



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM

VÝSKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČÍŠNEJ
VÝROBY NITRA

**VLADIMÍR TANČIN, LUCIA MAČUHOVÁ, MICHAL UHRINČAŤ,
MARTINA VRŠKOVÁ, IVAN HOLKO**



CHOVATEĽSKÉ FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE BUDÚCU PRODUKCIU MLIEKA KRÁV – PÔSOBENIE TEPELNÉHO STRESU NA ZASUŠENÉ KRAVY A DOPAD NA NARODENÉ JALOVÍČKY

Aplikačný výstup

NPPC Nitra 2023

Názov: Chovateľské faktory ovplyvňujúce budúcu produkciu mlieka kráv – pôsobenie tepelného stresu na zasušené kravy a dopad na narodené jalovičky

Autori: prof. Ing. Vladimír Tančin, DrSc., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Ing. Lucia Mačuhová, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

PaedDr. Michal Uhrinčat', PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

Ing. Martina Vršková, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

doc. MVDr. Ivan Holko, PhD., Vetservis, s.r.o. Nitra

Oponent: prof. Ing. Jan Brouček, DrSc.
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

Štúdiá bola realizovaná v rámci riešenia projektu **APVV-18-0121** „Vplyv zvierat'a a faktorov prostredia na produkciu mlieka a zdravie vemena dojníc na Slovensku“ a v spolupráci so **Slovenskou poľnohospodárskou a potravinárskou komorou**.

Publikácia je výsledkom spolupráce NPPC – Výskumného ústavu živočíšnej výroby Nitra a Ústavu chovu zvierat FAPZ SPU v Nitre a Vetservis, s.r.o..

Práca je určená pre chovateľov ako overený technologický systém v živočíšnej produkcii.

ISBN 978-80-89162-83-3

EAN 9788089162833

Obsah

Úvod	
1. Stres a produkcia	8
2. Maštal'né prostredie - mikroklíma	10
2.1. Teplota vzduchu	11
2.2. Termoregulácia	12
2.2.1. Mechanizmus termoregulácie	15
2.3. Dynamika teploty vzduchu v maštaliach	20
3. Tepelný stres	21
4. Podmienky odchovu gravidných kráv	25
4.1. Produkcia mlieka a gravidita - vplyv na plod	25
4.2. Tepelný stres a gravidita	29
4.3. Tepelný stres a produkcia mlieka počas laktácie	36
5. Manažment kŕmenia zameraný na zníženie tepelného stresu	38
6. Záver	40
Použitá literatúra	41

Úvod

V minulosti ako aj v súčasnosti mlieko a mliečne produkty patria medzi základné zdroje plnohodnotných živín v ľudskej výžive. Aj napriek rôznym trendom vo výžive ľudí veríme, že aj v budúcnosti bude základom správnej výživy mlieko a produkty z mlieka. Samozrejme, nesmieme zabúdať na čoraz zložitejšie podmienky podporené legislatívou a spoločnosťou uplatňujúce sa v chove hospodárskych zvierat a obzvlášť v chove dojníc. Je to predovšetkým otázka životného prostredia a zabezpečenia dobrých životných podmienok pre zvieratá. Je preto veľmi dôležité čo najintenzívnejšie uplatňovať v chovateľskej praxi najnovšie poznatky vedy a výskumu podporené správne zvolenou technikou a technológiou chovu zvierat zabezpečujúce tak rentabilitu chovu na jednej strane a jeho akceptáciu spoločnosťou na strane druhej.

Produkcia mlieka za laktáciu, jeho nutričná a technologická kvalita ako aj hygienická bezpečnosť predstavujú významné faktory podieľajúce sa na tvorbe **ekonomickej efektívnosti v chove dojníc** resp. chove dojných plemien aj iných druhov hospodárskych zvierat. Aj keď chovateľ dojníc najviac zaujíma množstvo vyprodukovaného mlieka, nemal by zabúdať ani na zložky mlieka či jeho technologickú kvalitu. **Zložky mlieka a technologická kvalita** mlieka sú často ovplyvnené nielen úrovňou výživy ale aj **zdravotným stavom mliečnej žľazy**. Nie je teda prekvapením, ak v záujme chovateľa sa nutričná a technologická kvalita mlieka objavuje až vtedy, ak stráca príjem od nákupcu mlieka za znížené kvalitatívne parametre z technologického aj zdravotného aspektu (vysoký počet

somatických buniek – mastitída, inhibičné látky, horšie spracovanie, nižšia výťažnosť, mastitídne patogény a pod.). Príjmy z produkcie mlieka sú teda priamo spojené nielen s výškou produkcie ale aj so zložením mlieka a zdravím vemená.

Súčasná úroveň vedeckého ale aj praktického poznania v spojitosti s existujúcim **množstvom dostupných zootechnických údajov** získaných z chovov hospodárskych zvierat hospodáriacich v rôznych systémoch ustajnenia, využívajúc rôzne chovateľské postupy a neustále narastajúca technická a diagnostická spoľahlivosť používaných technológií (využívanie elektronických systémov pri meraní množstva a kvality mlieka, zdravia vemená, mikroklimatických podmienok, identifikácii rôznych behaviorálnych činností - ruja, prežúvanie, príjem krmiva, atď.), poskytujú chovateľom množstvo informácií pre optimalizáciu chovateľských podmienok. Namerané údaje z týchto elektronických systémov by sa mali využívať pre zlepšenie riadenia fariem vysokoprodukčných dojníc v trende implementácie tzv. **„presného poľnohospodárstva“** do praxe. V tomto kontexte je potrebné zdôrazniť, že napriek technickému pokroku v chovoch dojníc **naďalej zostávajú kľúčom k úspechu vedomosti, zručnosti a prístup človeka v rôznych chovateľských podmienkach**. Človek rozhoduje o tom, ako sa všetky tieto informácie premietnu do efektívneho riadenia chovu mliekových plemien kráv.

Úroveň efektívnej produkcie mlieka dojnícami je v priebehu ich celého života, ako aj počas aktuálnej laktácie, ovplyvňovaná množstvom vonkajších a vnútorných faktorov. Ekonomický význam

týchto faktorov pre farmu závisí od celkových podmienok chovateľského prostredia. Tieto sa však medzi farmami značne líšia. Jeden faktor, overený vedou a praxou, môže pre niektorý podnik priniesť výrazný posun v kvantite a kvalite mlieka a v inom môže dosiahnuť len mierne pozitívny. Dokonca sa môžeme stretnúť aj s tým, že nemá žiadny vplyv. **Prečo je to tak?** Na to nie je jednoduchá odpoveď ani jednoznačné odporúčenie, ale môže to súvisieť s pôsobením iných faktorov, ktoré chovateľ v systéme riadenia chovu dojníc nemusí brať vôbec do úvahy alebo o ich výraznom význame pre zviera nevie. Konštatujeme, že úspešnosť jedného dôležitého a overeného faktora je podmienená celým radom iných chovateľských faktorov. Napríklad, skvalitňovanie mikroklimy ustajňovacích objektov pre vysokoprodukčné dojnice je na jednej farme vysoko efektívne a na inej je dosiahnutá produkčná efektivita nižšia. To, že navrhnuté opatrenia sa rovnako nepremietajú do želaného účinku v chove dojníc môže byť spôsobené **systémom ich odchovu v ranom období života**, napríklad počas mliečnej výživy! Mnohé výskumy poukazujú na skutočnosť, že existuje veľmi silný vzťah medzi úrovňou odchovu jalovičiek v období mliečnej výživy a ich budúcou produkčnou schopnosťou prejavujúcou sa v množstve mlieka a zdravotnom stave. **Podrobnú analýzu vzťahov medzi intenzitou rastu jalovičiek počas mliečnej výživy a ich budúcej mliekovej úžitkovosti uvádzame na www stránke Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Nitre - poradenstvo:** http://www.vuzv.sk/2022/Technologia_odchovu_telata-APVV.pdf

Ďalším z chovateľských faktorov významne ovplyvňujúcich budúcu

produkciu mlieka sú **podmienky chovu zasušенých dojníc a tel'ných jalovíc v poslednom mesiaci gravidity**. Produkcia mlieka počas laktácie po otelení je ovplyvnená nielen, ako každý očakáva, pôsobením dĺžky obdobia zasušenia, ale už menej vieme o tom, že aj samotné prostredie chovu v období zasušenia vplýva na budúcu produkciu mlieka ako samotných kráv po otelení, tak aj ich narodených jalovičiek v dospelosti.

Vyššie uvedené príklady faktorov (úroveň odchovu jalovičiek a chov zasušенých kráv a jalovíc) ovplyvňujúcich produkciu mlieka získaných pri experimentálnych pozorovaniach **sa v praxi málo zohľadňujú v systémoch chovu**. Je potrebné však zdôrazniť, že tieto vzťahy boli zistené aj v našich praktických podmienkach.

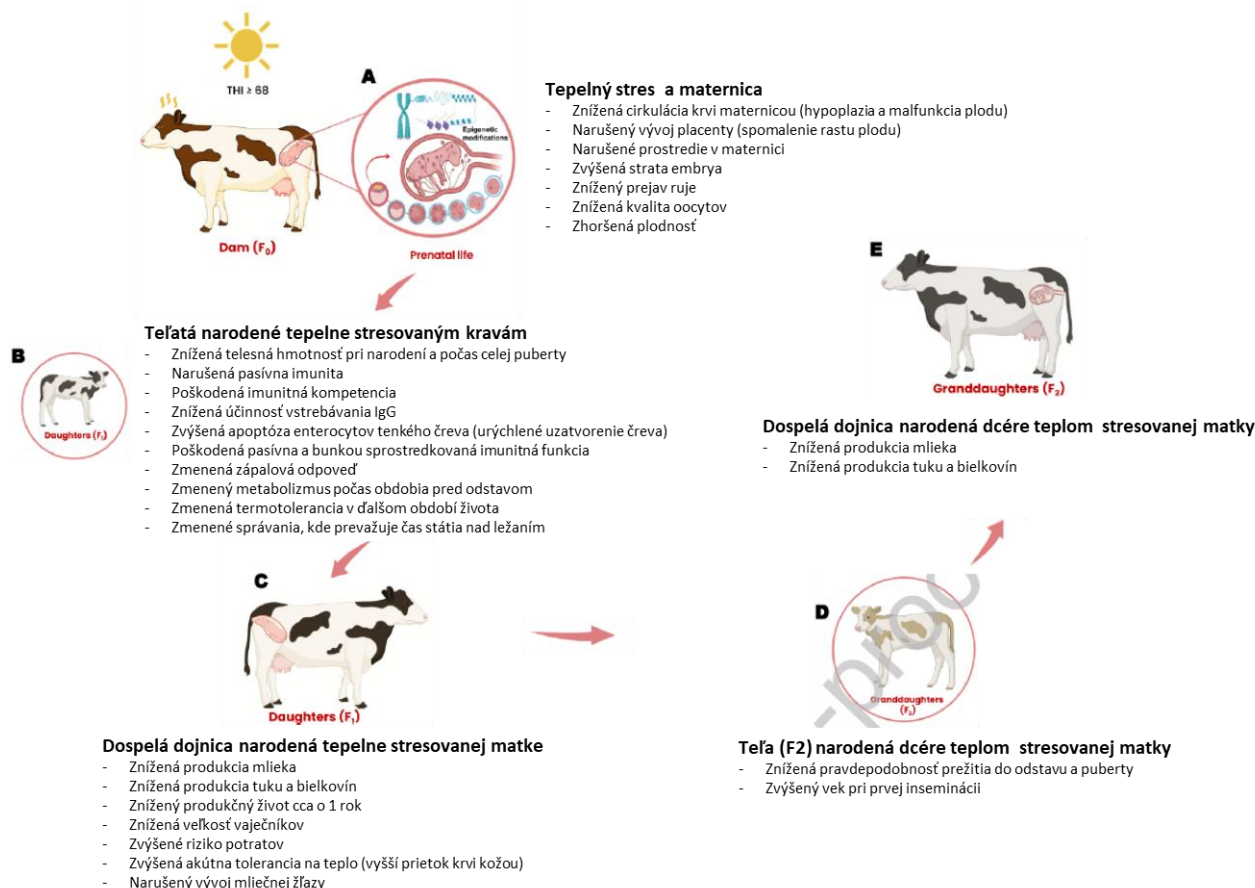
V súčasnom období sa v súvislosti s vplyvmi prostredia na produkčné parametre veľmi intenzívne rozvíja vedný odbor **EPIGENETIKA**. Uvedený odbor sa zaoberá práve vplyvmi chovateľského prostredia na fenotypové prejavy génov zvierat'a ako z krátkodobého tak predovšetkým z dlhodobého hľadiska. Inými slovami povedané ide o to, že **pri rovnakej genetickej výbave zvierat sa vplyvom prostredia odchovu a systémom chovu aktivujú alebo inhibujú aktivity mnohých génov** (dôležitých aj pre produkciu a zdravie). Aktivita génov sa následne **prejavuje na vonkajších znakoch** t.j. pre prax dôležité znaky ako napr. produkcia, reprodukcia či zdravotný stav celého organizmu, či vemená zvierat. Pre lepšiu ilustráciu uvedeného javu môžeme uviesť príklad: ak by dve jalovičky (dvojičky) sa po narodení odchovali v rozdielnych zootechnických podmienkach,

tak aj pri rovnakej genetickej informácii, sa pri nich aktivujú iné mechanizmy realizácie genetickej informácie umožňujúce im čo najefektívnejšie zvládnuť rozdielne životné

vyvolanú značnou produkciou mlieka a iné.

Na základe dostupných poznatkov vedy a výskumu nielen zahraničných ale aj

Obrázok 1. Súhrn epigenetických zmien vyvolaných tepelným stresom v období posledného mesiaca gravidity (Gaffari, 2022)



podmienky. Tieto zmeny vo vnútornom riadení metabolizmu sa následne prejavujú na produkčných výsledkoch.

Zmeny v **aktivite génov** vyvolané prostredím môžu byť **krátkodobé**, alebo môžu pretrvávať **po celý život**, či dokonca sa táto informácia **prenáša aj na ďalšie** generácie zvierat. Na **obrázku 1** je uvedený príklad prenosu niektorých zootechnických ukazovateľov vyvolaných tepelným stresom zasušených kráv nielen na ich vlastný organizmus ale aj na ich potomstvo cez dve generácie. Možno to je odpoveď na niektorú z otázok, prečo niektoré dojnice zvládajú vysokú metabolickú záťaž

našich výskumníkov **je cieľom uvedenej práce** poskytnúť manažmentu fariem vysokoprodukčných dojníc aktuálne poznatky resp. analyzovať pre nich význam niektorých faktorov chovateľského prostredia pre zvieratá, ktorým chovateľská prax venuje menej pozornosti, alebo im nepripisuje až taký zootechnický význam pre efektívnu produkciu mlieka. Jedným z takýchto faktorov, ktorému sa venujeme, **je vplyv tepelného stresu v poslednom mesiaci zasušenia kráv nielen na ich vlastný organizmus ale aj na organizmus mláďaťa**, ktoré sa v tom období nachádza v tele matky. Uvádzame predovšetkým vplyv tepelného stresu na produkciu mlieka

po otelení ako aj na produkciu mlieka ich potomstva v dospelosti. Naším cieľom je tiež to, aby si na farmách s vyspelou elektronizáciou zberu údajov **zootechnici sami overovali** do akej miery skvalitnenie alebo zmena určitého chovateľského zásahu ovplyvnila produkčný zámer a potvrdila správnosť chovateľského rozhodnutia alebo potrebu jeho úpravy. Získané teoretické

poznatky a praxou overené presvedčenie chovateľa o správnosti a chovateľskom význame ich zavedenia do manažérskeho postupu či systému je pravdepodobne tým najlepším základom efektívneho chovu dojníc.

1. Stres a produkcia

Ako sme uviedli v úvode, uvedená publikácia sa poukazuje na čoraz častejšie pozorovaný problém v chove zvierat súvisiaci s narastajúcou teplotou vonkajšieho prostredia. Tento problém odráža reakciu zvierat na teplotné zmeny, ktorá často končí **vznikom stresovej reakcie**. Stresová reakcia pomáha zvieratám vysporiadať sa s teplotnými zmenami vonkajšieho prostredia. Samozrejme, extrémny stav, ktorý je prospešný pre vysporiadanie sa s extrémnymi podmienkami sa negatívne prejavuje na ich produkcii a zdraví. Obzvlášť ak je pôsobenie stresora dlhodobé. Z tohto dôvodu je potrebné vedieť, čo znamená stres a čo sa deje v organizme počas stresovej reakcie či záťaže. Obzvlášť je to dôležité vedieť v súvislosti so živočíšnou produkciou, zdravím zvierat a tým ekonomikou chovu.

Stresová reakcia je pre organizmus nevyhnutná pre zvládnutie záťažových situácií. Na druhej strane nadmerná a opakovaná aktivácia stresovej reakcie má na činnosť organizmu nepriaznivý vplyv vedúci k príčinám viacerých závažných porúch (metabolických, reprodukčných, produkčných a pod.). Stres nie je len škodlivým faktorom, ktorý negatívne vplýva na organizmus. Počas stresu dochádza k mobilizácii energetických zdrojov (glukóza, mastné kyseliny), ktoré sú pre organizmus dôležité pre uskutočňovanie zodpovedajúcej fyzickej obrannej aktivity. Stres tiež stimuluje mozgové štruktúry, ktoré sú zodpovedné za adekvátny a pohotový vzorec správania sa v rôznych životných situáciách v systémoch a technológiách chovu, t.j. na zvládnutie záťažovej situácie.

Stres predstavuje základnú zložku života na vysporiadanie sa so stresormi prostredia, ale ak je ich pôsobenie neprimerané a zvierat nemá možnosť sa s týmto stresom vysporiadať, predstavuje poškodzujúci faktor vedúci k zlyhaniu adaptačných reakcií a poškodeniu zdravia jedinca. Napríklad, výskumy na hovädzom dobytku poukázali v chove teliat na negatívny vplyv stresových záťaží v období mliečnej výživy na celkovú reaktivnosť zvierat pri stresovej záťaži v dospelosti.

Stresová reakcia na nejaký podnet je vyvolaná aktiváciou endokrinného a nervového systému na úrovni mozgu (hypotalamus), cez hypofýzu a kôru nadobličiek. Takto sa do krvi dostáva dôležitý hormón kortizol. Aktivácia mozgu tiež spôsobuje zvýšenú aktivitu drene nadobličiek, kde výsledkom je uvoľnený adrenalín. Ďalej sa počas stresovej záťaže aktivuje aj vegetatívny nervový systém, ktorý ovplyvňuje činnosť vnútorných orgánov a tkanív.

Priebeh stresovej reakcie sa vyznačuje určitými zákonitosťami a postupne prechádza cez jednotlivé štádiá:

- 1) alarmové štádium – štádium poplachu,
- 2) štádium rezistencie – odolnosti, resp. vlastnej adaptácie,
- 3) exhaustívne štádium – štádium vyčerpania.

Poplachová reakcia predstavuje mobilizáciu všetkých rezerv v organizme potrebných na vyrovnanie sa s pôsobením stresora. Pre toto štádium je charakteristická reakcia „útok alebo útek“. Poplachová reakcia je dvojstupňová: fáza šoku (nervová) a fáza protišoku (látková). Šok je možné charakterizovať ako vývoj

srdcovej slabosti, depresie, poklesu tlaku krvi, vazokonstrikcie, bradykardie a leukopénie, v plazme klesá koncentrácia glukózy a Na^+ pričom sa zvyšuje koncentrácia K^+ . V druhej fáze poplachovej reakcie – protišoku – dochádza k nárastu koncentrácie katecholamínov (adrenalin a noradrenalin) a pozoruje sa tiež tachykardia a glykogenolýza. Aktivuje sa adenohipofýza uvoľňovaním kortikotropínu, ktorý podmieňuje uvoľňovanie glukokortikoidov (kortizolu, kortikosteronu). Uvedené hormóny podporujú celkovú odolnosť organizmu na pôsobenie stresora. Ak sa podarí optimalizovať odpoveď na stresor, prechádza poplachová reakcia do štádia odolnosti.

Štádium odolnosti charakterizuje priebeh regulačných mechanizmov schopných zvládnuť stresovú záťaž aj napriek ďalšiemu pôsobeniu stresora. Sprievodným ukazovateľom je hypoplázia týmusu a miazgových uzlín, nadobličky hypertrofujú - obzvlášť kôra nadobličiek. Organizmus je celkovo odolnejší proti faktorom vyvolávajúcim stresový stav. Táto fáza môže trvať niekoľko hodín, dní, ba dokonca aj týždňov.

Ak sa organizmus zvierat'a nedokázal vnútorne vyrovnať s pôsobením stresora, nezískal voči nemu odolnosť, nastáva **štádium vyčerpania**. V tejto etape stresor neustále pôsobí, avšak potrebné zdroje v organizme sú vyčerpané čo vedie k metabolickému zrúteniu a nakoniec k úhynu jedinca.

Podľa dĺžky stresovej reakcie rozdeľujeme stresy na **akútne** (krátkodobé) a **chronické** (trvajúce po dlhšiu dobu). Charakter stresu a s tým súvisiaca vnímavosť organizmu na pôsobenie

stresora je ovplyvnený mnohými vnútornými a vonkajšími faktormi. Medzi ne patrí: živočíšny druh, plemeno, línia, ročné obdobie, vek, fyziologický stav (gravidita), produkčné zaťaženie, a pod. Svoju významnú úlohu tu zohráva aj individualita jedinca, napr. temperament. V podmienkach veľkovýroby sa na **ochoreniach zvierat podieľajú akútne a chronické stresy až v 40 - 70 %**. Z tohto pohľadu je vhodným kritériom pre meranie stresových reakcií dobrý kondičný stav, ktorý predstavuje optimálnu rýchlosť rastu, dosahovanie požadovanej produkcie a pod. Stresová záťaž negatívne vplyva na intenzitu rastu, kde predovšetkým dochádza k útlmu a poruchám činnosti tráviacej sústavy. Významne sa znižuje aj plodnosť zvierat. Stres negatívne pôsobí na tvorbu mlieka, jeho kvalitu a ejakciu. V neposlednom rade stresová záťaž zhoršuje kvalitu mäsa.

Nebezpečenstvo stresovej záťaže na organizmus zvierat'a je zrejmé a vedecky jednoznačne potvrdené. V podmienkach chovu zvierat je preto potrebné zabezpečiť **prevenciu pôsobenia stresorov** alebo minimalizovanie ich škodlivého vplyvu na organizmus zvierat. Realizáciu týchto opatrení je možné rozdeliť **do dvoch základných zásad**: prvá z nich sa venuje vytváraniu optimálnych podmienok vonkajšieho prostredia pre chov hospodárskych zvierat, kde patrí zodpovedajúca výživa, pravidelný denný režim, vhodné technológie a pod. V prípade, že sa vzniku stresovej záťaži nedá zabrániť (preprava, zmena skupín, odstaviatie, presuny zvierat, výmena technológií a pod.), nastupuje druhá zásada, ktorá má v poslednej dobe čoraz väčší význam v chovateľskej praxi. Ide predovšetkým o aktívne ovplyvňovanie stresovej reakcie

chemickými a hormonálnymi preparátmi, vitamínmi, antibiotikami, minerálnymi prísadami atď. Významnú úlohu zohráva aj habituácia zvierat na nami očakávanú stresovú situáciu. Napr. – stres z prvého dojenia kráv v novej dojární je možné významne zmierniť dvomi až tromi presunmi zvierat cez dojáreň pred tým, než dojáreň bude uvedená do činnosti. Minimalizovať pôsobenie stresovej záťaže môže aj samotný ošetrovateľ, kedy v kritických momentoch zvýši pozornosť a starostlivosť o zvieratá vystavené pôsobeniu stresora.

Záver z tejto časti je spojený s poznaním významu a priebehu stresovej reakcie pre zdravie a pohodu zvierat. Komplexnosť stresovej reakcie spočíva v tom, že ovplyvňuje celý organizmus a zasahuje do produkčnej efektívnosti.

2. Maštal'né prostredie - mikroklima

Maštal'né prostredie, v ktorom chováme zvieratá, patrí medzi dôležité činitele podieľajúce sa na manifestácii genetického potenciálu hospodárskych zvierat, či už z pohľadu produkčného, rastového, tak aj zdravotného. Udáva sa, že na úžitkovosti sa **hygiena maštal'ného prostredia** podieľa z 20 až 30 %. Hovoríme o bezprostrednom okolí, ktoré zviera po celý deň obklopuje, v ktorom žije, t.j. maštal'nom prostredí. Súčasťou maštal'ného prostredia je maštal'né ovzdušie, ktoré sa označuje ako **mikroklima**. Starostlivosť o mikroklimu je základom úspešného chovu zvierat. Chovateľ by si mal uvedomiť, že mikroklima maštal'ného prostredia predstavuje tzv. „**VÝROBNÝ PROSTRIEDOK**“. Bez starostlivosti o mikroklimu, v ktorej sa zvieratá nachádzajú, nie je možné dosahovať požadované výsledky v živočíšnej výrobe.

Mikroklima je v priamom vzťahu k vonkajšiemu atmosférickému prostrediu (makroklima). Vplyv makroklimy na mikroklimu je sprostredkovaný celým radom faktorov, kde rozhodujúcu úlohu zohráva typ konštrukcie a stavebné riešenie maštali, možnosti vetrania a klimatizácie, ochrany pred priamym slnečným žiarením, systém chovu, kategória zvierat a ich úžitkové využívanie a pod.

Ako sme už uviedli a znovu zdôrazňujeme, že **chovateľ** musí **mikroklimatické podmienky** v chove zvierat **rešpektovať** a považovať ich za základný existenčný a výrobný prostriedok. Reaguje na to aj výskum, kde sa mikroklimu v súvislosti s potrebami chovateľskej praxe a hlavne potrebám zvierat venuje značná pozornosť obzvlášť pri zavádzaní moderných technológií, regulačných a vetracích systémov, kvality stavebných materiálov, ležiskových boxov, hnojných a krmných chodieb a pod. Nesprávne zvolené a nastavené technologické systémy a stavebné chyby sú často hlavnou príčinou nevhodných mikroklimatických podmienok v maštaliach. Nevhodné mikroklimatické prostredie sa negatívne prejavuje v zdravotnom stave zvierat, čo vedie k narušeniu pohody a požadovanej úžitkovosti a následne k ekonomike ich chovu.

Kvalitu mikroklimy v maštali ovplyvňujú nasledovné faktory a vlastnosti ovzdušia:

- a) fyzikálne faktory:** teplota a vlhkosť vzduchu, prúdenie vzduchu, slnečné žiarenie, osvetlenie, barometrický tlak a môže sa sem zaradiť aj hluk,
- b) chemické faktory:** chemické zloženie vzduchu, obzvlášť z pohľadu koncentrácie

toxických a environmentálnych plynov – amoniak, oxid uhličitý, sírovodík, metán,

c) **biologické faktory:** prach a mikroorganizmy rozptýlené v ovzduší. Prach je možné zaradiť aj medzi fyzikálne faktory, avšak ako nosič mikroorganizmov sa v odbornej literatúre uvádza pri biologických faktoroch.

Dôležitosť mikroklimy pre rentabilitu chovu, predovšetkým z hľadiska zdravia zvierat a ich pohody, je možné doceliť pravidelným **hodnotením nameraných parametrov mikroklimy** a vhodnými opatreniami, ktoré stabilizujú parametre mikroklimy. Z pravidelne nameraných hodnôt chovateľ získava objektívnu charakteristiku životného prostredia zvierat. Môže takto neustále efektívne a veľmi cielene upravovať systém chovu - preventívne merania, resp. nájsť príčinu (diagnostické merania) možných zdravotných problémov zvierat, či poklesu ich úžitkovosti.

Pravidelné meranie parametrov mikroklimy takto môže poskytovať údaje, ktoré chovateľovi môžu slúžiť k prevencii vzniku predovšetkým zdravotných problémov zvierat, alebo v hľadaní ich príčin. Pri tzv. **preventívnom meraní**, chovateľ aj pri relatívne zdanlivo bezproblémovej prevádzke získava informácie o aktuálnom stave mikroklimatických parametrov, na ktoré v prípade ich zhoršenia môže okamžite reagovať vhodnými chovateľskými opatreniami. Pri tzv. **diagnostickom meraní** si chovateľ väčšinou túto službu objednáva a to v prípade, kedy má v stáde nejaký merateľný zootechnický problém. Tým problémom môže byť zhoršené zdravie, znížená úžitkovosť a pod. Takéto merania však často krát nemusia odhaliť

príčinu aj keď tu bola, pretože zhoršenie mikroklimatických podmienok sa negatívne neprejavuje okamžite ale až po určitej dobe. V čase merania už môžu byť zhoršené mikroklimatické podmienky znovu v norme. V každom prípade, **sledovanie mikroklimatických podmienok** prostredníctvom pravidelného merania parametrov mikroklimy je jednou z **najdôležitejších informácií** pre realizáciu vhodných chovateľských postupov.

Pre zdravie zvierat, produkciu a tým aj ekonomiku chovu je obzvlášť dôležité pravidelné hodnotenie a udržanie optimálnej mikroklimy v uzavretých maštaliach v chove hydiny, králikov či ošípaných. **Otvorené maštale**, predovšetkým v chove dobytky a oviec, majú svoju mikroklimu výraznejšie ovplyvnenú makroklimou, avšak parametre mikroklimy aj takom prostredí je potrebné sledovať a v prípade potreby ich riešiť. Aj v otvorených maštaliach mikroklima rovnako významne ovplyvňuje produkčný život zvierat a ich zdravie. Dokonca v letnom horúcom období sú otvorené maštale veľmi rizikovým faktorom pre zvieratá z hľadiska vzniku tepelného stresu.

2.1. Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je najvýznamnejším a najdôležitejším bioklimatickým faktorom prostredia, v ktorom zvieratá žijú. Teplo, ako fyzikálna veličina, je základnou podmienkou života. Pod teplotou vzduchu rozumieme teplotu nameranú vo voľnom ovzduší teplomermi. Na samotných teplotných pomeroch v maštali sa podieľajú aj iné faktory prostredia a spolu tvoria tzv. **tepelný maštal'ný režim**. Pod tepelným režimom maštal'ného prostredia rozumieme okrem teploty vzduchu tiež teplotu vnútorných povrchov konštrukcií, relatívnu

vlhkosť vzduchu a pohyb maštalného vzduchu. Spomínané zložky tepelného režimu v maštali takto významne ovplyvňuje samotnú teplotu čo vedie k jej kolísaniu v ustajňovacích priestoroch ako v priebehu dňa tak aj ročného obdobia. Vhodne zvolený systém chovu zvierat musí zabezpečiť udržanie čo najstabilnejšej teploty v ustajňovacích objektoch resp. teploty, ktorá nepôsobí negatívne na zvieratá.

2.2.Termoregulácia

Teplota prostredia významne ovplyvňuje organizmus, či už na úrovni metabolizmu alebo správania. Na teplotné zmeny v maštali musia zvieratá, ktoré patria k homoiotermným organizmom (so stálou telesnou teplotou), okamžite reagovať. Táto vlastnosť je veľmi dôležitá, pretože udržuje relatívne stálu teplotu telesného jadra (orgány brušnej a hrudnej dutiny a hlboké kostrové svaly). Relatívna stálosť teploty tela je potrebná pre udržanie stabilných biochemických reakcií v tele, aby sa zachovali podmienky pre uskutočňovanie všetkých fyziologických funkcií organizmu. Prístupnosť základných fyziologických funkcií je nevyhnutná pre normálny život a imunitu.

Udržanie relatívne stálej telesnej teploty tela podlieha zložitým fyziologickým regulačným mechanizmom, ktorým hovoríme **termoregulácia**. Aktivácia termoregulačného systému je pre organizmus **energeticky veľmi náročný proces**. Termoregulácia vždy súvisí so zmenami teploty vonkajšieho prostredia, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť stálu telesnú teplotu organizmu – telesného jadra. Najväčšiu tepelnú stabilitu má krv a jadro tela. Teplota vnútorných orgánov a časť hlbokých svalov sa mení len nepatrne.

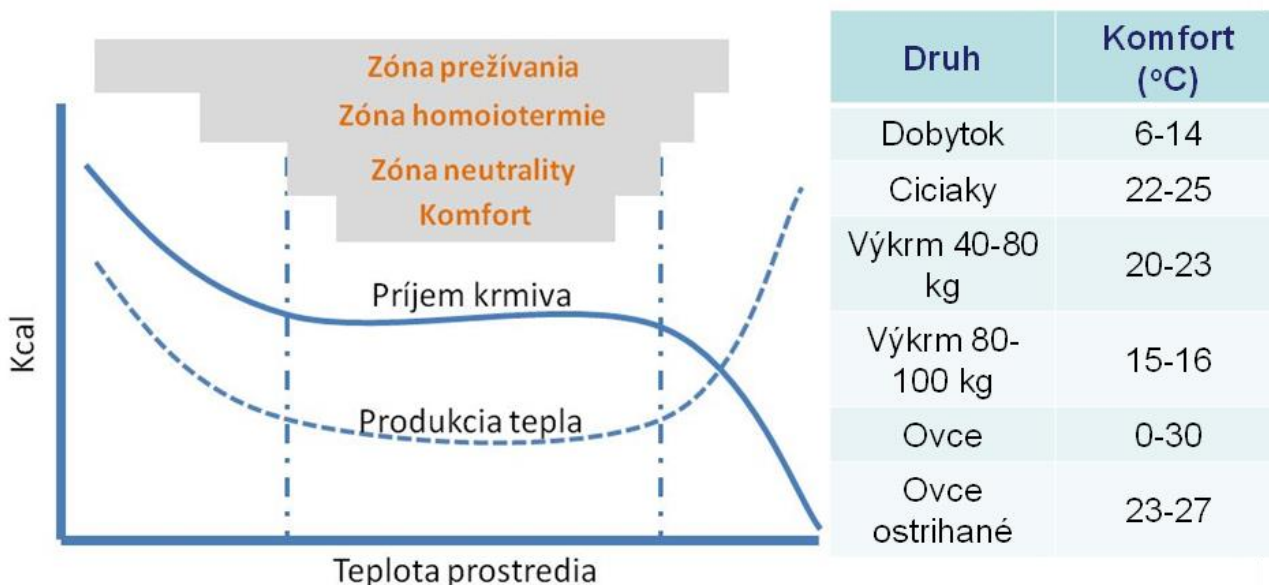
Dokonca niektorá literatúra udáva zmeny v rozsahu len $\pm 0,8$ °C. Periférne časti povrchu tela a srst môžu mať teplotu rozdielnu o niekoľko desiatín, ba až stupňov a to bez toho, aby došlo k poškodeniu tkaniva.

Pri dlhodobom pobyte zvierat v určitých teplotných podmienkach sa organizmus prispôsobuje a vzniká tzv. **adaptačná termoregulácia**. Neodmysliteľnou súčasťou reakcie zvierat na zmeny teploty prostredia je aj **etologická termoregulácia** – prejavy správania sa.

Pre každý druh a kategóriu zvierat existuje rozpätie teplôt, v ktorom nie je termoregulačný systém zaťažovaný a pre udržanie stálej telesnej teploty je postačujúce teplo vznikajúce z metabolizmu zabezpečujúci funkčnosť organizmu a tvorby produktu (bazálny metabolizmus). Uvedené teplotné rozpätie nazývame **zónou rovnováhy (neutrality)**, alebo v užšom teplotnom rozmedzí **komfortnou zónou**. Je to rozpätie vonkajších teplôt, v ktorom organizmus pre udržanie stálej teploty získava teplo z bazálneho metabolizmu. Pri takomto stave organizmus nemusí produkovať dodatočné teplo na udržanie teploty tela, čím sa šetrí energia (živiny) potrebná pre produkciu, napr. znáška, produkcia mlieka, intenzita rastu a pod.

Počiatočnú a konečnú teplotu zóny rovnováhy označujeme ako **dolnú a hornú hranicu kritických teplôt**. Pri prekročení obidvoch kritických teplôt sa musí v organizme aktivovať termoregulačný systém, ktorého výsledkom je zvýšenie produkcie tepla. Pri poklese vonkajšej teploty dochádza k zvýšeniu tvorby tepla v organizme v dôsledku nadmerných strát tepla do okolia. Pri tejto aktivite sa

Obrázok 2. Grafické znázornenie vzťahu vonkajšej teploty a príjmu krmiva a tvorby tepla. Rovnako sú tu uvedené aj komfortné teploty pre niektoré druhy a kategórie zvierat (Tančin et al., 2017).



Zóna termického komfortu – zviera udržiava telesnú teplotu s minimálnou účasťou termoregulačných mechanizmov

Zóna termickej neutrality – určuje ju dolná a horná kritická teplota prostredia, kedy sa v blízkosti kritických teplôt aktivujú termoregulačné mechanizmy

Zóna homoiotermie – len v tomto teplotnom pásme sú schopné zvieratá udržať konštantnú teplotu tela

Zóna prežívania - v rámci tohto tepelného rozmedzia sú schopné jedince prežívania

spotrebávajú živiny, ktoré by ináč boli využité pre produkciu. Takto je potrebné v chladných obdobiach poskytnúť zvieratám dostatok kvalitnej výživy pokrývajúcej aj požiadavky na zabezpečenie stálej teploty organizmu a potrieb tkanív pre tvorbu živočíšneho produktu. Ak dochádza k nárastu vonkajšej teploty je potrebné aby organizmus sa prebytočného tepla zbavil a k tomu potrebuje aktivovať termoregulačné mechanizmy, ktoré však produkujú ďalšie teplo (**Obrázok 2**). Napr. zvýšená frekvencia dýchania vytvára teplo zvýšenou aktivitou svalov podieľajúcich sa na intenzívnejšom dýchaní. Zvýšená intenzita dýchania zabezpečuje zvýšený odvod tepla prostredníctvom ochladzovania krvných kapilár v sliznici dýchacej sústavy. Pri

väčšom posune teplôt za hranice kritických teplôt (obzvlášť vysokých), dochádza v dôsledku zvýšených nárokov organizmu na udržanie stálej telesnej teploty k zníženiu produkcie alebo až k poruche zdravotného stavu.

Teplota prostredia je takmer vždy nižšia, než je telesná teplota zvierat. Z fyzikálneho hľadiska ide prevažne o prechod tepla z tela zvierat do prostredia. Je to obzvlášť dôležité pri intenzívnom metabolizme, ktorý si vyžaduje vysoká produkcia. Pri vysokej produkčnej zaťažnosti organizmu zvierat sa vznikajúce teplo musí odvieť z organizmu von. Preto je nevyhnutné zabezpečiť nižšiu teplotu chovateľského prostredia ako aj ďalšie podporné technické riešenia (prúdenie vzduchu) odvádzajúce

prebytočné teplo z povrchu organizmu. V ustajňovacích objektoch pre zvieratá je preto potrebné vytvoriť také rozpätie teplôt (tepelnej rovnováhy), pri ktorých by zvieratá dosahovali maximálnu úžitkovosť bez aktivácie termoregulačných mechanizmov či dokonca stresovej reakcie. Takémuto rozpätiu teplôt **hovoríme pásmo optimálnych teplôt**, ktoré zodpovedá teplotám pásma komfortu až neutrality.

Zóna optimálnej teploty nie je pre všetky zvieratá rovnaká. Závisí od druhu a vekovej kategórie zvierat, úžitkového typu, dosahovanej úžitkovosti, stresovej záťaže a pod. Význam niektorých faktorov ovplyvňujúcich teplotu tela a tým aj požiadavky na zónu optimálnej teploty uvádzame v nasledovných bodoch:

a) **pohlavie** – samice majú vyššiu teplotu tela ako samce. Súvisí to predovšetkým s intenzívnejším metabolizmom, napr. produkcia mlieka, pôrod a pod.,

b) **ontogenetické štádium** – je veľmi dôležité, aby chovateľ poznal požiadavky na teplotné pomery predovšetkým novonarodených mláďat. Mláďatá majú vyššiu telesnú teplotu ako dospelé jedince, s výnimkou tesne po narodení. V závislosti od druhu zvierat, zvyčajne mláďatá nemajú dostatočne vyvinutú termoreguláciu, a preto sú odkázané na teplo rodičov, chovateľského prostredia či príjmu vysokokvalitných živín. Avšak aj keď pri niektorých druhoch zvierat je termoregulácia vyvinutá na vyššom stupni zvládania vysokých teplôt, stále ide o vznik záťaže, čo prejavuje v rôznych formách napr. znížením intenzity rastu. Mláďatá sa rodia zo stabilných teplotných podmienok maternice matky do prostredia s premenlivými teplotnými podmienkami. Takýto prechod je pre mláďa kritickým

obdobím. Preto je nevyhnutné pre udržanie pohody mláďat zabezpečiť čo najstabilnejšie teplotné prostredie v prvých týždňoch ich života. V tomto období sa vyvíja aj imunitný systém, preto akékoľvek stresové záťaže, spôsobené aj napr. teplotou, znáša mladý organizmus horšie ako dospelý. Ukazuje sa, že jednou z najčastejších príčin vysokého úhynu mláďat sú aj nedodržané teplotné podmienky prostredia ich chovu. ,

c) **denná doba** – najnižšie teploty sa zisťujú v ranných hodinách a najvyššie v poobedňajších hodinách – cirkadiálny rytmus. Tento denný rytmus súvisí s kolísaním bazálneho metabolizmu a životnými aktivitami, ako aj zmenami teplôt vonkajšieho prostredia,

d) **výživa a s tým súvisiaci príjem potravy** – príjem krmiva zvyšuje teplotu tela. Môže to byť vyvolané nepriamym spôsobom, kedy teplota stúpa v súvislosti so zvýšenou pohybovou aktivitou pri hľadaní, resp. prijíme potravy. Priamy vplyv súvisí s uvoľnením tepla v súvislosti s príjmom a spracovaním prijatej potravy. Pri hladujúcich zvieratách je to naopak. Hovoríme tomu tzv. špecifický dynamický efekt,

e) **svalová činnosť** – pri svalovej aktivite dochádza k zvyšovaniu telesnej teploty,

f) **emocionálny vplyv** – stresová záťaž vyvolávajúca bolesť a utrpenie, pohlavná aktivita, sú faktory stimulujúce tvorbu tepla a tým aj nárast telesnej teploty organizmu,

g) **okolitá teplota** – extrémne nízke a vysoké teploty poškodzujú vonkajšie tkanivá a ovplyvňujú aj telesnú teplotu organizmu. Obzvlášť citlivé na okolitú teplotu sú novonarodené jedince a

mláďatá do určitého druhovo špecifického veku.

2.2.1. Mechanizmus termoregulácie

Pri **udržaní stálej teploty** tela dochádza prostredníctvom **termoregulačného mechanizmu** v prípade nižšej teploty k zabezpečeniu vyššej produkcie tepla (**termogenéza**), a v prípade vyššej teploty prostredia jej odovzdávanie do prostredia (**termolýza**). Prekročenie uvedených kritických teplôt predstavuje pre organizmus záťaž (stres). **Termoreguláciu** v organizme zabezpečujú tieto **mechanizmy**: chemické, centrálné a fyzikálne.

A) Chemická termoregulácia. V organizme zvierat neustále prebiehajú metabolické deje, pri ktorých sa tvorí určité množstvo tepla súvisiacich s činnosťou orgánov pre zabezpečenie základných metabolických procesov a procesov pre zabezpečenie produkcie. Ak v dôsledku zmien teploty vonkajšieho prostredia dochádza k zvýšeniu intenzity týchto procesov hovoríme o **prvej chemickej termoregulácii** a ak sa intenzita metabolizmu znižuje, tak hovoríme o **druhej chemickej termoregulácii**. Pri chemickej termoregulácii hovoríme o takých zmenách intenzity energetického metabolizmu, ku ktorým dochádza len v súvislosti, resp. pri potrebách organizmu udržať stálu teplotu, t.j. teplotu v rozsahu fyziologických hodnôt.

I. Pri prvej chemickej termoregulácii sa z hľadiska doplnenia tvorby tepla, predovšetkým v **chladnom prostredí**, zdôrazňuje význam metabolických procesov v pečeni a vo svaloch. Chemickú termoreguláciu je možné bližšie špecifikovať ako výrobu tepla

prostredníctvom svalovej aktivity (**triašková termogenéza**) a produkciu, ktorá nesúvisí s touto aktivitou svalov (**netriašková termogenéza**).

Pri svalovej aktivite (triašková termogenéza) dochádza k tvorbe tepla dvomi spôsobmi. Ak organizmus stráca teplo, napr. v chladnom prostredí, začína sa intenzívnejšie pohybovať a zvýšenou svalovou činnosťou si zvýši tvorbu tepla. Dochádza k zvýšeniu tonusu priečne pruhovanej svaloviny – tzv. termoregulačný tonus. Pri svalovom tonuse sa tiež uvoľňuje teplo. Ak termoregulačný tonus nestačí kryť potreby straty tepla alebo ak sa zviera nepohybuje dochádza k tvorbe tepla tzv. svalovým trasením (svalový tremor). Svalové trasenie nie je plynulý dej, ale prebieha v rytmických vlnách.

Produkcia tepla bez aktivity svalov (termogenéza bez svalového trasenia – netriašková termogenéza) je podmienená predovšetkým termogénnym účinkom noradrenalínu. Tento systém tvorby tepla sa aktivuje tesne pod dolnú kritickú teplotu a predchádza aktivite svalového trasenia. Významnú úlohu v termoregulácii plní pri novonarodených zvieratách. Významným zdrojom tepla je hnedé tukové tkanivo u novonarodených jedincov. Toto tkanivo má v bunkách vysoký počet mitochondrií, čo vytvára funkčné predpoklady pre intenzívny oxidačný metabolizmus a tým tvorbu tepla.

Ak je zviera vystavené dlhšiemu pôsobeniu chladu, dochádza k adaptácii prostredníctvom zvýšenia intenzity **energetického metabolizmu v pečeni**, ktorá preberá termoregulačnú úlohu. Ide o mechanizmus regulácie intenzity bazálneho metabolizmu. Energetická spotreba pre tvorbu tepla v pečeni znamená znížený

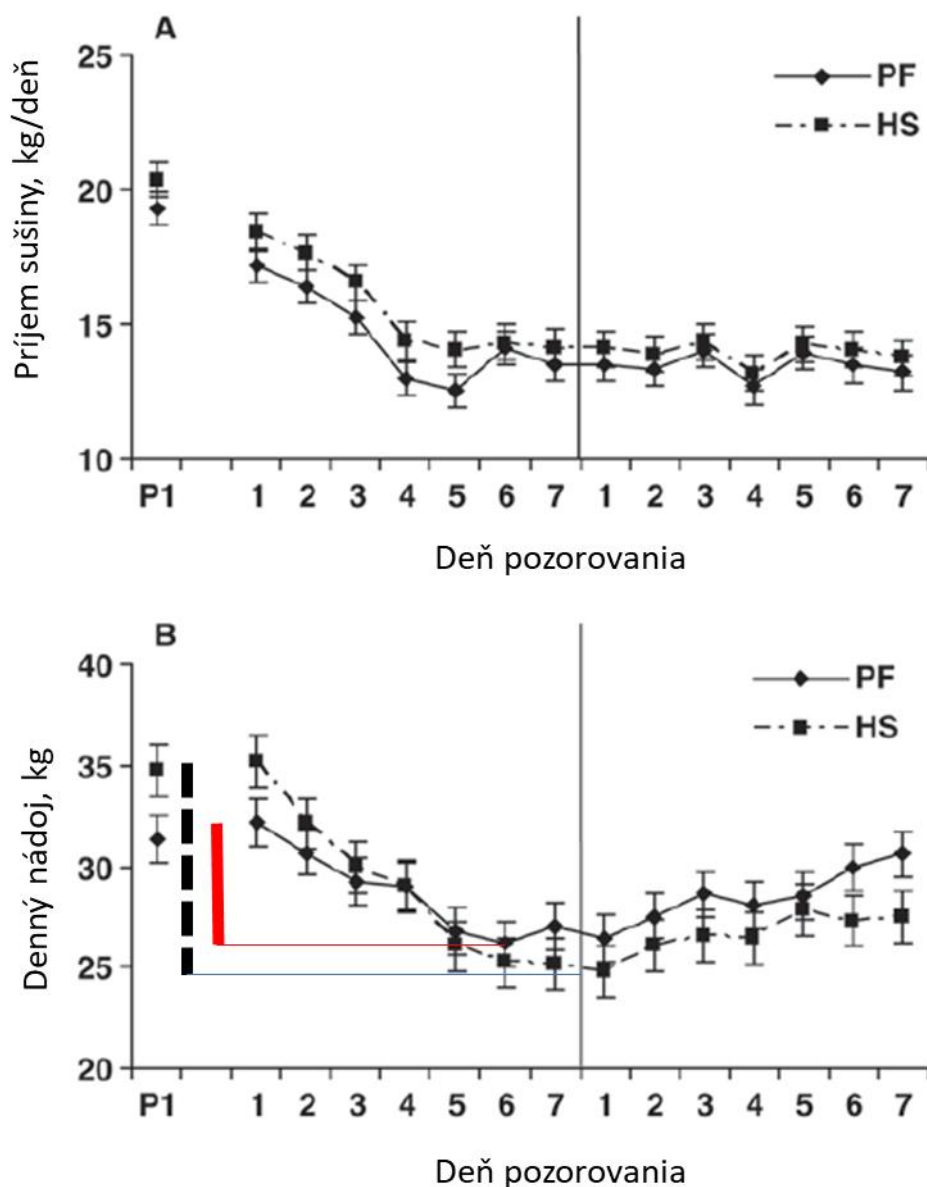
prísun živín pre tvorbu živočíšneho produktu t.j. znížená úžitkovosť.

U niektorých druhov živočíchov je produkcia tepla zabezpečovaná výhradne zvýšenou svalovou činnosťou – muskulárny typ chemickej termoregulácie (typická pre malé plemená psovitéch šeliem), u iných druhov takmer výhradne pečeňou – hepatálny typ chemickej termoregulácie (napr. králik). Mnoho druhov disponuje kombináciou oboch typov –

muskulohepatálny typ chemickej termoregulácie (napr. prežúvavce).

II. Druhou chemickou termoreguláciou sa rozumie obmedzenie tvorby tepla v záujme udržania stálej telesnej teploty v podmienkach vysokých teplôt. **Znižuje sa aktivita tráviaceho traktu**, znižuje sa intenzita oxidačno-redukčných dejov, príjem krmiva. Dochádza aj k zníženiu prietoku krvi tráviacou sústavou a jej presmerovaniu k povrchu tela z dôvodu

Graf 1. Vplyv zníženého príjmu krmiva (A) v kontrolnej (PF) a tepelne stresovanej (HS) skupine kráv na priebeh produkcie mlieka (B). Zvislá čiara označuje podanie rastového hormónu (Wheelock et al., 2010).

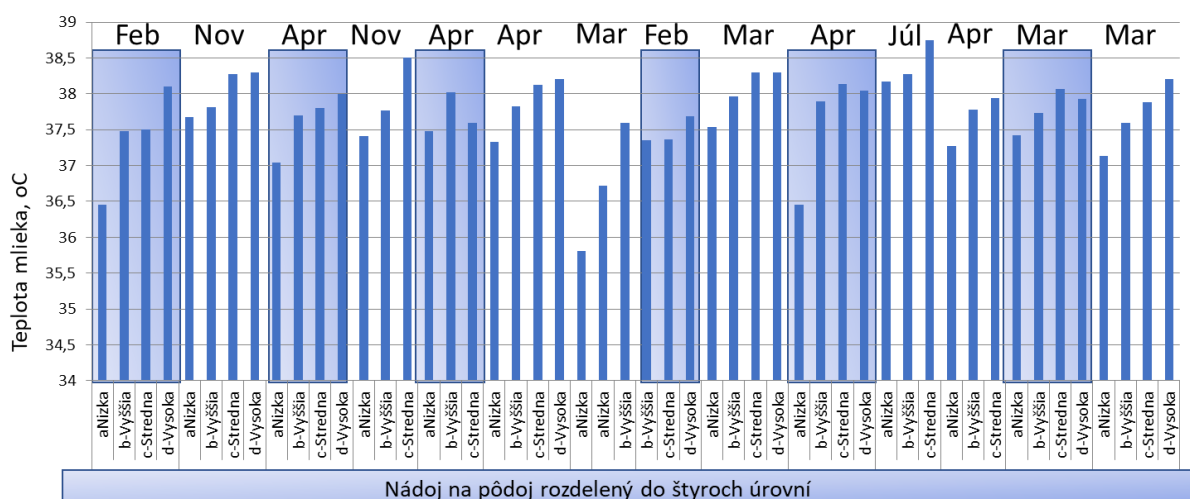


ochladzovania. **Znížený prietok krvi tráviacou sústavou** znamená aj znížený prívod živín k tkanivám organizmu. Okrem zníženia činnosti tráviacej sústavy dochádza aj k zmene regulácie metabolizmu v organizme v súvislosti so vznikom tepelného stresu. Na **grafe 1** sú uvedené zmeny v príjme sušiny (DMI) a produkcie mlieka v súvislosti s pôsobením tepelného stresu (HS) v porovnaní s optimálnymi podmienkami prostredia (PF). Pre hlbšie pochopenie negatívneho vplyvu tepelného stresu na metabolizmus dojníc bolo dojniciam chovaným v optimálnych teplotných podmienkach PF podávané rovnaké množstvo krmiva ako dojniciam stresovaným v dôsledku pôsobenia vysokých teplôt HS. T.j. ako klesal príjem krmiva v dôsledku tepelného stresu pri HS zvieratách tak sa znižovala krmná dávka aj PF dojníc. Výsledok v poklese krmiva bol rovnaký v oboch skupinách (cca 30 % pokles). **Dôležité je ale zistenie**, kde pokles množstva mlieka sa výrazne líšil a pri stresovaných dojniciach teplom (HS) a bol 28 % a pri dojniciach skupiny PF len 13 %. Tento experiment poukazuje na

skutočnosť, že **pokles úžitkovosti dojníc v dôsledku tepelného stresu je len na 50 % spôsobený zníženým príjmom krmiva. Za ďalších 50 – 60 % je zodpovedná zmena metabolizmu v smere zníženia rozkladu telesných zásob pre potreby mliečnej žľazy v dôsledku zabránenia uvoľňovania ďalšej energie.**

Na základe hore uvedených reakcií organizmu na teplotu prostredia, nie je jeho obrana zďaleka taká účinná proti pôsobeniu vysokých teplôt prostredia ako pri chlade. Ako je uvedené na **obrázku 2**, napriek zníženiu činnosti tráviacej sústavy v dôsledku zníženého príjmu krmiva, produkcia tepla v organizme stúpa. **Nárast produkcie tepla v organizme** je spôsobený zapájaním sa termoregulačných mechanizmov zameraných na zníženie teploty telesného jadra. Zvýšenou aktivitou týchto mechanizmov (spomínané zvýšené dýchanie, činnosť srdca a pod.) dochádza k uvoľňovaniu tepla.

V každodenných prevádzkových činnostiach a chovateľských podmienkach je potrebné si uvedomiť, že **tepelný stres**



Graf 2. Vplyv produkcie mlieka na teplotu mlieka v rôznych mesiacoch roka na 14 rôznych farmách dojníc. Produkcia mlieka bola rozdelená do 4 skupín v rozmedzí od 5 do 35 kg. V orámovaných stĺpcoch sú príklady rôznych reakcií výšky nádoja a teploty mlieka (Tančin et al., nepublikované).

bude predstavovať aj v budúcnosti problém pre chovateľov hospodárskych zvierat. Tepelný stres vzniká nielen v súvislosti s klimatickou zmenou ale tiež v dôsledku neustále **narastajúcej úrovne produkcie zvierat (Graf 2).** S narastajúcou produkciou sa zvyšuje intenzita metabolizmu a tým dochádza k nárastu produkcie vnútorného tepla. Nárast produkcie mlieka a s tým nárast tvorby vnútorného tepla sa prejavuje na teplote mlieka. Je veľmi potrebné, aby chovateľ dojníc počítal s tým, že **zvyšovaním produkcie mlieka sa zvyšuje požiadavka dojníc na optimálnu teplotu prostredia.**

B) Centrálna termoregulácia sa podieľa pri regulácii tepla prostredníctvom hypotalamu a čiastočne aj mozgovou kôrou. Koordinuje činnosť mechanizmov prevej chemickej termoregulácie a prejavy fyzikálnej termoregulácie.

C) Fyzikálna termoregulácia - príjem tepla z vonku, aj jeho výdaj z organizmu, regulujú fyzikálne deje. Príjem tepla (vyžarovanie a vedenie) sa stáva významným až vtedy, keď je teplota okolia vyššia ako je teplota kože. Pri výdaji tepla dochádza k vnútornému prúdeniu tepla, kedy teplo vytvorené vo vnútri tela je transportované (prostredníctvom ohriatej krvi) k povrchu tela. Tento spôsob je možný vtedy, ak je teplota povrchu kože nižšia ako je teplota jadra organizmu. Pre transport tepla ku koži je rozhodujúce predovšetkým prekrvenie kože.

Výdaj tepla z organizmu poprípade jeho príjem (vnútorné prúdenie) môže prebiehať niekoľkými fyzikálnymi spôsobmi. Najviac tepla z organizmu sa odvádza povrchom organizmu. Patrí tu **vyžarovanie** (sálanie, radiácia), **vedenie** (kondukcia), **prúdenie** (konvekcia) a **odparovanie** (perspirácia,

tento spôsob výdaja tepla sa tiež udáva ako evaporácia). Podobným spôsobom môže organizmus aj teplo prijímať. Niekoľko príkladov výmeny tepla medzi prostredím a zvieratom:

a) Vyžarovanie predstavuje prenos tepla elektromagnetickými vlnami (infračervené žiarenie, s vlnovou dĺžkou 5 - 20 nm) na tie okolité predmety, ktoré sú chladnejšie (sálavé teplo). Zviera môže teplo vyžarovať ak sú predmety v prostredí chladnejšie alebo prijímať ak z teplého prostredia je vyžarovaná tepelná energia smerom k zvierat'u.

b) Prenos tepla na pohybujúci sa vzduch alebo tekutinu (krv) sa označuje ako prúdenie. Teplo sa odovzdáva do prudiacich molekúl média a to tým intenzívnejšie, čím vyššia je rýchlosť tohto prúdenia. Pri prúdení dôležitú úlohu ďalej zohráva rozdiel teplôt a vlhkosť vzduchu. Nad povrchom tela sa utvára tenká vrstva teplého vzduchu, ktorá sa pri prúdení odstraňuje.

c) Pri prenose tepla vedením je podmienkou rozdielna teplota dvoch predmetov, kde dochádza k prenosu tepla priamo dotykom (napr. ležanie zvierat na dlažbe, hnojnej chodbe, vyhrievanej podlahe a pod.). Prestup tepla je podmienený tepelnou vodivosťou dotýkajúcich sa látok.

d) Odparovanie (evaporácia), na rozdiel od predchádzajúcich troch spôsobov výdaja tepla, ktoré záviseli na tepelnom gradiente (rozdiel teplôt), evaporácia predstavuje výdaj tepla, ktorý nezávisí od rozdielu teplôt. Dokonca prebieha aj proti tepelnému spádu. Hnacou silou je rozdiel v parciálnom tlaku vodnej pary na koži a vo vzduchu. Čím je rozdiel väčší (v dôsledku

nižšej vlhkosti prostredia), tým je vyššia účinnosť odparovania vody z povrchu organizmu. Pri termoneutrálnych teplotách predstavujú straty tepla odparovaním len malú časť z celkového tepelného výdaja. Ide len o veľmi nepatrný osmotický prechod vody z hlbších tkanív na povrch tela – nepatrný výpar. Pri prekročení horných kritických hraníc termoneutrality dochádza k zreteľnému poteniu. Odparovanie vody sa potom stáva významným a často rozhodujúcim mechanizmom tepelného výdaja. V praxi je tento spôsob efektívne využívaný pri ochladzovaní zvierat ich rosením. V kombinácii s prídelením vzduchu je ochladzovací účinok veľmi efektívny.

e) Teplo z organizmu sa vydáva aj dýchaním, čo predstavuje určitý spôsob odparovania tekutiny z dýchacích ciest a prúdenia vzduchu. Obzvlášť pri zvieratách, ktoré nemajú dostatočne vyvinuté potné žľazy, je tento spôsob veľmi významný. Pri takýchto zvieratách došlo k vývoju mechanizmu, ktorému hovoríme **termická polypnoia** (veľmi rýchle dýchanie). Ide o 10 – 20 násobné zvýšenie frekvencie dýchania oproti fyziologickej hodnote, pričom dýchanie je plytké. Organizmus sa zbavuje tepla odparovaním vody z povrchu dýchacích ciest a zároveň ohrievaním vdychovaného vzduchu sa ochladzuje. Nevýhodou tohto mechanizmu je, že činnosťou dýchacích svalov vzniká teplo, takže tento mechanizmus je účinný iba do určitej teploty, po dosiahnutí ktorej sa činnosťou dýchacích svalov tvorí viac tepla ako sa dokáže vydať do prostredia. Aj exkrementami (moč a stolica) a produktami (vydojené mlieko, znesené vajce) sa z organizmu v malom množstve odovzdáva teplo.

f) K fyzikálnej termoregulácii patrí aj **vazodilatácia a vazokonstrikcia** (roztiahnutie a zúženie ciev v koži). Ide o schopnosť organizmu rozširovať a zužovať cievy vedúce krv k povrchovým orgánom – hlavne koži. V prostredí s vysokou teplotou dochádza k vazodilatácii ciev v koži, čo umožňuje zvýšený výdaj tepla vyžarovaním a vedením. V podmienkach chladu dochádza k opačnému javu. K tomuto mechanizmu sa doplňuje aj tzv. piloerекcia – zježenie srsti (našuchorenie peria u vtákov). Straty tepla zježením srsti sa takto môžu znížiť až o 70 %.

Zvieratá si usmerňujú výdaj tepla z organizmu, či už v chladnom, alebo teplom prostredí aj prostredníctvom tzv. **termoregulačného správania**. Na základe správania zvierat v ustajňovacích objektoch môže chovateľ veľmi ľahko zistiť teplotné pomery a tomu upraviť podmienky ich chovu. V maštaliach často krát nie sú vytvorené podmienky pre realizáciu termoregulačného správania. Avšak aj pri **obmedzených možnostiach maštalného prostredia** je možné vidieť niektoré **prejavy termoregulačného správania** – zhromažďovanie zvierat v niektorých častiach maštale, zaľahovanie, prežúvanie, príjem krmiva a pod. Toto obmedzenie vyúsťuje neskôr k nežiadúcemu správaniu a tým je napr. znížený príjem krmiva, ležanie vo výkaloch, zhromažďovanie a kalenie na jednom mieste, a pod. V chladnom prostredí naopak zvieratá znižujú styčnú plochu na minimum, zvieratá sú schúlené, zhlukujú sa a tlačia sa k sebe. Všetky tieto dlhodobé prejavy správania vyvolané teplotou prostredia zvyšujú riziko poklesu produkcie, nárastu ochorení a zníženiu celkovej ekonomiky chovu zvierat.

2.3. Dynamika teploty vzduchu v maštaliach

Priebeh teploty vzduchu v maštaliach je ovplyvňovaná viacerými faktormi. Najčastejšie sa uvádzajú nasledovné faktory:

- a) počet ustajnených zvierat v maštali a do značnej miery aj ich produkčné zaťaženie,
- b) tepelnoizolačné a tepelno-akumulačné vlastnosti stavby - obvodových konštrukcií, stropu, podlahy, stien a okien,
- c) intenzita vetrania,
- d) vonkajšia teplota,
- e) pohyb vzduchu mimo maštale (smer a intenzita vetra),
- f) systém a frekvencia odpratávania výkalov.

a) V prvom rade **počet ustajnených zvierat** musí **zodpovedať kapacite stavby**, kde sa dôraz kladie aj na tepelnú bilanciu stavby v súvislosti s používanou technikou a technológiou maštale. Zvieratá sú hlavným zdrojom tepla, preto pri nenaplnení, resp. preplnení stavby zvieratami dochádza k nežiadúcim zmenám mikroklimy maštale. Zvyšuje sa tak riziko poškodenia zdravia zvierat a predovšetkým negatívny dopad na ich produkciu. Pri projektovaní kapacity maštale, resp. pri obsadzovaní zvieratami už existujúcich objektov je potrebné brať do úvahy nielen počet zvierat ale aj ich fyziologický stav. Napríklad, ak určitá kapacita maštale vyhovuje dojniciam pri určitej úrovni produkcie, nemusí vyhovovať, ak chovateľ má cieľ produkciu mlieka zvyšovať pri tom istom počte zvierat v objekte.

b) **Tepelno-izolačné a tepelno-akumulačné vlastnosti stavby** majú veľmi veľký vplyv na dynamiku teploty v maštali, kde ovplyvňujú jej fázový posun a jej

horizontálne a vertikálne rozloženie. Fázový posun predstavuje zmenu teploty vo vnútri maštale v súvislosti so zmenami vonkajšej teploty. Čím sú hore uvedené vlastnosti stavby vhodnejšie, tým neskôr nastupujú zmeny teploty v maštali. Horizontálne sa teplota vzduchu znižuje od stredu maštale smerom k obvodovým



Foto 1. Pohľad na strop ustajňovacieho objektu pre bahnice v zimnom období. Strop pokrytý vodnými kvapkami padajúcimi na zvieratá (Foto Tančin 2018)

konštrukciám. Vertikálne teplota stúpa od podlahy k stropu. Pri normálnych podmienkach by vzostup teplôt pripadajúcich na meter výšky nemal prekročiť 1 °C. Kvalita stavby takto veľmi významne ovplyvňuje život zvierat. Eliminácia vlhnutia stien a stropov, a v tej súvislosti odstránenie negatívnych faktorov ovplyvňujúcich mikroklimu (kondenzácia vodných pár na strope – **foto 1**), prispieva nielen k zdraviu zvierat, pohode, kvalite živočíšneho produktu a pod., ale aj k pracovným podmienkam človeka. V niektorých stavbách, predovšetkým v súvislosti s druhom chovaných zvierat (intenzívny chov v uzavretých objektoch - ošípané, hydina, a pod.), je udržanie stálej mikroklimy nevyhnutnosťou.

c) **Intenzita vetrania** je jednou zo základných možností ako udržať čo najvhodnejšiu mikroklimu v maštaliach.

Hlavne v letných obdobiach je vetranie nevyhnutnosťou, pretože sa odvádza teplota a vlhkosť z maštale do vonkajšieho prostredia. V tomto období je **vhodné až nutné** v ustajňovacích objektoch využívať ventilátory. Niekedy v starších kamenných maštaliach to nemusí byť na prospech, pretože sa môže do maštali privádzať teplejší vonkajší vzduch. V každom prípade v letných mesiacoch prehriatiu organizmu, bránime bežne zvýšením rýchlosti prúdenia vzduchu na 0,5 až 1,5 m.s-1 alebo sprchovaním zvierat. Je vhodné využívať prúdenie vzduchu (ventilátory) s rosením. Len v špeciálnych chovoch môžeme využiť klimatizáciu. S určitými problémami sa pri vetraní stretávame v zimnom období. Pri nárazovom vetraní dochádza k značnému poklesu teploty v maštali a následne spotrebe tepla maštale na ohrev privádzaného vzduchu. Krátkodobé nárazové vyvetranie nie je pre zvieratá problémom, ale dlhodobejšie vetranie maštale v zimnom období zvyšuje energetické nároky zvierat na adaptáciu k výraznej zmene teploty. Zvieratá sa v takom prípade nie vždy dokážu tak rýchlo adaptovať, čo môže v konečnom dôsledku mať negatívny vplyv na produkciu a zdravie. Chovatelia z uvedeného dôvodu obmedzujú vetranie v zimných mesiacoch. Zníženým vetraním sa síce môže stabilizovať teplota maštale, ale nie na dlhú dobu. V závislosti od tepelno-izolačných a akumulčných vlastností stavby dochádza pri obmedzenom vetraní k nárastu vlhkosti vzduchu v maštali a následne k poklesu pocitovej teploty. Aj keď je vetranie v zimných mesiacoch komplikované, je nevyhnutné hľadať určité kompromisy a postupy, ktoré zohľadňujú potreby ustajnených zvierat na mikroklimu a charakter stavby. V každom prípade krátke intenzívne vetranie je nevyhnutné.

d) Vonkajšia teplota sa podieľa na teplotných pomeroch v maštali rôznou intenzitou. Závisí to od typu stavby (otvorená, polouzavretá alebo uzavretá), použitého stavebného materiálu, druhu a počtu chovaných zvierat, a ďalších faktorov, ktoré ovplyvňujú mikroklimu maštale.

e) Pohyb vzduchu mimo maštale (smer a intenzita vetra) môže v maštaliach meniť teplotné podmienky a to v závislosti od typu maštale. Pri otvorených maštaliach sú vhodné rôzne výškovo regulovateľné clony, siete, veľkosť štrbín a pod.

f) Systém a frekvencia odpratávania výkalov ako aj typ podstielky ovplyvňujú teplotné pomery v maštaliach. Súvisí to s vytváraním vlhkostných pomerov a tvorbou tepla v maštali. Stav hnojných a krmných chodieb je jednoduchým ale veľmi účinným prístupom zvyšovania úrovne chovu.

Za dôležitý záver v tejto časti práce považujeme to, že mikroklima patrí medzi základné výrobné prostriedky v chove zvierat. Obzvlášť teplota prostredia spolu s vlhkosťou a prúdením vzduchu v maštali by mali byť v každodennej pozornosti chovateľa prostredníctvom možností ich ovplyvňovania a tvorby v prospech vysokoprodukčných zvierat.

3. Tepelný stres

Organizmus zvierat má určité možnosti ako sa dokáže vysporiadať s pôsobením vysokých teplôt a udržať si stálu telesnú teplotu. Ak organizmus nie je schopný pomocou termoregulačných mechanizmov udržať stálu telesnú teplotu dochádza k vzniku stresovej záťaže a vzniku stresu. Obzvlášť nebezpečná je stresová záťaž pri

vysokých teplotách. **Stres z vysokých teplôt (tepelný stres)** je čoraz častejšou príčinou produkčných a zdravotných problémov v chovateľskej praxi. K stresu dochádza aj pri extrémne nízkych teplotách (chladový stres), no jeho výskyt v praxi je zriedkavý ale nesmie sa podceňovať. V **tabuľke 1** uvádzame niektoré prejavy stresu z vysokých a nízkych teplôt.

vysokoprodukčných dojniciach je potrebné počas horúceho obdobia v maštali zlepšiť účinnosť vetrania, zamedziť priamemu pôsobeniu slnečného žiarenia, kombinovať činnosť ventilátorov a rosenia. Vo výžive dojníc je potrebné obmedziť krmivá s vysokým obsahom vlákniny, zvýšiť koncentráciu živín v krmnej dávke (krmnu zmes), pridať pufry do krmnej dávky, a

Tabuľka 1. Reakcia organizmu na extrémne teploty v súvislosti so vznikom stresovej reakcie (Tančin a kol., 2017).

Stres	Reakcia organizmu na extrémne teploty	
	Nízke	Vysoké
Mierny (slabá intenzita a trvanie)	Zúženie povrchových ciev, zježenie srsti, zvýšenie svalového napätia a triašky, nižšia frekvencia dychu, zhlukovanie zvierat, vyššia pohybová aktivita, zmenšenie povrchu tela	Rozšírenie povrchových ciev, zvýšený príjem vody, zníženie svalového napätia, polypnoe, väčšia rozptýlenosť zvierat, zväčšenie povrchu tela, menej pohybu
Stredný	Zníženie celkovej aktivity, zvieratá zježené a málo pohybu	Letargia a ochabnutosť, natiahnuté telo, ťažký dych
Ťažký	Ťažký dych, znížená latková premena, zvieratá hynú	Slabosť, strnulosť, poruchy koordinácie, kŕče, úhyn

Tepelný stres je kľúčovým limitujúcim faktorom pre efektívnu produkciu zvierat v živočíšnej výrobe. Obzvlášť v otvorených maštaliach a prístreškoch v horúcich letných mesiacoch je značným rizikom v chovoch prežúvavcov. Vplýva na produkciu mlieka, rast, reprodukciu, úhyn zvierat a zvyšuje výdavky na veterinárnu starostlivosť. Tento činiteľ je v odbornej literatúre primerane popísaný v prípade laktujúcich kráv. Negatívne vplyvy tepelného stresu na produkciu mlieka laktujúcich dojníc sú tiež dobre známe v chovateľskej praxi. To sa premieta viac menej do chovateľských **opatrení, ktoré zmierňujú negatívny vplyv tepelného stresu.** Napríklad, pri

zvýšiť koncentráciu K, Na, Mg v krmnej dávke. Zároveň je vhodnejšie kŕmiť v chladnejších obdobiach dňa, zabezpečiť dostatok napájačiek a prívod vody. Z metabolického hľadiska je potrebné počítať s tým, že zníženie podielu objemových krmív v krmnej dávke a nárast podielu koncentrovaných zmesí výrazne znižuje prežúvanie a zvyšuje riziko acidóz bachora. Preto dostatok pufrov v krmnej dávke má svoje opodstatnenie. V každom prípade, **zmenený metabolizmus zvierat v dôsledku tepelného stresu** si vyžaduje predovšetkým zásahy do úpravy mikroklimatických podmienok maštale. Všetky ostatné spomínané faktory sú

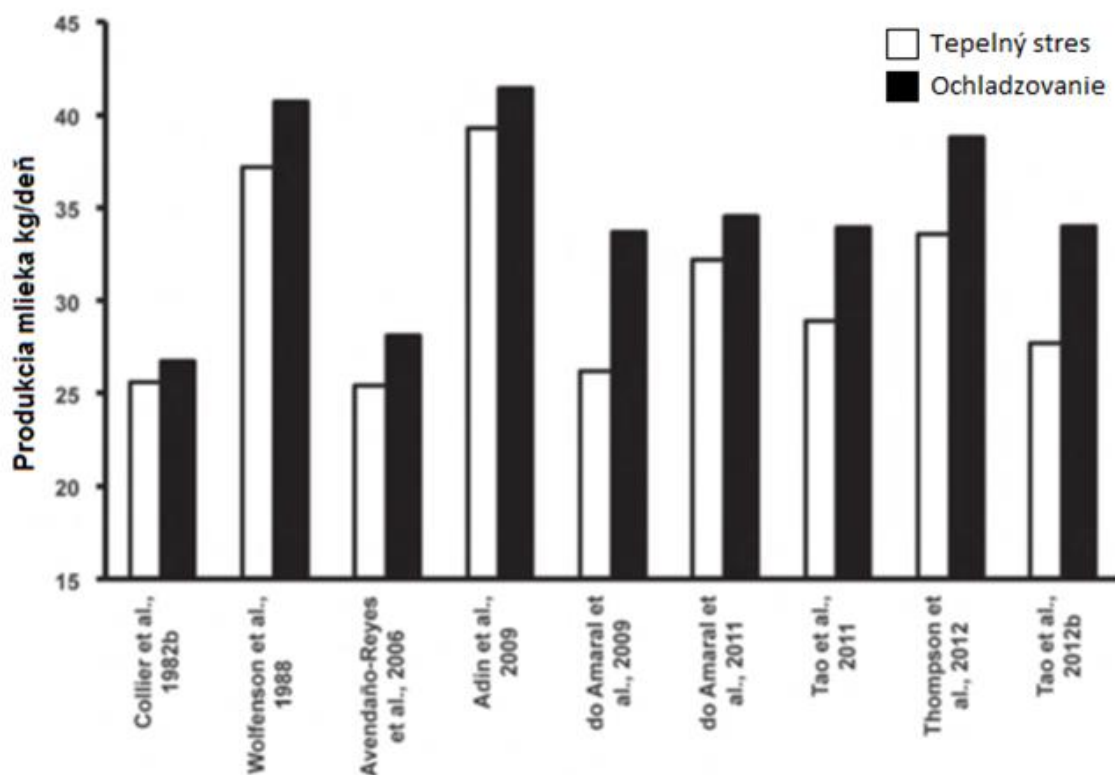
nápomocné pri zmierňovaní pôsobenia stresu na zvieratá a preto majú druhoradý význam.

V porovnaní s preventívnymi opatreniami a pozornosťou, ktorú venujú chovatelia vysokoprodukčným dojniciam v období laktácie sa však menej hovorí o **negatívnom vplyve tepelného stresu na dojnice v období laktačného kľudu, t.j. zasušených kráv.** Zasušeným dojniciam sa pozornosť začala venovať až v posledných rokoch v súvislosti s narastajúcimi poznatkami epigenetiky. Zasušené kravy, v porovnaní s laktujúcimi kravami, produkujú výrazne menej metabolického tepla a sú takto lepšie pripravené vysporiadať sa s tepelným stresom ako kravy produkujúce mlieko. Napriek tomu, pôsobenie vysokých teplôt (vznik tepelného stresu) na zasušené kravy

negatívne ovplyvňuje ich **produkčnú výkonnosť po otelení (Graf 3)**. Prejavuje sa to aj na iných ukazovateľoch ako: **a)** zníženou regeneráciou mliečnej žľazy, **b)** znížením príjmu krmiva, **c)** zhoršením imunity a v nemalej miere i **d)** ovplyvnením reprodukčných parametrov kráv a čo je pre chovateľa najdôležitejšie **e)** znížením produkcie mlieka po otelení.

Tepelný stres zasušených kráv sa počas obdobia zasušenia významne **odráža aj na ich potomstve**. Prejavuje sa to: **a)** spomaleným rastom plodu, **b)** nižšou hmotnosťou teliat pri narodení a **c)** následným zhoršeným príjmom živín, **d)** zhoršením imunity a nemenej významne aj znížením ich **e)** produkcie mlieka počas prvej laktácie.

Graf 3. Zhrnutie publikovaných štúdií, ktoré hodnotili vplyv tepelného stresu a vplyv ochladzovania pôsobiacich počas celého obdobia zasušenia kráv na ich produkciu počas nasledujúcej laktácie (Tao a Dahl, 2013).



Ako sme už uviedli, v chovoch hovädzieho dobytku **starostlivosť o zasušené kravy** nie je vždy primeraná ich požiadavkám a potrebám. Ako sme už v krátkosti uviedli, obdobie zasušenia kľúčovým obdobím z hľadiska dvoch aspektov. Prvým sú involučné procesy umožňujúcich regeneráciu mliečnej žľazy a metabolických adaptácií potrebných pre plynulý prechod do ďalšej laktácie. Druhým je význam starostlivosti o zasušené kravy s priamym vplyvom na životaschopnosť teliat ako pred, tak aj po narodení.

Berúc do úvahy súčasné poznatky vedy a výskumu ako aj ich praktické uplatnenie je možné v závere zdôrazniť, že v rámci zlepšovania chovateľských podmienok zasušených kráv v chovoch zohráva zníženie vplyvu tepelného stresu významnú úlohu. Takýmto chovateľským opatrením je možné dosiahnuť výrazné zlepšenie viacerých produkčných parametrov ako samotných dojníc, tak aj ich potomstva.

4. Podmienky odchovu gravidných kráv

Z hľadiska hore uvedeného významu epigenetických faktorov je vývoj jalovičky pred narodením ďalším veľmi dôležitým obdobím. Počas obdobia vývinu a rastu plodu, t.j. budúcej dojnice, pôsobí na gravidnú kravu mnoho faktorov ako počas laktácie tak aj obdobia zasušenia. Z hľadiska obdobia laktácie môže určitým faktorom byť dostupnosť živín ako pre rastúci plod tak aj potreby mliečnej žľazy na tvorbu mlieka. Ďalej sú to mikroklimatické podmienky v ktorých sa gravidné kravy krmia a nachádzajú. V každom prípade, či už je to výživa alebo mikroklima, obidva faktory významne ovplyvňujú metabolizmus gravidnej samice. Obzvlášť počas laktácie je to určité prerozdelenie živín medzi požiadavky plodu a mliečnej žľazy a v období zasušenia je tu značná potreba živín na intenzívny rast plodu pred narodením.

4.1. Produkcia mlieka a gravidita - vplyv na plod

Vo vedeckej literatúre je popísaných mnoho faktorov a scenárov, ktoré sú schopné ovplyvniť rast a vývin plodu (prenatálne obdobie) spôsobom, ktorý následne aktivuje adaptácie spojené s programovaním vývinu jedinca. Výskum sa vo väčšine prípadov zhoduje s teóriou, že druh krmiva a jeho nutričná hodnota, ktorá bola skonzumovaná matkou, významne ovplyvňujú potomstvo. Podvýživa a toxíny v krmivách v tomto období môžu mať škodlivé následky na prenatálny vývin jedinca, kde z hľadiska efektívnej produkcie živočíšnych produktov môže byť v prvovýrobe nezanedbateľný problém.

Pri vysokoprodukčných dojniciach podstatná časť gravidity, predovšetkým prvý trimester, prebieha súbežne s vysokou produkciou mlieka. V rámci organizmu tak súťaží o živiny vyvíjajúci sa plod a mliečna žľaza. V tomto období gravidity je možné predpokladať, že vyvíjajúci sa plod nemá vysoké požiadavky na živiny, pretože embryonálny rast je pomalý. Pozorujú sa len kvalitatívne zmeny – tvorba orgánov a tkanív. Nedochádza k významnému nárastu hmotnosti plodu. Opak je však pravdou, pretože uvedené obdobie je veľmi kritické. V tomto období prebieha intenzívny vývin orgánov a tkanív pri zvýšenej metabolickej aktivite. Ak v tomto období dôjde k narušeniu resp. zníženiu dostupnosti živín pre vyvíjajúci sa plod, mohli by sme očakávať negatívne účinky na jeho vývin a to obzvlášť ak ide o vysokoprodukčné gravidne dojnice.

Výsledky výskumov o možnom **negatívnom vplyve vysokej produkcie na vývin plodu** - budúcej jalovičky v prvom trimestri gravidity v kontexte s jej budúcou produkciou mlieka nie sú jednoznačné. Avšak nie je možné ich podceňovať a nezohľadňovať v systéme chovu gravidných dojníc. Niektorí autori nezistili vplyv úrovne produkcie mlieka matiek na budúcu produkciu mlieka ich potomstva počas prvej laktácie. Avšak v inej štúdii sa **potvrdil negatívny vplyv vysokej produkcie mlieka gravidných kráv na produkciu mlieka ich jalovičiek** na prvej a tretej laktácii. To, že tento rozdiel nebol zistený na druhej laktácii, autori pripisujú iným faktorom a nie úrovni produkcie mlieka počas gravidity. Jedným z možných faktorov, že nie celkom sa potvrdil negatívny účinok vysokej produkcie mlieka počas gravidity na budúcu produkciu mlieka potomstva v dospelosti je

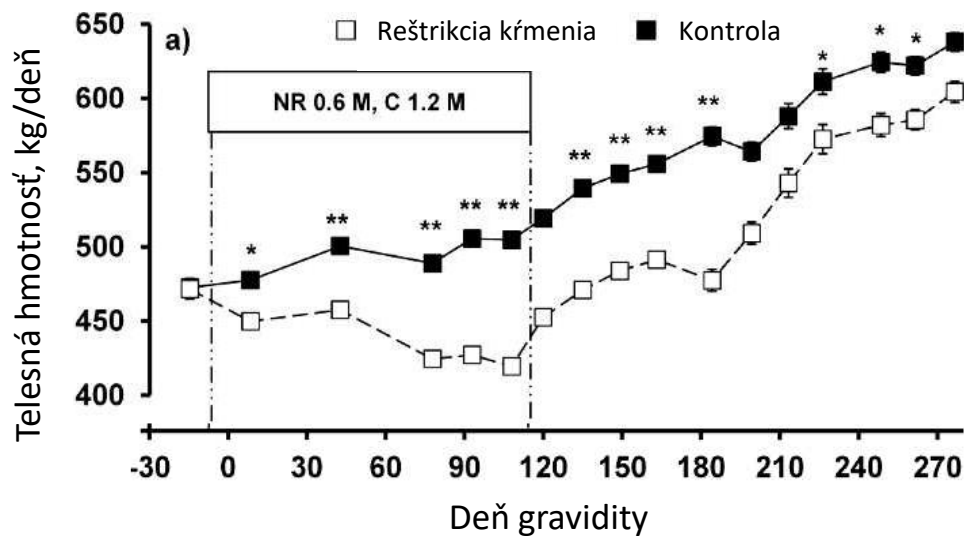
pravdepodobne skutočnosť, že rozdielna produkcia mlieka dojnic môže súvisieť s ich odlišným vnútorným metabolickým prostredím t.j. individuálnou schopnosťou metabolicky zvládnuť požiadavky plodu a mliečnej žľazy (napr. **negatívna, pozitívna alebo vyrovnaná bilancia živín v čase prvého trimestra gravidity**).

Výsledky výskumu realizovaného aj na iných druhoch hospodárskych zvierat alebo aj na mäsovom dobytku jednoznačne dokázali, že budúce metabolické, produkčné a reprodukčné funkcie zvierat v dospelosti sú odrazom nielen genetických predpokladov, ale tiež ako **dôsledok metabolického stavu ich matiek počas gravidity**. Výživa takto patrí medzi najdôležitejšie faktory ovplyvňujúce vnútromaternicový rast plodu a placenty.

Pri mliekových plemenách dobytku je v súčasnosti málo poznatkov o možnom vplyve metabolického stavu gravidných zvierat v dôsledku produkcie mlieka na metabolické funkcie ich vyvíjajúcich sa mláďat. Je tiež otázne, nakoľko vo výžive produkčných dojnic sa zohľadňuje potreba živín nielen na produkciu mlieka ale aj na potrebu živín pre vyvíjajúci sa plod. Je dôležité si uvedomiť, že obdobie vývinu plodu patrí medzi veľmi zraniteľné obdobia súvisiace s výživou matky a to hlavne počas pred-implantácie a obdobia rýchleho rastu placenty. Napríklad, pri prasniciach nedostatok živín na začiatku gravidity spôsobuje zmeny v rastových potenciáloch a zložení jatočnej polovičky ich potomstva. Pri takejto nedostatočnej výžive dochádza v organizme vyvíjajúceho plodu k stabilnému preprogramovania tvorby svaloviny zapríčineného zníženým rastom placenty. Už dávnejšie bol potvrdený lineárny vzťah zníženého príjmu bielkovín

v posledných 100 dňoch gravidity a množstva imunoglobulínu IgG v krvi ich teliat. K takémuto stavu dochádza aj napriek tomu, že koncentrácia IgG v mledzive kráv nebola ovplyvnená úrovňou ich výživy ako ani množstvom mledziva skonsumovaného teľatami. Uvedený stav pravdepodobne súvisí s **dvoma mechanizmami**. **Prvým** môže byť to, že mledzivo od kráv s nedostatočnou bielkovinovou výživou neposkytovalo teľatám v mledzive niektoré dôležité základné zložky výživy. **Druhý** mechanizmom môže byť to, že teľatá od takýchto matiek mohli byť ovplyvnené naprogramovaním tak, že došlo k poškodeniu schopnosti absorpcie IgG v tráviacom trakte teliat. Uvedené konštatovanie vychádza zo zistení, že stredné (cca 80 % odporúčaný príjem) obmedzenie príjmu živín v období od začiatku do stredného štádia gravidity kráv mäsového plemena zmenilo proliferáciu (množenie buniek) tenkého čreva a celkovú vaskularizáciu (prekrvenie) tráviaceho systému plodu. V horšie vyvinutom tenkom čreve dochádza k zmene schopnosti absorpcie IgG z mledziva do krvi narodených teliat. V inej štúdii podvýživa kráv mäsového dobytku na začiatku gravidity na úrovni 75 % požadovaných živín vyvoláva zníženú angiogézu (vývoj cievneho systému) v placente, zníženú hmotnosť kotyledonov placenty a tým priamo vplývala na vývin plodu.

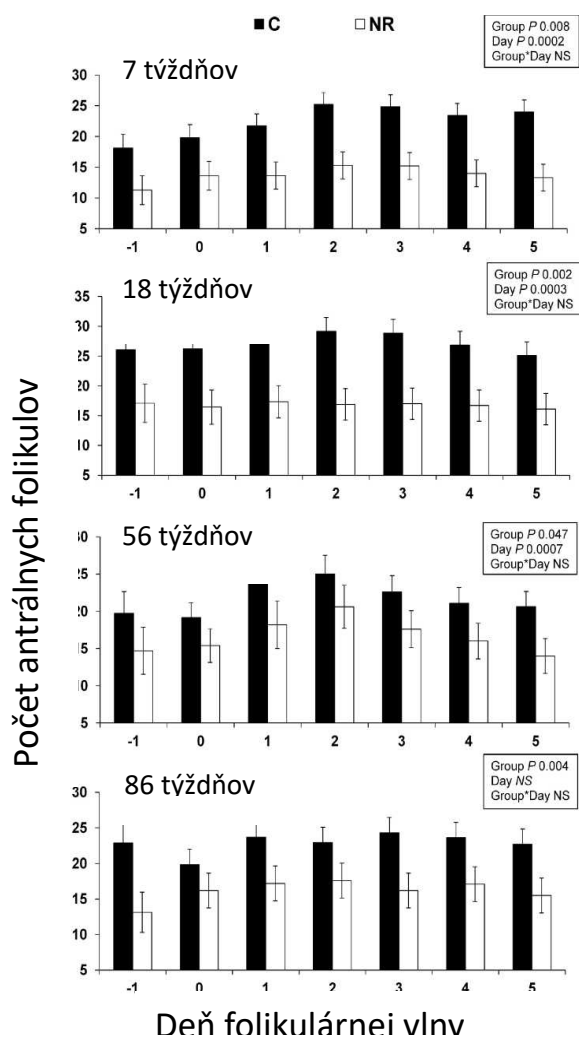
Okrem ovplyvňovania obsahu IgG v krvi teliat môže nedostatočné zásobovanie živinami pre vyvíjajúci sa plod mať negatívny vplyv aj na jeho budúce



Graf 4. Vplyv reštrikčného krmenia počas prvého trimestra gravidity jalovic mäsového dobytku na telesnú hmotnosť. Reštrikčne kŕmené - NR (zvieratá kŕmené na úrovni at 0.6, zatiaľ čo kontrola - C boli kŕmené na úrovni 1.2 M od 11 do 110 dňa gravidity. (Mossa et al., 2013).

reprodukčné ukazovatele. Napríklad, mierne **obmedzený príjem krmiva gravidnými kravami** mäsových plemien v prvom trimestri gravidity sa významne **negatívne prejavil na vývoji a funkcii vaječníkov** budúcich jalovic. Dokonca súbežne s narušením funkcie vaječníkov boli diagnostikované srdcovo-cievne poruchy. Na **grafe 4** je uvedený pokles hmotnosti gravidných kráv v dôsledku reštrikčného krmenia v prvom trimestri gravidity. Znížený príjem živín sa prejavil na poklese živej hmotnosti, ktorú často pozorujeme v prvých mesiacoch laktácie pri dojniciach ako výsledok negatívnej energetickej bilancie t.j. viac živín odchádza do mlieka ako je prijatých v krmive. Ak v tomto období je dojnica už gravidná, môže sa to nejakým spôsobom premietnuť aj do vývinu embrya a následne plodu. V štúdiu na spomínaných kravách mäsového dobytku sa **podvýživa** (Graf 4) prejavila na vývine vaječníkov rastúceho vyvíjajúceho plodu s dopadom až do dospelosti. V **grafe 5** je zobrazený počet antrálnych (funkčných) folikulov vo

vaječníkoch dcér vo veku 7, 18, 56 a 86 týždňov života takto výživne rozdielne kŕmených kráv. Na uvedenom grafe je dokumentovaný vyšší počet antrálnych folikulov vo vaječníku jalovic pochádzajúcich od kráv kŕmených v prvom trimestri gravidity potrebným množstvom živín (kontrolná skupina) oproti kravám reštrikčne kŕmeným. **Uvedené zistenia považujeme za veľmi dôležité ak berieme do úvahy značné problémy v reprodukci dojníc.** K podobným výsledkom dospeli aj iní autori pri štúdiu na gravidných bahniaciach. Autori zistili, že **podvýživa** v ktoromkoľvek období v prvých 110 dní gravidity **oneskoruje vývin folikulov** vaječníkov rastúceho samičieho plodu. Uvedené zistenia navodzujú otázku, ako sa vyvíja embryo v maternici vysokoprodukčnej dojnice, ak došlo k zabreznutiu v období maximálnej produkcie mlieka? V tomto období vo väčšine prípadov dochádza k poklesu hmotnosti dojnice ako dopad negatívnej energetickej bilancie.



Graf 5. Počet antrálnych folikulov zistených ultrasonograficky počas folikulárneho vývoja v rôznom vekovom období jalovičiek narodených kravám s reštrikčným kŕmením (NR) a kontrolným (C) v prvom trimestri gravidity. Potomstvo - jalovičky vo veku 7 a 18 týždňov neboli pohlavne dospelé, zatiaľ čo jalovičky vo veku 56 a 86 týždňov boli pohlavne dospelé, kde údaje takto boli získané počas folikulárnej vlny pohlavného cyklu. (Mossa et al., 2013)

K iným problémom rastúceho plodu môže dôjsť pri rozdielnej výžive v poslednom trimestri resp. poslednom mesiaci gravidity kráv. Niektoré práce potvrdzujú negatívny vplyv zlej úrovne výživy v tomto období iné nezaznamenali výraznejšie vplyvy. Záležalo to však od

toho, čo sa v štúdiách vyhodnocovalo. Napríklad už v skoršom období sa výskumom zistilo, že nedostatok bielkovín vo výžive gravidných jalovic v posledných 100 dňoch gravidity oneskoruje nástup puberty ich potomstva. V inej práci sa uvádza, že kŕmenie kráv mäsového plemena posledný mesiac gravidity na úrovni 70 % potrieb živín nemalo vplyv na hmotnosť teliat po narodení ani na ich rast a reprodukčné funkcie. Avšak autori u teliat zistili zhoršenie imunitného systému a nedostatočnú fyziologickú odpoveď na stres. Iná štúdia poukázala aj na možný negatívny vplyv úrovne výživy (NEm = 1,53 Mcal/kg sušiny verus 1,36 Mcal/kg sušiny) anguských kráv v poslednom mesiaci gravidity na rast plodu a tým jeho hmotnosť pri narodení. Rozdiely však boli v rámci fyziologického rozpätia.

Záverom je možné konštatovať, že výživa gravidných kráv si zasluhuje zvýšenú pozornosť chovateľov a to obzvlášť v prvých mesiacoch gravidity. V tomto období sa organizmus vyvíja predovšetkým kvalitatívne. Vývoj v uvedenom období si vyžaduje dostatok živín pre optimálne sformovanie budúcich orgánov a tkanív. V poslednom mesiaci gravidity nedostatočný prísun živín kravám môže negatívne ovplyvniť imunitu narodených teliat a ovplyvniť aj ich hmotnosť pri narodení.

4.2. Tepelný stres a gravidita

Okrem výživy gravidných kráv je veľmi dôležitým faktorom pre prenatálny vývin teliat aj vplyv vysokých teplôt v ustajňovacích objektoch. Ako sme už uviedli, vysoké teploty vyvolávajú vznik tepelného stresu. Keďže mlieko je ľahko merateľným a dôležitým ekonomickým ukazovateľom, pomerné široký výskum sa realizoval práve v súvislosti s produkciou mlieka a možným vplyvom tepelného stresu počas laktácie. **Zistilo sa, že tepelný stres je limitujúcim faktorom syntézy živočíšnych bielkovín.** Z tohto dôvodu sa dosiahnuté poznatky už pomerne široko využívajú v ustajňovacích objektoch pri produkčných dojniciach v chovateľskej praxi a to prostredníctvom technických systémov zabezpečujúcich zlepšenie mikroklimatických parametrov akými sú evaporácia, prúdenie vzduchu a pod..

Tepelný stres sa v organizme dojnice môže negatívne podieľať nielen v priebehu gravidity ale dokonca aj **v čase zabreznutia**. Napríklad, prvôtky počaté v zimných mesiacoch (december, január a február, kde sa predpokladá termoneutrálna zóna) v porovnaní s prvôtkami, ktoré boli počaté v letných mesiacoch (jún, júl, august, kde je možné hovoriť o tepelnom strese) produkovali počas prvej laktácie viac mlieka a to od 82 ± 42 do 399 ± 62 kg v závislosti od fariem, na ktorých boli realizované hodnotenia. Uvedené štúdie upozorňujú, že aj mikroklimatické ukazovatele v čase pripustenia môžu mať na ešte len vzniknuté potomstvo dlhodobé dôsledky v budúcnosti, ktoré sa prejavujú aj v produkcii mlieka počas laktácie.

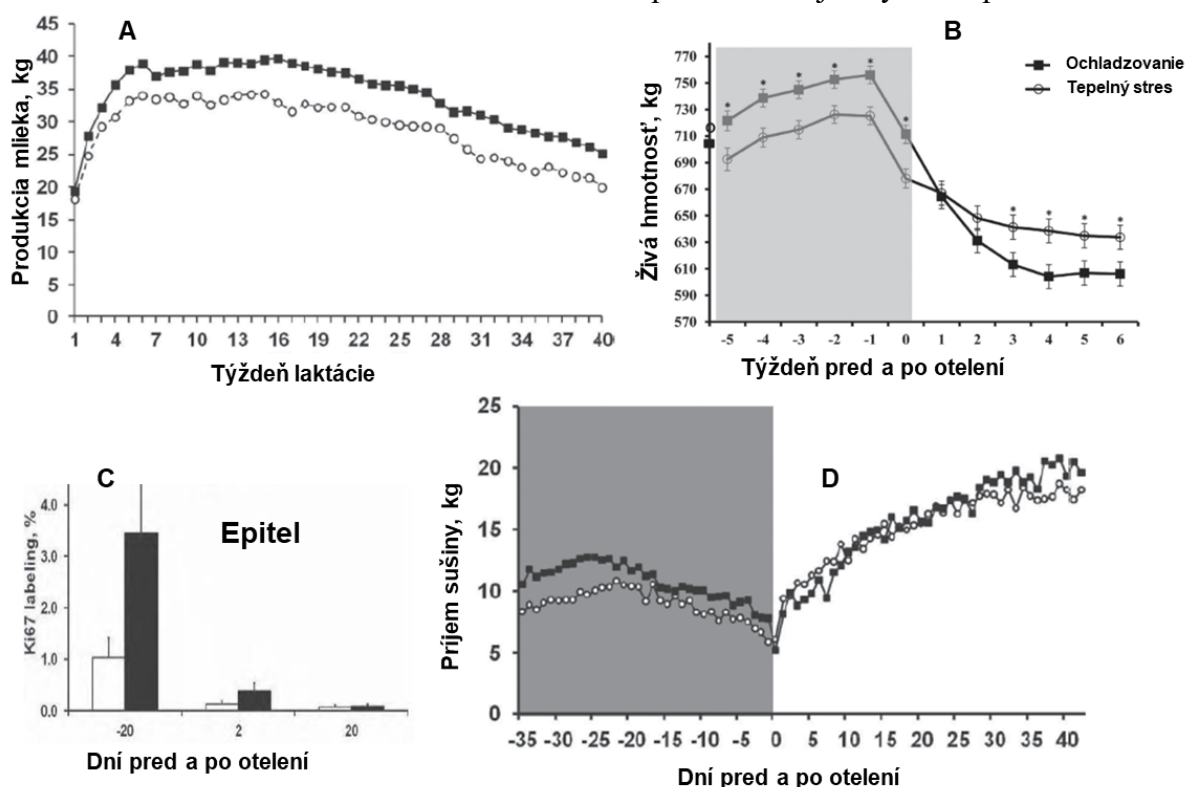
Za veľmi dôležité obdobie vývinu plodu z hľadiska negatívneho vplyvu tepelného stresu sa považuje **posledný trimester a obzvlášť posledný mesiac gravidity**. Vychádzame z toho, že produkčným dojniciam sa pri vysokých teplotách už venuje určitá pozornosť, avšak na zasušené kravy sa v ustajňovacích objektoch nevenuje až taká pozornosť. V tomto období gravidity neprimeraná mikroklima negatívne vplýva na zdravotný stav potomstva. Vhodne zvolený systém chovu gravidných zasušených zvierat veľmi významným faktorom ovplyvňujúcim budúcu generáciu produkčných zvierat.

Negatívny vplyv tepelného stresu v poslednom mesiaci gravidity má dopad na **A)** produkciu mlieka samotnej dojnice po otelení a **B)** na zdravie, metabolizmus a rast jalovičiek po narodení a **C)** v neposlednej rade aj na ich budúcu produkciu mlieka v dospelosti.

A) Tepelný stres v poslednom mesiaci gravidity negatívne vplýva na nasledovnú produkciu mlieka kráv po otelení. K tomuto výsledku dospeli viacerí autori v štúdiách na dojných plemenách kráv. Chovateľskými postupmi je možné znížiť negatívny vplyv a to **1)** fyzikálnou úpravou prostredia (tieň, ochladzovanie), **2)** šľachtením dobytku na toleranciu k tepelnému stresu, **3)** zlepšením riadenia výživy. V tomto príspevku dôraz kladieme predovšetkým na zabezpečenie optimálnej mikroklimy a usmernením výživy zvierat. Pri šľachtení dojníc na vysokú úžitkovosť, obsah tuku a bielkovín môže viesť k zhoršeniu reakcii zvierat na tepelný stres. Zistil sa genetický antagonizmus medzi produkčnou úrovňou a špecifickou schopnosťou reagovať na tepelný stres. Z hľadiska šľachtenia by sme chceli

poukázat tiež na medziľemenné rozdiely, kde napr. jerseyké kravy sa javia ako tepelne tolerantnejšie ako holštajnské dojnice. Preto plemenná príslušnosť by sa mala brať do úvahy pri posudzovaní vplyvu tepelnej záťaže.

Pri využívaní technických zariadení pre zlepšenie chovateľského prostredia sa zistilo, že ochladzované zasušené kravy mali vyššiu produkciu mlieka (33,9 kg / d)



Graf 6. Vplyv ochladzovania kráv v poslednom mesiaci gravidity na produkciu mlieka po otelení (A), vývoj živej hmotnosti pred a po otelení (B), množenie buniek v mliečne žľaze (C) a príjem sušiny pred a po otelení (Tao et al., 2011)

v porovnaní s neochladzovanými kravami (28,9 kg/deň). vs. nižší obsah bielkovín (2,87 % vs 3,01 %) a mali tendenciu mať nižšie skóre počtu somatických buniek (2,94 vs 3,35) v priebehu 280 dní laktácie. (**Graf 6-A**). V uvedenej štúdii autori analyzujú aj ďalšie ukazovatele ako je vývoj živej hmotnosti (B) a príjem sušiny (D) mesiac pred a po otelení. **Tepelný stres znížil prírastky živej hmotnosti gravidných kráv ako určitý dopad nižšieho**

príjmu sušiny v tomto období. Z **grafu 6** (B) vyplýva, že vývoj živej hmotnosti kráv v poslednom mesiaci gravidity bol výrazne vyšší pri ochladzovaní v porovnaní s kravami v tepelnom strese. Vysvetľuje sa to tým, že nižší vývoj živej hmotnosti nie je vyvolaný len nižším príjmom sušiny ale predovšetkým vznikom stresovej záťaže. Pre vysporiadanie sa so stresovou záťažou je potrebné značné množstvo energie, ktorá potom nie je využitá pre nárast živej

hmotnosti, predovšetkým pre rast plodu. Stresová záťaž v tomto období nielen spotrebovávajú prijaté živiny ale mení aj metabolizmus zasušenej kravy, ktorý po otelení súvisí s nižšou produkciou mlieka. Vyplýva to z grafu 7 (B), kde je možné pozorovať vyšší úbytok živej hmotnosti po otelení pri ochladzovaných kravách. Metabolizmus tých zvierat umožňuje lepšie využitie telesných zásob pre produkciu mlieka v porovnaní s tepelne stresovanými

zvieratami. Napríklad, v inej štúdii sa zistili vyššie hladiny neesterifikovaných mastných kyselín (NEFA) v krvi ochladzovaných kráv po otelení v porovnaní s tepelne stresovanými zvieratami. NEFA hladiny poukazujú na intenzitu odbúravania (mobilizácie) tukových zásob pre potreby mliečnej žľazy. Reakcia zvierat v období zasušenia na vysoké teploty mení aj vývoj mliečnej žľazy (C), kde autori pozorovali vyššiu rast sekrečných buniek v mliečnej žľaze ochladzovaným kravám pred otelením. Dokonca **ochladzovanie** zvierat počas obdobia zasušenia **zlepšuje imunitnú funkciu** a odpoveď neutrofilov vo vemene k vnúrovemenej infekcii (mastitíde) na začiatku laktácie. Zaznamenal sa aj zvýšený výskyt popôrodných porúch (zadržaná placenta a mastitída) pri kravách vystavených tepelnému stresu počas vyššie uvedeného kritického obdobia.

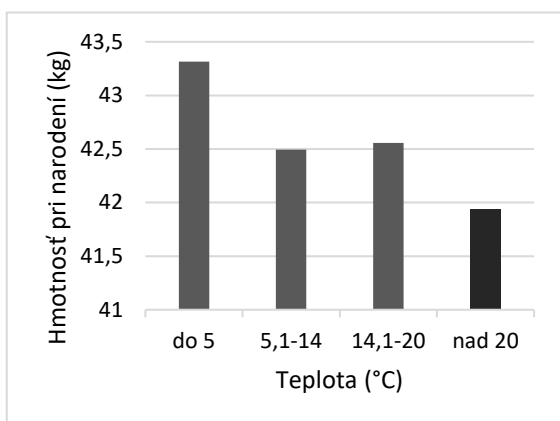
V období zasušenia a intenzívne pred otelením dochádza k prestavbe sekrečného epitelu mliečnej žľazy a príprave

sekrečných buniek na novú laktáciu. V tomto období zanikajú staré sekrečné bunky a tvorí sa nová generácia sekrečných buniek. Tento proces priamo súvisí s produkciou mlieka po otelení. Tepelný stres v tomto období poškodzuje procesy obnovy mliečnej žľazy a jej prípravy na laktáciu (**Graf 6c.**).

B) Tepelný stres v poslednom mesiaci laktácie negatívne vplyva na zdravie, metabolizmus a rast jalovičiek po narodení. Vo viacerých štúdiách sa potvrdilo, že teľatá narodené kravám, ktoré boli ochladzované v tomto období gravidity, mali väčšiu telesnú hmotnosť pri narodení, ako teľatá narodené tepelne stresovaným kravám (42,5 vs. 36,5 kg). Zmienené rozdiely v hmotnosti medzi teľatami od ochladzovaných a tepelne zaťažených zvierat sa pozorovali aj pri ich odstave (78,5 vs. 65,9 kg). Rozdiely v telesnej hmotnosti medzi teľatami, ktoré sa narodili ochladzovaným alebo tepelne zaťaženým kravám, pravdepodobne súvisia resp. odrážajú vývoj placenty, tráviacej

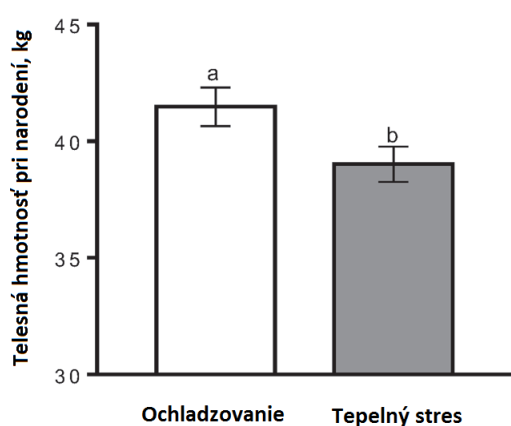
Tabuľka 2. Vplyv tepelného stresu a ochladzovania zasušených dojníc na niektoré ukazovatele a hmotnosť teliat pri narodení (Tao a kol., 2011). Pri hodnote preukaznosti menšej ako je 0,05 sú uvedené priemerné hodnoty ukazovateľov významné.

	Faktor		Preukaznosť
	Tepelný stres	Ochladzovanie	
THI	76,59	76,62	
Dĺžka zasušenia, d	38,93	42,21	0,13
Dĺžka gravidity, d	274,1	277,4	0,10
Rektálna tepl., ráno, °C	38,81	38,60	0,001
Rektálna tepl., večer, °C	39,40	39,04	0,001
Frekvencia dychu, dychov/min	78,36	45,59	0,001
Hmotnosť teľaťa, kg	41,63	46,45	0,01
Skóre somatických buniek,	3,35	2,94	0,1
Príjem vody, l/dojnicu a deň	48,5	30,2	0,001



Graf 7. Vplyv sezóny narodenia teliat na ich živú hmotnosť pri narodení (farma z oblasti Hornej Nitry) (Miklaš et al., 2019).

sústavy a iných regulačných mechanizmov organizmu jalovičiek. Koncom 80tých rokov minulého storočia boli publikované práce, ktoré poukazujú na **pozitívny vzťah medzi hmotnosťou narodených teliat a nasledujúcou produkciou mlieka po otelení kráv**. Tento vzťah súvisí s vývojom placenty, ktorá prostredníctvom placentárnych hormónov ovplyvňuje vývoj mliečnej žľazy v poslednom období gravidity. V **tabuľke 2** sú uvedené pozorované rozdiely niektorých ukazovateľov poukazujúce na vplyv



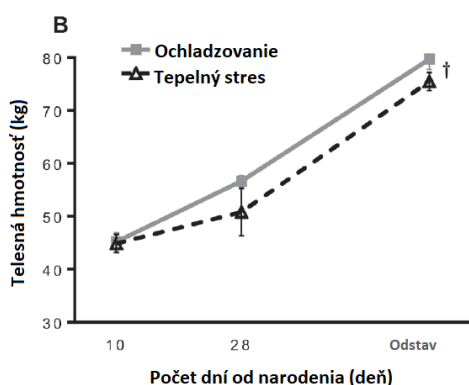
Graf 8. Telesná hmotnosť teliat pri narodení, v závislosti od pôsobenia ochladzovania alebo tepelného stresu na ich matky mesiac pred otelením (Laporta et al., 2017).

tepelného stresu a ochladzovania. Okrem už spomínanej hmotnosti teliat pri narodení sú tu rozdiely v dĺžke gravidity, rektálnej teploty matiek, frekvencia dychu a pod. Dĺžka gravidity ochladzovaných kráv bola dlhšia čo môže tiež do určitej miery vysvetliť väčšiu hmotnosť teliat narodených týmito zvieratami. Na tomto základe môžeme predpokladať, že pri tepelne stresovaných matkách došlo k spomaleniu vnútromaternicového rastu ich plodov, ako dôsledok predpokladaného znižovania prietoku krvi maternicou a zmenšením hmotnosti placenty. Takého podmienky vnútromaternicového vývinu obmedzujú rast plodu v posledných týždňoch gravidity. Spomalenie rastu plodu sa negatívne prejavuje aj na rast vnútorných orgánov obzvlášť tenkého čreva, imunitných orgánov ako je týmus či slezina. Je zrejmé, že okrem experimentálnych podmienok je možné pozorovať aj v podmienkach praxe negatívny vplyv tepelných podmienok v ustajňovacích objektoch na rast a vývin jalovičiek počas posledných týždňov gravidity ich matiek. Analýza takýchto údajov na farme by mohla byť súčasťou optimálnej organizácie chovu dojnych zvierat všetkých kategórií.

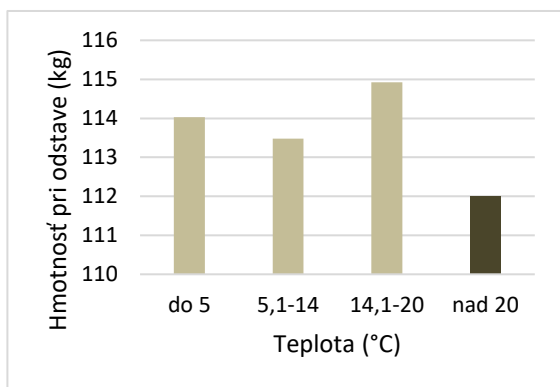
V rámci našej štúdie bol z hľadiska rastu - hmotnosti narodenia, intenzity rastu a hmotnosti pri odstave, vyhodnocovaný len podnik nachádzajúci sa v regióne Hornej Nitry. V tomto podniku sme v zhode s vyššie uvedenými tvrdeniami zahraničných autorov zaznamenali **nižšie hmotnosti teliat narodených v lete**. V tejto súvislosti sme tiež zistili výraznejšie zníženie hmotnosti narodených teliat matkám, ktoré boli počas posledných 6 týždňov gravidity vystavené priemerným denným teplotám vyšším ako 20 °C (**Graf 7**), čo do značnej miery súvisí s ročným

obdobím. Podobný rozdiel v živej hmotnosti teliat pri narodení, v závislosti od teploty prostredia matky, bol pozorovaný i v rámci štúdie publikovanej v USA (**Graf 9**).

Okrem negatívneho vplyvu vysokých teplôt v poslednom mesiaci gravidity na následnú živú hmotnosť narodených jalovičiek dochádza aj k rozdielom v ich intenzite rastu. Na **grafe 9** sú uvedené výsledky zahraničných autorov poukazujúcich na nižší vývoj živej hmotnosti do odstavu jalovičiek narodeným



Graf 9: Nárast živej hmotnosti teliat, narodených ochladzovaným (ventilátor) a tepelne stresovaným zasušeným kravám, v období od narodenia do odstavu (Laporta et al., 2017).



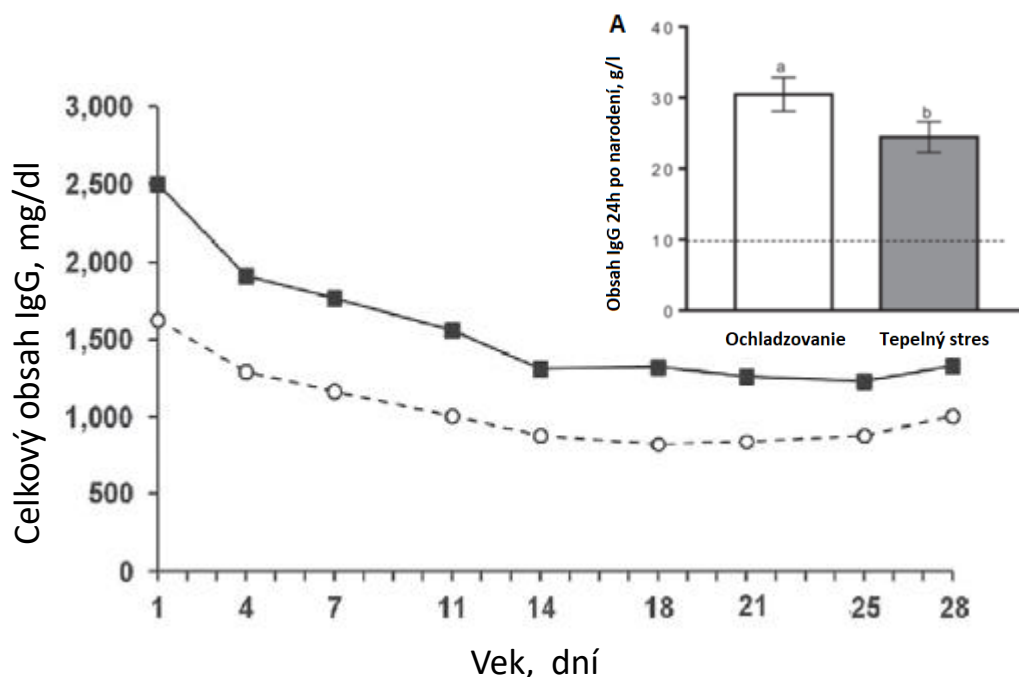
Graf 10. Vplyv teploty prostredia vysokoteľných matiek počas posledných 6 týždňov gravidity na živú hmotnosť ich jalovic pri odstavě vo veku 80 dní (farma z oblasti Hornej Nitry) (Miklaš et al., 2019)

tepelne stresovaným kravám oproti ochladzovaným zvieratám. Už na spomínanom podniku v rámci našich experimentov sme venovali pozornosť vplyvu teplôt v dôsledku striedania ročných období, kde sme rovnako zaznamenali najnižšiu živú hmotnosť pri odstavě pri jalovičkách, ktoré sa narodili v letnom období t.j. v období vysokých teplôt (**Graf 10**).

Ďalším veľmi dôležitým ukazovateľom vplyvu tepelného stresu v poslednom mesiaci gravidity na rast a vývin plodu je imunitný stav narodených teliat po prijímaní mledziva. Zistilo sa, že teľatá narodené ochladzovaným kravám mali vyšší obsah celkového proteínu a celkového sérového IgG v krvi a zjavne účinnejšiu ich absorpciu v tráviacom systéme ako teľatá od tepelne stresovaných kráv (**Graf 11**). Dĺžka gravidity bola o 4 dni kratšia pri tepelne stresovaných v porovnaní s ochladzovanými kravami. Tepelný stres počas gravidity tiež desenzibilizuje stresovú reakciu teľaťa a mení vývoj plodu znížením hormonálnych profilov. Nedávno sa tiež ukázalo, že tepelný stres ku koncu gravidity má okamžité a dlhotrvajúce účinky na pasívnu imunitu, rast a prejavy aktivity narodených teliat.

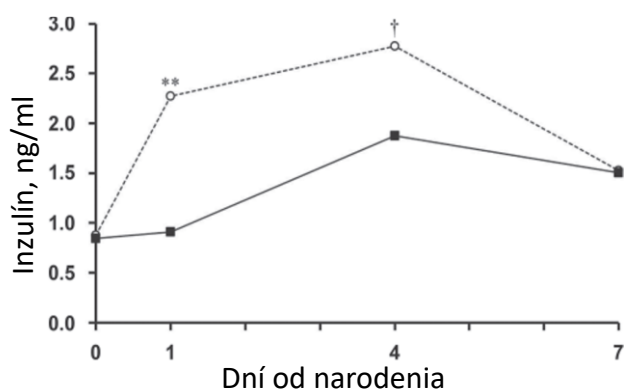
Je vo všeobecnosti známe, že teľatá s nedostatočným pasívnym transferom imunoglobulínov z kolostra pri prvom napití majú zvýšené riziko hnačiek, dýchacích problémov a mortality. Pasívny transfer imunoglobulínov (IgG) v tráviacom systéme narodených teliat závisí na jednej strane od kvality a množstva prijatého mledziva a na strane druhej od schopnosti teliat resorbovať tieto látky v tráviacom trakte.

Tepelný stres zasušených kráv mení aj sekrečnú aktivitu pankreasu narodených teliat ako je uvedené na **grafe 12**. Teľatá narodené tepelne stresovaným kravám mali zmenenú funkciu pankreasu v prvý dňoch života. Sekrécia inzulínu bola výrazne vyššia v reakcii na príjem krmiva (mledzivo a mlieko). Dokonca ak boli porovnávané tieto dve skupiny jalovičiek vo veku 55 dní



Graf 11. Vplyv tepelného stresu počas obdobia zasušenia na celkový obsah IgG v krvi teliat počas 28 dní života a vypočítaná účinnosť vstrebávania IgG (AEA) (Tao et al., 2012, Laporta et al., 2017). Vyplnené útvary predstavujú výsledky od ochladzovaných zvierat, prázdne útvary od zvierat v tepelnom strese.

(pri odstave), jalovičky narodené tepelne stresovaným kravám mali podobnú hladinu inzulínu v odpovedi na podanú glukózu, ale hladina glukózy sa v krvi rýchlejšie znižovala v skupine teliat od tepelne stresovaných kráv. Rýchlejšie znižovanie hladiny glukózy znamená jej



Graf 12. Tepelného stresu a ochladzovania kráv v období zasušenia na hladiny inzulínu v krvi teliat počas prvých 7 dní života. Prvý dober bol pred napitím mledziva. Čierny štvorec predstavuje hodnoty od teliat narodených kravám, ktoré boli ochladzované a otvorené krúžok od kráv tepelne stresovaných (Tao a Dahl. 2013).

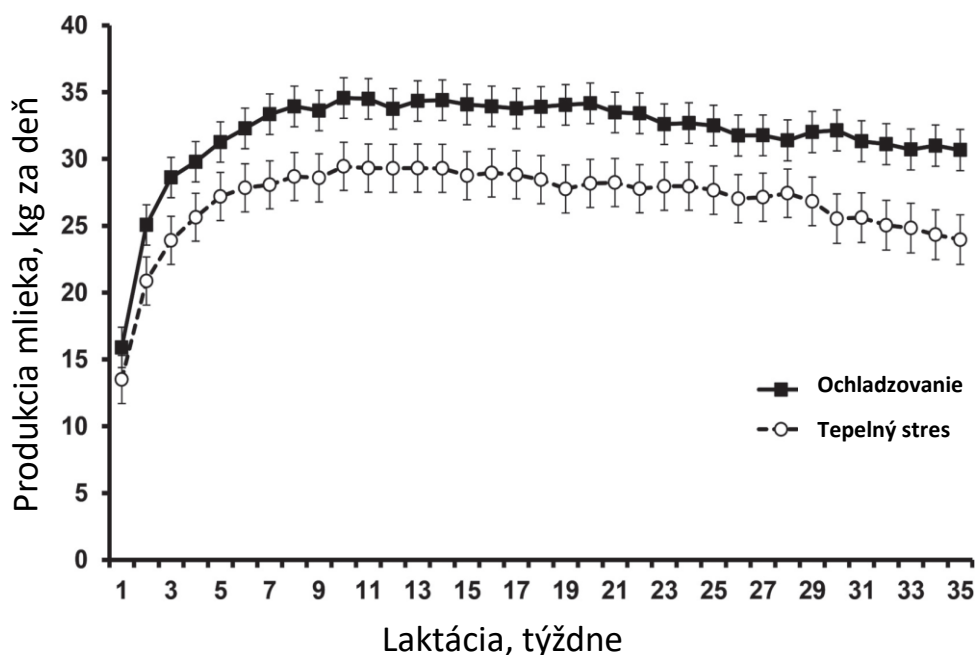
zabudovávanie do tukových zásob a tým podpory tvorby tuku v organizme jalovičiek pochádzajúcich od tepelne stresovaných kráv. Pri týchto jalovičkách sa pozoruje zvýšená tvorba zásobného tuku v predpubertálnom období života a vyšší telesné skóre čo má negatívny vplyv na produkciu mlieka týchto jalovičiek po otelení. Okrem toho, uvedená zmena v citlivosti pankreasu na príjem živín a ich využívanie môže v dospelosti súvisieť so neschopnosťou organizmu zvládnuť vysokú produkciu mlieka aj z hľadiska metabolických porúch.

C) Tepelný stres v období posledného mesiaca gravidity vplyva aj budúcu produkciu mlieka narodených jalovičiek v dospelosti.

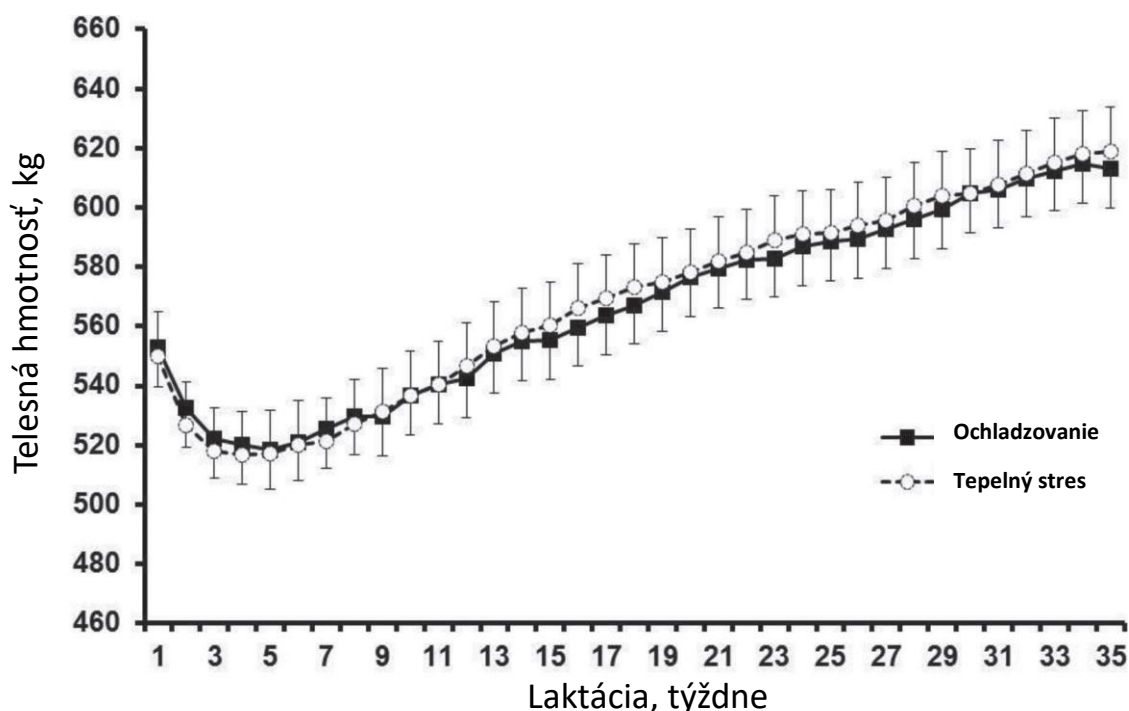
Nedávne zistenia zahraničných výskumníkov naznačujú, že jalovice, ktoré sa narodia kravám vystaveným tepelnému stresu počas neskoršej fázy gravidity, vykazujú nižšiu produkciu mlieka počas ich prvej laktácie (**Graf 13**). Publikovaný

rozdiel v produkcii mlieka jalovic na prvej laktácii od ochladzovaných (ventilátor) a tepelne stresovaných matiek predstavoval až $5,1 \pm 1,7$ kg/deň. Zahraničné štúdie, zaoberajúce sa vplyvom tepelného stresu v období zasušenia kráv najčastejšie počas posledných 6 týždňov teľnosti na vyvíjajúci sa plod-jalovičku, vysvetľujú nižšiu produkciu mlieka takýchto jalovičiek v dospelosti počas prvej laktácie ako prejav zmeny resp. stimuláciou špecifického fenotypu narodených jalovičiek. Tento fenotyp (upravený prejav genetickej informácie) má zabezpečiť prípravu takto narodenej jalovičky na predpokladané nepriaznivé podmienky po narodení, s cieľom zvýšiť šancu prežitia v prostredí s vysokou teplotou. Tento fenotypový prejav odráža zmeny regulácie metabolizmu v prospech šetrenia živín pre vnútorné potreby napr. potreby stresovej reakcie pre vysporiadanie sa s vysokými teplotami. Takto vzniknutý fenotyp však zároveň negatívne pôsobí na produkciu mlieka počas prvej laktácie. Tieto zmeny veľmi výstižne ilustrujú dva grafy, kde na **grafe 13** nižšia produkcia mlieka prvôstkami narodenými stresovaným

kravám počas zasušenia nekorešponduje s **grafom 14**, kde tento rozdiel v úžitkovosti sa neprejavuje v zmenách ichlivej hmotnosti po otelení. Pravdepodobne prvôstky narodené tepelne stresovaným kravám neuvoľňujú živiny pre potreby mliečnej žľazy tak efektívne ako prvôstky narodené kravám v optimálnych podmienkach chovu. Inými slovami povedané, jalovičky narodené tepelne stresovaným kravám v období zasušenia využívajú živiny počas ich prvej laktácie pre potreby mliečnej žľazy menej efektívne. Dokonca jalovičky narodené tepelne stresovaným kravám mali horšie reprodukčné ukazovatele ako je inseminačný index a vek pri prvej gravidite.



Graf 13. Produkcia mlieka prvôstok pochádzajúcich od kráv tepelne stresovaných a ochladzovaných v poslednom období laktácie (Monteiro et al., 2016) .



Graf 14. Vývoj telesnej hmotnosti prvôstok pochádzajúcich od kráv tepelne stresovaných a ochladzovaných v poslednom období laktácie (Monteiro et al., 2016).

4.3. Tepelný stres a produkcia mlieka počas laktácie

Ako sme už uvádzali, tým, že produkcia mlieka je viditeľným ukazovateľom pôsobenia vonkajších a vnútorných faktorov, sa tepelnému stresu venovalo, venuje a bude venovať výrazne vyššia pozornosť v porovnaní s ostatnými obdobiami v živote dojného zvierat'a. Na **grafe 15** uvádzame vývoj produkcie mlieka a zdravotného stavu (počet somatických buniek – SCC) v priebehu roku sledovanej na farmách v USA.

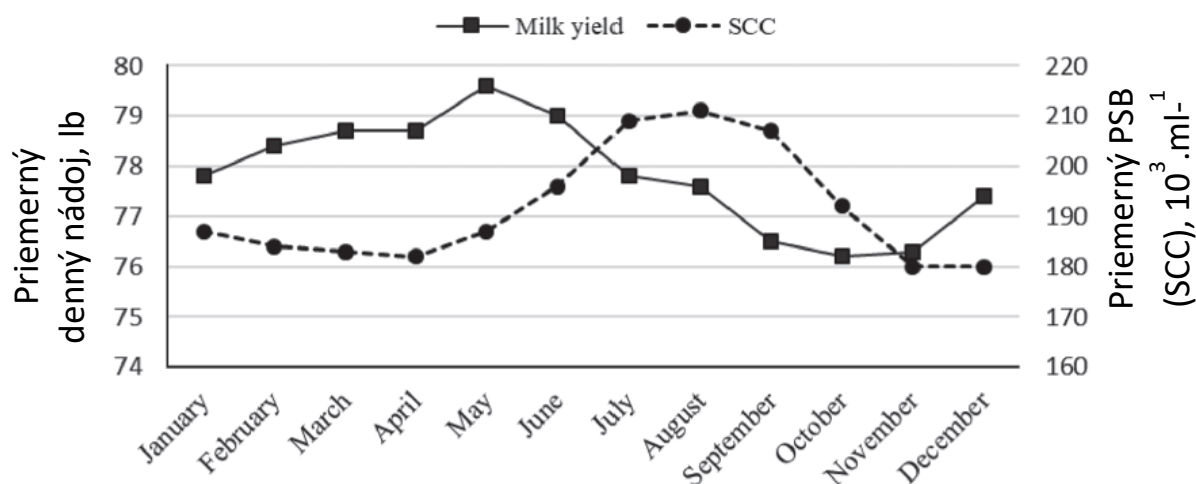
Každý chovateľ má svoje negatívne skúsenosti s tým, čo sa deje s dojnícami počas horúcich letných dní. Robia sa rôzne opatrenia pre minimalizáciu negatívneho vplyvu s väčšími či menšími úspechmi. Častokrát tým **limitujúcim faktorom** pre vhodné opatrenia nie sú len **finančné prostriedky**, ktorých v živočíšnej výrobe nie je dosť ale aj **vnútorné presvedčenie zodpovedných** o potrebe realizácie týchto opatrení. Okrem toho v chovoch dojníc sa stretávame tiež s ďalším problémom pri

riešení tepelného stresu a to **vhodnou inštaláciou a využívaním** týchto opatrení.

Medzi najbežnejšími technickými opatreniami je inštalácia ventilátorov a rosenie zvierat. Pre efektívne využívanie uvedených systémov je potrebné ich používať okamžite keď dôjde k tepelnému stresu. Negatívny dopad tepelného stresu na produkciu mlieka je najčastejšie pozorovaný 1 až 2 dni po jeho výskyte. Uvádza sa, že pri každom zvýšení THI o jednotku, dochádza v poklese produkcie mlieka o 0,88 kg o dva dni neskôr ako došlo k zvýšeniu THI. Z toho vyplýva, že hodnotenie produkcie mlieka súbežne s odmeraním aktuálnej hodnoty THI nie je objektívne.

V súvislosti s priebehom laktácia a citlivosti dojníc na tepelný stres by sme mohli **špecifikovať tri dôležité obdobia**. Prvým je obdobie prechodne t.j. tesne pred a po otelení, potom nasleduje obdobie začiatku produkcie mlieka (prvé 2-3 mesiace laktácie – do vrcholu laktačnej krivky) a obdobie po vrchole laktačnej krivky produkcie mlieka.

Počiatkové štádium laktácie zohráva významnú úlohu pre zohľadňovaní vplyvu tepelného stresu na produkciu mlieka. Je všeobecne známe, že až do 60 dňa laktácie je dojnica v negatívnej energetickej bilancii v dôsledku mobilizácie živín z telesných zásob pre produkciu mlieka. Mobilizácia živín pre produkciu mlieka ale aj vysporiadanie sa s tepelným stresom významne prispieva k zvýšeniu produkcie metabolického tepla a tým aj teploty organizmu. Vysoká produkcia tepla a následná hypertermia negatívne vplyva na rast folikulov, kvalitu vajíčok, skorý vývoj embrya, funkcie endometria a celkový endokrinný stav organizmu a tým na reprodukciu dojníc v tomto období.



Graf 15. Priemerný denný nádoj (milk yield) a počet somatických buniek (PSB, SCC) z kontroly úžitkovosti dojníc z fariem v USA v roku 2018 (Norman et al., 2019)

5. Manažment krmenia zameraný na zníženie tepelného stresu

Pri tepelnom strese a s tým súvisiace opatrenia v manažmente krmenia je potrebné vychádzať z toho, že vystavenie dojných zvierat tepelnému stresu vedie k metabolickým adaptáciám, zvýšeniu oxidácie aminokyselín a zníženiu cirkulácie aminokyselín.

V teplých chovateľských podmienkach dojnice prijímajú krmivo častejšie, pričom celkový denný príjem krmiva je nižší zatiaľ čo telesná teplota sa zvyšuje. Niektorí autori uvádzajú, že laktujúce dojnice s priemernými rektálnymi teplotami 41 °C skonzumovali 79 % z ich celkového denného príjmu sušiny počas chladnejšieho obdobia v priebehu dňa (t.j. od 1600 až 0800 h), zatiaľ čo ochladzované dojnice s priemernými rektálnymi teplotami 39,3 °C, prijali 59 % krmiva počas hore uvedenej chladnejšej denne doby. Navyše, celkový príjem sušiny dojniciami tepelne stresovanými bol nižší o 15 až 23 %. Avšak, ak sa v ustajňovacích objektoch nepodariť v nočných hodinách znížiť THI na prijateľnú hodnotu, potom napr. pri THI 72 nočné krmenie nie je adekvátnou kompenzáciou z hľadiska zníženého objemu prijatého krmiva v priebehu dňa.

V podmienkach tepelného stresu krmná dávka môže obsahovať o niečo viac neutrálnej detergentnej vlákniny (NDF) a kyslej detergentnej vlákniny (ADF), ktoré môžu pomôcť minimalizovať riziko bachorovej acidózy spojené s tepelným stresom. Okrem toho pridanie tuku do krmnej dávky s vyšším obsahom vlákniny môžu pomôcť udržať príjem energie v horúcich podmienkach. Na zlepšenie niektorých negatívnych účinkov tepelného stresu na dojnice je možné využiť aj určité

prístupy v manažmente krmenia. Napr. pridanie niacínu pomáha znižovať telesnú teplotu pri tepelnom strese zlepšením výmeny tepla na povrchu kože prostredníctvom vazodilatácie, čím sa posilňujú tepelné straty odparovaním.

V manažmente krmenia je potrebné mať na pamäti aj zabezpečenie dostatku pitnej vody. **Voda** je považovaná za **najdôležitejšiu živinu** pre zdravie a produkciu zvierat. Obzvlášť pre vysokoprodukčné dojnice, kde sa vylučuje značné množstvo vody cez mliečnu žľazu. Voda je základom pre všetky metabolické procesy v organizme – trávenie, vstrebávanie, termoreguláciu, vylučovanie, transport živín, vývin plodu a pod. Preto dostupnosť vody musí byť v každodennej pozornosti manažmentu riadenia chovu.

Aj keď všetci vieme, že s pribúdajúcou teplotou prostredia stúpa spotreba vody zvieratami, nie vždy sú k tomu prispôsobené systémy napájania. Ide predovšetkým o dostatočnú kapacitu a ľahkosť v prijímaní. Napr. niektoré systémy napájania sa ľahko znečistia a tým obmedzujú príjem vody (loptové napájačky) resp. kapacita vodného zdroja nepostačuje zásobiť napájací systém. Možno by stalo za úvahu **monitorovať príjem vody** zvieratami prostredníctvom **vodomerov** v jednotlivých objektoch chovu.

Pri manažmente príjmu vody je potrebné si uvedomiť, že ak teplota v ustajňovacom objekte **prekročí hornú kritickú** teplotu dochádza k **zvýšeniu príjmu** vody a to **1,2 až 2 litre** nad bežný príjem vody na každý pribúdajúci stupeň teploty. Akékoľvek obmedzovanie pitného režimu a obzvlášť pri vysokých teplotách sa negatívne prejavuje na fyziologických funkciách

všetkých orgánov a tkanív nielen na mliečnej žľaze. Napríklad, zvyšuje sa hematokrit a močovina v krvi, znižujú sa kontrakcie bachorovej steny, stúpa agresívne správanie sa v prítomnosti napájačiek a pod. Významnú úlohu zohráva aj teplota vody, kde v horúcom období podávanie chladnej vody laktujúcim kravám zvýšilo produkciu mlieka a znížilo telesnú teplotu v dôsledku absorpcie tepla studenou vodou.

Stratégia výživy počas tepelného stresu tiež môže využívať niektoré výživové doplnky. Pridanie **chráneného metionínu** pred degradáciou v bachore tepelne stresovaným kravám sa zlepšilo zdravie mliečnej žľazy, zlepšila funkcia vaječníkov a tiež sa skrátilo medziobdobie. V inej štúdii zistili tiež, že podávanie chráneného metionínu tepelne stresovaným dojniciam zlepšilo funkcie pečene.

Čo robiť pre zamedzenie tepelného stresu ?

Maštal':

- účinné vetranie,
- zamedziť prívod slnečného žiarenia,
- montáž ventilátorov,
- postrekovanie kráv.

Krímenie a napájanie

- kŕmiť v chladnejších častiach dňa,
- dostatok napájačiek s prítokom vody,
- zvýšiť obsah vody v suchej kŕmnej dávke.

Výživa:

- obmedziť krmivá s vysokým obsahom vlákniny,
- zvýšiť koncentráciu živín v kŕmnej dávke (kŕmnu zmes),
- pridať pufrý do kŕmnej dávky,
- zvýšiť koncentráciu K, Na, Mg v kŕmnej dávke.

Požiadavky dojníc na živiny a prostredie sa musia zohľadniť počas horúceho počasia.

7. Záver

Negatívne účinky tepelného stresu boli a sú veľmi intenzívne študované pri produkčných-laktujúcich dojniciach. Je to predovšetkým z dôvodu, že okrem vysokých teplôt aj samotná vysoká produkcia mlieka zvyšuje produkciu vnútorného tepla čím prispieva k ďalšej tepelnej záťaži. Počas posledných 10 rokov sa výskumom potvrdilo, že tepelný stres negatívne ovplyvňuje aj zasušené kravy.

Pri zasušených kravách tepelný stres (a tým aj možný vplyv sezóny telenia) negatívne ovplyvňuje vývin a rast plodu, imunitnú a endokrinnú funkciu potomstva následne od narodenia až po odstav. To znamená, že **tepelný stres** v poslednom období gravidity **môže meniť prejavy genómu plodu** a mať tak **celoživotné dopady** a následky na spomínané zootechnické ukazovatele a zdravie už dospelých zvierat narodených tepelne stresovaným kravam.

Okrem týchto negatív tepelného stresu na vyvíjajúci sa plod v maternici, tepelný stres v poslednom trimestri laktácie negatívne vplýva aj na samotnú produkciu mlieka tepelne stresovaných zvierat po ich otelení.

V chovoch dojníc existujú rôzne podmienky ustajnenia vysokogravidných zvierat a detailnejšie poznanie ich vplyvu by mohlo prispieť, prostredníctvom úpravy chovateľských podmienok, k optimálnemu vývoju potomstva počas obdobia zasušenia ako aj fyziologickú prípravu kráv na produkciu mlieka po otelení. Vyššie uvedené poznatky poukazujú na opodstatnenosť technickej regulácie mikroklimy resp. minimalizovania tepelného stresu v ustajňovacích objektoch pre vysokogravidné zvieratá, obzvlášť v oblastiach s vysokým počtom tropických dní.

Tepelný stres a poruchy laktácie

BUDÚCNOSŤ nárast problému

Tepelný stres bude predstavovať aj v budúcnosti problém ako dôsledok **metabolickej produkcie tepla**, ktorá sa zvyšuje paralelne s **rastúcou úžitkovosťou** berúc do úvahy aj prognózy súvisiace s klimatickou zmenou.

Zoznam použitej literatúry

- Ahmed, B. M. S., Younas, U., Asar, T. O., Monteiro, A. P. A., Hayen, M. J., Tao, S., Dahl, G. E. Maternal heat stress reduces body and organ growth in calves: Relationship to immune status. In. *Journal of Dairy Science*, 104, 2021, 2, pp 295–299, DOI: <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0098>
- Baumgard, L. H., Rhoads, R. P. Ruminant nutrition symposium: Ruminant production and metabolic responses to heat stress. In. *Journal of Animal Science*, 90, 2012, pp. 1855-1865 doi: 10.2527/jas.2011-4675
- Batistel, F., Arroyo, J.M., Bellingeri, A., Wang, L., Saremi, B., Parys, C., Trevisi, E., Cardoso, F.C., Loor, J.J.. Ethyl-cellulose rumen-protected methionine enhances performance during the pre-parturient period and early lactation in Holstein dairy cows. In. *Journal of Dairy Science*, 100, 2017, pp. 7455–7467.
- Becker, C. A., Collier, R.J., Stone, A. E. Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. In. *Journal of Dairy Science*, 103, 2020, pp. 6751-6770, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17929>
- Brouček, J., Kišac, P., Hanus, A., Uhrinčat', M., Foltys, V. Effect of rearing, sire and calving season on growth and milk efficiency in dairy cows. In. *Czech Journal of Animal Science*, 49, 2004, pp. 329-339, <https://doi.org/10.17221/4317-CJAS>
- Brouček, J., Kišac, P., Uhrinčat', M. Effect of hot temperature on the haematological parameters, health and performance of calves. In. *International Journal of Biometeorology*, 53, 2009, pp. 201-208
- Brouček, J., Kišac, P., Uhrinčat', M., Hanus, A., Benc, F. Effect of high temperature on growth performance of calves maintained in outdoor hutches. In. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 17, 2008, pp. 139-146
- Brouček, J., Ryba, Š., Dianová, M., Uhrinčat', M., Soch, M., Sistkova, M., Mala, G., Novak, P. Effect of evaporative cooling and altitude on dairy cows milk efficiency in lowlands. In. *International Journal of Biometeorology*, 64, 2020, pp. 433-444
- Brown, B. M., Stallings, J. W., Clay, J. S., Rhoads, M. L. Preconceptional heat stress of Holstein dams is associated with differences in daughter milk production during their first lactation. In. *PLOS ONE*, 2016, pp. 1-8, DOI:10.1371/journal.pone.0148234
- Dado-Senn, B., Laporta, J., Dahl, G.E. Carry over effects of late-gestational heat stress on dairy cattle. In. *Theriogenology*, 154, 2021, pp. 17-23, <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.012>
- Guo, J., Gao, S., Quan, S., Zhang, Y., Bu, D., Wang, J. Blood amino acids profile responding to heat stress in dairy cows. In. *Asian-Australas. Journal of Animal Science*, 31, 2018, pp. 47–53.
- Chen, H., Wang, C., Huasai, S. *et al.* Effect of prepartum dietary energy density on beef cow energy metabolites, and birth weight and antioxidative capabilities of neonatal calves. In. *Scientific Report*, 12, 2022, pp. 4828 <https://doi.org/10.1038>
- Kamal, M. M., Van Eetvelde, M., Bogaert, H., Hostens, M., Vandaele, L., Shamsuddin, M., Opsomer, G. Environmental factors and dam characteristics associated with insulin sensitivity and insulin secretion in newborn Holstein calves. In. *Animal*, 9:9, 2015, pp 1490–1499
- Kipp, C., Brugemann, K., Zieger, P., Mutze, K., Möcklinghoff-Wicke, S., König, S., Halli, H. Across-generation effects of maternal heat stress during late gestation on production, female fertility and longevity traits in dairy cows. In. *Journal of Dairy Research*, 88 (2), 2021, pp. 147-153, <https://doi.org/10.1017/S0022029921000327>
- Laporta, J., Fabris, T. F., Skibieli, A. L., Powell, J. L., Hayen, M. J., Horvath, K., Miller-Cushon, E. K., Dahl, G. E. In utero exposure to heat stress during late gestation has prolonged effects on the activity patterns and growth of dairy calves. In. *Journal of Dairy Science*, 100 (4), 2017, pp. 2976-2984 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11993>
- Mikláš, Š., Mačuhová, L., Uhrinčat', M., Vršková, M., Tančin, V. Podmienky chovu zasušených kráv a produkčné parametre ich jalovic. *Roľnícke noviny, Dojnice*, VIII, 2019, 15-17
- Mikláš, Š., Tančin, V., Sláma, P., Čobirka, M., Uhrinčat', M., Vršková, M., Mačuhová, L. The impact of calving season, dams' parity on milk yield and gestation length of dairy cows. In. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 24, 2021, pp. 41-44
- Mikláš, Š., Tančin, V., Sláma, P., Čobirka, M., Uhrinčat', M., Vršková, M., Mačuhová, L. Effect of season and temperature before and after calving on the future milk production of born heifers. In. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 23(4), 2020, pp. 224-229
- Monteiro, A. P. A., Tao, S., Thompson, I. M. T., Dahl, G. E. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. In. *Journal of Dairy Science*, 99, 2016, 8443-8450, <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11072>

- Norman, H. D., F. L. Guinan, L. M. Walton, and J. Dürr. 2019. Somatic cell counts of milk from Dairy Herd Improvement herds during 2019. Council on Dairy Cattle Breeding, Beltsville, MD.
- Polsky, L., Keyserlingk von, M. A. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100, 2017, pp. 8647-8657, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- Rae, M. T., Palassio, S., Kyle, C.E., Brooks, A.N., Lea, R. G., Miller, D. W., Rhind, S. M. Effect of maternal undernutrition during pregnancy on early ovarian development and subsequent follicular development in sheep fetuses. In. *Reproduction*, 122, 2001; pp. 915–922
- Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Collier, R. J., Sanders, S. R., Weber, W. J., Crooker, B. A., Baumgard, L. H. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism and aspects of circulating somatotropin. In. *Journal of Dairy Science*, 92, 2009, pp. 1986–97, <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1641>
- Santana, M.K. Jr, Bignardi, A. B., Pereira, R. J., Stefani G., Faro L. El. Genetics of heat tolerance for milk yield and quality in Holsteins. In. *Animal*, 11 (1), 2017 , pp. 4 – 14, <https://doi.org/10.1017/S1751731116001725>
- Seyed Almoosavi, S. M. M., Ghoorchi, T., Naserian A. A., Ramezanpor, S. S., Ghaffari M. H. Long-term impacts of late-gestation maternal heat stress on growth performance, blood hormones and metabolites of newborn calves independent of maternal reduced feed intake Domestic Animal Endocrinology 72 (2020) 106433
- Skibieli, A. L., Fabris, T. F., Corra, F. N., Torres, Y. N., Mclean, D. J., Chapman, J. D. Effect of feeding an immunomodulatory supplement to heat-stressed or actively cooled cows during late gestation on postnatal immunity, health and growth of calves. In. *Journal of Dairy Science*, 100, 2017, pp. 7659-7668. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12619>
- Tančin a kol., Tepelný stres je problémom aj pre zasušené kravy a hlavne pre vyvíjajúce sa potomstvo. *Roľnícke noviny*, 13.4.2022
- Tančin, V., Imrich, I., Lendelová, J., Havlíček, Z. Všeobecná zoohygiena. 2017, str. 335, ISBN 978-80-552-1596-9
- Tančin, V., Mikláš, Š., Mačuhová, L. Possible physiological and environmental factors affecting milk production and udder health of dairy cows: A review. In. *Slovak Journal of Animal Science*, 51(1), 2018, pp. 32-40
- Tao, S., Bubolz, J.W., Amaral do. B.C., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Johnson, S.E., Dahl, D.E. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. In. *Journal of Dairy Science*, 94, 2011, pp. 5976-5986, <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4329>
- Tao, S., Dahl, G.E. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. In. *Journal of Dairy Science*, 96, 2013, pp. 1-5, <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
- Tao, S., Dahl, G.E., Laporta, J., Bernard, J.K., Rivas, R.M., Marins, T.N. Physiology symposium: Effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf. In. *Journal of Animal Science*, Volume 97, 5, 2019, pp. 2245–2257, <https://doi.org/10.1093/jas/skz061>
- Tao, S., Monteiro, A.P., Thompson, I.M., Hayen, M.J., Dahl, G.E. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. In. *Journal of Dairy Science*, 95, 2012, pp. 7128-7136, <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
- Tao, S., Orellana, R.M., Weng, X., Marins, T.N., Dahl, G.E., Bernard, J.K. Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. In. *Journal of Dairy Science*, 101, 2018, pp. 1-13, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13727>
- Toledo, I. M., Dahl, G. E., De Vries, A. Dairy cattle management and housing or warm environments. *Livestock Science*, 255, 2022, 104802, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104802>
- Uhrinčat', M., Tančin, V., Mačuhová, L. Epigenetics of cow's milk production: possible relationship to the season of birth. In *Animal physiology 2022*. Bratislava: Centrum biovied SAV, 2022, s. 100. ISBN 978-80-974246-0-2.
- West, J. W., Mullinix, B. G., Bernard, J. K. Effect of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. In. *Journal of Dairy Science*, 86, 2003, pp. 232-242
- Wolfenson, D., Roth, Z. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. In. *Animal Frontiers*, 9, 2019, pp. 32–38. <https://doi.org/10.1093/af/vfy027>.

**Chovateľské faktory ovplyvňujúce budúcu produkciu mlieka kráv –
pôsobenie tepelného stresu na zasušené kravy a dopad na narodené
jalovičky**

Autori: Vladimír Tančin, Lucia Mačuhová,
Michal Uhrinčať, Martina Vršková, Ivan Holko

Vydavateľ: Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný
ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky

Vydanie: prvé

Rok vydania: 2023

Počet strán: 43

ISBN 978-80-89162-83-3

EAN 9788089162833