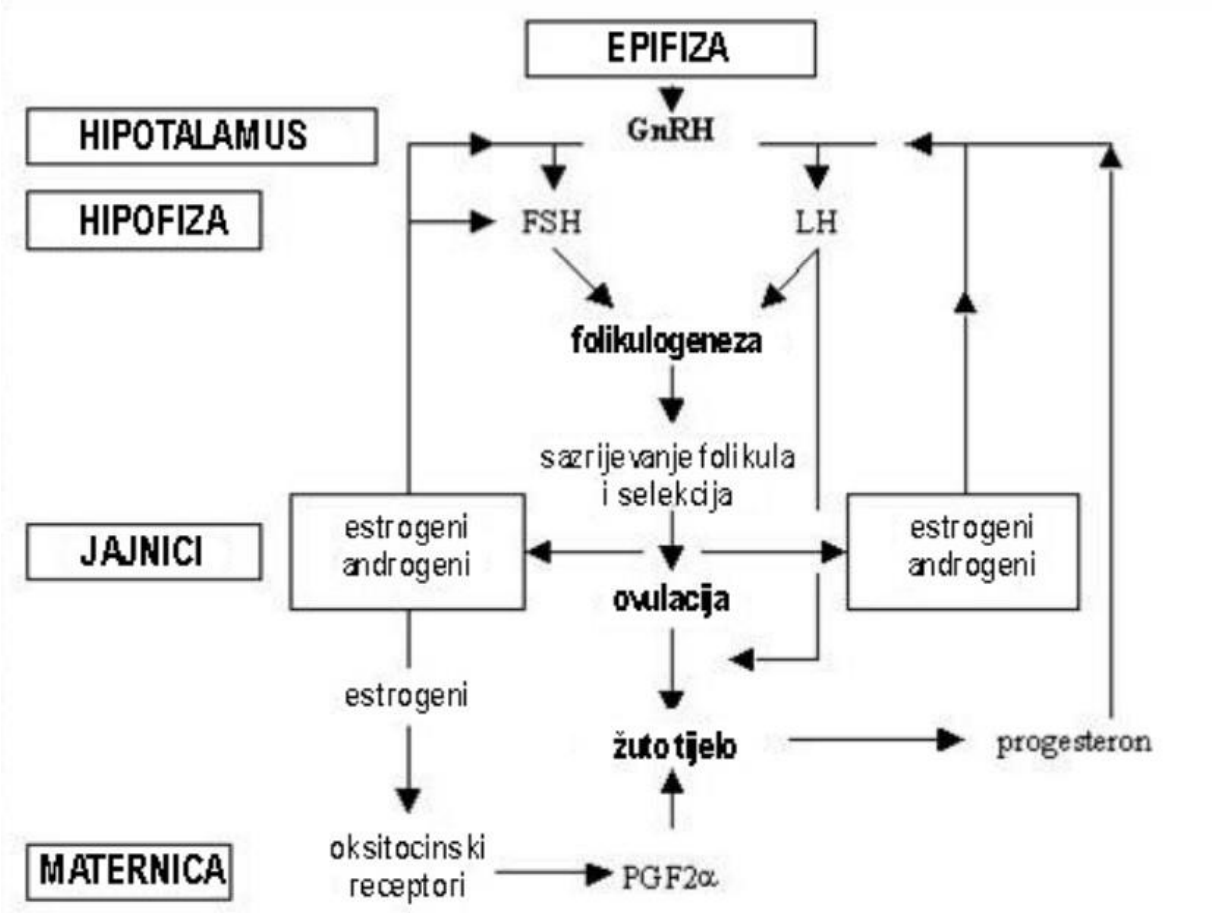
Pojavom ovulacije prestaje estrus i započinje postovulacijsko razdoblje – metaestrus. Ova faza, razdoblje traje 2 dana (Uremović i Uremović, 1997.) te se događa formiranje žutog tijela na mjestu Graafova folikula pod utjecajem LH, koje se u ovisnosti o tome je li došlo do oplodnje ili ne, zadržava (prelazi u *corpus luteum graviditatis*) ili razgrađuje. U krmača se žuto tijelo zadržava do kraja suprasnosti (Uremović i Uremović, 1997.). U ovom razdoblju dolazi do smanjenja razine estrogena, a povećanja razine progesterona koji utječe i na održavanje gravidnosti i razvoj alveola mliječne žlijezde gravidne životinje. Ukoliko nije došlo do oplodnje, događa se spomenuta razgradnja, regresija žutog tijela, odnosno javlja se razdoblje diestrusa. Ovo razdoblje spolnog mirovanja traje četrnaest dana (Uremović i Uremović, 1997.).

Na reproduktivno ponašanje, poremećaje ponašanja i samu plodnost krmača utječu indukcija i sinkronizacija estrusa, ovulacije i prasenja, otkrivanje estrusa, umjetno osjemenjivanje, embriotransfer, prisutstvo nerasta, miješanje životinja te upravljanje režimima hranidbe i svjetlosti. Spolni ciklus ovisi o dobi, kondiciji, načinu držanja te radi li se o tovnim ili rasplodnim jedinkama (Tomašković, 2009.). No, to nije jedino što utječe na

spolno dozrijevanje. Spolna zrelost ovisi o puno čimbenika, na primjer o pasmini, hranidbi, prisutnosti nerasta, i sl. (Dobranić i Samardžija, 2008.), a uvelike utječe i hranidba, klima, genetika. Što se estrus prije pojavi i postigne oplodnja, ostvarit će se veći indeks prasenja (Uremović i Uremović, 1997.).

### 4.1.3. Čimbenici hormonske regulacije spolne aktivnosti kod krmača

Kada govorimo o reprodukciji domaćih životinja, u nju su uključeni središnji živčani sustav (CNS), endokrine žlijezde, hormoni te ciljni organi, a sam proces rasplođivanja reguliran je od strane endokrinog i živčanog sustava. Glavni mehanizam regulacije čini takozvana gonadotropna os te različiti podražaji okoline koji djeluju na veliki mozak, primozak i talamus. Hipotalamus izlučuje gonadotropin otpuštajuće hormone (engl. *gonadotropin releasing hormones*; GnRH) koji dolaze u adenohipofizu i potiču stvaranje folikulostimulirajućeg hormona (FSH) i luteinizirajućeg hormona (LH) vidljivo na slici (Slika 4.1.3.1.). Uključeni su i drugi hormoni poput aktivina, inhibina, folistatina, progesterona, estrogena i androgenih hormoni. Gonadotropni hormoni potiču rast i sazrijevanje folikula, čime se povećava razina estrogenih, a negativnom povratnom spregom inhibira se izlučivanje GnRH. Pozitivnom povratnom spregom estrogeni djeluju na hipotalamus te dovode do porasta izlučivanja LH te dolazi do ovulacije, a kasnije i stvaranja žutog tijela. Nakon ovulacije Graafov folikul se pod utjecajem LH i prolaktina pretvara u žuto tijelo (*corpus luteum*) koje izlučuje hormon progesteron, koji negativnom povratnom spregom djeluje na izlučivanje LH i djelomično FSH. Ukoliko jajna stanica nije oplođena, žuto tijelo propada u procesu koji se naziva luteoliza, suprotno tome, pomoću majčinskog prepoznavanja gravidnosti žuto tijelo ne propada i nastavlja izlučivati progesteron. Progesteron djeluje antagonistički estrogenim hormonima, negativnom povratnom spregom koči izlučivanje GnRH i odgovoran je za održavanje gravidnosti (Tomašković i sur., 2007.).




Slika 4.1.3.1. Shematski prikaz mehanizma hormonske regulacije spolnog ciklusa.

Izvor: Tomašković, 2009.

I socijalna struktura i emocionalno stanje životinje utječe na spolno ponašanje. Dominantne jedinke, one s većim socijalnim statusom prije ulaze u estrus nakon pada progesterona i duže pokazuju znakove estrusa, bolje reprodukcijske pokazatelje u odnosu na hijerarhijski podređenije jedinke npr. što je zabilježeno i u goveda (Landaeta-Hernandez i sur., 2004).

Reprodukcija jest ono što, između ostalog, utječe i na profitabilnost proizvodnje, a stres može uvelike utjecati na nju. U stresnim situacijama hipofiza proizvodi manje gonadotropina, na taj način organizam usmjerava s reprodukcije na funkcije koje su nužne za preživljavanje (Dobson i Smith 2000.; Selye, 1939.). Prema Sakamoto (1991.) toplinski stres može prouzročiti kratkoročno povećanje razine LH, a kronični stres je obilježen smanjenom sekrecijom gonadotropina i smanjenom reprodukcijom (Moberg, 1991.). Neki autori navode da su krmače donekle otporne na pojavu akutnih stresora (Turner i sur., 2005.). A upravo akutni stres (transport, nova okolina, miješanje grupa) par autora povezuje s ranijom pojavom puberteta kod ženskih svinja. Prema Dalin i sur. (1993.) transport kao stresor se smatra pozitivnim stresorom za svinje u anestrusu jer se bilježe povišene razina kortizola i LH, dovodeći tako krmaču iz anestrusa u estrus.

# 5. Toplinski stres

Toplinski stres jedan je od glavnih uzroka pojave stresa i velikih izazova za proizvođače svinja (Lara i Rostagno, 2013.). Rezultat je negativne ravnoteže između proizvodnje i odavanja energije iz tijela životinje u okolinu. Takva neravnoteža može biti uzrokovana sunčevom svjetlosti, temperaturom, vlažnosti zraka, fizičkom aktivnosti, ali i karakteristikama same životinje poput brzine metabolizma i termoregulacije. Visoke temperature smanjuju unos hrane, a uz visoku vlažnost zraka dovode do toplinskog stresa (Hristov i sur., 2007.; Koska i Salajpal, 2012.). Za većinu životinja termoneutralna zona iznosi između 4 i 25 °C, odnosno temperature > 25 °C uzrokuju stres. Dakle, kada temperatura životinje prijeđe toplinski prag, životinja se nalazi u stanju hipertermije (primjer: usporavanje metabolizma, smanjeni apetit) te se pokreću razni mehanizmi kako bi se organizam donekle ohladio. No, problem je i postojanje istovremene vlažnosti zraka iznad 50 %, čemu slijedi smanjeni unos hrane životinji, kao i povećanje frekvencije disanja i unosa vode (Eyob i Ameha, 2015.). Primjer na govedima Bianca (1965.), dnevni unos suhe tvari kod Aryshire goveda iznosi 5,2 kg pri temperaturi okoliša 40 °C u odnosu na 7,4 kg pri temperaturi od 15 °C. Ovaj stres negativno utječe na zdravlje i reproduktivnu sposobnost životinja. Na niske temperature je vrlo osjetljiva mladunčad, pogotovo ako je mokra te može nastupiti hipotermija i ugibanja (Mioč i sur., 2015.; Vučemilo i Kostelić, 2018.).

Toplinski stres na početku laktacije (prvih 60 dana) negativno utječe na ukupnu proizvodnju mlijeka i reproduktivne rezultate (Hristov i sur., 2007.). Još 1985., u radu Cavestany i sur. proučavan je odnos između temperature okoline i reprodukcije kao i raznih stresora te je zabilježeno da visoke temperature prati niska reproduktivna efikasnost (Hristov i sur., 2007.). Suprotno tome, Wolfenson i sur. (1995.) su objavili da upravo toplinski stres uzrokuje povećanje koncentracije estradiola-17β u krvi od prvog do četvrtog dana i smanjenje od četvrtog do osmog, odnosno 11. do 21. dana estrusnog ciklusa (Hristov i sur., 2007.). Dvije godine kasnije (Wolfenson i sur., 1997.), su ustanovili da djelovanje toplinskog stresa od 3. do 5. dana estrusnog ciklusa povećava koncentraciju androstenediona i smanjuje koncentraciju estradiol-17β u dominantnog folikula. A upravo se toplinski stres uz slabo ispoljavanje estrusa navodi kao glavni razlog za smanjenje plodnosti (Hansen i Arechiga,1999.). Settar i sur. (1999.) bilježe u drugom koljenu, peradi, koja je imala dugogodišnju selekciju, da proizvodi veću količinu tjelesne topline zbog veće metaboličke aktivnosti. Na primjer, i kod goveda, Wolfenson i sur. (2000.) bilježe da toplinski stres smanjuje intenzitet i trajanje estrusa, manje folikule i snižene koncentracije estrogena i progesterona. Primjerice kod mliječnih krava se mijenja metabolizam (postaje usporen), smanjena je konzumacija hrane, proizvodnja mlijeka, povećan unos vode (ali i smanjen njezin gubitak putem urina i fecesa), povećano je i znojenje te rektalna temperatura. Koska i Salajpal (2012.) navode kako toplinski stres ima značajan utjecaj na reproduktivni sustav u mliječnih krava, rezultira smanjenom koncepcijom, znatnom vjerojatnošću gubitka embrija kao i njegovim razvojem, ali i reproduktivnim bolestima. Taj stres uvelike djeluje na sazrijevanje jajnih stanica te na produkciju spermija (Koska i Salajpal, 2012.). Toplinski stres

također utječe na reprodukciju kod peradi. U ženki dolazi do poremećaja lučenja spolnih hormona, što dovodi do smanjenja broja velikih folikula, manje produkcije i smanjene težine jaja (Rozenboim i sur., 2007.).

### 5.1.1. Toplinski stres kod svinja

Svinje izložene ekstremnim, previsokim temperaturama pate od toplinskog stresa. Upravo toplinski stres radi velike ekonomske štete u svinjogojskoj proizvodnji. Kada se temperatura podiže iznad granica normale, životinja postaje zadihana, pada imunitet, smanjuje se produktivnost te utječe na plodnost. U takvim situacijama, kako bi svinje što manje bile izložene potencijalnim stresorima, tj. stresu bitno ih je opskrbiti dovoljnim količinama vode, te ukoliko se nalaze u zatvorenim prostorima osigurati ventilaciju. Preci svinja, evolucijski nisu bile toliko izložene ovom stresoru, a sustav za gubljenje topline je bio uobičajeno traženje „hlada“. S obzirom da onda nisu bile toliko izložene, razvila su relativno mala pluća. Najuočljivije promjene izazvane ovim stresorom u svinja su i smanjenje unosa hrane i vode, povećanje tjelesne temperature.

Smanjena reprodukcija također je jedna od posljedica stresora nastalih držanjem životinja, tehnologije proizvodnje, transporta, hipoglikemije, ekstremnih temperatura ili promjena u fotoperiodu (Dobson i sur., 1999.; Etim i sur., 2013.). Temperaturni ekstremi također utječu na izmjenu toplinske energije između životinje i okoline te tako mogu djelovati na reprodukciju (Gwazdaukas, 1985.) na način da dovode do smanjenog estrusnog ponašanja, anestrusa, neplodnosti. Okolišni čimbenici koji objašnjavaju sezonske varijacije jesu temperatura i dužina svjetla (Prunier i sur., 1997.). U svinja, temperatura utječe na njihov rast, iskorištavanje hrane, kakvoću proizvoda i razmnožavanje (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Prunier i sur. (1997.) bilježe da je interval između odbića i parenja povećan u svinja koje su odbile ljeti u odnosu na one koje su to učinile na zimu. Također, toplinski stres ima inhibicijski učinak na sekreciju gonadotropina (Gilad i sur., 1993.). Svinje su osjetljive na promjene temperature jer nemaju funkcionalne žlijezde znojnice i stoga se ne mogu učinkovito rashladiti. Osim toga, svinje imaju relativno mala pluća u odnosu na veličinu tijela, što im otežava uklanjanje viška unutarnje topline (Hurst, 2020.).

Posljedica smanjenja unosa hrane uslijed toplinskog stresa je povećanje tjelesne temperature i ubrzavanje protoka krvi prema periferiji uz smanjenje opskrbe kisika u probavnom traktu, što dovodi do oksidativnog stresa u crijevima. Ubrzanim disanjem (dahtanjem) svinja nastoji osloboditi vrući zrak, a ležanjem bočno rastegnuto na podu povećavaju doticaj tijela s podlogom, sve u svrhu oslobađanja viška topline.

Jedan od negativnih učinaka toplinskog stresa je smanjen unos hrane. Kada svinje manje jedu, smanjuje se prosječan dnevni prirast te može dovesti do povećanog rizika od zdravstvenih problema i dodatnih troškova za proizvođače (Hurst, 2020.). Ostali simptomi koji nam govore da životinja pati od toplinskog stresa jesu dahtanje, prekomjerni unos vode i povećanje gubitka elektrolita, neaktivnost, ležanje rastegnuto na podu odvojeno od ostalih.

Vidljivo iz tablice (Tablica 5.1.1.1.) optimalna temperatura zraka za svinje iznosi 16 do 20 stupnjeva Celzijevih uz relativnu vlagu od oko 80 %.

Slika 5.1.1.1. Pregled optimalnog raspona temperature

| | **Optimalni raspon temperature** |
|---|---|
| krmače | 16 do 20 °C |
| prasad nakon poroda | 32 do 34 °C |

Izvor: Agroklub.

## 5.1.2. Učinci toplinskog stresa kod krmača

Kada govorimo o komercijalnom uzgoju spolno i majčinsko ponašanje svinja ograničeni su te se javljaju stresori poput ograničenja kretanja. No, uz taj stresor rasplodne svinje mogu se susretati i s restrikcijom kada je u pitanju hranidba, toplinskim stresom te spomenutim nestabilnostima u socijalnom statusu.

Reproduktivni učinak u krmača je od velike važnosti u svinjogojskim programima (Hanenberg i sur., 2001.). Realno je pretpostaviti kako reprodukcija nije najidealnija kod svinja koje su pod utjecajem toplinskog stresa (Cole i sur., 1994.; Einarsson i sur., 1996.). Nekoliko autora opisali su štetni učinak visoke temperature na reprodukciju (Bloemhof i sur., 2008.; Suriyasomboon i sur., 2006.). Pruiner i sur. (1997.) navode da temperatura inducira određene promjene krmača koje za negativne posljedice ima slabiji unos hrane, proizvodnju mlijeka, ali i reprodukciju. Toplinski stres ima vrlo štetan utjecaj i na reproduktivni sustav jer se smanjuje sekrecija gonadotropnih hormona. Smanjuje ekspresiju ponašanja u estrusu, mijenja razvoj folikula jajnika i inhibira razvoj embrija (Hansen i sur., 2001.). Kada su krmače izložene visokim temperaturama, krmača reagira povišenom koncentracijom kortizola u krvnoj plazmi (Einarsson i sur., 1996.). Tsuma i sur. (1995.) su pokazali da su krmače, koje se nisu vratile u estrus nakon odbića, imale veću koncentraciju kortizola tijekom laktacije i da su imale smanjeno lučenje LH nakon odbića za razliku od krmača koje su se vratile u estrus neposredno nakon odbijanja. Utvrđeno je da visoke temperature tijekom laktacije smanjuju unos hrane (Prunier i sur., 1997.), a to pak dalje ograničava oslobađanje LH tijekom dojenja, što rezultira ograničenim rastom folikula tijekom laktacije i utječe na razvoj folikula nakon laktacije. Stresom posljedičan smanjen unos hrane u razdoblju laktacije smanjuje proizvodnju mlijeka te dolazi do štetnih posljedica za sisajuću prasad. Reproduktivni poremećaji krmača očituju se kao anestrus, pobačaj i poremećaji prasenja (Stančić i sur., 2014.). Do anestrije dovodi stres, nepravilan način prehrane i držanje (Samardžija, 2008.). Krmača i prasad imaju različite zahtjeve u pogledu temperature zraka u prasilištu. Sisajuća prasad ima veće zahtjeve za toplinom nego krmača te je potrebno dodatno grijati prostor za prasad (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Za krmače je optimalna temperatura 16 – 20 °C, a za prasad neposredno nakon prasenja od 32 do 34 °C. Viša temperatura za prasad postiže se dodatnim grijanjem prostora ili ležišta za prasad (Uremović i Uremović, 1997.).

Povećano strujanje vlažnog i hladnog zraka, koji je dobar vodič topline djeluje nepovoljno na svinje svih uzrasta, naročito na pomladak (Gutzmirtl i Kucjenić, 2003.). Djelovanje stresa na reproduktivnost očituje se u negativnom djelovanju na spolne hormone, sprečavanju ovulacije, promjeni trajanja estrusa, supresiji laktacije, produženju trajanja servis perioda i povećanom broju potrebnih osjemenjivanja.

### 5.1.3. Prevencija toplinskog stresa

Toplinski stres se javlja kod visokih temperatura okoline, relativne vlažnosti zraka i zračenja, a posljedično se javlja nemogućnost oslobađanja tjelesne topline (nemogućnost hlađenja) životinje (Koska i Salajpal, 2012.). Životinja nastoji izbjeći disfunkcije, stresore te se prilagođava kako bi se vratila svojevrsnom stanju homeostaze. Probava i metabolizam hranjiva stvaraju toplinu, a zajedno s toplim klimatskim uvjetima mora biti praćeno odavanjem topline kako bi se zadržala neutralnost (Koska i Salajpal, 2012.). Količina proizvedene topline pod izravnom je kontrolom živčanog i endokrinog sustava i ovisi o čimbenicima poput koncentracije hormona, pasmine i dostupnosti hrane i vode. Koska i Salajpal (2012.) spominju kako se 15 % topline iz organizma oslobađa disanjem, a ostatak preko kože radijacijom, konvekcijom i kondukcijom ili evaporacijom (McDowell i sur., 1976.). Toplinski stres nije samo jednostavan ekološki problem. Radi se o složenom problemu koji zahtjeva niz rješenja. Kako odgovor na stres inhibira funkcije koje organizmu trenutno nisu nužne kao što su reprodukcija, rast i probava, u korist onih koje služe za održavanje životne funkcije i preživljavanja, nastoji se ublažiti posljedice istog.

Navode se 3 načina ublažavanja posljedica toplinskog stresa: fizička modifikacija okoliša, genetička selekcija pasmina otpornih na toplinu te poboljšani *management* hranidbe (Beede i Collier, 1986.; Koska i Salajpal 2012.). Isto navode i drugi autori – fizička zaštita, genetska selekcija i manipulacije u ishrani (Spiers i sur., 2004.); postupci su koji se preporučuju u cilju sprečavanja ili smanjenja utjecaja toplinskog stresa (Hristov i sur., 2007.). Ukoliko postoji nemogućnosti dovoljnog hlađenja organizma, životinje si nastoje olakšati stanje toplinskog stresa npr. smanjenim unosom hrane, no tada se javlja manja iskoristivost i nedostatak hranjivih tvari. Razgradnjom proteina te fermentacijom vlakana se generira toplina što utječe negativno za toplinski stres, što znači da želimo utjecajem na konzumaciju hrane svinja postići suprotno. Za svinje je poželjno napraviti i mjesto za kaljužanje iz razloga što svinje na taj način „gube“ toplinu te se stvara „zaštitni sloj“ blata. Također, znamo da je posljedica i ležanje u svrhu što većeg gubitka topline, što nam govori da životinja onda treba i više prostora za ležanje i gubljenje topline. Relativna vlažnost bi trebala biti niska kako bi se pogodovalo gubitku topline isparavanjem. Iz istraživanja Bloemhof i sur. (2008.) može se zaključiti da postoje razlike u toleranciji na toplinski stres između linija krmača. Upravo dobivene razlike su pokazatelj genetskih razlika u toleranciji na toplinski stres što je bilo mjereno kod reproduktivnih performansa, što nam govori i daje mogućnost selekcije na to svojstvo.

Iako se stres ne može u potpunosti izbjeći (Hurst, 2020.), cilj bi trebao biti smanjiti ga što je više moguće. Potrebno je kontrolirati temperaturu u objektima, osigurati dovoljan prostor, ventilaciju (vlaga je također važan pokazatelj pravilne ventilacije), hranjenje se preporuča obavljati tijekom hladnijih dijelova dana te osigurati dostatne količine vode (Hurst, 2020.).

# 6. Zaključak

Stres je sve učestalija pojava na svinjogojskim farmama. Svinje su izložene stresorima poput transporta, socijalnom odnosu unutar grupa, prenapučenosti obora za smještaj, raznim bolestima i tehnološkim zahvatima, traumama, uskraćivanjima hrane, neadekvatnim držanjem, no i vanjskim čimbenicima poput temperature i relativne vlažnosti zraka. Svinje su hipersenzibilne životinje na promjene temperature. Upravo kombinacija visoke temperature i relativne vlage zraka uzrokom su pojave toplinskog stresa. Kako odgovor na stres inhibira funkcije koje organizmu trenutno nisu nužne kao što su reprodukcija, rast i probava, u korist onih koje služe za održavanje važnih životnih funkcije i preživljavanja, dolazi do promjena u funkciji reproduktivnih organa što ima za posljedicu smanjenu plodnost i rođenje slabe i avitalne prasadi.

.

# 7. Popis literature


1. Asaj A. (2003). Higijena na farmi i u okolišu. Medicinska naklada, Zagreb.
2. Beede K. D., Collier J. R. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. J. Anim. Sci., 62: 543–554.
3. Berenbaum H., Connelly J. (1993). The effect of stress on hedonic capacity. J. Abnorm. Psychol. 102, 474 – 481.
4. Bianca W. (1965): Section A. Physiology. Cattle in a hot environment. J. Dairy Res., 32, 291 – 345.
5. Björntorp P. (2001). Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities?. Obesity reviews, 2(2): 73-86.
6. Bloemhof S., van der Waaij E. H., Merks J. W. M., Knol E. F. (2008). Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. Journal of Animal Science, 86(12): 3330–3337.
7. Broom D. M., Fraser A. F. (2007). Domestic animal behaviour and welfare. 4th edition. CAB International, Cambridge University Press, Ca
8. Cavestany D., El-Wishy B. A., Foote H. R. (1985). Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. J. Dairy Sci., 68: 1471–1478.
9. Cole D. J. A., Wiseman J., Varley M. A. (1994). Principles of Pig Science. 1th edition. Nottingham University Press.
10. Dalin A. M., Magnusson U., Häggendal J., Nyberg L. (1993). The effect of transport stress on plasma levels of catecholamines, cortisol, corticosteroid-binding globulin, blood cell count, and lymphocyte proliferation in pigs. Acta Vet. Scand. 34: 59 – 68.
11. Dobranić T., Samardžija M. (2008). Rasplođivanje svinja. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
12. Dobson H., Smith R. F. (2000). What is stress, and how does it affect reproduction? Anim. Reprod. Sci., 60-61: 743 – 752.
13. Dobson H., Tebble J. E., Ozturk M., Smith R. F. (1999). Effect of transport on pulsatile and surge secretion of LH in ewes in the breeding season. J. Reprod. Fertil. 116: 1 – 8.
14. Dourmad J.Y., Etienne M., Valancogne A., Dubois S., van Milgen J., Noblet J. (2008). InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of sows. Animal Feed Science and Technology, 143: 372 – 386.
15. Edwards S. A. (2002). Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? Livest. Prod. Sci. 78: 3 – 12.
16. Einarsson S., Madej A., Tsuma V. (1996). The influence of stress on early pregnancy in the pig. Anim. Reprod. Sci. 42:165– 172.
17. Ekesbo I. (2011). Farm animal behaviour characteristics for assessment of health and welfare. CAB International, Cambridge University Press, Cambridge.
18. Etim N. N., Williams M. E., Evans E. I., Offiong E. E. A. (2013). Physiological and Behavioral Responses of Farm Animals to Stress: Implications to Animal Productivity. Am. J. Advan. Agricul. Res., 1: 53 – 61.

19. Eyob G., Ameha N. (2015). The Effect of Stress on Productivity of Animals: A Review. J. Biol. Agricult. Healthcare 5: 165 – 172.
20. Fowler M. E. (1986). Stress. In: Zoo & Wild Animal Medicine. 2nd ed. W.S. Saunders Company. Philadelphia.
21. Gilad E.R., Meidan A., Berman Y., Graber D., Wolfenson (1993). Effect of heat stress on tonic and GnRH-induced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. J. Reprod. Fertil. 99: 315 – 321.
22. Goldstein D. S., McEwan B. (2002). Allostasis, homeostats, and the nature of stress. Stress 5: 55 – 58.
23. Gregory N. G. (2007). Animal welfare and meat production. 2nd edition. N. G. Gregory, Cromwell, Trowbridge.
24. Gutzmirtl D., Kucjenić Ž. (2003). Smještaj svinja. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Zagreb.
25. Gutzmirtl H. (2009). Kontrola estrusa i optimalno vrijeme oplodnje. Peto savjetovanje uzgajivača svinja u Republici Hrvatskoj. Zbornih radova, Sveti Martin na Muri.
26. Gwazdauskas F. C. (1985): Effects of climate on reproduction in cattle. J. Dairy Sci. 6: 1568 – 1578.
27. Hanenberg E. H. A. T., Knol E. F., Merks J. W. M. (2001). Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in Dutch Landrace pigs. Livest. Prod. Sci. 69:179–186.
28. Hansen J. P., Arechiga F. C. (1999). Strategies for managing reproduction in heatstressed dairy cows. J. Dairy. Sci., 82: 36–50.
29. Hansen P. J., Drost M., Rivera R. M., Paula-Lopes F. F., Al-Katanani Y. M., Krininger C. E., Chase C. C. (2001). Adverse impact of heat stress on embryo production: Causes and strategies for mitigation. Theriogenology 55:91–103
30. Henry J. P., Stephens P. M. (1977). Stress, health and the psychosocial environment: a sociobiological approach to medicine. Springer, New York.
31. Holmes T. H., Rahe R. H. (1967). The social readjustment rating scale. J. Phsychosom. Res. 11: 213 – 218.
32. Hristov S., Stanković B., Joksimović–Todorović M., Bojkovski J., Davidović V. (2007). Uticaj toplotnog stresa na proizvodnju mlečnih krava. Zbornik naučnih radova, 13: 3 – 4.
33. Hurst J. (2020.). Metode rashlađivanja ljeti: Kako smanjiti toplinski stres kod svinja. https://veterina.com.hr/?p=83003 – pristup 15.10.2021.
34. Jančo N., Škorput D. (2019). Hranidba visokoplodnih krmača. Svinjogojstvo. Glasilo Središnjeg saveza udruga uzgajivača svinja Hrvatske: 2.
35. Kemenović M., Duvnjak G., Daud J., Dražić M.(2017). Ekološko svinjogojstvo: Pravila za ekološki uzgoj svinja sukladno važećim propisima. Hrvatska poljoprivredna agencija, Zagreb http://www.hpa.hr/wpcontent/uploads/2016/09/Vodic-za-ekolosko-svinjogojstvo-za-web15.01.2018..pdf – pristupljeno 15.10.2021.

36. Koska S., Salajpal K. (2012). Utjecaj visokih temperatura na metabolizam i reprodukciju krava. Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva, 66(3): 213 – 235.
37. Košarog Ž., Jurišić I., Gutzmirtl I. (2003). Hranidba rasplodnih svinja, Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu.
38. Ladewig J. (1994). Stress In: Döcke, F. Veterinarmedizinishe Endokrinologie 3rd edn. Verlag Gustav Fisher.
39. Landaeta-Hernández A.J., Giangreco M., Meléndez P., Bartolomé J., Bennet F., Rae D. O., Hernández J., Archbald L. F. (2004). Effect of biostimulation on uterine involution, early ovarian activity and first postpartum estrous cycle in beef cows. Theriogenology 61, 1521 – 1532.
40. Lara L. J., Rostagno M. R. (2013). Impact of heat Stress on Poultry Production. Animals (Basel), 3, 356 – 369.
41. Lukić B., Raguž N., Karolyi D., Kranjac D., Luković Z., Mahnet Ž., Steiner Z. (2018). Uzgoj crne slavonske svinje. Priručnik za uzgajivače i studente, Osijek
42. Luković Z. (2014). Držanje svinja na otvorenom. Gospodarski list. 62 – 63.
43. Luković Z., Ivšac I., Škorput D., Salajpal K., Karolyi D. (2017). Dobrobit turopoljske svinje u otvorenom sustavu držanja. 52. HRVATSKI I 12. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ AGRONOMA, 544.
44. Margeta V. (2013). Perspektive uzgoja crne slavonske svinje u Hrvatskoj u kontekstu pristupanja Europskoj uniji. Hrvatski I, 8: 17 – 22.
45. McDowell R. E., Hooven N. W., Camoens J. K . (1976). Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. J. Dairy Sci. 59: 965–973.
46. McEwan B. S., Stellar E. (1993). Stress and the individual. Mechanisms leading to disease. Arch. Intern. Med. 153: 2093 – 2101.
47. Mioč B., Držaić V., Prpić Z. (2015). Smještaj i držanje ovaca i koza. Sedamnaesto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj. Hrvatska poljoprivredna agencija. 37 – 55.
48. Moberg G. P. (1991): How behavioral stress disrupts the endocrine control of reproduction in domestic animals. J. Dairy Sci. 74: 304 – 311F
49. Moberg G. P., Mench J. A. (2000). The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. CABI Publishing.
50. Pavičić Ž., Ostović M. (2011). Smještaj i držanje svinja u uvjetima ekološkog uzgoja. Meso. Vol XIII, broj 1. 1-7.
51. Pavičić Ž., Tofant A., Vučemilo M. (2012). Animalna higijena, okoliš i etologija: Dobrobit ekonomski iskoristivih životinja za proizvodnju hrane. U: Veterinarsko javno zdravstvo i sigurnost hrane (Kozačinski, L., B. Njari, Ž. Cvrtila Fleck, ur.). Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 35 – 37.
52. Pejaković A. (2002). Uzgoj svinja na otvorenom. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, Zagreb. https://www.savjetodavna.hr/wp-content/uploads/publikacije/s_uzgoj_svinja_na_otvorenom.pdf – pristup 31.10.2021.

53. Prunier A., de Braganca M. M., Le Dividich J. (1997). Influence of high ambient temperature on performance of reproductive sows. Livest. Prod. Sci. 52:123–133.
54. Radoević Z. (2006). Ekološki uzgoj svinja, Diplomski rad, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
55. Radoević Z., Pavičić Ž. (2006). Ekološki uzgoj svinja. MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu, 8(5): 294 – 299.
56. Repetti R. L. (1993). Short term effects of occupational stressors on daily mood and health complaints. Health Psychol. 12: 125 – 131.
57. Rozenboim I., Tako E., Gal-Gaber O., Proudman J. A., Uni Z. (2007). The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. Poult. Sci., 86: 1760 – 1765.
58. Sakamoto K., Wakabayashi I., Yoshimoto S., Masui H., Katsuno S. (1991). Effects of physical exercise and cold stimulation on serum testosterone level in man. Jap. J. Hyg. 46, 635 – 638.
59. Sakomura N. K., Gous R., Kyriazakis L., Hauschild L. (2014). Nutritional modelling for pigs and poultry. Wallingford, CABI: 318.
60. Samardžija M. (2008). Patologija rasplođivanja svinja. Veterinarski fakultet, Zagreb. http://intranet.vef.hr/org/porodnistvo/studenti/materijali/patologija_rasplodjivanja_svinja.pdf – pristup 15.10.2021.
61. Selye H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. Nature 138, 32.
62. Selye H. (1939). The effect of adaptation to various damaging agents in the female seks. Endocrinology, 25(4): 615 – 624.
63. Selye H. (1950). Stress and the general adaptation syndrome. Brit. Med. J. 1: 1383-1392.
64. Selye H. (1976). Forty years of stress research: principal remaining problems and
65. Selye H. (1976). Stress in health and disease. Elsevier.
66. Senčić Đ., Antunović Z. (2003). Ekološko stočarstvo. „Katava“ d. o. o., Osijek, 50(2): 36-37.
67. 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.
68. Settar P., Yalcin S., Turkmut L., Ozkan S., Chanar A. (1999). Seazon by genotipe interaction related to broiler growth rate and heat tolerance. Poult. Sci. 78: 1353 – 1358.
69. Siročić Čerkezović V., Ostović M., Pavičić Ž., Matković K. (2017). Problematika dobrobiti plotkinja u svinjogojskoj proizvodnji. Hrvatski veterinarski vjesnik, 25(7/8): 56 – 60.
70. Spiers E.D., Spain J.N., Sampson J.D., Rhoads R.P. (2004). Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. Journal of Thermal Biology, 29: 759–764.
71. Spraker T. R. (1993). Stress and Capture Myopathy in Artiodactylids. In: Zoo & Wild Animal Medicine. 3rd edition. W.S. Saunders Company. Philadelphia.

72. Stančić B. I. (2014). Reprodukcija domaćih životinja. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
73. Suriyasomboon A., Lundeheim N., Kunavongkrit A., Einarsson S. (2006). Effect of temperature and humidity on reproductive performance of crossbred sows in Thailand. Theriogenology 65:606–628.
74. Škorput D., Luković Z. (2015). Upravljanje farmom visokoplodnih krmača. Jedanaesto savjetovanje uzgajivača svinja u Republici Hrvatsko; HPA. 19 – 26.
75. Škorput D., Luković Z., Kostelić A. (2017). Procjena kondicije rasplodnih svinja. Zbornik predavanja 13. savjetovanja uzgajivača svinja u Repuplici Hrvatskoj. HPA 13: 44 – 48.
76. Škorput D., Torček I., Menčik S., Mahnet Ž., Klišanić V., Karolyi D., Luković Z., K. S. (2020). Čimbenici plodnosti krmača banijske šare svinje. Grafomark d.o.o. Zagreb. sa55 16: 389.
77. Tomašković A. (2009.). Spolni ciklusi u domaćih životinja i neurohormonalna regulacija. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. http://wwwi.vef.hr/org/porodnistvo/studenti/materijali/Spolni_ciklus_neurohormonalna_regulacija_dom_ziv.pdf – pristup 15.10.2021.
78. Tomašković A., Makek Z., Dobranić T., Samardžija M. (2007). Rasplođivanje krava i junica. (Ur. Samardžija, M., Vince, S., Grizelj, J.). Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
79. Tsuma V. T., Einarsson S., Madej A., Lundeheim N. (1995). Hormone profiles around weaning in cyclic and anoestrus sows. J. Vet. Med. A. 42:153–163.
80. Turk R., Jukić I., Samardžija M., Robić M., Belić M. (2017). Neuro-hormonska regulacija stresnog odgovora i učinak na imunost domaćih životinja. Veterinarska stanica, 48(4): 305 – 315.
81. Turner A. I., Hemsworth P. H., Tilbrook A. J. (2005). Susceptibility of reproduction in female pigs to impairment by stress or elevation of cortisol. Domest. Anim. Endocrinol. 29: 398 – 410.
82. Uremović Z., Uremović M. (1997.) Svinjogojstvo, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
83. Volčević B. (2005). Svinjogojstvo. Neron d.o.o., Bjelovar.
84. Vučemilo M., Gutzmirtl D., Šperanda M., Vinković B., Frižon E., Matković K., Gutzmirtl H. (2011). Effect of sows housing mode on stress indicators. Acta Vet.-Beograd 61, 15.
85. Vučemilo M., Kostelić A. (2018). Utjecaj mikroklime na zdravlje ovaca i koza. Zbornik predavanja 19. savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj.
86. Vučinić M. (2006). Ponašanje, zaštita i dobrobit životinja. Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
87. Wolfenson D., Lew J. B., Thatcher W. W., Graber Y., Meidan R. (1997). Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows Animal Reproduction Science, 47: 9-19.

88. Wolfenson D., Roth Z., Meidan R. (2000). Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. Anim. Reprod. Sci. 60: 535-547.
89. Wolfenson D., Thatcher W. W., Badinga L., Savio J. D., Meidan R., Lew B. J., Braw-Tal R., Berman A. (1995): Effect of heat stress on follicular development during estrus cycle in lactating dairy cattle. Biol. Reprod., 52: 1106–1113.