



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Disertační práce

Vliv světelného režimu na užitkovost a plodnost plemenic skotu

Ing. Aneta Vrbová

ČESKÉ BUDĚJOVICE

2022

Vypracovala:

Ing. Aneta Vrbová

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Speciální zootechnika

Školitel:

prof. Ing. Jindřich Čítek, CSc.

Katedra zootechnických věd

Zemědělská a technologická fakulta

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji disertační práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13.6.2022

.....

Ing. Aneta Vrbová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Miroslavu Maršálkovi, CSc. a prof. Ing. Jindřichu Čítkovi, CSc. za odborné připomínky, pomoc a ochotu při vypracování této disertační práce. Dále bych ráda poděkovala rodičům, manželovi a dětem za podporu a toleranci v dobách studia. Děkuji také zootechnikům a zootechničkám ze ZD Pluhův Žďár za projevenou ochotu a umožnění realizace této práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Mgr. Veronice Čoudkové za odbornou pomoc a spolupráci.

Abstract

The main objective of the study was to ascertain fertility and milk productivity of dairy cows raised under the conditions of modern technology in the context of micro-climatic features and the quality of housing.

The observation occurred from 1. 1. 2013 to 31. 12. 2014 in Cooperative Farm Pluhův Žďár and 150 dairy cows of the Holstein cattle were observed.

The program Statistica 12 (StatSoft®) was used to evaluate observed values. Data characterisation was conducted through the use of descriptive statistics, and, furthermore, a correlation analysis and a chi-square test were used.

During the evaluation of the micro-climate of the stables, it was detected that the average temperatures of the environment shifted from 7.90 °C to 27.03 °C. Relative humidity was measured in the range of 73.44 % and 86.84 %. THI achieved values from 45.11 to 68.93. The milk yield correlated negatively with the temperature during autumn months ($r = - 0.377$) and a negative correlation was also found in relation to the relative humidity ($r = - 0.356$) and a similar relation existed between the THI and the milk yield ($r = - 0.409$).

The influence of the length of the photoperiod on milk productivity showed itself to be positive in the cases of all groups of observed dairy cows. The group of cows at the 1st lactation increased milk productivity by 4.7 % the cows at the 2nd lactation showed an increase of milk productivity by 12.6 % and the dairy cows at the 3rd and further lactations provided an increase of milk yield of 18 %.

The influence of the length of the photoperiod on conception was not statistically conclusive ($p = 0.100$), but there was a tendency pointing to worse conception results when automatic lighting was used as opposed to when the natural photoperiod was used.

With the temperature on the day of conception taken into consideration, the rate of conception ranged between 27 % and 51 % in the periods of 24 and 48 hours before insemination. There was a tendency of a better conception in the group of primiparous cows in the temperature range over 15.1 °C in comparison with the group of cows at the 2nd and further lactations. The influence of the temperature of the environment on conception after first insemination 24 and 48 hours before the insemination itself was statistically conclusive ($p < 0.05$).

A positive influence of an extended photoperiod on rumination was found among all groups of observed dairy cows. The dairy cows at the 1st lactation increased their ruminative activity by 42 minutes and the group of older cows by 25 minutes in 24 hours. The greatest difference between these two groups was observed during the winter months (XII-II), during which time the dairy cows ruminated longer by 21.7 % on average in comparison with the natural photoperiod ($p < 0.001$).

Key words: dairy cow, milk productivity, fertility, micro-climate of the stables, photoperiod

Abstrakt

Cílem práce bylo na základě analýzy dat zjistit plodnost a mléčnou užitkovost dojnic chovaných v moderní technologii v kontextu s mikroklimatickými prvky a kvalitou ustájení. Sledování probíhalo od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2014 v Zemědělském družstvu Pluhův Žďár. Sledováno bylo 150 dojnic plemene Holštýn.

Pro vyhodnocení sledovaných hodnot byl použit statistický program Statistica 12 (StatSoft®). Charakteristika dat byla provedena pomocí popisných statistik, dále byla použita korelační analýza a chí-kvadrát test.

Při hodnocení mikroklimatu stáje bylo zjištěno, že průměrná teplota prostředí se pohybovala od 7,90 °C do 27,03 °C. Relativní vlhkost byla naměřena v rozmezí 73,44 % až 86,84 %. THI nabýval hodnot od 45,11 do 68,93. Dojivost korelovala negativně s teplotou během podzimních měsíců ($r = -0,377$), v tomto období byla zjištěna také záporná korelace s relativní vlhkostí ($r = -0,356$) a obdobně tomu bylo i s THI a dojivostí ($r = -0,409$).

Vliv délky fotoperiody na mléčnou užitkovost se projevil pozitivně u všech skupin pozorovaných dojnic. Skupina krav na 1. laktaci navýšila mléčnou užitkovost o 4,7 %, u dojnic na 2. laktaci vzrostla dojivost o 12,6 % a o 18 % více mléka nadojily dojnice na 3. a další laktaci.

Vliv délky fotoperiody na zabřezávání nebyl statisticky průkazný ($p = 0,100$), ale projevila se tendence horšího zabřezávání při automatickém osvětlení v porovnání s přirozenou fotoperiodou.

Při zohlednění teploty v den inseminace, 24 a 48 hodin před inseminací se míra zabřezávání pohybovala mezi 27 % a 51 %. Projevila se tendence lepšího zabřezávání u skupiny prvotek v teplotním pásmu nad 15,1 °C v porovnání se skupinou krav na 2. a další laktaci. Vliv teploty prostředí na zabřezávání po první inseminaci 24 a 48 hodin před provedením inseminace byl statisticky průkazný ($p < 0,05$).

Pozitivní vliv prodloužené fotoperiody na přežvykování byl zjištěn u všech skupin pozorovaných dojnic. Dojnice na 1. laktaci navýšily ruminační aktivitu o 42 minut, skupina starších krav o 25 minut za 24 hodin. Největší rozdíl u této skupiny krav byl pozorován v průběhu zimních měsíců (XII-II), kdy dojnice přežvykovaly v průměru o 21,7 % déle v porovnání s přirozenou fotoperiodou ($p < 0,001$).

Klíčová slova: dojnice, mléčná užitkovost, plodnost, mikroklima stáje, fotoperioda

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Literární přehled	11
2.1 Mikroklíma stáje a welfare skotu.....	11
2.1.1 Teplota vzduchu.....	13
2.1.2 Vlhkost vzduchu	15
2.1.3 Teplotně-vlhkostní index (THI).....	16
2.1.4 Světlo	17
2.1.4.1 Intenzita světla	18
2.1.4.2 Světelný režim	19
2.2 Organismus a prostředí	21
2.2.1 Biorytmy	21
2.2.2 Cirkadiánní rytmy	21
2.2.3 Adaptace a aklimatizace	22
2.2.4 Stres	23
2.2.4.1 Tepelný stres.....	25
2.2.4.2 Chladový stres.....	27
2.2.5 Termoneutrální zóna	28
2.2.6 Termoregulace	29
2.2.6.2 Výdej tepla z organismu	30
2.2.7 Chovatelské možnosti eliminace tepelného stresu.....	31
2.3 Mléčná užitkovost.....	33
2.3.1 Faktory ovlivňující mléčnou užitkovost	33
2.3.1.1 Vnitřní faktory	34
2.3.1.2 Vnější faktory	34
2.3.2 Mléčná žláza	35
2.3.3 Laktace a její hodnocení	37
2.3.4 Uvolňování mléka.....	38
2.3.5 Dojení pomocí AMS	39
2.4 Plodnost	41
2.4.1 Faktory ovlivňující plodnost.....	41
2.4.1.1 Vnitřní faktory	41
2.4.1.2 Vnější faktory	42

2.5 Výživa dojnic	43
2.6 Přežvykování	45
3 Hypotéza	48
4 Cíle práce	48
5 Materiál a metodika	49
5.1 Popis stáje a technologií	49
5.2 Měření mikroklimatických prvků	53
5.2.1 Světelný režim	53
5.2.2 Teplota prostředí a relativní vlhkost	54
5.3 Údaje o doživosti a reprodukci	56
5.4 Výpočet teplotně-vlhkostního indexu	56
5.5 Statistické vyhodnocení dat	56
6 Výsledky a diskuze	58
6.1 Vývoj mikroklimatu a jeho vztah k doživosti	58
6.1.1 Vývoj mikroklimatu - březen až květen	58
6.1.2 Vývoj mikroklimatu - červen až srpen	63
6.1.3 Vývoj mikroklimatu - září až listopad	68
6.1.4 Vývoj mikroklimatu - leden až únor	73
6.2 Vliv délky fotoperiody na mléčnou užitkovost	78
6.3 Vliv světelného režimu na zabřezávání dojnic	80
6.4 Vliv teploty prostředí na zabřezávání dojnic	85
6.5 Vliv světelného režimu na přežvykování	89
7 Závěr	93
8 Doporučení pro praxi	95
9 Seznam literatury	97
10 Seznam příloh	132

1 Úvod

Chov skotu je jedním ze základních odvětví živočišné výroby a je velmi úzce spojen se zemědělskou půdou. Mezi hlavní úkoly chovu skotu patří produkce kvalitních živočišných produktů. Ve výživě obyvatelstva má nezastupitelnou funkci mléko a hovězí i telecí maso. Produkci mléka a masa ovlivňuje řada faktorů, vnitřních i vnějších.

Pokud chce chovatel maximálně využít genetického potenciálu chovaných zvířat, je nezbytné kromě odpovídající a plnohodnotné výživy zajistit adekvátní ošetřování a stájové prostředí, ve kterém zvířata chováme. Z tohoto hlediska považujeme za nejvýznamnější bezprostřední okolí, které zvířata obklopuje, a to je stájové ovzduší. Jednotlivé faktory stájového mikroklimatu pak ovlivňují více či méně nejenom intenzitu metabolismu s jejím dopadem na produkci zvířat, ale mají též zásadní vliv na jejich zdravotní stav a welfare.

Nevyhovující podmínky ustájení, ošetřování či mikroklimatu zhoršují životní pohodu zvířat, což v případě překonání jejich kompenzačních mechanismů může vyústit ve stres, který zpravidla vede k hluboké depresi živočišné produkce. Dalším významným faktorem, který bezprostředně ovlivňuje výsledky chovu, je management stáda. Účinnost managementu by měla být hodnocena na správném základě, což znamená rutinní sledování mléčné užitkovosti, jako je například sledování laktačních křivek, obsahu tuku, bílkovin, pohybové a ruminační aktivity.

Příklady z chovatelsky vyspělých zemí, ale i příklady předních tuzemských chovatelů způsobily nebývalý zájem o rekonstrukce stájí a přestavby farem. Dochází i k výstavbě nových objektů s parametry rovnajícími se světové špičce. Chovatelé stále více využívají moderní technologie, které pomáhají vykonávat rutinní úkony, mezi které patří pravidelné přihrnování krmiva, odkliz chlévské mrvy, vícečetné dojení apod.

Vývoj moderních technologií není motivován pouze zájmy ekonomickými, ale i zájmy sociálními, kdy odpadá namáhavá práce ošetřovatelů. Vedle vícečetného dojení a přihrnování krmiva nyní chovatelé často přistupují i k úpravám intenzity světla a světelného režimu ve stájích. Dostatečné osvětlení stájových prostorů je nezbytné pro bezpečnost práce, má význam nejen pro udržování čistoty prostředí, zvířat a technologického vybavení stájí, ale může i zvýšit úroveň mléčné produkce. Světlo působí i na pohlavní funkce prostřednictvím neurohumorální regulační soustavy, uplatňuje se drážděním sítnice přes opticko – hypotalamo – hypofyzární soustavu. Prodloužení fotoperiody může tedy ovlivnit i reprodukční ukazatele.

2 Literární přehled

2.1 Mikroklima stáje a welfare skotu

Mikroklimatem rozumíme ovzduší ve více méně uzavřeném prostoru stáje, které je v přímém vztahu k zevnímu atmosférickému prostředí (makroklima), při čemž vliv makroklimatu na mikroklima je zprostředkován řadou faktorů, především konstrukcí a provedením stavby, způsobem větrání příp. klimatizace, provozem aj. (ŠOCH A KOL., 1998).

Dle MATĚJKY (1995) patří kvalita stájového ovzduší spolu s výživou, způsobem ustájení a kvalitou ošetřování mezi hlavní činitele, které působí na organismus zvířat a ovlivňuje jejich pohodu a produkci a tím i rentabilitu chovu. Stav stájového ovzduší je charakterizován teplotou, relativní vlhkostí, rychlostí proudění, složením a obsahem příměsí (plyny, prach, mikroorganismy).

Mikroklima ve stájích je vytvářeno komplexním působením řady faktorů, které můžeme v závislosti na jejich charakteristice rozdělit do dvou základních skupin:

1. Faktory abiotické

- fyzikální faktory: teplota a vlhkost vzduchu (teplotně-vlhkostní komplex), proudění a ochlazovací veličina (katahodnota) vzduchu, sluneční záření, přirozené a umělé osvětlení ve stájích, barometrický tlak a hluk
- chemické faktory (znečištění): chemické složení vzduchu, zejména s ohledem na koncentrace toxických plynů – čpavku, oxidu uhličitého, sirovodíku, dále merkaptany, alkylaminy aj. zápašné plyny, metan a celá řada definovaných škodlivých plynů

2. Faktory biotické (biologické)

- biologické faktory: prašnost a mikrobiologické znečištění

Největší význam pro chovaná zvířata má teplotně-vlhkostní režim charakterizovaný interní teplotou, vlhkostí vzduchu a teplotou vnitřních povrchů spolu s prouděním vzduchu (KLABZUBA A KOŽNAROVÁ, 2002).

Hlavním přínosem systematického měření mikroklimatických podmínek pro chovatele je shromáždění objektivně naměřených dat, popisujících prostředí a životní podmínky chovaných zvířat a možnost jejich porovnání s doporučenými hodnotami, a

to i zpětně v čase, v závislosti na výskytu případných problémů s užitkovostí či zdravotním stavem zvířat (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

MIJÍČ A KOL. (2014) napsali, že mikroklima ve stáji má významný vliv na zdraví a welfare krav, tak i na jejich produkci. S tímto tvrzením souhlasí i HEIDENREICH A KOL. (2004), podle kterých je mikroklima stáje velmi významný faktor a lze podle něj hodnotit úroveň welfare. Extrémní hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu mohou mít negativní dopad na mikroklimatické podmínky ve stáji a samozřejmě i na zvířata v ní chovaná.

Dřívější definice welfare charakterizovaly pohodu jako stav, kdy zvíře je v harmonii se svým prostředím. Hodnotilo se především zdraví zvířat a úroveň jejich užitkovosti. Dále byla posuzována kvalita výživy a ochrana zvířat před negativními vlivy vnějšího prostředí. V neposlední řadě byly sledovány fyziologické aspekty, jako jsou srdeční ozvy, obsah kortizolu v krevní plazmě a endorfiny (HEWSON, 2003). Později bylo dokázáno, že tento přístup je limitující, protože např. zvýšení kortizonu je pozorováno nejen v případech kladných, ale i záporných emocí. Dalším pohledem na definování pohody zvířat je, že součástí welfare není jen fyzické, ale i psychické zdraví (PIŠŤKOVÁ A KOL., 2014).

ŠOCH (2005) uvedl, že ideální vzorec péče pro druh a kategorii zvířete nebyl ještě stanoven. Jedním z důvodů je to, že některým potřebám zvířat rozumíme lépe než jiným a tak jsme schopni je plnit, naopak některé potřeby nám nejsou stále známy. Tudíž dosáhnout nejvyšší možné hladiny welfare je prakticky neproveditelné. Je obtížné posoudit pocity zvířat, a proto se při jejich vyjádření využívají snáze vyčíslitelné parametry, jako je síla jejich preference určitého prostředí (PHILLIPS, 2002).

V minulosti bylo vyvinuto velké množství metod, jak hodnotit životní pohodu hospodářských zvířat. Některé jsou založeny na hodnocení a dodržování minimálních standardů upravených legislativou, kde jsou stanoveny limity pro jednotlivé druhy hospodářských zvířat.

Dalším typem jsou indexové koncepce, jejichž hlavním principem je vyhodnocení multifaktoriální povahy welfare (PIŠŤKOVÁ A KOL., 2014). Příkladem indexového konceptu je Index potřeb zvířat (Animal Needs Index – ANI). Systém ANI je založen na pěti důležitých složkách chovu (možnosti pohybu, sociálního kontaktu, stavu podlahy, ovzduší ve stáji a péči ošetřovatele) a spočívá v hodnocení systémů ustájení (BARTUSSEK, 1999).

Dle PHILLIPSE (2002) se welfare týká především schopnosti zvířete vyrovnat se jak s jeho vnějším prostředím, včetně ustájení, počasí a přítomnosti jiných zvířat, tak i s jeho vnitřním prostředím, jako je konkrétní bolest, teplota a výživný stav.

BOBIĆ A KOL. (2011) doporučují klást důraz na kvalitu ustájení zejména u vysokoužitkových dojnic, protože známky diskomfortu se u nich projeví dříve než u dojnic s průměrnou užitkovostí. MATKOVIĆ A KOL. (2006) doplňují, že nepříznivé klimatické a mikroklimatické parametry mají negativní vliv nejen na zvířata, ale i na pracovníky, kteří tráví denně mnoho hodin ve stáji.

2.1.1 Teplota vzduchu

Teplotou vzduchu se rozumí teplota stanovená teploměrem, chráněným před radiací-tedy teplota stanovená ve stínu (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

Dle KICE A BROŽE (1995) je teplota stájového vzduchu základním faktorem tepelného stavu prostředí, odpovídá výsledku tepelné bilance stájového prostoru. Tepelná bilance stáje závisí na celkovém součtu tepla produkovaného ve stáji, které je z velké části produkováno zvířaty, a na tepelných ztrátách. Výsledkem pak může být bilance kladná, když převažují tepelné zisky nebo záporná v případě, převahy tepelných ztrát. V ustáleném stavu je nulová. Z toho vyplývá, že výsledné podmínky určují provozní teplotu ve stáji.

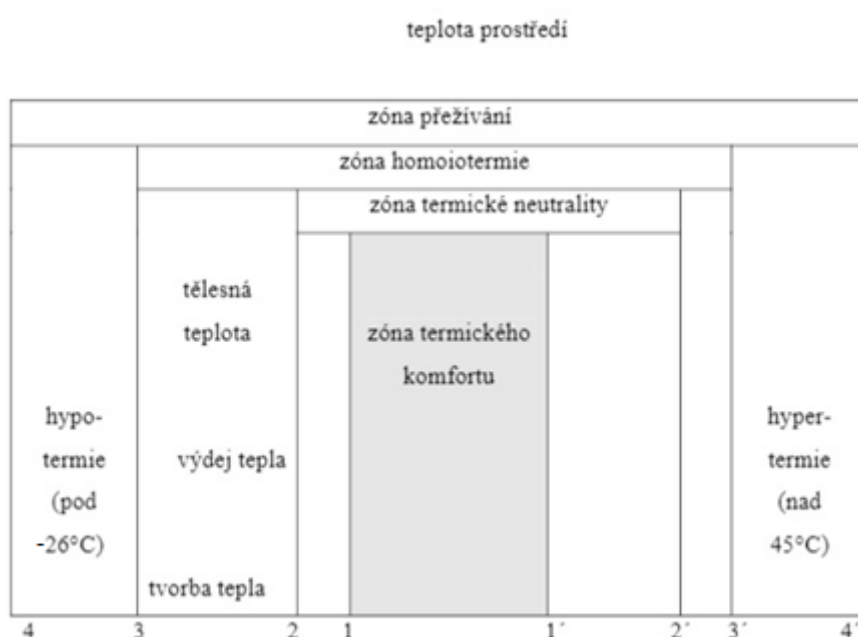
Homoiotermní, neboli stálotepevní živočichové si udržují relativně stálou teplotu těla proto, aby rychlost biochemických reakcí v těle příliš nekolísala a aby byly neustále k dispozici všechny fyziologické funkce, které živočich potřebuje k normálnímu životu a obraně. Mají tedy vyvinutou složitou funkci, nazývanou termoregulace, jejíž pomocí organismus udržuje stálou tělesnou teplotu. Té je možno dosáhnout jedině při vyrovnané tepelné bilanci organismu (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

Vliv teploty vzduchu na ustájená zvířata je všeobecně známý, čím je větší rozdíl mezi tělesnou teplotou a teplotou vzduchu, tím je silnější ochlazující účinek (KLABZUBA A KOTNAROVÁ, 2005). LOUDA (1999) napsal, že neočekávané rychlé změny teploty spolu se změnami vlhkosti a proudění vzduchu způsobují stres, v nejhorším případě ohrožují zdraví zvířat. Obecně jsou dojené krávy citlivější k tepelnému stresu, protože produkce mléka je spojena se zvýšenou produkcí metabolického tepla (M'HAMDI A KOL., 2012).

Vysoké teploty snáší nejhůře dojnice v první třetině laktace, které produkují nejvíce mléka (BROUČEK A KOL., 2008). Tato zvířata jsou zároveň při nástupu laktace často zatížena negativní energetickou bilancí (OSTOJIC-ANDRIĆ, 2013).

Podle údajů z literatury je pro dojnice kritická teplota mezi 24 a 27 °C (BROUČEK A KOL., 2013). Dle WESTA (2003) rozsah teplot od – 0,5 °C do + 25 °C ovlivňuje mléčnou produkci pouze neznatelně. S teplotním diskomfortem se zvířata vyrovnávají pomocí kondukce, konvekce, evaporace a radiace. Tyto způsoby ochlazování se stávají méně účinné, čím vyšší je teplota prostředí.

Obrázek č. 1: Vliv teplot prostředí na homoiotermní organismus



1 – 1' - zóna termického komfortu – zvíře udržuje tělesnou teplotu s minimální účastí termoregulačních mechanismů
 2 – 2' - zóna termické neutrality – je vymezena dolní a horní kritickou teplotou prostředí – v blízkosti těchto kritických teplot se aktivují termoregulační mechanismy
 3 – 3' - zóna homoiotermie – pouze v této zóně jsou homoiotermní živočichové schopni udržet konstantní teplotu těla
 4 – 4' - zóna přežívání – v rámci tohoto tepelného rozmezí jsou živočichové schopni přežívání (KURSA A KOL., 1998)

2.1.2 Vlhkost vzduchu

Pohodu stájového prostředí značně ovlivňuje i vlhkost vzduchu. Nejčastěji je udávána jako relativní vlhkost vzduchu, která charakterizuje stupeň nasycení vzduchu vodní parou (KIC A BROŽ., 1995). Pára je ve vzduchu obsažena vždy, ale její množství se mění (SVOBODA A ŽALUD, 2003). Vlhký vzduch je dle JOKLA (2000) směs suchého vzduchu, tvořeného 78 % dusíku, 21 % kyslíku, 0,03 % oxidu uhličitého a 0,01 % jiných inertních vzácných plynů a vodní páry.

Vysoká vzdušná vlhkost v komplexu s teplotou a prouděním, významně ovlivňuje termoregulaci a to tím, že zvyšuje tepelnou vodivost vzduchu. Vzduch nasycený vodními parami má tepelnou vodivost asi 10x vyšší než suchý vzduch. Při nízkých teplotách se zvyšuje výdej tepla radiací a hlavně vedením, evaporací aj. (podporuje vznik hypotermie), při velmi vysokých teplotách (dusno) naopak omezuje výdej tepla všemi způsoby. Nahromaděné teplo má za následek vznik hypertermie (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

Pokud je obsah páry ve vzduchu příliš vysoký, snižuje se tím možnost ochlazování těla skotu pomocí evaporace a zvíře se tak může dostat do tepelného stresu již při relativně nízké teplotě prostředí. Ve velmi špatně větratelných stájích může dojít ke stresu z tepla již při teplotě nad 20 °C. Hlavním zdrojem vlhkosti ve stájích jsou zvířata sama, dále pak mokré plochy a vodní zdroje. Množství výparu závisí hlavně na teplotě, na stupni nasycení vodními parami a na proudění vzduchu (NOVÁK A KOL., 2009).

Mimo jiné vysoká vlhkost vzduchu podporuje rozvoj mikroorganismů, plísní a rozkladných pochodů organických látek, tím zhoršuje kvalitu vdechovaného vzduchu a vytváří předpoklad pro snadné onemocnění zvířat (KURSA A KOL., 1998).

Názory autorů na ideální hodnoty relativní vlhkosti ve stáji pro dojený skot se opět mírně rozcházejí. Podle NOVÁKA A KOL. (2009) by se měla ideálně relativní vlhkost ve stáji pohybovat v rozmezí 40-80 %. PŘIKRYL A KOL. (1997) doporučují, aby se relativní vlhkost vzduchu pro ovce, skot a koně pohybovala v rozmezí 50-70 %, maximální hodnotou je pak rozmezí 75-85 %. Hodnota relativní vlhkosti pod 35 % poukazuje na příliš suchý vzduch. Ten nadměrně vysušuje sliznice horních cest dýchacích a snižuje tak jejich ochrannou funkci (KURSA A KOL., 1998).

2.1.3 Teplotně-vlhkostní index (THI)

Teplotně-vlhkostní index je výsledkem spojení několika parametrů do jednoho číselného údaje (WEST, 2003). Vznikl spojením teploty a relativní vlhkosti a byl vytvořen pro odhad pocitu tepla u lidí. Jeho účinnost u dojníc pak byla potvrzena mnoha studiemi. Úspěšné využívání tohoto indexu je dáno jeho jednoduchostí a snadným měřením (DE RENSIS A KOL., 2015).

Z literárních pramenů vyplývá, že se názory autorů na optimální vztah teploty a relativní vlhkosti liší. BRUNSCH A KOL. (1996) napsali, že optimální teplota vzduchu pro dojnice je 4-16 °C a optimální vlhkost vzduchu 60-80 %. Nicméně často se vyskytuje nepříznivá kombinace teploty a vlhkosti vzduchu. NAUHEIMER A WENIGER (1986) dospěli k závěru, že obě podmínky 30 °C a relativní vlhkosti 50 %, ale i 26 °C relativní vlhkost 70 % měly rovněž negativní vliv na pohodu dojníc. KENDALL A KOL. (2006) používají teplotně-vlhkostní index ke stanovení teplotního komfortu, kdy THI, který se rovná nebo mírně přesahuje 72 (odpovídá 25 °C a 50 % relativní vlhkosti) je obecně považován za horní rozhodující teplotu prostředí pro dojnice, jejímž překročením je způsoben pokles v mléčné užitkovosti. Produkce mléka není ovlivněna pokud THI nabývá hodnot 35–72, po dosažení hodnoty 72 začne klesat příjem sušiny a produkce mléka. Tepelný stres je zároveň spojen se změnami ve složení mléka, počtem somatických buněk, frekvencí mastitid, hladinou kortizolu a hormonů štítné žlázy (BOURAOUI A KOL., 2002).

SCHÜLLER A KOL. (2014) definuje práh THI pro tepelný stres a jeho účinek na míru zabřezávání, jako hodnotu 73. Účinky nicméně byly pozorovány už při nižších hodnotách THI. V tomto období klesla koncepční míra z 31 % na 12 %. Za posledních 60 let klesla míra koncepce po celém světě z 55 % na 35 %.

BOURAOUI A KOL. (2002) svým výzkumem také potvrdili, že tento index negativně koreluje s produkcí mléka a příjmem sušiny. Pokud se THI zvýšil z 68 na 78, tak se snížila produkce mléka o 21 % a příjem sušiny klesl o 9,6 %. KAUFMAN A KOL. (2018) provedli měření, ve kterém porovnávali rektální a vaginální teplotu krav ve vztahu k THI. Bylo zjištěno, že vaginální teplota vykazovala těsnější vztah s THI než teplota rektální a mohla být tedy použita k určení tepelného zatížení zvířat.

Obrázek 2: Závislost THI na teplotě a vlhkosti vzduchu

Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	61	61	62	62	62	63	63	63	64	64	64
20	62	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68
22	64	65	66	66	67	68	69	69	70	71	72
24	66	67	68	68	69	70	71	72	73	74	75
26	67	68	70	71	72	73	74	75	76	78	79
28	69	70	72	73	74	76	77	78	80	81	82
30	70	72	74	75	77	78	80	81	83	84	86
32	72	74	76	77	79	81	83	84	86	88	90
34	74	76	78	79	81	83	85	87	89	91	93
36	75	77	80	82	84	86	88	90	92	95	97
38	77	79	82	84	86	89	91	93	96	98	100
40	78	81	84	86	89	91	94	96	99	101	104
42	80	83	86	88	91	94	97	99	102	105	108
44	82	85	88	90	93	96	99	102	105	108	111
46	83	86	90	93	96	99	102	105	108	112	115
48	85	88	92	95	98	102	105	108	112	115	118
50	86	90	94	97	101	104	108	111	115	118	122
Zóna pohody					> 71						
Zóna mírného stresu					72-77						
Zóna silného stresu					78-88						
Zóna extrémně silného stresu					89-98						
Smrtící zóna					< 99						

(ARMSTRONG, 1994)

2.1.4 Světlo

Jednou z hlavních podmínek pro život většiny organismů je světlo (DOLEJŠ A KOL., 2007). Světlo představuje viditelnou část spektra slunečního záření v oblasti vlnových délek v rozmezí 260 – 760 nm. Nejdůležitějším přírodním procesem závislým na světle je fotosyntéza rostlin. Světlo však ovlivňuje i chování živočichů, a to svou kvalitou (vlnovou délkou), intenzitou (energetickou vydatností) a délkou působení (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

Periodicky se opakující faktory vnitřního i zevního prostředí (tzv. synchronizátory) ovlivňují průběh biorytmů. Je nepochybné, že vznik a průběh biorytmů je výrazně ovlivňován a modifikován světelným režimem (fotoperiodismem) (JELÍNEK A KOUDELA, 2003).

Střídání dne a noci, přesněji střídání světlé a tmavé fáze, vyvolává u většiny živočichů čtyřadvacetihodinové (cirkadiánní) rytmy. Trvají okolo 24 hodin a jsou udržovány určitým vnitřním rytmem. Takovým rytmům říkáme biologické hodiny. Během 24 hodin jsou živočichové aktivní v určitou dobu, v jinou dobu zase odpočívají. Podle toho lze rozlišit druhy monofázické – během 24 hodin mají jednu aktivní fázi a jednu odpočinkovou, difázické druhy mají dvě aktivní fáze a dvě odpočinkové a polyfázické s mnoha střídajícími se fázemi aktivity a odpočinku (LOSOS, 1984).

Dle CHLOUPKA A SUCHÉHO (2008) mohou být biorytmy vyvolány i změnami teploty nebo vlhkosti, pokud se tyto změny vyznačují určitou pravidelností. Světlo působí na pohlavní funkce prostřednictvím neurohumorální regulační soustavy, uplatňuje se drážděním sítnice přes opticko – hypotalamo – hypofyzární soustavu.

DOLEJŠ A KOL. (2007) zjistili, že informace o problematice světla u dojnic se soustřeďují do 3 významných oblastí. Je to změna fotoperiodicity u krav stojících na sucho, eliminace tepelného stresu časovým posunutím krmení do nočních hodin (subtropické oblasti – USA a Izrael) a manipulace s poměrem délky trvání světla a tmy během 24 hodin. Většinou je uvedený poměr vyjádřen jako režim dlouhého dne (DD = 16:8), nebo krátkého dne (KD = 8:16).

Jak uvádějí DAHL A KOL. (2002) u skotu, ale i jiných druhů zvířat, redukuje zvýšená expozice ke světlu sekreci melatoninu. Zvyšuje se cirkulace prolaktinu a koncentrace inzulinu IGF-I. Bylo zaznamenáno, že režim DD snižuje metabolické poruchy.

ŠÍSTKOVÁ A KOL. (2010) napsali, že krávy preferují osvětlená místa před temnými. Lepší osvětlení a vizuální kontakt mezi krávami přispívá k budování hierarchie a prevence traumat.

2.1.4.1 Intenzita světla

Jakmile se rozední a určitá intenzita světla dopadne na sítnici oka, nervy dojnice vyšlou signál k hypofýze mozku ke snížení hladiny hormonu melatoninu. Tento hormon vyvolává stav ospalosti, zvyšuje procento tělního tuku a působí rušivě na produkční schopnosti zvířat. Když se hladina melatoninu sníží, hladina hormonů prolaktinu (PRL) a inzulinu jako IGF-I (Insulin like growth factor I) se v krvi zvýší. Hormon IGF-I funguje jako stimulátor vyšší aktivity zvířat, která se následně projevuje i zvýšeným

příjmem krmiv, a tím i produkce mléka. Proto více světla znamená i stimul k vyšší produkci mléka (HAVLÍK, 2010).

STANĚK (2012) se domnívá, že osvětlení stáje, resp. životní zóny laktujících krav by se v průběhu celého roku mělo pohybovat na úrovni 200 luxů (lx). S tím souhlasí i HULSEN (2011), který napsal, že tyto podmínky stimulují produkci mléka a dochází k lepším projevům říje. Dle ŘÍHY (1996) se krávy ustájené ve tmě hůře říjely nebo se neříjely vůbec.

Pro stimulaci biorytmu potřebuje skot více světla než pro běžné vidění. HOUSE (2006) zjistil, že dostačující úroveň osvětlení pro dojnice je 150 až 200 lx a dodává, že krávy zareagují na prodloužení fotoperiody zvýšením mléčné produkce za 2-4 týdny.

DAHL (2003) a HULSEN (2011) se shodují na tom, že je nutné, aby při periodě tmy (6-8 hod. u dojnic v laktaci) nepřekračovala úroveň osvětlení stáje 50 lx, protože to je hraniční hodnota, která kravám nenarušuje fyziologické funkce v těle a zároveň připomíná, že toto osvětlení je pro chovatele, aby mohl stádo pozorovat celých 24 hodin. Při nepřetržitém světelném režimu zvířata ztrácí schopnost sledovat délku dne a vytrácí se cirkadiánní rytmy. U skotu se tedy nepřetržité osvětlení nedoporučuje (DAHL A KOL., 2000). JOSEFSSON (2008) doplňuje, že během periody tmy může být použito červeně zabarvené světlo, které dojnice neruší.

2.1.4.2 Světelný režim

Délka světelného dne je jedním z faktorů, které ovlivňují mléčnou užitkovost. DAHL A KOL. (1997) zjistili, že při 18 hodinách světla a 6 hodinách tmy se mléčná užitkovost zvýšila vzhledem k přirozené fotoperiodě ($36,1 \pm 0,6$, resp. $33,9 \pm 0,6$ kg mléka za den). To potvrzují i REKSEN A KOL. (1999), kteří analyzovali záznamy z 1 538 stád v Norsku. Dojnice zde byly vystaveny různým délkám trvání fotoperiody (11,7 – 21,5 hod.). Bylo zjištěno, že krávy, které byly vystaveny delší fotoperiodě, vyrobily více mléka.

AHARONI A KOL.(2002) provedli rozsáhlý průzkum v Georgii (USA) a v Izraeli, při kterém zjistili, že délka dne měla pozitivní vliv na produkci mléka, ale negativní vliv na obsah proteinů v mléce.

DAHL A KOL. (2004) jsou názoru, že fotoperiodický management ve spojení se zvýšenou frekvencí dojení počátkem laktace nabízí neinvazní metody ke zvýšení produkce a zlepšení zdravotního stavu dojnic. Integrace strategií, tj. řízení teploty a

stresu není obtížné, ale vyžaduje věnovat pozornost detailům krmení, ustájení a pohybu zvířat.

Skot patří mezi denní druhy zvířat se sezónním rytmem. COUFALÍK (2013) zjistil, že ideálním obdobím pro poslední fázi březosti a období stání na sucho je zimní období (8 hodin světla a 16 hodin tmy). Naopak pro laktaci je vhodné letní období (14 – 16 hodin světla a minimálně 6 hodin tmy). DAHL A KOL. (2000) napsali, že po prodloužení fotoperiody laktujících krav z 12 hodin (krátká denní perioda) na 16 – 18 hodin (dlouhá denní perioda) se zvýšila denní produkce mléka na jednu dojnici o 2,5 kg.

Účinky fotoperiody na plodnost jsou známy u mnoha druhů zvířat (koně, ovce – sezónní říje, drůbež – produkce vajec). U skotu nehovoříme o sezónní říji, ale přesto i zde existují výkyvy v průběhu roku. Obecně plemenice otelené v zimě se déle navrací k pravidelnému estrálnímu cyklu než plemenice otelené v létě. Také roční období, ve kterém se tele narodí, má vliv na jeho růst a vývoj. Jalovice narozené v létě dosahují dříve puberty (DAHL A KOL., 2000).

Prodloužená fotoperioda ovlivňuje také přírůstek a rozvoj mléčné žlázy. Jalovice by proto měly být vystaveny dlouhé denní periodě (DAHL A PETTITCLERC, 2003).

Bylo prokázáno, že dlouhé dny mají pozitivní vliv na zvýšenou cirkulaci prolaktinu (PRL), naproti tomu jeho produkce klesá při krátké denní periodě. Zajímavé je, že pokud podáme prolaktin exogenně, pak se jeho efekt zvýšení produkce nedostaví. Zároveň může být hladina prolaktinu ovlivňována negativně nízkými teplotami, pokud ale dojnice byly vystaveny v chladných teplotách dlouhé denní periodě, zvýšení produkce se přesto dostavilo (DAHL A KOL., 2000).

DAHL A PETTITCLERC (2003) ve svém experimentu s délkou fotoperiody u dojníc v laktaci a dojníc stojících na sucho zjistili, že dojnice reagovaly na prodloužení fotoperiody v jakékoliv fázi laktace zvýšením užitkovosti. Reakce se rozvíjí postupně a typický projev se dostaví po 3–4 týdnech. Suchostojné krávy, které byly vystaveny krátké fotoperiodě, produkovaly o 3, 1 kg mléka na den více.

To potvrzují i AUCTIONG A KOL. (2005), kteří zjistili, že dojnice vystavené krátké denní fotoperiodě v období stání na sucho produkovaly výrazně více mléka při laktaci než dojnice vystavené dlouhé denní fotoperiodě v tomtéž období.

2.2 Organismus a prostředí

2.2.1 Biorytmy

Biorytmy jsou považovány za soustavné opakování určitého procesu v pravidelných intervalech. Biorytmy probíhají na různých úrovních organizovanosti živočichů a patří k základním vlastnostem života (JELÍNEK A KOL., 2003).

Dle HROUZE A KOL. (2007) je živý organismus systém mnoha periodických cyklů, které jsou označovány jako biorytmy.

2.2.2 Cirkadiánní rytmy

Biorytmy jsou považovány za soustavné opakování určitého procesu v pravidelných intervalech. Probíhají na různých úrovních organizovanosti živočichů a patří k základním vlastnostem života. Rytmy se střední frekvencí periody, které trvají 20-28 hodin se nazývají cirkadiánní (JELÍNEK A KOL., 2003).

Životní projevy se v rámci dvou hlavních časových úseků - dne a noci - systematicky člení. Členění životních projevů je výrazně ovlivňováno technologií chovu (HROUZ A KOL., 2007).

Dle DOLEŽALA A STAŇKA (2015) má skot výrazný cirkadiánní rytmus, ve kterém jsou aktivity soustředěny na příjem potravy, odpočinek, přežvykování a další. Rutina těchto úkonů probíhá každý den ve stejných časech. Tyto rytmy je obtížné změnit, a proto mohou vznikat problémy v důsledku chovatelské nekázně při rutinních pracovních operacích.

LEFCOURT A KOL. (1999) při svém výzkumu došli k závěru, že pokud jsou zvířata aklimatizována do pevně řízeného prostředí a časté odběry vzorků krve jsou prováděny s minimálním zásahem, je možné detekovat rytmy vlastní regulace metabolických proměnných. Při monitorování cyklů inzulínu a močoviny u dojnic bylo zjištěno, že cykly vrcholily v 17:43 hodin s amplitudou 0,74 ng/ml pro inzulín a 10:34 hodin s amplitudou 3,83 mM pro močovinu. To potvrdily i četné zahraniční studie, ve kterých bylo prokázáno, že dojnice mají cirkadiánní kolísání tělesné teploty (WRENN A KOL., 1961; BITMAN A KOL. 1984; ARAKI A KOL. 1987; LEFCOURT A KOL. 1989; BERRY A KOL., 2003).

BITMAN A KOL. (1984) sledovali cirkadiánní rytmy teploty vemene, hlavy a těla u šesti dojnic, z toho tři byly v raném a tři v pozdním stádiu laktace. Teplota hlavy úzce

korelovala s tělesnou teplotou (teplota těla a vemena byla $38,8 \pm 0,1$ °C). U pěti ze šesti krav bylo potvrzeno pravidelné kolísání teploty během 24 hodin. Minimální teplota byla zaznamenána mezi 09:30 a 11:00 hodin, zvýšení 1,0 °C od 12:00 do 13:00 hodin, pokles o 1 °C od 20:00 do 22:00 hodin, minimální teploty byly naměřeny mezi 21:00 a 22:00 hodin. Konstantní teplota byla zjištěna od 23:00 do 08:00 hodin (maxima na minimum, $1,23 \pm 0,09$ °C). Autoři dodávají, že rytmicita teploty vemene a těla by měla být zvážena při výzkumu chronobiologie sekrece mléka a mastitidy. KENDALL A WEBSTER (2009) zaznamenali nejvyšší denní rozsah výkyvů tělesné teploty v pozdním létě, a to zejména u krav vysokoprodukčních. Mezi sledovanými dojnými plemeny nebyl zjištěn žádný rozdíl v cirkadiánních rytmech.

GORDON A MCALLISTER (1970) uskutečnili pokus o návyk na 16 hodinový rytmus na behaviorální úrovni. Autoři konstatovali, že zvířata 16 hodinový rytmus nepřijala.

2.2.3 Adaptace a aklimatizace

Adaptace (přizpůsobení) patří k charakteristickým vlastnostem živé hmoty. Umožňuje zabezpečovat dynamickou rovnováhu živočišného organismu účelným přizpůsobováním podmínkám vnějšího prostředí. Během vývoje účinně přispívaly biotické i abiotické adaptační faktory k vytváření morfolplastických, fyzioplastických a ektoplastických změn, tzn. účelně se adaptovaly morfologické struktury, fyziologické funkce i formy chování (JELÍNEK A KOL., 2003).

Schopnost adaptace skotu na změnu podmínek je mnohostranná. V první řadě začíná morfologicko-fyziologická adaptace a až poté genetická adaptace. Adaptace morfologicko-fyziologická vede ke změnám v chování zvířat a k anatomickým, morfologickým, biochemickým a fyziologickým změnám. Genetická adaptace pak k dědičným změnám určitých vlastností, které umožňují existenci populace v nových podmínkách (KOVALČIKOVÁ A KOVALČIK, 1974).

Skot se na změnu podmínek adaptuje poměrně dlouhou dobu. Mezi plemeny jsou velké rozdíly v adaptaci. Nejkratší doba pro adaptaci se uvádí 120 dní (BUKVAJ, 1988).

Dle DRACKLEYE A KOL. (2005) podstupují dojnice významné adaptativní změny několikrát během života, přičemž mezi nejzásadnější řadíme přechod od konce březosti do začátku laktace.

Při změně podnebí se nejvýrazněji uplatňují tepelné projevy. Aklimatizace neboli přizpůsobivost je základní vlastnost skotu, kdy je organismus neustále nucen se přizpůsobovat změnám prostředí. Aklimatizace je tedy schopnost přizpůsobit se teplu nebo chladu (SOVA A KOL., 1981). Při vysokých teplotách nastávají u zvířat určité změny v chování. Tyto změny označuje jako tzv. etologickou adaptaci (ZEJDOVÁ A KOL., 2014).

SHEARER A KOL. (1999) došli k závěru, že pokud jsou dojnice dlouhodobě vystaveny působení extrémních podmínek a musí soustředit energii na zvýšení termoregulační činnosti, úměrně tomu se snižuje jejich produkce.

BUKVAJ (1988) také uvedl, že již v době nitroděložního vývoje se vyvíjí tepelně izolační kryt těla skotu v souvislosti s teplotními podmínkami, jimž se přizpůsobovala v době gravidity matka.

Adaptace na intenzivní výrobní systémy však může ohrozit zdraví a dobré životní podmínky dojnic a následně zvýšit výskyt metabolických a infekčních onemocnění. Navíc současný fenomén změny klimatu představuje další výzvu pro produkci skotu, neboť snižuje dostupnost pastvin a krmiv. Zvýšení prevalence extrémních teplot může také přispět k narušení optimálního zdraví a pohody (HENRY A KOL., 2012).

2.2.4 Stres

Dle JELÍNKA A KOL. (2003) lze stres definovat jako soubor regulačních mechanismů nastupujících při ohrožení homeostázy. Jedná se o reakce organismu na vnitřní nebo zevní změny, které narušují klidový chod životních funkcí.

MÖSTL A PALME (2002) napsali, že pokud je organismus vystaven působení stresoru, spustí se stresová odpověď. Je to komplex nespecifických fyziologických, hormonálních a behaviorálních odpovědí, který má za úkol ochránit jedince před nežádoucími vlivy stresoru. Odpověď na stres obvykle vede ke změnám endokrinních a metabolických pochodů v organismu a probíhá jak na úrovni jednotlivých buněk, tak i na úrovni organismu jako celku. Jsou to vysoce konzervativní reakce a probíhají u většiny taxonů obratlovců. Stres probíhá ve třech stádiích, která označujeme jako stádium poplachové reakce, stádium rezistence (odolnosti) a stádium vyčerpání (SOVA A KOL., 1990).

1. Poplachová reakce mobilizuje všechny rezervy v těle k „útoky nebo útěku“, optimalizuje krevní oběh a ovlivňuje distribuci iontu na cytoplazmatických membránách.

Poplachová reakce je dvojstupňová a skládá se z fáze šoku a protišoku. Při šoku se vyvíjí srdeční slabost, deprese, klesá tlak krve, dochází k vazokonstrikci, bradykardii a leukopenii, klesá koncentrace plazmatické glukózy, klesá koncentrace Na^+ a zvyšuje se koncentrace K^+ iontů.

V etapě protišoku se zvyšují koncentrace adrenalinu a noradrenalinu a pozorujeme tachykardii a vzestup krevního tlaku. Vytváří se hyperglykemie a zvyšují se koncentrace těkavých mastných kyselin. Z hypotalamu se uvolňuje kortikoliberin, který stimuluje inkreci adenohipofyzárního kortikotropinu, který podmiňuje v kůře nadledvin uvolňování kortizolu a kortikosteronu.

2. Pro stádium odolnosti je příznačné, že stresory sice dále působí, ale organismus se však stresu přizpůsobil a zátěž zvládl. Pro stádium odolnosti je charakteristická hypoplazie brzlíku a mizních uzlin.
3. Pokud se stresovaný živočich nestačil vypořádat se stresem, nezískává k němu odolnost a vyvíjí se stádium vyčerpání. Stresory stále silně působí, dochází k vyčerpání zásob cholesterolu a kyseliny askorbové, pro kůru nadledvin je charakteristické její vyčerpání, což vede k metabolickému zhroucení a nakonec ke smrti (JELÍNEK A KOL., 2003).

Stres je možné prokázat pomocí hormonálních změn, změn v krevním obrazu, zvýšenou činností orgánů, která vede ke zrychlené frekvenci dechu a tepu, pocení, zvýšení tělesné teploty a krevního tlaku. Stres je primárně obrannou reakcí s pozitivním výsledkem. Pokud je ale příliš intenzivní nebo dlouhodobý, pak má negativní vliv na organismus (PLJAŠČENKO A SIDOROV, 1986). Stresová reakce je mnohorozměrová a probíhá v různých stupních. Typickou vlastností stresoru je jeho relativnost, což znamená, že určitý podnět vyvolává rozdílnou intenzitu odpovědi. Stresogenně může působit i inhibice nebo absence podnětů (SKŘIVÁNEK A KOL., 2002).

MARKIEWICZ-KESZYCKA A KOL. (2014) uvedli, že každý druh stresu má nepříznivý vliv na zdravotní stav, výnos, kvalitu mléka a na reprodukční vlastnosti vysokoprodukčních krav. Nežádoucí účinky stresu lze minimalizovat nebo eliminovat úpravou obecných podmínek vnějšího prostředí.

2.2.4.1 Tepelný stres

Tepelný stres vzniká vždy, když je výdej tepla z organismu nižší než jeho příjem z okolního prostředí a vnitřního tepla, vznikajícího fermentací v bachoru (COUFALÍK, 2013).

BROUČEK A KOL. (2008) uvedli, že indikátorem tepelného stresu je zvýšená frekvence dýchání nad 80 dechů za minutu. S tím souhlasí i MACHÁLEK A ŠIMON (2013), kteří došli k závěru, že při vyšších teplotách začínají dojnice intenzivněji regulovat tělesnou teplotu hlavně rozšířením cév, zrychleným dýcháním a tepovou frekvencí. Současně dochází k snížení příjmu potravy.

Při vysokých teplotách dojnice zvyšují příjem vody, omezují pohyb a potí se. Tepelný stres přináší okamžité snížení užitkovosti až o 25 %, zvýšení počtu somatických buněk v mléce, zvýšení rizika onemocnění a při dlouhodobém působení i riziko úhynu (DAHL A PTITCLERC, 2003).

TOMPHSON A DAHL (2012) považují tepelný stres za velice významný faktor, který negativně ovlivňuje mléčnou užitkovost, plodnost, délku březosti, porodní hmotnost telat a imunitní funkce organismu. Dle DE RENSISE A KOL. (2015) patří mezi klinické příznaky tepelného stresu - letargie, rychlé mělké dýchání, snížení příjmu krmiva, snížení plodnosti a produkce mléka. DIKMEN A HANSEN (2009) uvedli, že kromě teplot, ovlivňuje stálou tělesnou teplotu také vlhkost a proudění vzduchu, ty však ovlivňují především latentní tepelné ztráty.

Tepelný stres postihuje 60 % populace skotu na světě. I přes využití chladicích systémů se stále snižuje plodnost skotu. Dále bylo zjištěno, že se jeho účinky projevují ještě i na počátku podzimních měsíců (WOLFENSON A KOL., 2000). BROUČEK A KOL. (2008) zkoumali problematiku tepelného stresu u holštýnského skotu a zjistili, že příjem sušiny klesá až o 25 % a produkce mléka se sníží o 10–20 %. Jako kritickou hodnotu teploty stájového prostředí pro vysokoužitkové dojnice stanovili 21 °C. Dojnice v laktaci vytváří velké množství metabolického tepla a navíc v sobě kumuluje teplo ze slunečního záření. V kombinaci s nedostatečným ochlazováním dochází ke zvýšení tělesné teploty a ke snížení mléčné produkce (WEST, 2003). Právě vysokoužitkové dojnice jsou nejvíce ovlivněny tímto stresem, protože jeho tolerance se snižuje se zvyšující se dojivostí a příjmem sušiny (SCHÜLLER A KOL., 2014).

Dle TOPIČE (2013) tepelný stres snáší nejhůře dojnice v první třetině laktace, kdy produkují nejvíce mléka. Černostrakaté plemence těžce nesou teploty vyšší než 20 °C,

kdy kromě jiného potlačují projevy říje (DOKTOROVÁ, 2003). LEE (1993) potvrdil výskyt tichých říjí a zároveň zjistil, že dochází ke zhoršení plodnosti, mění se délka estrálního cyklu, snižuje se procento oplodněných dojnic, zvyšuje se inseminační index a tím se prodlužuje servis perioda a mezidobí. Naopak BÜLLBÜL A ATAMAN (2009) došli k závěru, že teploty do 23 °C neměly negativní vliv na ovariální aktivitu.

Zvířata jsou dle COLLIERA A KOL (1982) nejvíce citlivá na vysoké teploty první dva dny po zapuštění, ale vysoké teploty prostředí v době poslední třetiny březosti mohou ovlivnit rychlost průtoku krve a koncentraci hormonů v organismu matky a plodu. V mlezivu se snižuje množství imunoglobulinů a tím se oslabuje imunitní systém. Následkem je snížená porodní hmotnost telat a horší životaschopnost, což se projevuje opožděným vstáváním a sáním mleziva.

GARSÍA-ISPIERZO A KOL. (2007) napsal, že pro vysokoužitkové dojnice je působení klimatických faktorů rizikové jeden den před inseminací a tři dny po ní.

Problematikou tepelného stresu se zabývali i KADZERE A KOL. (2002), kteří prováděli výzkum v Americe. Zjistili, že během letních měsíců dochází ke snížení produkce mléka, tento pokles je ovlivněn vysokými teplotami ve stájích. Tepelný stres dle autorů brání obrovskému genetickému pokroku ve výrobě mléka.

HANSEN (2009) uvedl, že genetická adaptace na tepelný stres je možná, jde o regulaci tělesné teploty a buněčné odolnosti proti zvýšené teplotě.

V přírodě je během letních měsíců tepelné napětí téměř chronické a k jeho snížení dochází pouze v nočních hodinách. Krávy určené k produkci mléka vytváří velké množství metabolického tepla. Výroba tepla a jeho akumulace, spolu se snahou o termoregulaci způsobuje, že tepelná zátěž u krávy se zvýší až na takový bod, že klesá příjem krmiva a nakonec klesne i produkce mléka (WEST, 2003).

BEEDE A COLLIER (1986) vytvořili tři strategie managementu stáda, aby byly minimalizovány účinky tepelného stresu:

- 1) úprava prostředí (stínování, chlazení),
- 2) genetický vývoj tolerantních plemen,
- 3) zlepšení managementu výživy.

Kombinace těchto postupů je nezbytná k optimalizaci produkce dojnic v horkém a vlhkém podnebí. Důraz by měl být kladen především na genetický vývoj tolerantních plemen s vysokou mléčnou užitkovostí, protože neustále dochází ke změnám spojeným s globálním oteplováním.

Tepelný stres je hlavním faktorem, který přispívá ke špatnému zabřezávání dojníc během letních měsíců (AL-KATANANI A KOL., 1999). Zabřezávání během letních měsíců může být o 20 až 30 % nižší v porovnání se zimními měsíci (DE RENSIS A KOL., 2002).

SKIBIEL A KOL. (2018) zjistili, že výtěžnost mléka je významně nižší u dojníc na první laktaci, které byly vystaveny k tepelnému stresu během intrauterinního vývoje. Mechanismy, které ovlivňují intrauterinní účinky tepelného stresu na budoucí laktaci potomka, ještě nejsou zcela objasněny. Autoři předpokládají hypotézu, že tepelný stres způsobený nitroděložním prostředím změni mikrostrukturu mléčné žlázy a buněčné procesy spojené s obměnou buněk během první laktace krav.

DO AMARAL A KOL. (2009) napsali, že tepelný stres ohrožuje nejen dojnice v laktaci, ale má negativní vliv i na fyziologii krav stojících na sucho a jejich následnou laktaci. In vivo, bylo zjištěno, že tepelný stres snižuje proliferaci buněk mléčné žlázy v období stání na sucho (TAO A KOL., 2011). U dojených krav se období stání na sucho (šesti až osmi týdenní pauza mezi laktacemi) shoduje s pozdní březostí, což je důležitá fáze růstu a vývoje plodu. Během posledních dvou měsíců březosti plod roste nejrychleji a akumuluje přibližně 60% své porodní hmotnosti (BAUMAN A CURRIE, 1980). Telata narozená plemenicím, které byly při stání na sucho vystaveny vysokým teplotám, mají v porovnání s ostatními nižší hmotnost a narušenou imunitní funkci (SKIBIEL A KOL., 2017). Kromě toho tyto jalovice následně na první laktaci produkují méně mléka než jalovice, jejichž matky nebyly vystaveny během březosti vysokým teplotám (MONTEIRO A KOL., 2016). Tato zjištění naznačují vliv intrauterinního prostředí na následné laktace ještě nenarozených jalovic.

2.2.4.2 Chladový stres

Vysoká produkce mléka je spojena s vysokou produkcí tepla. Nicméně pokud teplota prostředí klesne pod určitou hranici a zároveň dochází k nadměrnému proudění vzduchu, jsou krávy nuceny vyvinout určité úsilí, k udržení správné teploty těla a vyhnout se tak podchlazení (BROUČEK A KOL., 1991). S tím souhlasí i KURSA A KOL. (1998), kteří uvedli, že zvířecí organismus s konstantní tělesnou teplotou může okamžitě reagovat na změny teploty prostředí, která ovlivňuje jejich užitkovost nebo v extrémních případech i zdraví.

Dle BROUČKA A KOL.(1991) je jedním z těchto termoregulačních mechanismů větší zhuštění srsti. Nadměrné chlazení kravských těl může vést k nadměrné snaze o termoregulaci, zároveň také ke snížení plodnosti a v neposlední řadě nižší produkci mléka, která je ale doprovázena zvýšeným příjmem krmiva.

U laktujících krav snižují nízké okolní teploty mléčnou užitkovost, což má největší vliv v počátečních fázích laktace (YOUNG, 1981).

Nervový systém evokuje tři hlavní fyziologické reakce na chladový stres:

1. zvýšená tvorba metabolického tepla,
2. zvýšená srdeční činnost a redistribuce průtoku krve,
3. mobilizace substrátů pro mastné kyseliny z tukové tkáně (GIRARDIER A STOCK, 1983).

VOKŘÁLOVÁ A KOL. (2007) napsali, že dojnice mohou začít projevoval známky chladového stresu, pokud jsou vystaveny teplotám mimo termoneutrální zónu, tj. ve stavu, kdy teplota klesá pod 0 °C. DOLEŽAL A STANĚK (2015) uvedli, že u dojnic nastává pokles užitkovosti při poklesu teploty prostředí pod -12 °C.

Problematika chladového stresu se dle KADZERE A KOL. (2002) týká především skotu, který je celoročně chován na pastvině. Může se však vyskytnout i ve stájích s volným ustájením, které jsou po obvodu opatřeny svinovacími plachtami. Mikroklima stáje je ale ovlivněno hlavně teplotou, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu. Zmírnit pocity chladu během mrazů může sluneční záření, které pronikne prosvětlovacími pásy v nestínovaných oblastech stáje.

2.2.5 Termoneutrální zóna

Termoneutrální zónu lze chápat, jako zónu optimálních termálně neutrálních period, které jsou charakteristické minimálním tepelným výdejem těl zvířat při normální rektální teplotě. JÍLEK A KOL. (2003) napsali, že jde o teploty, ve kterých se ustaluje rovnováha mezi teplem vyprodukovaným a teplem vydaným do okolí, a to samovolně, aniž by se aktivovaly termoregulační mechanismy. Nazývá se také zónou tepelné pohody neboli komfortní zónou. Tohoto stavu skot dosahuje při teplotách do 21 °C. Pokud se zvíře pohybuje v termoneutrální zóně, může dosahovat maximální produkce při minimálním fyziologickém výdeji (KADZERE A KOL., 2002). To potvrdili i JÍLEK A KOL. (2003), kteří uvedli, že termoneutrální teploty mají pro odchov hospodářských

zvířat značný význam. Znalosti o nich jsou proto nezbytnou součástí tvorby welfare čili optimálního životního prostředí.

Dle LEONARDA (1985) je rozmezí termoneutrální zóny (od spodní kritické teploty do horní kritické teploty) ovlivněno především věkem, plemennou příslušností, příjmem krmiva, skladbou krmné dávky a chování zvířat.

Termoneutrální zóna pro dojnice bývá udávána v rozmezí - 5 až + 24 °C, v níž je dosahována maximální produkce mléka (LITSCHMANN A MASAŘÍK, 2006). Ale názory autorů na rozmezí termoneutrální zóny se výrazně liší. Dle KLABZUBY A KOŽNAROVÉ (2002) je to ve volných stájích pro dojnice 4 až 10 °C. HAUPTMAN A KOL. (1972) označil jako termoneutrální zónu - 10 až + 24 °C. AGGARWAL A UPADHYAY (2013) napsali, že termoneutrální zóna pro holštýnský skot je do 21 °C. Teplotní optimum pro dojnice je - 4 až + 12 °C (DAMM, 1997).

2.2.6 Termoregulace

Termoregulace homoiotermních organismů probíhá na třech úrovních, a to reflexní, fyzikální a chemické.

Reflexní termoregulace se spouští na základě informací z tepelných receptorů, uložených hluboko v kůži. Informace jsou předávány do termoregulačního centra v hypothalamu. Na jejich základě termoregulační centrum zajišťuje funkce sloužící buď k redukci tepelných ztrát a zvýšení tepelné produkce v prostředí chladném, nebo zvyšují výdej tepla a snižují tepelnou produkci v horkém prostředí. Do reflexní termoregulace zahrnujeme tři pochody, a sice regulaci přítoku krve, změnu účinné plochy povrchu těla a regulaci izolační vrstvy styčné se vzduchem (KURSA A KOL., 1998).

Fyzikální regulace je dle DOLEŽALA A KOL. (2005) schopnost zvířat regulovat výdej tepla z organismu. STRAPÁK A KOL. (2013), napsali, že je tato činnost zabezpečena např. rozšířením, respektive zúžením cév v kůži, odpařováním tělních tekutin kůží, pocením, zježením srsti a podobně.

Chemickou termoregulací lze nazvat schopnost zvýšit nebo snížit v organismu produkci tepla DOLEŽAL A KOL. (2005).

2.2.6.2 Výdej tepla z organismu

Teplo se v těle nemůže dlouhodoběji shromažďovat, ale ani nekontrolovaně unikat. Rovnováha mezi jeho výdejem a produkcí je základní podmínkou pro udržení homeotermie. Teplo se tvoří v tělesném jádru a dostává se na povrch těla. Po překonání bariéry přechází do okolí. Z toho lze vyvodit, že ztráty tepla jsou závislé především na tepelném gradientu, tj. rozdílu teploty těla teploty prostředí, dále na kvalitě tepelné izolace a velikosti povrchu těla (JELÍNEK A KOL., 2003).

Dle CHLOUPKA A SUCHÉHO (2008) existují různé fyzikální a chemické mechanismy, které zajišťují výdej tepla z organismu. Mezi mechanismy fyzikální termoregulace patří:

Evaporace – což je odpařování vody z povrchu těla, plic a dýchacích cest. Tato forma výdeje tepla je velmi účinnou složkou termoregulace, zvláště při teplotách nad 30 °C. U zvířat při odpočinku se takto ztrácí 25 % tepla. U jedinců s potními žlázami je pozorovatelné odpařování vody – potu (*perspiratio sensibilis*). JELÍNEK A KOL. (2003) doplňují, že k tomuto procesu dochází v teplotách, které překračují horní mez termoneutrality. Odpar potu se pak stává jediným významným a často jediným mechanismem tepelného výdeje. REECE (1998) napsal, že u skotu je termická polypnoe doprovázena zvýšenou salivací. Sekrece slin a jejich odtok z tlamy zvyšuje účinnost ochlazování evaporací. Ztráta slin odpařováním a slintáním může mít však za následek metabolickou acidózu. Acidóza je nejčastěji se vyskytující porucha trávení, která je velmi úzce spojena s produkcí mléka (NAGARAJA A KOL., 2007). Metabolická acidóza, způsobená nadměrnou salivací je charakteristická ztrátou hydrogenuhličitanu sodného a pufrových fosfátů, které jsou obsaženy ve slinách přežvýkavců (REECE, 1998).

Mezi další možnosti výdeje tepla z organismu patří radiace (vyzařování). Vyzařování nastává při rozdílných teplotách dvou předmětů, které se vzájemně nedotýkají. Z povrchu těla vyzařuje teplo k okolnímu chladnějšímu prostředí. Suchý vzduch radiační teplo (infračervené záření) nepohlcuje, zatímco vlhký vzduch ano (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

Během kondukce teplo proudí z teplého na studený předmět nebo organismus. Tato metoda výdeje tepla je podmíněna fyzickým kontaktem s okolním prostředím (PEJMAN A KOL., 2012). Kondukce je založena na přímém kontaktu mezi krávou ležící na určitém povrchu (vodní matrace, podestýlka), který umožňuje přenos tepla z krávy na ochlazený povrch. Vodivé chlazení je novou technologií, která má potenciál snížit

spotřebu energie a vody při chlazení dojníc v porovnání s některými současnými postupy KIFLE (2016).

Při konvenci je teplo přiváděno nebo odváděno proudícím vzduchem. Předávání tepla je závislé na rychlosti proudění okolního vzduchu, jeho vlhkosti a rozdílu teplot (JELÍNEK A KOL., 2003).

Dle WANGA A KOL. (2018) může efektivní ventilační systém zmírnit tepelné namáhání dojníc tím, že zvyšuje rychlost, při které se teplo přenáší konvekčně od krávy do vzduchu.

Chemická termoregulace se spouští, jestliže v chladném prostředí klesá teplota tělesného jádra. Při poklesu této teploty pod teplotu kritickou se uvolňují glykogenové rezervy a zvyšuje se energetický metabolismus za současného zvýšení potřeby kyslíku. Při vyšších teplotách se naopak metabolismus snižuje, tím se sníží i oxidační pochody a spotřeba kyslíku, což může vést až ke snížení užitkovosti.

U skotu se odhaduje výdej tepla přibližně v poměru: evaporace 20 %, radiace 10 % a konvekce 70 % (CHLOUPEK A SUCHÝ, 2008).

2.2.7 Chovatelské možnosti eliminace tepelného stresu

DAS A KOL. (2016) uvedli, že teplota povrchu Země se za poslední desetiletí zvýšila o 0,2 °C a zároveň doplňují, že se teplota zemského povrchu zvýší do roku 2100 o 1,4-5,8 °C.

SILANIKOVE A KOLUMAN (2015) ve své studii zdůraznili, že chovatelé budou tepelnému stresu dojníc čelit stále častěji, právě kvůli globálnímu oteplování. ALLEN A KOL. (2015) jsou názoru, že i přes zlepšení podmínek a využití účinnějších technologií pro chlazení zvířat ve stájích pro dojnice, zůstává tepelný stres stále významným faktorem ovlivňujícím produkci.

DOLEŽAL A STANĚK (2015) doporučují vzniku tepelného stresu preventivně předcházet. Včasné uplatňování všech způsobů omezování tepelného stresu dokáže zlepšit tepelnou pohodu ustájených zvířat a v konečném důsledku zmírnit negativní ekonomické působení tohoto stresu v chovu.

FRYČ (2002) napsal, že dojnice představuje zdroj tepla o výkonu asi 1,5 kW. Pokud je ve stáji například 100 dojníc, je celkový produkováný tepelný výkon 150 kW. Pro srovnání je možno uvést, že by tento tepelný výkon stačil pro vytápění 8 až 10

rodinných domků. A tento tepelný výkon musíme odvést vyměňovaným vzduchem, jinak by teplota ve stáji stoupla nad přípustnou mez.

V letním období je vhodné použít pro větrání stáje přídavné axiální ventilátory, které v podélném směru zvyšují proudění vzduchu. Používají se ventilátory o průměru 90-130 cm, které jsou poháněny většinou asynchronními motory o příkonu 500-1300 W. Ventilátory by měly být situovány nad místa, kde se dojnice vyskytují po nejdelší část dne a měly by být nasměrovány tak, aby proud vzduchu rozrušoval teplotní pole kolem těla dojnic. Při výběru ventilátorů by se mělo dbát i na jejich hlučnost. Vysoká hladina hluku ve stáji může mít negativní vliv na pohodu zvířat a může se projevit i na výkonu práce ošetřovatelů. Činnost ventilátorů by měla být ovládána programovatelnou řídicí jednotkou, která umožňuje plynule nebo alespoň stupňovitě řídit výkon ventilátorů v závislosti na nastavených parametrech, jako je například vnitřní a venkovní teplota a relativní vlhkost vzduchu. Ve stájích s relativně velkou kubaturou při současné velké stavební výšce lze použít velkopřůměrové horizontální ventilátory. Výhodou je menší příkon těchto ventilátorů. Horizontální ventilátory musí být nainstalovány tak, aby proud vzduchu směřoval přímo do životní zóny dojnic (HAVLÍK, 2011).

Dle ORTIZE A KOL. (2016) vyžadují chladicí systémy používané ke snížení tepelného stresu v chovu mléčného skotu vysokou spotřebu energie, spotřebu vody nebo obojí. Stálý nárůst nákladů na elektřinu, snížení dostupnosti vody a zvýšení předpisů o spotřebě vody vyžaduje využití pasivních ochlazovacích systémů pro zvýšení komfortu krav, které jsou úsporné na spotřebu vody a elektřiny. Autoři proto doporučují použití výměníků zakopaných 25 cm pod povrchem jako komponentů ve vodivém systému pro chlazení krav.

Zvýšená teplota prostředí prodlužuje čas, kdy dojnice stojí (IGONO A KOL., 1987, ZÄHNER A KOL., 2004; ALLEN A KOL., 2015), což má negativní vliv na zdraví končetin, zvyšuje se riziko vzniku kulhání a zároveň narůstají požadavky na údržbu paznehtů (LEONARD A KOL., 1996; COOK A KOL., 2007; ALLEN A KOL., 2015). Nedávné studie se věnují korelaci mezi zvýšenou tělesnou teplotou a časem, který dojnice stráví ve stoje (během 24-hodinové periody) a jeho vlivu na mléčnou užitkovost.

FLAMENBAUM A GALON (2010) popsali chladicí systém běžně používaný v Izraeli, který je založen na kombinaci častého přímého sprchování krav, po němž následuje nucená ventilace. Typický cyklus trvá pět minut a skládá se z 30 sekund sprchování, po kterém následuje 4,5 minuty nucené ventilace. Tento proces probíhá 5 až

7 krát za den a trvá 30 až 45 minut. Krávy, které byly takto ochlazovány, dosahovaly užitkovosti 25 až 30 kg mléka za den. Dále bylo zjištěno, že jejich tělesná teplota nepřekročila 39 °C. Dojnice, které nebyly ochlazovány touto technologií, měly během dne tělesnou teplotu vyšší než 39,5 °C a k poklesu teploty docházelo pouze na několik hodin v průběhu noci.

Při přímém ochlazování, kdy je voda aplikována přímo na tělo zvířete, musí být částčky vody dostatečně velké (0,05-0,15 mm), aby pronikly přes srst až na kůži zvířete (DOLEŽAL A STANĚK, 2015).

2.3 Mléčná užitkovost

Produkce mléka je významným faktorem, který podstatně ovlivňuje rentabilitu chovu dojnic (LE BLANC, 2010).

Mléčná užitkovost a nástup laktace patří mezi hlavní součásti reprodukčního procesu, neboť výživa mláďat je předpoklad jejich přežití (REECE, 1998). S tím souhlasí i BOTTO A KOL. (1984) podle kterých, je mléčná užitkovost skotu nejdůležitější a nejhospodárnější užitková vlastnost. Při produkci mléka jsou totiž živiny využity hospodárněji než při výkrmu. Uvádí se, že živiny podané v krmivu vrací ve vyrobených živočišných produktech při chovu mléčného užitkového typu hovězího skotu 20–30 % energetické hodnoty, zatímco při výkrmu jen 8-12 %. Obdobného názoru jsou i SKLÁDANKA A KOL. (2014), kteří napsali, že kráva přetváří přijaté živiny na plnohodnotnou mléčnou bílkovinu dvakrát až dvaapůlkrát výhodněji než maso. Během nástupu nové laktace musí se krávy adaptovat na spoustu změn. Právě rychlost přizpůsobení se novým podmínkám ovlivní významně produkci (GRUMMER, 1995; GOFF A HORST, 1997; DRACLE, 1999; LITTLE A KOL., 2016).

2.3.1 Faktory ovlivňující mléčnou užitkovost

Mléčná užitkovost krav je ovlivňována celou řadou činitelů, z nichž kolem 30 % je genetické povahy a ze 70 % je to působení vnějších podmínek (KOPECKÝ A KOL., 1981).

2.3.1.1 Vnitřní faktory

Dle SKLÁDANKY A KOL. (2014) je mléčná užitkovost, tak jako jiné užitkové vlastnosti limitována dědičným založením a její realizace je ovlivněna prostředím. Zvyšování mléčné užitkovosti zlepšením chovatelského prostředí lze pouze po hranici danou genotypem zvířete.

U dojeného skotu jsou dějiny využití genetiky ve šlechtění velmi povzbudivé. Výsledky selekčních programů jsou u mléčné užitkovosti zřejmější než u ostatních vlastností. Hlavním cílem genetického zušlechťování je získání zvířat s co nejvyšší schopností hospodářského přínosu pro chovatele. Splnění tohoto požadavku vyžaduje silná zvířata produkující vysoké množství mléka o žádaném složení (BOUŠKA A KOL., 2006).

URBAN A KOL. (1997) doplnili, že funkce mléčné žlázy je závislá nejen na genetických dispozicích, ale i individualitě dojnice.

Množství nadojeného mléka ovlivňuje také fáze laktace. U většiny dojnic se denní výtěžnost mléka po otelení zvyšuje, dosahuje vrcholu ve 4 až 6 týdnech po porodu a ke konci laktace klesá LEHMANN A KOL. (2016).

SKLÁDANKA A KOL. (2016) napsali, že v první polovině březosti nelze pozorovat významnější změny. Ve druhé polovině březosti již dochází k postupnému poklesu produkce mléka a ke zvýšení obsahových buněk.

LOUDA A KOL. (1999) jsou názoru, že doba stání na sucho ovlivňuje dojivost v následující laktaci, protože dochází k regeneraci mléčné žlázy. Je proto nutné, aby tato doba trvala alespoň 6-8 týdnů.

Dalším činitelem, který má vliv na úroveň mléčné užitkovosti je pořadí laktace. Proces růstu, vývinu a involuce vemene se opakuje s přibývajícím věkem a pořadím laktace (BOTTO A KOL., 1984).

2.3.1.2 Vnější faktory

PETR A LOUDA (1998) zdůraznili význam výživy a napájení. Právě výživou jsme schopni ovlivnit bachorovou fermentaci a tím dosáhnout vysoké produkce. Dojnice v laktaci pořebují energii na záchov a produkci mléka. U prvotek je nutné k tomu připočítat ještě potřebu na přírůstek živé hmotnosti. Kromě toho ještě existuje další potřeba dojnic na březost v posledních týdnech před otelením, kdy stojí dojnice na sucho ČERMÁK A KOL. (2007).

Dle ZEJDOVÉ A KOL. (2014) patří vhodné stájové prostředí, odpovídající všem základním požadavkům ustájených zvířat k rozhodujícím předpokladům úspěšnosti chovu. Význam ustájení, které je v souladu s welfare, pro přirozenou rytmicitu životních projevů zdůraznili ve své práci i DOLEŽAL A KOL. (1996), kteří napsali, že tento systém vyhovuje potřebám a pohodě dojníc v celém jejich životním a produkčním cyklu.

DOLEŽAL A KOL. (1999) zjistili, že mléčná užitkovost je ovlivněna také počtem dojení za den. Mléčná produkce je v pozitivním vztahu k frekvenci dojení-zvýšením frekvence dojení se tedy zvýší mléčná užitkovost. FLEISCHMANNOVÁ (2005) potvrzuje, že častější dojení vede ke zvýšení tvorby mléka a laktační křivka má vyšší a velmi vyrovnaný průběh. KOPEČEK A MACHÁLEK (2010) uvádějí, že po zavedení robotů se ve srovnání s dojírny zvyšuje dojivost krav o cca 5 až 15 %. SPOLDERS (2002) argumentuje, že ve srovnání s dojením dvakrát za den v dojírnách, bylo při dojení roboty zjištěno zvýšení dojivosti dokonce o 3 až 20 %.

Dalším z faktorů, který může produkci ovlivnit pozitivně je fotoperioda. Bylo opakovaně dokázáno, že během dlouhého dne byla produkce mléka zvýšena. Řízením fotoperiody lze zlepšovat nejen produkci, ale i zlepšit růst jalovic a maximalizovat syntézu svalových tkání, včetně parenchymu vemene. Navíc bylo prokázáno, že období krátkého dne pozitivně ovlivňuje funkce imunitního systému u skotu (DAHL A PTITCLERC, 2003).

Dle LITSCHMANNA ET MASARIKA (2006) je teplota vzduchu zásadním činitelem, který ovlivňuje mléčnou užitkovost. Redukce teplotního stresu v chovu dojníc v průběhu letního období je základním předpokladem zvýšení nádoje mléka a reprodukce v tomto období. Dojnice produkují poměrně značné množství tělesného tepla trávením a dalšími metabolickými pochody, které musí být odváděno do okolí prostřednictvím turbulentních a latentních toků tepla a dlouhovlnným vyzařováním.

2.3.2 Mléčná žláza

Mléčná žláza, ve které se tvoří mléko, je dle SKLÁDANKY A KOL. (2014) svým fylogenetickým původem modifikovaná kožní žláza.

Funkce mléčné žlázy je závislá jak na genetických dispozicích, tak na vývoji její činnosti, na níž se podílejí také vlivy hormonální. Intenzita její funkce je spojena

s celkovým metabolismem, nervovou soustavou organismu dojnice a přirozeně i s množstvím krve, které projde vemenem za časovou jednotku (URBAN A KOL., 1997).

BOUŠKA A KOL. (2006) napsali, že mléčná žláza je tvořena žláznatou tkání, parenchymem a intersticiálním vazivem, stromkem tvořeným vazivovou kostrou a tukovými polštáři. Základní funkční jednotkou, která v mléčné žláze tvoří mléko je sekreční alveolus. Několik alveolů spojených dohromady a obklopených vrstvou pojivové tkáně je označováno jako lobus. Sekreční jednotky mléčné žlázy vytvářejí lalůčky, které vazivové přepážky spojují ve větší laloky. Od jednotlivých sekrečních jednotek vycházejí četné vývody, které se spojují a tvoří větší mlékovody. Systém mlékovodů a vývodů slouží jako prostor pro skladování mléka, který se zvětšuje v závislosti na množství mléka nahromaděného v mléčné žláze. Většina mléka, která vzniká v mléčné žláze, se skladuje v těchto částech mléčné žlázy. Alveoly a vývody obklopují kontraktilní myoepiteliální buňky. KOPECKÝ A KOL. (1983) doplnili, že pojivová tkáň vyplňuje prostory mezi mléčnými alveolami, mléčnými lalůčky, laloky, mléčnými kanálky a mlékovody, které včetně cévního systému a nervové tkáně spojuje ve funkční systém. Poměr mezi sekreční a pojivovou tkání je vlivem různých činitelů značně variabilní. V období maximální produkce jsou mléčné alveoly značně zvětšené a pojivová tkáň je stlačena na malý prostor. Ve druhém měsíci laktace zaujímá žláznatá tkáň 60-85 % z celkové hmoty vemene.

Cytofyzilogickými sledováními byla v procesu sekrece stanovena čtyři stádia:

1. přestup prekurzorů mléka z krve do buněk alveolů
2. syntéza složitějších látek v sekrečních buňkách
3. vyloučení těchto látek z buňky do dutiny alveolu
4. obnova původní struktury a velikosti buněk (JELÍNEK A KOL., 2003).

REECE A KOL. (1998) popsali krevní zásobení a odtok žilní krve z mléčné žlázy. Hlavní přívod krve do každé poloviny mléčné žlázy zajišťuje zevní stydká tepna. Ta prochází tříselným kanálem a rozděluje krev do předních a zadních čtvrtí. Příslušné poloviny vemene pomocí přední a zadní vemenné tepny. Zevní stydká žíla sbírá krev z kraniálních a kaudálních čtvrtí příslušné poloviny a vrací krev tříselným kanálem do zadní duté žíly. Některé žíly vemene, pokračující kraniálně, mají anastomózy s kaudálními žilami a přivádějí krev do kaudální povrchové mléčné žíly. Tak se u báze vemene vytváří tzv. žilný prstenec.

2.3.3 Laktace a její hodnocení

Stimulace mléčné žlázy narozením telete umožňuje počátek produkce mléka. U krav tak začíná laktace, která trvá do ukončení sekreční činnosti vemene. Původní délka laktace krav byla poměrně krátká, protože byla přizpůsobena výhradně potřebám narozených telat (SKLÁDANKA A KOL., 2014).

Dle URBANA A KOL. (1997) souvisí vlastní laktace po otelení s účinky prolaktinu, přičemž normální funkce mléčné žlázy je úzce spojena s účinkem oxytocinu.

STRAPÁK A KOL. (2013) hodnotí laktaci na základě následujících kritérií:

1. Délka laktace

Na základě délky laktace rozdělujeme laktaci na:

- Normovanou - trvá přesně 305 dní. Je to plemenářská laktace podle dohody mezinárodní organizace ICAR (International Committee for Animal Recording).
- Skutečnou - představuje skutečný počet dní, po které kráva produkuje mléko až do zasušení.
- Nestandardní laktaci popisují FRELICH A KOL. (2001) jako laktaci, jejíž délka je kratší jak 240 dní nebo nižší dojivost jak 2 000 kg).

2. Množství mléka vyprodukovaného za laktaci se zjišťuje přímo na farmách z kontroly užitkovosti.

3. Složky mléka, mezi které patří obsah tuku (%), bílkovin (%) a laktózy (%) (STRAPÁK A KOL., 2013).

FRELICH A KOL. (2011) napsali, že průběh laktace je vyjadřován různými indexy. Nejčastěji je používán index perzistence $P_{2:1}$.

SKLÁDANKA A KOL. (2014) zmiňují také Woodův model laktační křivky a zdůrazňují jeho jednoduchost a schopnost dostatečně popsat průběh laktace.

RÁKOS A KOL. (2001) definovali perzistenci laktace jako mléčnou produkci mezi dvěma body v rozdílném čase, většinou rozdíl mezi maximem a nějakým bodem po jeho dosažení. Toto postupné snižování má svůj biologický základ, aby došlo k postupnému ukončení laktace, a tím byla umožněna příprava na další reprodukční cyklus. Celkové množství mléka produkovaného během laktace je primárním předpokladem pro maximální užitkovost a perzistenci laktace. Maximální nádoj je dominantním faktorem působícím z 66 až 80 % na celkovou mléčnou užitkovost, kdežto perzistence se zde uplatňuje pouze z 8 až 12 %.

Tvar laktační křivky má nízkou dědivost ($h^2 = 0,2 - 0,3$), což snižuje působnost selekčního efektu a zvýrazňuje možnost ovlivňování průběhu laktace úpravou podmínek vnějšího prostředí, resp. zásahy do metabolismu dojnic (URBAN A KOL., 1997). HANUŠ A KOL. (2014) doplňují, že období otelení krav má vliv na tvar laktační křivky, zejména na den dosažení vrcholu laktace, index persistence a míru poklesu sestupné části křivky.

2.3.4 Uvolňování mléka

BRUCKMAIER A WELLNITZ (2008) napsali, že při dojení je důležité, aby byla uvolněna alveolární mléčná frakce, která může představovat až 80 % mléka uloženého v mléčné žláze dojnic. Jako reakce na stimulaci mléčné žlázy dochází k uvolňování oxytocinu, jehož působení vyvolá následné myoepiteliární kontrakce. K ejekci mléka dochází do 2 minut od začátku stimulace vemene. S tím souhlasí i SCHAMS A KOL. (1984) a BRUCKMAIER A KOL. (1994), kteří napsali, že pokud je hmatová stimulace vemene dostatečná, dojde ke zvýšení koncentrace oxytocinu v krvi nad prahovou hodnotou. Dle WEISSE A KOL. (2003) je dostatečným podnětem nasazení samotných strukových násadců bez pulzace. GOREWIT A KOL. (1992) jsou názoru, že ruční dojení indukuje vyšší uvolňování oxytocinu než strojové dojení.

Nejsilnějším podnětem pro uvolnění oxytocinu je však přísátí telete (AKERS A LEFCOURT, 1982; LUPOLI A KOL., 2001).

Ejekci mléka mohou narušit vnější podmínky, jako je neznámé prostředí (tj. nové prostředí pro dojení). Dočasné problémy mohou nastat i u prvotetek po porodu, kdy se dojnice snadno dostávají do stresových situací (BRUCKMAIER A WELLNITZ, 2008).

Speciálním způsobem dojení je získávání mléka pomocí automatických dojicích systémů (AMS). Názory autorů na tuto technologii se výrazně liší. Postup dojení v AMS se značně liší od konvenčního dojení. Navíc intervaly mezi dojením jsou variabilní a mohou být krátké jako např. 6 hodin. Vzhledem k těmto vlastnostem robotického dojení, musí být program dojení speciálně upraven k fyziologickým požadavkům krávy (BRUCKMAIER A WELLNITZ, 2008). JAGO A KOL. (2006) jsou názoru, že postup dojení pomocí AMS se zdá být bezproblémový, jakmile si zvířata navyknou na systém.

GYGAX A KOL. (2006) nezjistili rozdíly hodnot při měřní hladiny stresového hormonu kortizolu při dojení pomocí AMS a v automatických tandemových dojírnách. Doba prodlevy od nasazení strukových násadců až do uvolnění mléka nezávisí na množství mléka ve vemeni, ale je to individuální vlastnost, která je ovlivněna vnějším prostředím (WELLNITZ A KOL., 1999).

2.3.5 Dojení pomocí AMS

První automatické systémy dojení (AMS) byly v Evropě uvedeny do provozu v 90. letech. Od té doby byla tato technologie celosvětově rozšířena do více než 10 000 farem (DE KONING, 2011).

Automatické systémy dojení mají potenciál zvýšit produkci mléka až o 12 %, snížit práci až o 18 % a zároveň zlepšit životní podmínky krav, tím, že umožní kravám zvolit si, kdy chtějí být dojeny (JACOBS A SIEGFORD, 2012). Toto potvrzuje i MATHIJSE (2004), který napsal, že mezi přednosti dojení roboty patří vyřešení problémů s nedostatkem kvalifikovaných pracovníků a že zavedení AMS sníží spotřebu práce na dojení o 20 %. BAINES (2002) doplnil, že dojení pomocí AMS mění intenzitu a charakter práce, ale s výrazným snížením spotřeby práce nelze počítat. Objem manuální práce je do jisté míry redukován, větší nároky jsou však kladeny na práce spojené s hodnocením dat a kontrolami.

Farmáři, kteří používají AMS, však ne vždy oceňují jeho výhody. V provozu často i například nevidí snížení počtu pracovních sil, protože některé krávy se dobrovolně nechtějí podojit a do dojícího automatu musí být doprovázeny nebo proto, že AMS zatím plně nebo dostatečně účinně nezapojili do svých řídicích postupů (JACOBS A SIEGFORD, 2012).

Dle PRESCOTTA A KOL. (1998) je hlavní charakteristikou AMS, že všechny úkony, které se týkají dojení, jsou plně automatizované. Robotické rameno očistí, připojí a podojí struky každé krávy individuálně. Kromě toho jsou tyto systémy označovány jako dobrovolné, protože krávy si samy určují, kdy a kolikrát za den dojící jednotku navštíví. Jedinou motivací je pro ně krmivo v boxu. Dojnici je povoleno dojení, pokud uběhl minimální interval. Tento minimální interval je stanoven minimálním časem, který musí uplynout od předchozího dojení nebo očekávaným výtěžkem mléka. Dojení je zajištěno kontinuálně v průběhu dne i noci (MEIJERING A KOL., 2004).

ABENI A KOL. (2005) napsali, že 30 % krav dojených pomocí dojících robotů preferuje interval mezi dojeními 7-8 hodin.

AMS jsou konstruovány tak, aby se v nich krávy nechaly podojit dobrovolně. Neustále probíhají výzkumy, které jsou věnovány chování krav v těchto zařízeních. Tyto studie často naznačují, že existují velké rozdíly v managementu stád. A právě tyto rozdíly jsou důležité pro správnou účinnost AMS a produkci mléka. Navíc některá doporučení ohledně AMS, by měla být vědecky ověřena, aby byla prokázána jejich platnost, protože ne všechna mohou fungovat tak, jak bylo zamýšleno (JACOBS A SIEGFORD, 2012).

MEIJERING A KOL. (2004) zjistili, že důležitou motivací pro nákup AMS je možnost vícenásobného dojení, zvýšení produkce, zlepšení životních podmínek krav a zdraví vemene. Možnou metodou zvýšení mléčné užitkovosti je vícečetné dojení. Mléčná produkce je v pozitivním vztahu k frekvenci dojení - zvýšením frekvence dojení se zvýší mléčná užitkovost.

DOLEŽAL A STANĚK (2015) zdůrazňují, že dojící robot pracuje s živým materiálem – dojnici a to s sebou přináší specifické požadavky na exteriérové a fyziologické vlastnosti dojnic. Jedním z nich je pravidelně utvářené vemeno, kde jsou přípustné pouze malé odchylky a pravidelné postavení struků.

Zavádění nových technologií s sebou nese i nové problémy, které se dříve nevyskytovaly. Jeden takový je fenomén úniku mléka z vemene, jehož výskyt je spojen nejčastěji s dojením pomocí dojících robotů. Ve stájích, které jsou vybaveny AMS, dochází k neustálé stimulaci, a to jak vizuálními, tak sluchovými podněty. Tato kontinuální stimulace způsobuje nežádoucí uvolňování oxytocinu a tudíž i sekreci mléka (JACOBS A SIEGFORD, 2012).

Postup dojení v dojárně a při využití dojících robotů se liší podle frekvence a intervalů mezi dojeními, úpravou dojícího zařízení a technikou nasazení strukových násadců (HOVINEN A PYÖRÄLÄ, 2011). Mléko odkapává nebo odtéká z vemene obvykle mezi dojeními (PERSSON WALLER A KOL., 2003). Tento problém je obvykle spojen se zvýšeným výskytem onemocnění vemene-klinickou mastitidou (HOVINEN A PYÖRÄLÄ, 2011).

2.4 Plodnost

Management reprodukce dojníc v laktaci je výzvou pro chovatele, protože špatná plodnost krav má negativní vliv na mléčnou užitkovost a výnosy z ní. Poklesy v plodnosti bývají často zaznamenány společně se snahou o intenzifikaci a dosažení vysoké produkce mléka (BUTLER, 2000; LUCY, 2001; LEAN A KOL., 2008; THATCHER A KOL., 2011; RODNEY A KOL., 2015).

Snížená plodnost vede ke zvýšení počtu dojníc, které jsou v laktaci více než 305 dnů, snížení počtu jalovic a vysokému procentu brakace kvůli neplodnosti. To vše s sebou přináší i snížení produkce mléka (RISCO A RETAMAL, 2011).

2.4.1 Faktory ovlivňující plodnost

Dle FRELICH (2001) z 50 % ovlivňují výsledky reprodukce chovatelské podmínky: řízení stáda, schopnost vyhledávat říje, technologie ustájení a krmení plemenic. Z 30 % ovlivňuje výsledky inseminační služba (kvalita inseminační dávky, kvalita práce inseminačního technika) a z 20 % se na plodnosti podílí klimatické a zoohygienické podmínky. BOUŠKA A KOL. (2006) doplňují, že význam úrovně reprodukčního procesu pro konečný hospodářský výsledek chovu je neopominutelný.

2.4.1.1 Vnitřní faktory

KOPECKÝ A KOL. (1981) napsal, že plodnost zvířat je podmíněná nejen druhovou a plemennou příslušností, ale také dědičným založením.

Dědičnost lze definovat jako vlastnost organismů, která zahrnuje materiální a funkční kontinuitu mezi generacemi (schopnost přenášet znaky a vlastnosti z rodičů na potomky) a determinuje specifický charakter individuálního vývoje v určitých podmínkách vnějšího prostředí (ŘEHOUT, 2000). Dle FRELICH (2000) se heritabilita plodnosti u skotu pohybuje v rozmezí 0,1 – 0,2, což můžeme považovat za nízký stupeň dědivosti. KADARMIDEEN A KOL. (2000) a ROYAL A KOL. (2002) doplňují, že plodnost a produkce mléka spolu negativně geneticky korelují.

Efektivnost reprodukce je ovlivňována genofondem dojníc, počtem estrálních cyklů, a také koncentrací progesteronu (WESTWOOD A KOL., 2002). BREUEL A KOL. (1993) zjistili, že u krav je první ovulace po porodu obvykle spojena s vývojem žlutého

těliska (CL) s krátkou životností. Plodnost a spojená s první ovulací je obvykle extrémně nízká.

2.4.1.2 Vnější faktory

LÓPEZ-GATIUS (2012) je názoru, že účinnost inseminace závisí, mezi mnoha dalšími faktory, na dodávání vhodného počtu normálních spermií do příslušného místa reprodukčního traktu ve vhodném čase estru.

GARCÍA-ISPIERTO A KOL. (2007) zahrnuli mezi faktory ovlivňující plodnost frekvenci dojení (počet mléka za den), počet laktací, porody dvojčat a poruchy, jako je zadržení placenty a pyometra. Dále má vliv na úspěšnost reprodukce množství vyprodukovaného mléka, sezóna, (zimní versus letní měsíce), technik a syndrom opakovaných inseminací (krávy podstupující čtyři nebo více inseminací).

Dle STEVENSONA (2001) je nutné věnovat pozornost krmení zvířat, jejich komfortu ve volných stájích a jejich pohodlí i během extrémních teplot a vlhkostí vzduchu. Dále zdůrazňuje význam péče o paznehty, prevence mastitid, řízení ovulace a říje i včasné diagnózy nezabřežlých krav. Význam správného krmení a výživy potvrdili i DRACKLEY A CARDOSO (2014), kteří zjistili, že metabolické procesy v těle dojnice upřednostňují produkci mléka před tvorbou tělesných rezerv a reprodukci v raném stádiu laktace. Plodnost je tedy dietní nerovnováhou nejvíce postižený fyziologický proces v období tranzitní periody. Během posledních desetiletí došlo k alarmujícímu poklesu plodnosti dojených krav, tento jev má negativní ekonomický dopad na mléčné farmy (BUTLER A SMITH, 1989; LOPEZ A KOL., 2004; DOBSON A KOL., 2008; ZEBELI A KOL., 2015).

Dle LEROY A KOL. (2005) vysoké nároky na živiny během časně laktace často vedou k negativní rovnováze živin, která je typicky spojena se zvýšenou koncentrací neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA). Tyto zvýšené koncentrace NEFA byly rovněž hlášeny v mikroprostředí rostoucího oocyty, což ohrožuje vývoj oocytů a kvalitu embryí. Analýza genových expresí a funkční testy prokázaly důležitost cest, které souvisejí s oxidačním metabolismem, redoxním stavem v oocytech a následně v blastocystách, které byly vystaveny působení NEFA (VAN HOECK A KOL., 2014). V nedávné studii provedené stejnou výzkumnou skupinou bylo zjištěno, že denní dávka β -karotenu může významně zlepšit dostupnost β -karotenu a retinolu v mikroprostředí

oocytů, které mohou ovlivnit vývoj folikulů a kvalitu oocytů za přítomnosti mateřského metabolického stresu (DE BIE A KOL., 2016).

HEGEDŮŠOVÁ A KOL. (2010) jsou názoru, že základem dobré reprodukce je znalost zvířat, precizní evidence reprodukce a také vizuální pozorování zvířat. Není reálné zachytit všechny říje, ale v chovech by měl být zaveden program, který zachytí co nejvíce případů. Význam lidského faktoru v reprodukci stáda připomínají i BOUŠKA A KOL. (2006), kteří napsali, že je vyžadována hlubší znalost o reprodukčních funkcích nejen od inseminačních techniků a veterinářů, ale také od samotných chovatelů.

ŘÍHA (1996) dodává, že procento březosti po prvních inseminacích vyjadřuje kvalitu práce inseminačních techniků a jejich součinnost s chovateli.

SKLÁDANKA A KOL. (2014) doplňují, že na nízkou úroveň detekce říje poukazuje častý nálezný výrazných CL na vaječnících u krav více jak 50 dnů po porodu, které jsou chovatelem považovány za anestrické. Tato situace je zapříčiněna snížením kvality detekce a zároveň vyšším výskytem tzv. tichých, případně nepravých říjí.

Vhodným prostředkem pro včasnou detekci říje jsou pedometry a intravaginální sondy (ROIRE A KOL., 2002). FIRK A KOL. (2002) napsali, že elektronická zařízení pro včasné rozpoznání estru doplněná vizuálním pozorováním zvýší míru úspěšnosti detekce na 80-90 %.

MACHÁLEK A KOL. (2011) uvádí, že pravidelné inspekce ve stáji včas odhalí zdravotní problémy, které vedou k brakaci krav. Dále připomíná, že velmi důležitá je rychlá reakce ošetřovatelů, která způsobí zlepšení zdravotního stavu dojníc, rychlejší uzdravení, lepší reprodukci, sníží rizika poškození plodu a komplikace při porodu.

2.5 Výživa dojníc

Dle URBANA A KOL. (1997) začíná příprava dojnice na laktaci již v přechodném období stání na sucho. Příjem sušiny po otelení, mléčnou produkci a uvolnění placenty pozitivně ovlivňuje zvýšený obsah dusíkatých látek (14-15 % ze sušiny krmné dávky) a energie v krmných dávkách před otelením. Z důvodů udržení stability bachorového prostředí se v přechodném období doporučuje alespoň částečné použití krmiv, která budou dojnici podávána po otelení. Krmení po otelení by mělo být na takové úrovni, aby byl plně využit genetický potenciál zvířete. V tomto období by měla být zkrmována vysoce kvalitní objemná krmiva, jejichž podíl by podle užitkovosti neměl přesahovat 40-50 % ze sušiny krmné dávky. Zbývající část krmné dávky by měla

tvořit koncentrovaná jadrná krmiva odpovídající kvality. S tím souhlasí i ZEBELI A KOL. (2015), kteří napsali, že tranzitní perioda je velmi často stresujícím a kritickým obdobím v produktivním životě a reprodukci dojníc. Optimální management krmení během přechodného období umožňuje pozvolné metabolické změny potřebné k zahájení laktace. Významným problémem ve výživě dojníc v tomto období je potřeba čelit nedostatkům v oblasti energie a výživných látek. Tato problematika je primárně řešena začleněním velkého množství koncentrátů do diety během počáteční laktace, což způsobuje nerovnováhu v bacheru. Správně řízené krmení zaměřené na zdraví bacheru v přechodném období zlepšuje degradaci živin a správné zásobování energií. Správným zvládnutím výživy v přechodném období chovatelé předcházejí metabolickým poruchám a s nimi spojeným mastitidám. To potvrdili i GRUMMER A KOL. (1993), kteří jsou názoru, že nejdůležitějším úkolem chovatelů v období peripartu je splnit rostoucí požadavky na energii a klíčové živiny, i když potenciál příjmu krmiva je u krav v tomto období omezen. V této fázi se většina dojníc dostává do negativní energetické bilance (NEB) a deficitu klíčových živin.

Autoři mnoha studií došli k závěru, že dlouhodobá NEB může způsobit systémový zánět (PLAIZIER A KOL., 2012; ZEBELI A METZLER-ZEBELI, 2012) a větší riziko vzniku dalších poruch, jako je laminitis, dislokace slezu a ketóza (PLAIZIER A KOL., 2008; AMETAJ A KOL., 2010; BRADFORD A KOL., 2015). Tyto stavy zhoršují zásobování energií a živinami, které jsou potřebné k funkci klíčových biochemických faktorů souvisejících s produkcí mléka a reprodukci (KHIAOSA-ARD A ZEBELI, 2014).

ROCHE A KOL. (2009) zjistili, že restrikce v období před porodem redukuje uvolňování neesterifikovaných mastných kyselin z tukové tkáně po porodu a zvýšené koncentrace vápníku v plazmě, což snižuje riziko mléčné horečky.

Během tranzitní periody jsou také dojnice citlivější ke kontaminaci bacherových mikroorganismů mykotoxiny, které se z bacheru mohou přenést do mléka (SANTOS A FINK-GREMMELS, 2014). To vysvětluje, proč jsou krávy v přechodném období považovány za zvláště citlivé na zkrmování kontaminovaných krmiv plísněmi, houbovými spory a mykotoxiny (SANTOS A KOL., 2013).

Dle BEAUCHEMINA A KOL. (2003) je nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje příjem energie pro přežvýkavce, stravitelnost krmiva. BEAUCHEMIN A KOL. (1999) napsali, že exogenní enzymy, jako doplňkové látky pro zlepšení výživy pro přežvýkavce, mohou být aplikovány jak na intenzivní (dieta na bázi obilovin), tak i na méně intenzivní produkční systémy, kde více převládá použití krmných směsí.

U dojníc může být dosaženo vyšší účinnosti krmiva, která tak nabízí potenciál ke zlepšení hospodářské výkonnosti, a to přidáním exogenní amylázy ke své stravě.

GENCOGLU A KOL. (2010) vyhodnotili účinky začlenění amylázy do diety se sníženým obsahem škrobu u laktujících dojníc a zjistili, že přeměny krmiva na tuky a energeticky upravená krmiva byly o 12 % až 13 % vyšší u krav, kterým byly do krmné dávky přidány enzymy. Obdobné studie provedli také KLINGERMAN A KOL. (2009), kteří také hodnotili účinky exogenní amylázy na výkon laktujících dojníc. Krmné enzymy jsou radikální inovací ve výživě přežvýkavců a byly navrženy tak, aby zlepšily degradaci krmiv a maximalizovaly odbouratelnost škrobu a jeho stravitelnost. Enzymové krmivo zvyšuje dostupnost energie tak, aby odpovídalo požadavkům vysoce produkčních dojníc.

Přibližně od 70. až 100. dne laktace nastává méně kritická fáze laktace, která je charakterizována vrcholem příjmu sušiny a většinou mírným poklesem užitkovosti, což dohromady znamená kladnou energetickou bilanci. Vzhledem k vyššímu příjmu sušiny se zvyšuje příjem objemných krmiv na 50-60 % ze sušiny krmné dávky, přičemž příjem koncentrovaných krmiv by měl odpovídat aktuální užitkovosti a postupně se zlepšující kondici krav. Koncentrace dusíkatých látek by neměla přesáhnout vzhledem k očekávanému zabřeznutí 17 %. STRAPÁK A KOL., (2013) uvedli, že požadovaná průměrná hodnota tělesné kondice při laktaci by měla být 3,5 bodu.

Během stání na sucho je při krmení dojníc nutné, vycházet ze skutečnosti, že toto období je obdobím obnovy, kdy dochází k regeneraci jak mléčné žlázy, i předžaludků. Pokud nedošlo ve druhé polovině laktace ke zlepšení tělesné kondice, je nutné dosáhnout před telením kondičního skóre 3,5. Uvádí se, že ztráta jednoho bodu v hodnocení tělesné kondice je energetický ekvivalent produkce asi 454 kg mléka, což je přibližně 67 kg ztráty tělesné hmotnosti (URBAN A KOL., 1997).

2.6 Přežvykování

K dokonalému zpracování krmiva dochází v době odpočinku. Během procesu ruminace se přijaté krmivo vrací do dutiny ústní k přežvýkání a proslinění. Ruminace má čtyři fáze: rejekci, přežvykování, proslinění a polknutí. Rejekce probíhá ve dvou fázích. Nejprve dojde k polknutí slin a tím ke zvlhčení jícnu, pak následuje hluboký vdech, kterým se vytvoří značný podtlak a současně se otevře česlo. V bachoru je v tom okamžiku vyšší tlak než v jícnu a část bachoru je vtlačena do jícnu. Ve druhé fázi se

jícen smrští uprostřed své délky a polovina jeho obsahu v kraniální části se dostává do dutiny ústní a zbytek se vrací zpět do bachoru. Během fáze přežvykování dochází k velmi důkladnému zpracování sousta asi 20-90 žvýkacími pohyby (BOUŠKA A KOL., 2006). Ruminace je velmi úzce spojena se salivací. Nejvíce slin při přežvykování produkuje slinná žláza příušní, méně v klidu a nejméně v době příjmu krmiva, bez ohledu na složení krmné dávky. Ostatní slinné žlázy vylučují sliny pouze při krmení a přežvykování. Z celkového množství vylučovaných slin připadá kolem 50 % na příušní žlázy, 8-10 % na podčelistní, 2-3 % na podjazykové a 35-38 % na drobné žlázy dutiny ústní. Skot vyloučí na 100 kg živé hmotnosti nebo na 1 kg sušiny krmiva 8-10 l slin (JELÍNEK AT AL., 2003). KOPECKÝ A KOL. (1981) doplnili, že sliny žláz příušních jsou vodnaté, z ostatních žláz táhlé s příměsí hlenu. Sliny skotu jsou zásadité (pH 8,1-8,3) a slouží jednak k zajištění tekutosti obsahu předžaludků, jednak plní funkci nárazníkového systému a uplatňují se při neutralizaci bachorových těkavých kyselin.

Dle BOUŠKY A KOL. (2006) je doba přežvykování závislá na kvalitě krmiva. VANHOUDT A KOL. (2015) jsou názoru, že přežvykování krav je užitečný ukazatel zdraví a dobrých životních podmínek. V důsledku toho byly způsoby hodnocení a monitorování těchto aktivit v posledních letech aktivní oblastí výzkumu.

Farmy, kde jsou chovány dojnice s optimálním zdravím bachoru, patří mezi ziskové, a to hlavně kvůli efektivnímu využívání živin (VAN VUUREN A KOL., 2012). Navíc zvýšená míra přežvykování je obecně spojena s dobrým zdravotním stavem a pozitivně koreluje i s množstvím nadojeného mléka (SORIANI A KOL., 2012; VANHOUDT A KOL., 2015).

Bylo zjištěno, že krávy tráví přežvykováním 5 až 10 hodin denně (KRAUSE A KOL., 2002; MAEKAWA A KOL., 2002; SORIANI A KOL., 2012). ZEJDOVÁ A KOL. (2011) napsali, že snahou chovatele by mělo být, aby dojnice ležely co nejdelší dobu, neboť tím je podporováno správné přežvykování, což se následně projeví i na celkovém zdravotním stavu a mléčné užitkovosti. VOŘÍŠKOVÁ (2001) je názoru, že doba přežvykování kolísá od 4 do 9 hodin. Tato doba souvisí s množstvím přijatého krmiva a s obsahem vlákniny v krmivu.

Dojnice nejčastěji přežvykují vleže se zdviženou hlavou. A proto je důležité nabídnout dojnícím komfort při ležení v podobě kvalitní podestýlky (DOLEŽAL A STANĚK, 2015). Důležitá však není pouze kvalita povrchu, ale i samotný počet boxů a plocha volného prostoru na dojnici. Pokud nemají krávy přístup k dostatečnému množství volných boxů, zvyšuje se tím kompetice o boxy, zároveň i čas, strávený

stáním mimo boxy a přitom se redukuje doba ležení (FREGONESI A KOL., 2007; ZEJDOVÁ A KOL., 2011). Intenzita přežvykování se snižuje o 25 % u mladých a až o 50 % u starších krav během 14 dní před porodem, přičemž největší pokles se děje v dny okolo porodu (ŠLOSÁRKOVÁ A KOL., 2006). Starší dojnice v porovnání s prvotelkami stráví přežvykováním více času, dle MAEKAWA A KOL. (2002) je to 560 min/den a 508 min/den.

Stres, úzkost, nemoc a nepohoda vedou ke snížení ruminace (HERSKIN A KOL., 2004; BRISTOW A HOLMES, 2007; SORIANI A KOL., 2012). Z těchto závěrů vyplývá, že sledování ruminační aktivity lze použít k vyhodnocení zdravotního stavu a pohody krav ve stádě (ESPEJO A ANDREAS, 2007, SORIANI A KOL., 2012).

V období tepelného stresu krávy snižují ruminační aktivitu (TAPK A SAHIN, 2006; ACATINCAI AT AL., 2009; MOALLEM A KOL., 2010; SORIANI A KOL., 2013) a sníží také průtok krve do epitelu břicha (HALES A KOL., 1984; SORIANI A KOL., 2013). ACATINCAI A KOL. (2009) poznamenali, že s nárůstem teploty vzduchu nad 27 až 28 °C bylo přežvykování významně ovlivněno. U zvířat, která zažívají tepelný stres, dochází ke zpomalení trávení, což se projevuje snížením příjmu krmiva, ruminační aktivity a pohybové aktivity (SILANIKOVE, 1992). Dle KAZDERE A KOL. (2002) mohou změny mikroklimatických podmínek vyvolat změny aktivity a funkce trávicího systému, které jsou nezávislé na změnách příjmu krmiva.

MOALLEM A KOL. (2010) zjistili, že primárním negativním účinkem vysokého teplotně-vlhkostního indexu je zkrácení doby přežvykání, která vedla ke snížení příjmu sušiny, což se následně projevilo poklesem mléčné užitkovosti. Tito autoři došli k závěru, že doba přežvykování hraje klíčovou roli v negativním vlivu tepelného stresu na příjem sušiny, a tedy i na produkci mléka. BERNABUCCI A KOL. (2010) napsali, že snížený příjem živin, ovlivněný nepřímým účinkem tepla, představuje pouze asi 35 % poklesu syntézy mléka vyvolaného tepelným stresem.

MIRON A KOL. (2003) a ADIN A KOL. (2009) sledovali množství přijatého krmiva u dojnic vystavených tepelnému stresu. Vzhledem ke vztahu mezi množstvím přijatého krmiva a časem stráveným přežvykováním bylo potvrzeno, že v období letních měsíců lze očekávat pokles ruminační aktivity.

3 Hypotéza

Se zvyšující se úrovní chovu dojnic stoupá počet podniků, které využívají moderní technologické systémy ke zlepšení podmínek chovu. Kromě automatických systémů dojení je věnována pozornost i péči o kvalitní mikroklima stáje, řízenému systému osvětlení, případně sledování pohody zvířat na základě jejich životních projevů. Zlepšení životních podmínek zvířat umožňuje zlepšit nejen výsledky mléčné užitkovosti, ale lze očekávat i pozitivní dopad i na výsledky plodnosti.

Základní hypotézy této práce lze proto formulovat takto:

- Světelný režim ovlivňuje mléčnou užitkovost a výsledky reprodukce dojnic.
- Mléčná užitkovost a reprodukce dojnic je ovlivněná mikroklimatem stáje.
- Jako kritérium pohody dojnic lze využít dobu ruminace.

4 Cíle práce

Produkce mléka, která tvoří nejdůležitější část ekonomiky živočišné výroby, a plodnost spolu úzce souvisí. Oba tyto faktory jsou ovlivňovány vnitřními, ale i vnějšími podmínkami, ve kterých jsou dojnice chovány. Vlivem neustále se zvyšující úrovně chovu skotu a zaváděním automatizovaných procesů roste úroveň mléčné užitkovosti a tím i požadavky na zdraví zvířat, které je velmi úzce spojeno s jejich reprodukční schopností. Úkolem chovatele je proto vytvořit pro zvířata takové podmínky prostředí, ve kterých může dojít k optimálnímu projevu jejich schopností z hlediska užitkovosti i plodnosti.

Cílem práce je na základě analýzy dat zjistit plodnost a mléčnou užitkovost dojnic chovaných v moderní technologii v kontextu s kvalitou ustájení.

Dílčí cíle této práce tedy jsou:

- Posoudit úroveň mléčné užitkovosti a plodnosti dojnic chovaných v moderních technologiích s automatizovaným dojením a automatickým režimem osvětlení.
- Stanovit míru vztahu mezi fotoperiodou a mléčnou užitkovostí.
- Stanovit míru vztahu mezi fotoperiodou a plodností.
- Vyvodit praktická doporučení pro chov dojených krav.

5 Materiál a metodika

Sledování probíhalo od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2014 v Zemědělském družstvu Pluhův Žďár (49° 15' s. š., 14° 53' v. d.). Obec Pluhův Žďár se nachází v jižních Čechách, 12 km severo-západně od Jindřichova Hradce v nadmořské výšce 478 m n. m. Jedná se o oblast mírně teplou, mírně vlhkou s mírnou zimou. Průměrná roční teplota je 7 °C a průměrný roční úhrn srážek je 650 mm. Sledováno bylo 150 dojnic plemene Holštýn.

Zemědělské družstvo Pluhův Žďár je ryze českou firmou. Provozuje klasickou zemědělskou výrobu, a to živočišnou výrobu (chov skotu s tržní produkcí mléka a chov prasat) a rostlinnou výrobu s využitím širokého portfolia kulturních rostlin. V podniku se pěstuje mák, brambory, jetel, obilniny (pšenice, ječmen, žito, oves), řepka, krmné plodiny a kukuřice pro krmné účely.

Zemědělské družstvo Pluhův Žďár hnojí pravidelně pozemky chlévským hnojem a kejdou, pečuje o louky s jejich obnovou, slámu sklízí pro potřeby živočišné výroby, kukuřici pěstuje pro vlastní živočišnou výrobu. Díky své rozsáhlé živočišné výrobě, především dostatku organických hnojiv, a díky zastoupení více plodin v osevním postupu je umožněno pěstovat plodiny šetrně k životnímu prostředí.

5.1 Popis stáje a technologií

Pozorovaným objektem byla stáj pro dojnice s volným ustájením a 8 jednotkami AMS. Stájový objekt je obdélníkového půdorysu o rozměrech 138,55 a 31,5 m. Konstrukce stavby je betonová s podpěrnými sloupy umístěnými okolo krmného stolu. Rozteč sloupů je 6 metrů.

Výška postranní stěny, která je opatřena boční svinovací plachtou ovládanou automaticky meteostanicí je 3,63 m. Plachty o výšce 2,7 m jsou UV stabilní, transparentní barvy, s vnitřním výpletem pro zvýšení odolnosti vůči povětrnostním vlivům. Napnuty jsou svisle mezi dvěma hliníkovými trubkovými profily. K otevírání plachet dochází od vrchu, kdy je zároveň spodní část navíjena na spodní hliníkový profil. Pohyb směrem do a ze stáje je omezen z obou stran horolezeckými lany o průměru 6 mm, napnutými mezi fošnami, které vymezují výšku plachty. Ovládání plachet navíjených pomocí elektromotoru je automatické v závislosti na vnější a vnitřní teplotě, srážkách a rychlosti větru. V případě potřeby je možno zvolit ovládání manuální.

Obrázek 3: Boční svinovací plachta



Světlík se nachází ve výšce 8,7 m. Je konstruován z celohliníkových profilů ve tvaru U. Do konstrukce je upevněn v rozteči 1057 mm. Prosvětlovacím prvkem jsou polykarbonátové UV stabilní desky o tloušťce 10 mm s certifikátem nehořlavosti a bezúkapu. Světlík kopíruje tvar střechy včetně ostrého hřebene, který přispívá ke zvýšení komínového tahu větrací štěrby. Větrací štěrbina je vysoká 400 mm, bez regulace, opatřená větrnými spojery ve tvaru Z, na kterých jsou ve styku se střechou připevněny kartáčky kopírující tvar střešní krytiny. Tyto kartáčky zamezují přístupu vzduchu vanoucího po střeše pod spojler a tím i narušení komínového tahu štěrby.

Ve stáji je nainstalováno 5 kusů horizontálních ventilátorů, které jsou umístěny v jedné řadě nad krmným stolem. Každý o průměru 5 m a příkonu 1 kW, s účinnou oblastí až 22 m. Systém zapínání a vypínání i rychlosti otáčení je automatická podle teploty uvnitř stáje.

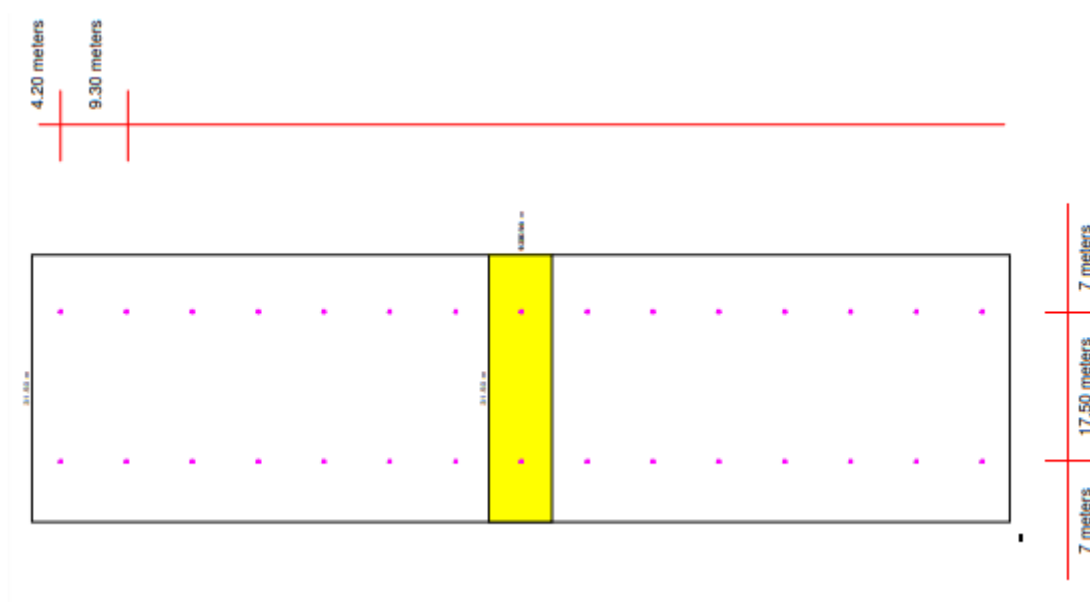
Štítová stěna je opatřena rolovacími vraty (rolovacími příčkami), které jsou neprůsvitné, rolované směrem vzhůru. Ovládání vrat po obou stranách krmného stolu je

dálkové s možností otevření i přes tlačítkový spínač na stěně stáje, nebo manuální. Ostatní vstupní vrata jsou ovládána pouze manuálně. V každé štítové stěně je 5 ks vrat.

Na přelomu listopadu a prosince 2013 bylo ve stáji nainstalováno nové osvětlení L4C (Light for Cows). Systém pracuje automaticky pomocí světelného senzoru. Osvětlení je složeno ze dvou řad 400 W sodíkových vysokotlakých výbojek obdélníkového tvaru, které jsou instalovány ve výšce 5,5 m. Celkový počet světel ve stáji je 30.

Osvětlení je rozvrženo tak, aby v životní zóně dojnic dosahovala úroveň světla minimálně 150 lx.

Obrázek 4: Rozmístění světel ve stáji



Krmení je zakládáno na krmný stůl taženým míchacím krmným vozem s jednostranným výdejem dvakrát za den. Složení základní krmné dálky je rozlišeno dle skupin.

Ve stáji je na středově umístěném krmném stole jeden robotický přihrnovač krmení o průměru 156 cm. Jeho systém je programovatelný jak na intervaly mezi jízdami, tak i na vzdálenosti jednotlivých jízd od žlabové zábrany. Pohon je zabezpečen jednou gelovou autobaterií, která se vždy nabíjí po příjezdu zpět do parkoviště na konci jedné objízdné trasy. Pohyb po krmném stole je ve směru hodinových ručiček rychlostí 12 m/min. Trasa jízdy je udržována ultrazvukovým signálem, vysílaným směrem k šíjové zábraně na krmném stole. Během dne je krmivo přihrnováno každou hodinu, v noci po dvou hodinách.

Obrázek 5: Krmný stůl s přihrnovačem krmiva a horizontální ventilátory (listopad, cca 21:30 hodin)



Lehací boxy jsou bezstelivové, opatřené minerální matrací o výšce 5 cm, která je překryta gumou o síle 0,5 cm. Překrývací guma je opatřena protiskluzovou úpravou. Rozměry lůžka jsou 120 x 250 cm. Je zde použita hrudní opěra. Meziboxové zábrany jsou kovové, kotvené vpředu před hrudní opěrou.

Krmné a hnojné chodby jsou pokryty podlahovými gumami. Tyto gummy jsou kotveny trny do betonu a mezi sebou propojeny systémem puzzle. Výška gum je 1,8 cm a jsou opatřeny protiskluzovým povrchem.

Stáj je vybavena 4 ks kejdových lopat lanových, oboustranných, zaústěných do středového kanálu. Jejich provoz je automatický, regulovatelný (v časových intervalech). Pohonné jednotky (2 ks) o průměru bubnu 120 cm a příkonu 0,75 kW jsou umístěny před stájí.

Drbadla jsou rozmístěna u krmného stolu. Celkem je jich ve stáji 8 (jedno na skupinu krav u dojícího robota). Jsou vybavena systémem rotačního kartáče rotujícího kolem vodorovné osy s programovaným protisměrným otáčením.

Dojnice jsou dojeny AMS Lely Astronaut A3. Systém indentifikuje dojnici na základě čipu, který se nachází na obojku, který má zvíře na krku. Tento obojek je vybaven závažím, které je na spodní straně, aby nedošlo k nežádoucímu posunu. Na levé straně obojku je mikrofón, který zaznamenává zvuky ruminace a získané záznamy pravidelně odesílá do softwaru, který je propojen s AMS.

5.2 Měření mikroklimatických prvků

5.2.1 Světelný režim

Světelný režim byl měřen pomocí luxmetru s dataloggerem Extech HD 450 s křemíkovou fotodiodou a spektrálním filtrem. Stanoviště pro určení rovnoměrnosti rozložení světla byla zvolena dle CHLOUPKA a SUCHÉHO (2008).

Příčné osy stanovišť byly vedeny v linii bočních nosných sloupů a na tyto osy byly vedeny kolmice ve vzdálenosti 5 m, takže průsečíky řezů tvořily síť s poměrem stran 6 : 5. Celkem bylo provedeno měření na 110 stanovištích ve srovnávací rovině 0,5 m nad podlahou. Pro měření délky fotoperiody bylo vybráno stanoviště uprostřed stáje ve výšce 0,5 m nad podlahou.

Data o intenzitě světla byla zaznamenávána v hodinových intervalech. Hraniční hodnotou mezi fotoperiodou a nočním režimem bylo stanoveno 150 lx (DAHL, 2006; CHAMBERLAIN, 2018).

Údaje o fotoperiodě byly rozděleny do 2 skupin. Jako přirozená fotoperioda byla označena data naměřená v období, kdy ve stáji nebylo nainstalováno umělé osvětlení. Data naměřená po instalaci L4C byla označena jako automatické osvětlení.

Obrázek 6: Luxmetru Extech HD 450 s dataloggerem



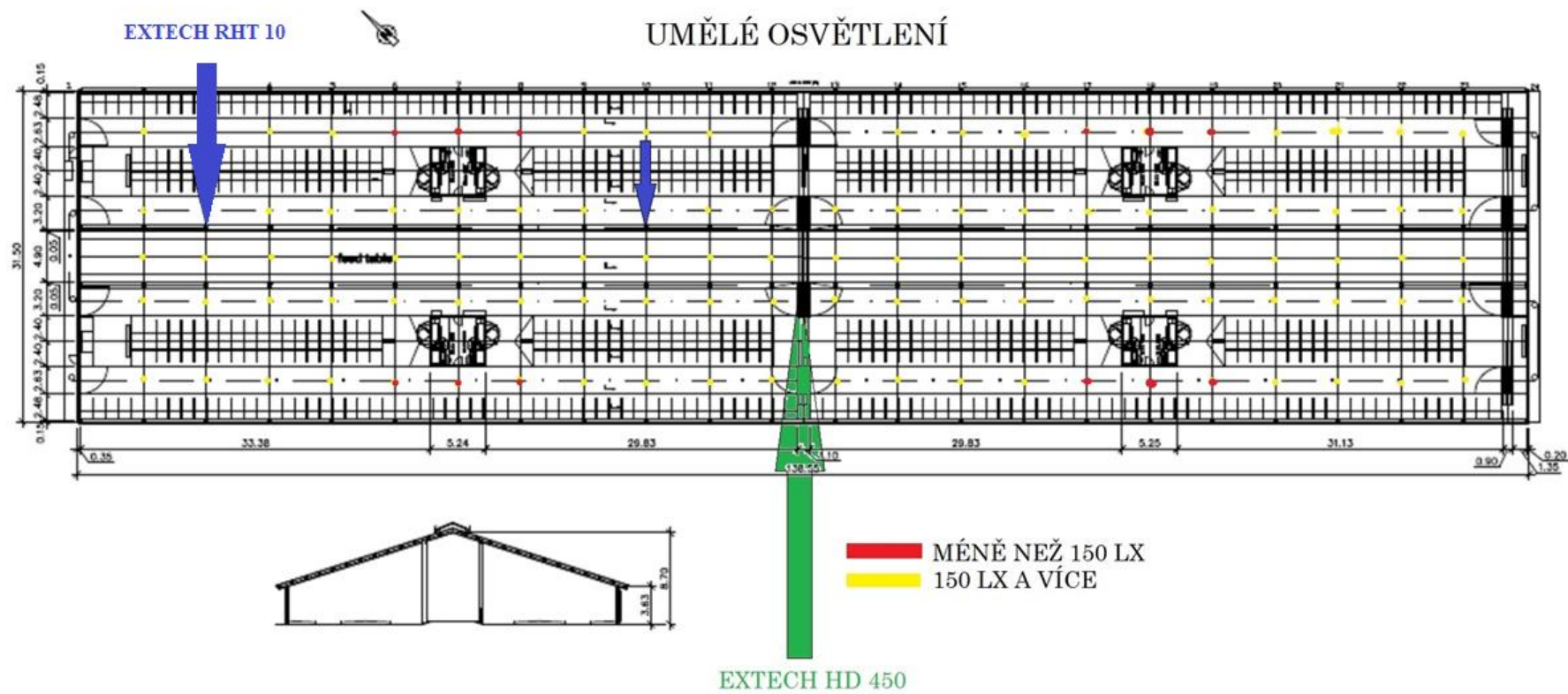
5.2.2 Teplota prostředí a relativní vlhkost

Údaje o teplotě a relativní vlhkosti byly měřeny pomocí USB čidla s dataloggerem Extech RHT 10. Měřicí zařízení byla umístěna ve výšce 1 m nad zemí. První bylo umístěno na sloupu číslo 2 a druhé na sloupu číslo 10 v západní části stáje, což odpovídá 12 m a 56 m od vchodu do stáje. Data o teplotě a relativní vlhkosti byla zaznamenávána v hodinových intervalech.

Obrázek 7: Čidlo Extech RHT 10 s dataloggerem



Obrázek 8: Rozmístění měřících zařízení



5.3 Údaje o doživosti a reprodukci

Data o doživosti a reprodukci (datum inseminace, datum otelení, věk plemenice, pořadí laktace) byla získána z programu Time for Cows (T4C), který je standardním příslušenstvím dojících robotů Lely Astronaut A3. Množství nadojeného mléka bylo sledováno prvních 100 dnů laktace, kdy jsou dojnice nejcitlivější ke změnám okolního prostředí (GHOSH A KOL., 2017).

5.4 Výpočet teplotně-vlhkostního indexu

Z údajů o teplotě a relativní vlhkosti byl pro každý hodinový interval vypočten teplotně-vlhkostní index dle následující rovnice (HAHN, 1999):

$$THI = 0,8t_{db} + ((t_{db} - 14,4) * RV / 100 + 46,4$$

Kde t_{db} představuje teplotu vzduchu (°C) a RV relativní vlhkost vzduchu (%) ve stáji. Vypočítané hodnoty byly použity pro následnou statistickou analýzu.

5.5 Statistické vyhodnocení dat

Pro vyhodnocení sledovaných hodnot byl použit statistický program Statistica 12 (StatSoft®).

Charakteristika dat byla provedena pomocí popisných statistik, konkrétně byl uváděn počet pozorování, průměr, medián, modus, minimum, maximum, rozptyl, směrodatná odchylka a variační koeficient.

Míra závislosti sledovaných proměnných byla hodnocena pomocí korelační analýzy, vzhledem ke splnění předpokladu normality, konkrétně Pearsonovým korelačním koeficientem (r).

Statistické vyhodnocení bylo provedeno pomocí chí-kvadrát testu. Jedná se o statistickou neparametrickou metodu, která se využívá ke zjištění, zda mezi dvěma znaky existuje prokazatelný výrazný vztah. Nulová hypotéza říká, že pozorované počty sledovaných znaků se rovnají očekávaným počtům. Tato nulová hypotéza je zamítnuta ve prospěch alternativní, pokud p -hodnota $< 0,05$ na hladině spolehlivosti $\alpha = 0,05$ (95 %).

Pro vyhodnocení vlivu dvou faktorů na závislou proměnnou byla využita dvoufaktorová analýza rozptylu. Ta hodnotí nejen vliv sledovaných faktorů, ale také jejich interakci. V případě potvrzení vlivu daného faktoru (p -hodnota $< 0,05$) bylo provedeno mnohonásobné porovnání pomocí Post-hoc testů. Výsledky jsou prezentovány v závislosti na statistické průkaznosti: $p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), tendence průkaznosti $p < 0,10$ (+), $p > 0,10$ (-).

6 Výsledky a diskuze

6.1 Vývoj mikroklimatu a jeho vztah k doživosti

6.1.1 Vývoj mikroklimatu - březen až květen

Tabulka 1 popisuje vývoj mikroklimatu ve stáji během jarních měsíců let 2013 a 2014. Graficky je mikroklima jara 2013 a 2014 znázorněno v grafech 1 a 2. V březnu roku 2013 dosahovala průměrná teplota ve stáji 9,92 °C, při minimu 4,70 °C a maximu 13,80 °C. Průměrná relativní vlhkost byla 81,40 %. THI nabývalo hodnot od 39,81 do 55,19, při průměru 48,11. V dubnu 2013 byla průměrná teplota prostředí ve stáji 16,29 °C. Průměrná relativní vlhkost klesla na 79,30 % a průměrné THI vzrostlo na 56,06. V květnu 2013 vzrostla průměrná teplota o 0,73 °C na 17,02 °C, průměrná relativní vlhkost se snížila na 78,15 % a průměrné THI vzrostlo o 0,80 v porovnání s předchozím měsícem.

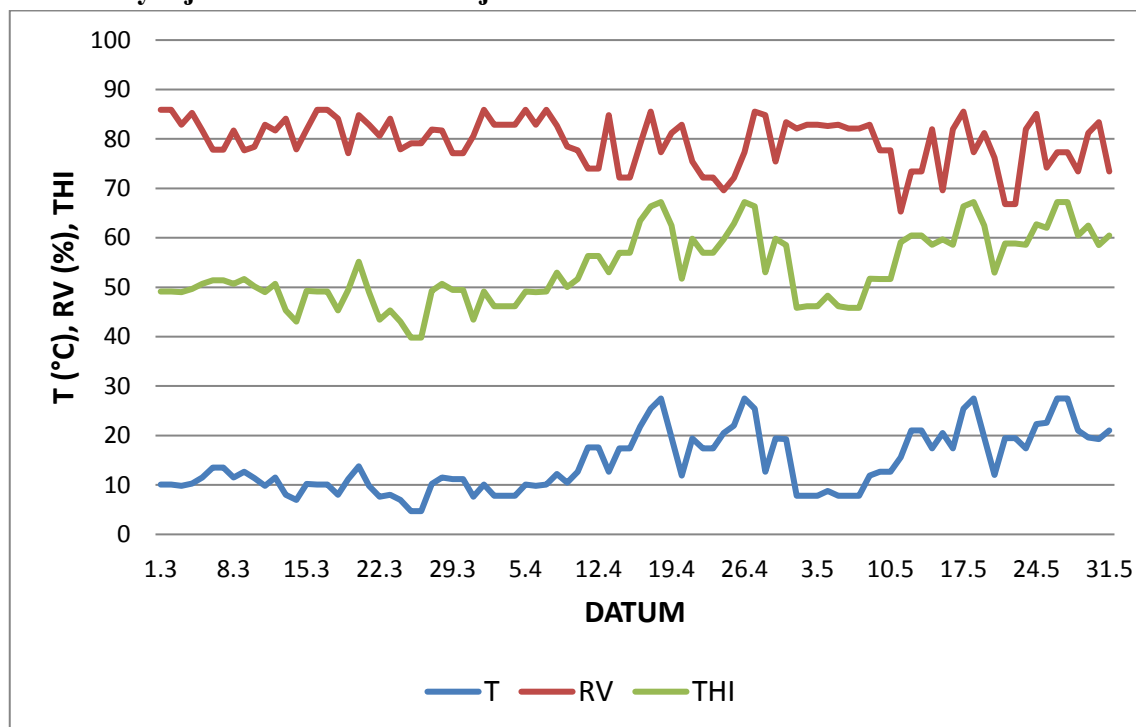
V březnu 2014 byla průměrná teplota prostředí stáje o 0,54 °C nižší než v tomtéž měsíci předchozího roku. Maximální teplota byla ale zjištěna o 1,00 °C vyšší a minimální teplota o 0,10 °C nižší. Obdobný trend byl zaznamenán i u relativní vlhkosti, kdy průměr byl 80,21 %, tedy o 1,19 % méně, než v březnu roku 2013. Duben 2014 ve sledované stáji byl průměrně o 4,54 °C teplejší než duben 2013. Průměrná relativní vlhkost také poklesla a to o 5,86 %. Logicky tak byla ovlivněna hodnota průměrná THI v dubnu 2014, která vzrostla oproti dubnu 2013 o 4,53. Měsíc květen 2014 byl opět mírně teplejší než květen 2013. Průměrná teplota prostředí byla naměřena 21,80 °C, při minimu 11,00 °C a maximu 29,90 °C. Relativní vlhkost nabývala hodnot od minima 65,30 % do 89,80 %, při průměru 80,00 %. Průměrné THI za měsíc květen 2014 bylo zjištěno 62,02.

CALAMARI A KOL. (2018), uvedli, že jimi naměřené průměrné THI v průběhu jara bylo 61,2, při minimu 39 a maximu 77. GARNER A KOL. (2017) označili rozmezí hodnot THI 55–61 za termoneutrální zónu pro dojnice. HERBUT A ANGRECKA (2012) zdůraznili vzájemnou souvislost mezi teplotou vzduchu a relativní vlhkostí. Tyto ukazatele mikroklimatu ovlivňují životní podmínky zvířat a tím i ziskovost produkce. WEST (2003) uvedl, že teplota prostředí a relativní vlhkost mají vliv také na tělesnou teplotu krav. BERMAN A KOL. (1985) napsali, že horní hranice teploty prostředí, při kterých může holštýnský skot udržovat stabilní tělesnou teplotu, je 25 až 26 °C. Z toho vyplývá, že se průměrné teploty ve sledované stáji během jarních měsíců 2013 a 2014 pohybovaly v mezích termoneutrální zóny.

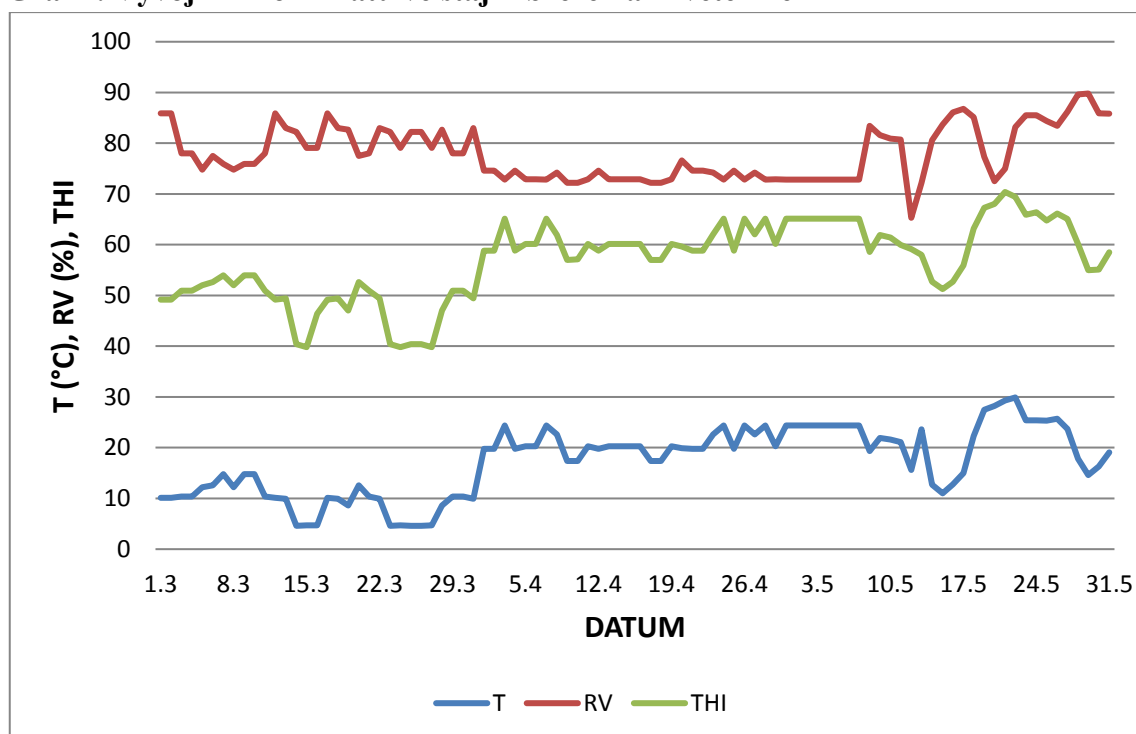
Tabulka 1: Mikroklima ve stáji-březen až květen 2013 a 2014

Rok	Měsíc	Ukazatel	n	Průměr	Medián	Modus	Četnost (modu)	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
2013	III	T (°C)	31	9,92	10,10	10,05	4	4,70	13,80	5,31	2,30	23,23
		RV (%)	31	81,40	81,70	81,34	4	77,10	85,90	9,26	3,04	3,74
		THI	31	48,11	49,15	48,76	4	39,81	55,19	12,95	3,60	7,48
	IV	T (°C)	30	16,29	17,40	17,40	4	7,80	27,50	35,42	5,95	36,53
		RV (%)	30	79,30	80,05	82,90	5	69,60	85,90	27,94	5,29	6,67
		THI	30	56,06	56,66	56,98	4	46,18	67,23	42,92	6,55	11,69
	V	T (°C)	31	17,02	19,30	7,80	6	7,80	27,50	41,13	6,41	37,69
		RV (%)	31	78,15	81,20	79,67	4	65,30	85,50	31,93	5,65	7,23
		THI	31	56,86	58,83	60,45	4	45,83	67,23	49,94	7,07	12,43
2014	III	T (°C)	31	9,38	10,10	10,40	6	4,60	14,80	10,48	3,24	34,51
		RV (%)	31	80,21	79,10	78,00	6	74,80	85,90	11,74	3,43	4,27
		THI	31	48,14	49,43	50,91	6	39,81	53,93	22,69	4,76	9,89
	IV	T (°C)	30	20,83	20,30	20,30	9	17,40	24,40	4,96	2,23	10,69
		RV (%)	30	73,44	72,90	72,90	9	72,20	76,60	1,12	1,06	1,44
		THI	30	60,59	60,18	60,18	9	56,98	65,10	7,03	2,65	4,38
	V	T (°C)	31	21,80	23,70	24,40	7	11,00	29,90	26,01	5,10	23,39
		RV (%)	31	80,00	81,60	72,80	7	65,30	89,80	42,13	6,49	8,11
		THI	31	62,02	64,77	65,10	7	51,27	70,39	26,88	5,18	8,36

Graf 1: Vývoj mikroklimatu ve stáji - březen až květen 2013



Graf 2: Vývoj mikroklimatu ve stáji - březen až květen 2014



Tabulka 2 popisuje korelace vybraných ukazatelů mikroklimatu a dojivosti v průběhu jara 2013 a 2014. Statisticky průkazné korelace jsou označeny červeně. Dojnice byly rozděleny do skupin dle pořadí laktace. Nejsilnější korelace byly zjištěny mezi THI a teplotou. Taková míra vztahu mezi THI a teplotou je logická, protože vychází z výpočtu THI, kde jsou hodnoty teploty a relativní vlhkosti použity. Mírné negativní korelace se vyskytovaly mezi THI a relativní vlhkostí. Tento vztah je překvapivý v porovnání se vztahem THI a teploty. Z toho vyplývá, že THI je významněji ovlivněno teplotou prostředí než relativní vlhkostí. Nízká negativní korelace mezi dojivostí a teplotou byla zaznamenána u dojnic na 1. laktaci. Obdobný vztah byl zjištěn mezi dojivostí a THI ($r = -0,102$). Relativní vlhkost a dojivost spolu korelovaly pozitivně, ale těsnost závislosti byla nízká ($r = 0,054$). Statisticky průkazné korelace mezi dojivostí, THI a teplotou byly zjištěny u dojnic na 3. a další laktaci. Jednalo se o negativí nízkou míru závislosti, v obou případech $r = -0,112$. Poslední statisticky průkazný vztah mezi dojivostí a ukazateli mikroklimatu byl zaznamenán u dojnic na 1. laktaci v roce 2014. Opět byla těsnost závislosti mezi teplotou, resp. THI nízká ($r = -0,059$). Bylo zjištěno, že dojivost během jara 2013 a 2014 byla mikroklimatem stále ovlivněna pouze velmi málo. Tyto výsledky potvrzují, závěry vyvozené z tabulky 1, kde bylo zjištěno, že během jara 2013 a 2014 nedocházelo ve sledované stáji k překračování termoneutrálních zón a zvířata se tím nedostávala mimo komfortní zónu.

LAMBERTZ A KOL. (2014) jsou názoru, že systém ustájení výrazně ovlivňuje podmínky prostředí a tím i produkci mléka. Stejného názoru jsou i JOHNSON (1987) a BOHMANOVA A KOL. (2008), podle těchto autorů různé systémy ustájení mohou ovlivňovat environmentální podmínky dojnic a tím i produkci mléka. Teplota okolního prostředí a relativní vlhkost jsou spolu s THI široce používaným indikátorem teplotních podmínek a stupně tepelného namáhání. Ačkoli jsou v literatuře definovány některé prahové hodnoty pro tepelný stres, liší se podle použitého vzorce pro výpočet THI a byly hodnoceny za různých klimatických podmínek. YANO A KOL. (2014), zdůraznili význam zkoumání individuálních rozdílů mezi dojnicemi, přestože je to nad rámec většiny současných studií. Bylo provedeno mnoho výzkumů o holštýnském skotu, které se věnovaly interakcemi mezi genotypy a podmínkami prostředí. Bylo zjištěno, že některé genotypy se snáze přizpůsobí podmínkám prostředí, např. vysokým teplotám. RAVAGNOLO A KOL. (2000) dospěli k závěru, že v rámci holštýnského plemene existuje značná genetická variace.

Vztahy mezi ukazateli mikroklimatu a doživostí se zabývali ve své práci i ZEJDOVÁ A KOL. (2014). Potvrdili velmi vysokou korelaci mezi THI a teplotou prostředí ($r = 0,998$). Těsnost závislosti mezi THI a relativní vlhkostí byla v jejich případě také mírně záporná ($r = -0,397$).

Tabulka 2: Korelace vybraných ukazatelů mikroklimatu a doživosti - březen až květen 2013 a 2014

Rok	Pořadí laktace (n)	Ukazatel	Průměry	Sm.odch.	T (°C)	RV (%)	THI	Doživost (kg mléka)
2013	1 (1573)	T (°C)	13,709	5,825	1,000	-0,419	0,985	-0,106
		RV (%)	79,904	4,704	-0,419	1,000	-0,366	0,054
		THI	52,843	6,862	0,985	-0,366	1,000	-0,102
		Doživost (kg mléka)	29,711	7,924	-0,106	0,054	-0,102	1,000
	2 (1216)	T (°C)	15,087	6,247	1,000	-0,389	0,985	0,013
		RV (%)	79,308	5,077	-0,389	1,000	-0,352	-0,011
		THI	54,484	7,206	0,985	-0,352	1,000	0,012
		Doživost (kg mléka)	37,167	11,102	0,013	-0,011	0,012	1,000
	3. a další (503)	T (°C)	14,699	6,152	1,000	-0,397	0,986	-0,112
		RV (%)	79,509	4,973	-0,397	1,000	-0,354	0,053
		THI	54,022	7,146	0,986	-0,354	1,000	-0,112
		Doživost (kg mléka)	37,063	10,144	-0,112	0,053	-0,112	1,000
2014	1 (2116)	T (°C)	16,597	6,838	1,000	-0,440	0,985	-0,059
		RV (%)	77,795	5,041	-0,440	1,000	-0,428	-0,032
		THI	56,075	7,749	0,985	-0,428	1,000	-0,059
		Doživost (kg mléka)	31,261	7,675	-0,059	-0,032	-0,059	1,000
	2 (1180)	T (°C)	17,953	6,724	1,000	-0,318	0,983	0,018
		RV (%)	78,163	5,459	-0,318	1,000	-0,303	-0,023
		THI	57,599	7,518	0,983	-0,303	1,000	0,019
		Doživost (kg mléka)	42,992	9,077	0,018	-0,023	0,019	1,000
	3. a další (634)	T (°C)	18,355	6,472	1,000	-0,352	0,984	-0,002
		RV (%)	77,578	5,364	-0,352	1,000	-0,336	-0,068
		THI	58,014	7,271	0,984	-0,336	1,000	-0,006
		Doživost (kg mléka)	42,204	10,866	-0,002	-0,068	-0,006	1,000

6.1.2 Vývoj mikroklimatu - červen až srpen

Tabulka 3, graf 3 a 4 popisují ukazatele mikroklimatu ve stáji v průběhu letních měsíců 2013 a 2014. Z porovnání průměrných teplot měsíce června 2013 a června následujícího roku, je zřejmé, že červen 2013 byl o 2,75 °C chladnější než červen 2014. Relativní vlhkost v červnu 2013 byla také nižší, než průměrná relativní vlhkost ve stejném měsíci následujícího roku a to o 6,22 %. Stejný trend byl pozorován i v případě THI. Průměrný THI v červnu 2013 byl 62,83, při minimu 53,13 a maximu 76,17. Průměrný THI v červnu následujícího roku bylo 65,00, při minimu 59,76 a maximu 74,52. V červenci 2013 byly ve sledované stáji naměřeny hodnoty průměrné teploty prostředí, které se pouze velmi málo lišily od průměrných teplot července 2014. Rozdíl průměrů činil pouze 0,18 °C. Naměřená minima byla 18,50 °C, resp. 19,00 °C a maxima 34,20 °C, resp. 34,40 °C. Rozdíl průměrů relativní vlhkosti v červenci 2013 a 2014 byl pouze 1,46 %. V červenci 2014 byla zjištěna maximální relativní vlhkost 91,94 %, v červenci 2013 byla tato hodnota o 3,94 % nižší.

Při porovnání naměřených hodnot mikroklimatických prvků měsíce srpna bylo zjištěno, že v srpnu 2013 byly vyšší hodnoty ukazatelů, než v srpnu 2014. Průměrná teplota v srpnu 2013 byla 25,63 °C, při minimu 18,50 °C a maximu 34,20 °C. Ve stejném měsíci následujícího roku byla průměrná teplota o 2,22 °C nižší. Průměrná relativní vlhkost byla vyšší v srpnu 2014. Rozdíl průměrů činil 3,91 %. Průměrné THI v srpnu 2013 bylo 66,75 a v srpnu 2014 bylo 65,21.

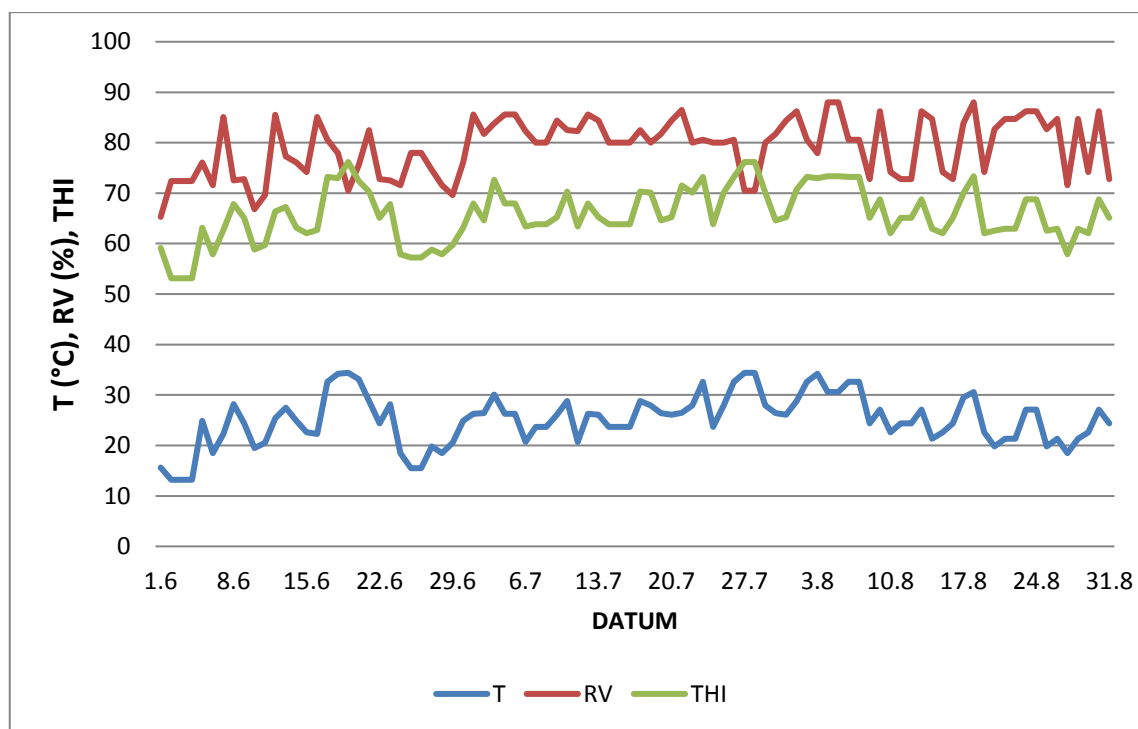
YOUSEF (1985) a DAS A KOL. (2016) napsali, že za termoneutrální zónu dojených krav může být označeno rozmezí teplot 16-25 °C. V rozpětí těchto teplot dojnice bez problémů udržují fyziologickou tělesnou teplotu 38,4-39,1 °C. ALLEN A KOL. (2015) zjistili, že dojnice vykazují příznaky tepelného stresu, pokud THI ve stáji překročí hranici 72. S touto kritickou hodnotou THI souhlasí i POLSKY A KOL. (2017), podle kterých se díky neustále se zvyšujícímu počtu dojnic a zintenzivnění výroby se tepelný stres stal jedním z nejdůležitějších úkolů, kterým dnes čelí chov mléčného skotu.

ARMSTRONG (1994) označil THI nižší než 71 jako tepelnou komfortní zónu, 72 až 79 jako mírné tepelné namáhání, 80 až 90 jako mírný tepelný stres a THI vyšší než 90 indukovalo silný tepelný stres. Podle tohoto rozdělení THI byly dojnice ve sledované stáji vystaveny pouze mírnému tepelnému namáhání a to v případě, že porovnáváme maximální naměřené hodnoty v průběhu letních měsíců 2013 a 2014.

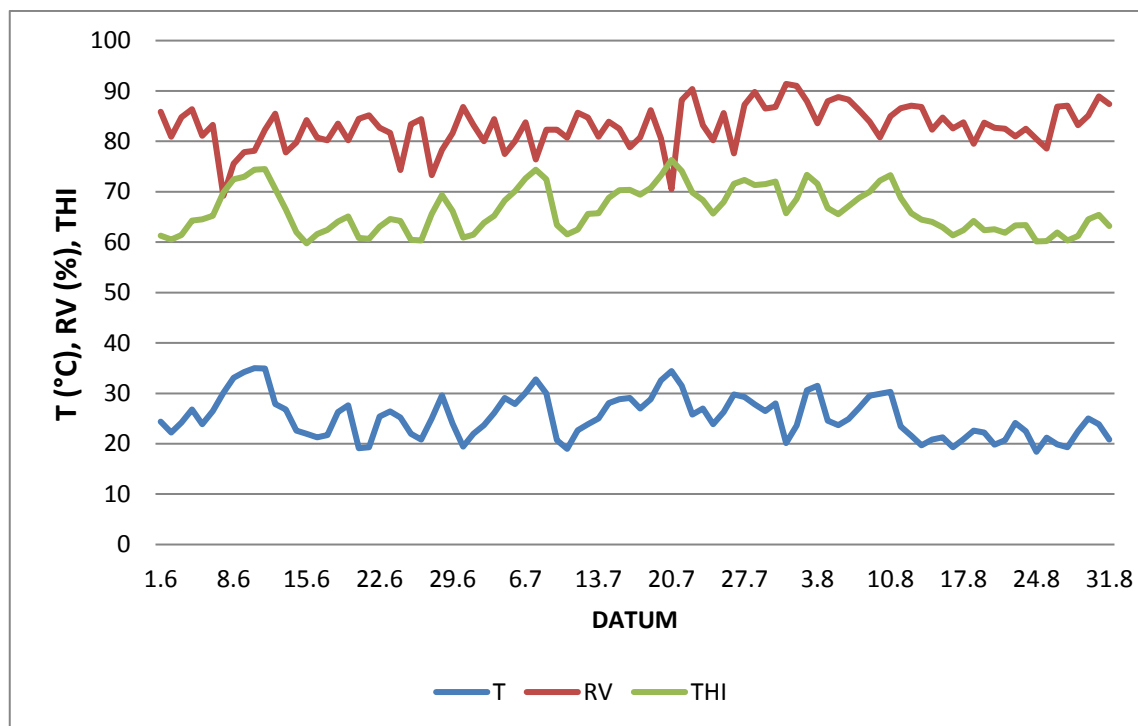
Tabulka 3: Mikroklima ve stáji - červen až srpen 2013 a 2014

Rok	Měsíc	Ukazatel	n	Průměr	Medián	Modus	Četnost (modu)	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
2013	VI	T (°C)	30	22,84	22,45	22,30	3	13,20	34,40	38,95	6,24	27,33
		RV (%)	30	74,90	73,50	72,54	3	65,30	85,50	26,04	5,10	6,81
		THI	30	62,83	62,72	61,72	3	53,13	76,17	38,47	6,20	9,87
	VII	T (°C)	31	26,85	26,30	23,70	6	20,70	34,40	11,40	3,38	12,58
		RV (%)	31	81,52	81,70	80,00	10	70,50	86,50	13,36	3,65	4,48
		THI	31	67,76	67,96	63,86	6	63,41	76,17	15,32	3,91	5,78
	VIII	T (°C)	31	25,63	24,40	24,54	5	18,50	34,20	19,53	4,42	17,24
		RV (%)	31	80,84	82,70	86,20	6	71,60	88,00	33,69	5,80	7,18
		THI	31	66,75	65,10	64,98	5	57,85	73,37	21,07	4,59	6,88
2014	VI	T (°C)	30	25,59	25,10	25,76	2	19,10	35,00	20,29	4,50	17,60
		RV (%)	30	81,12	81,65	80,20	2	69,20	86,80	17,46	4,18	5,15
		THI	30	65,00	64,24	64,57	1	59,76	74,52	19,97	4,47	6,88
	VII	T (°C)	31	27,03	27,80	27,09	2	19,00	34,40	14,09	3,75	13,89
		RV (%)	31	82,98	83,20	83,11	2	70,50	91,40	19,96	4,47	5,38
		THI	31	68,93	69,89	69,75	1	61,49	76,31	15,70	3,96	5,75
	VIII	T (°C)	31	23,41	22,50	21,67	2	18,40	31,50	13,54	3,68	15,72
		RV (%)	31	84,75	84,70	83,76	2	78,60	91,00	9,45	3,07	3,63
		THI	31	65,21	64,21	64,34	1	60,12	73,37	15,24	3,90	5,99

Graf 3: Vývoj mikroklimatu ve stáji - červen až srpen 2013



Graf 4: Vývoj mikroklimatu ve stáji - červen až srpen 2014



Tabulka 4 popisuje korelace vybraných ukazatelů mikroklimatu a dojivosti v průběhu letních měsíců let 2013 a 2014. Dojnice byly rozděleny do skupin dle pořadí laktace, červeně jsou označeny statisticky průkazné korelace. Velmi vysoká korelace byla zjištěna mezi THI a teplotou prostředí, ta nabývala hodnot od 0,898 do 0,970. Velmi vysoká těsnost této závislosti vychází z výpočtu THI. Korelace mezi THI a relativní vlhkostí v létě roku 2013 byla mírná ($r = 0,385$ až $0,430$). V letních měsících 2014 byla zjištěna záporná korelace mezi THI a relativní vlhkostí ($r = -0,128$ až $-0,174$).

Při porovnání průměrů relativní vlhkosti v létě 2013, bylo zjištěno, že nebyla překročena hranice 80 %. V létě 2014 byla průměrná vlhkost prostředí vždy vyšší než 82 %. Pozitivní velmi nízká korelace byla zaznamenána mezi teplotou prostředí a dojivostí u dojníc na 1. laktaci ($r = 0,069$). Dojivost u této skupiny krav také pozitivně korelovala s THI, ale zjištěná těsnost závislosti byla opět pouze nízká ($r = 0,069$).

V tabulce 4 jsou popsány také průměry jednotlivých ukazatelů mikroklimatu. Je zřejmé, že ani v období letních měsíců se dojnice ve sledované stáji nepotýkaly se závažným působením tepelné zátěže, protože průměrná teplota prostředí se pohybovala v rozmezí od $24,670\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $25,617\text{ }^{\circ}\text{C}$ a to v obou sledovaných letech. THI se pohybovalo v komfortní zóně do 67. Při porovnání průměrných nádojů v období jara (tabulka 2) a léta (tabulka 4) bylo zjištěno, že nejvíce zareagovaly na změnu teploty prostředí dojnice na 3. a další laktaci. V létě 2013 snížily mléčnou užitkovost o 5, 248 kg mléka a v létě následujícího roku o 4,08 kg mléka. U ostatních sledovaných skupin dojníc se zvýšení teploty prostředí neprojevovalo poklesem dojivosti.

Obdobnou studii provedli u HERBUT A KOL. (2015). Jejich statistická analýza ukázala, že dojivost závisí převážně na průměrné teplotě vzduchu ($r = -0,82$). Tato velká negativní korelace byla zjištěna u skupiny dojníc s užitkovostí na úrovni 31,5 kg mléka/den. Ve skupině s užitkovostí 12,7 kg mléka/den byla korelace mezi dojivostí a teplotou slabší ($r = -0,63$). IGONO A KOL. (1992) jsou názoru, že horní kritická teplota prostředí u laktujících krav je v rozmezí 24 až $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kritické teploty se však liší v závislosti na mnoha faktorech, včetně stupně aklimatizace, úrovně produkce a relativní vlhkosti (AHARONI A KOL., 2002).

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím účinky tepelného stresu na produkci mléka je fáze laktace. IGONO A KOL. (1992) a NOVAK A KOL. (2009) zaznamenali větší pokles užitkovosti v počáteční fázi laktace než ve střední nebo pozdní fázi laktace.

Autoři ve svých výzkumech častěji kladou důraz na komplexnější ukazatel mikroklimatu, a to hodnotu THI. V mé práci byl zjištěn pouze malý vliv této veličiny na mléčnou užitkovost. HERBUT A ANGREGKA (2012) došli k závěru, že zvýšení hodnoty THI nad hranici 72 vedlo k poklesu denního nádoje o 0,36 kg na jednotku THI. RAVAGNOLO A MISZTAL (2000) uvádějí snížení produkce mléka o 0,2 kg na jednotku THI, zatímco WEST (2003) uvedl ztrátu 0,88 kg mléka na jednotku THI. Studie BOURAOUI A KOL. (2002) ukázala, že denní výtěžnost mléka se snížila o 0,41 kg na jednotku THI. COLLIER A KOL. (2009) zjistili, že zvýšení hodnoty THI vedlo ke snížení denního nádoje o 0,13 kg na jednotku THI.

Tabulka 4: Korelace vybraných ukazatelů mikroklimatu a dojivosti - červen až srpen 2013 a 2014

Rok	Pořadí laktace (n)	Ukazatel	Průměry	Sm.odch.	T (°C)	RV (%)	THI	Dojivost (kg mléka)
2013	1 (1216)	T (°C)	25,262	5,029	1,000	0,305	0,965	0,069
		RV (%)	79,200	5,619	0,305	1,000	0,385	0,044
		THI	65,945	5,365	0,965	0,385	1,000	0,067
		Dojivost (kg mléka)	30,615	8,068	0,069	0,044	0,067	1,000
	2 (620)	T (°C)	24,670	5,465	1,000	0,370	0,970	-0,014
		RV (%)	78,234	5,816	0,370	1,000	0,430	-0,066
		THI	65,185	5,761	0,970	0,430	1,000	-0,016
		Dojivost (kg mléka)	37,048	10,654	-0,014	-0,066	-0,016	1,000
	3. a další (485)	T (°C)	25,100	5,008	1,000	0,309	0,965	0,016
		RV (%)	79,026	5,692	0,309	1,000	0,397	0,051
		THI	65,736	5,328	0,965	0,397	1,000	0,057
		Dojivost (kg mléka)	31,815	10,427	0,016	0,051	0,057	1,000
2014	1 (1437)	T (°C)	25,577	4,205	1,000	-0,319	0,900	0,008
		RV (%)	82,878	4,222	-0,319	1,000	-0,128	0,019
		THI	66,633	4,469	0,900	-0,128	1,000	0,019
		Dojivost (kg mléka)	31,890	7,972	0,008	0,019	0,019	1,000
	2 (1015)	T (°C)	25,617	4,252	1,000	-0,341	0,898	0,026
		RV (%)	82,562	4,211	-0,341	1,000	-0,163	0,010
		THI	66,430	4,495	0,898	-0,163	1,000	0,016
		Dojivost (kg mléka)	43,356	8,831	0,026	0,010	0,016	1,000
	3. a další (488)	T (°C)	25,305	4,271	1,000	-0,343	0,901	0,000
		RV (%)	82,567	4,139	-0,343	1,000	-0,174	0,036
		THI	66,088	4,467	0,901	-0,174	1,000	-0,003
		Dojivost (kg mléka)	38,124	10,654	0,000	0,036	-0,003	1,000

6.1.3 Vývoj mikroklimatu - září až listopad

Mikroklimatické prvky naměřené ve stáji popisuje tabulka 5 a vykresluje graf 5 a 6. Opět bylo zjištěno, že se vývoj mikroklimatu ve stáji v podzimních měsících roku 2013 a 2014 příliš nelišil. Průměrná teplota prostředí stáje v září 2013 byla naměřena 18,45 °C, minimum tohoto ukazatele bylo 12,50 °C a maximum 24,50 °C. Pokud porovnáme tentýž ukazatel v září 2014, zjistíme, že byl o 2,17 °C vyšší, při minimu 13,90 °C a maximu 27,30 °C. Průměrná relativní vlhkost v září 2013 a září 2014 se lišily pouze o 0,01 %. Shodná byla maximální hodnota tohoto ukazatele 91,40 %, rozdíl minima byl 0,30 %.

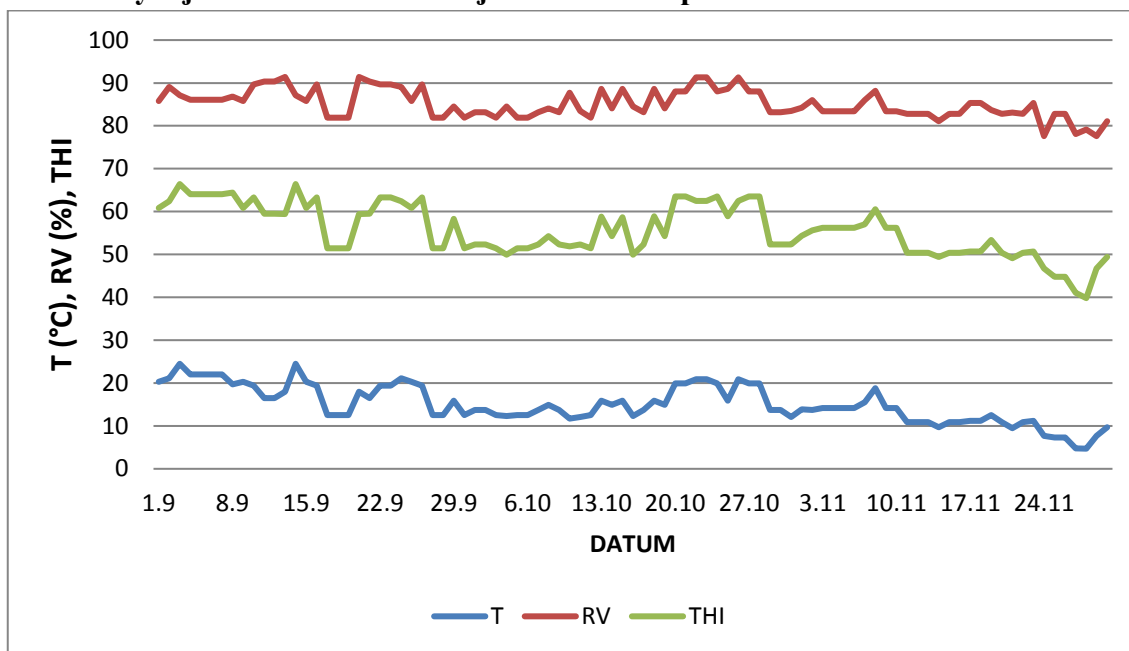
Průměrná hodnota THI v září 2013 činila 60,10 a v tomtéž měsíci následujícího roku to bylo 61,59. Významný rozdíl nebyl zjištěn ani mezi průměrnými teplotami prostředí následujícího měsíce roku 2013 a 2014, naměřená hodnota byla 15,38 °C, resp. 16,42 °C. Průměrná relativní vlhkost v říjnu 2013 byla 85,62 % a v říjnu 2014 to bylo o 0,62 % více. Shodná byla maxima tohoto ukazatele v obou letech a to 91,30 %. Průměrné THI v říjnu 2013 bylo 55,87 a v říjnu následujícího roku to bylo 57,70. V listopadu 2014 byly naměřeny vyšší hodnoty všech sledovaných mikroklimatických prvků. Průměrná teplota prostředí stáje byla 11,26 °C v listopadu 2013 a stejný měsíc následujícího roku 12,38 °C, při minimu 4,70 °C a 7,30 °C a maximu 18,80 °C a 16,90 °C. Rozdíl Průměrných relativních vlhkostí naměřených v měsíci listopadu byl pouze 0,42 %. Průměrná hodnota THI v listopadu 2014 byla pouze o 1,66 vyšší než v listopadu 2013, při minimu 46,05 a maximu 57,45.

DE RENSIS A KOL. (2015) napsali, že pokud je hodnota THI nižší než 68, dojnice nejsou ohroženy tepelným stresem. Mírné příznaky tepelného stresu jsou pozorovány u THI 68 až 74 a pokud hodnota THI překročí hranici 75, dojnice na tuto skutečnost zareagují výrazným poklesem mléčné užitkovosti. Hodnota THI je obvykle hlavním faktorem pro rozhodování vedení týkající se tepelného stresu, protože většina meteorologických stanic v blízkosti zemědělských podniků poskytuje tato data. HAHN A MADER (1997) a BROWN-BRANDL A KOL.(2003) jsou názoru, že THI je po celém světě běžně používán jako praktický indikátor stresu u mléčného dobytka způsobeného povětrnostními podmínkami, protože THI zahrnuje účinky teploty prostředí i relativní vlhkosti v indexu. HOFÍREK A KOL. (2009), napsali, že termoneutrální zóna pro dojnice s produkcí 22 kg mléka za den je v - 2 až 22 °C, při užitkovosti 40 kg mléka za den je to - 6 až 20 °C.

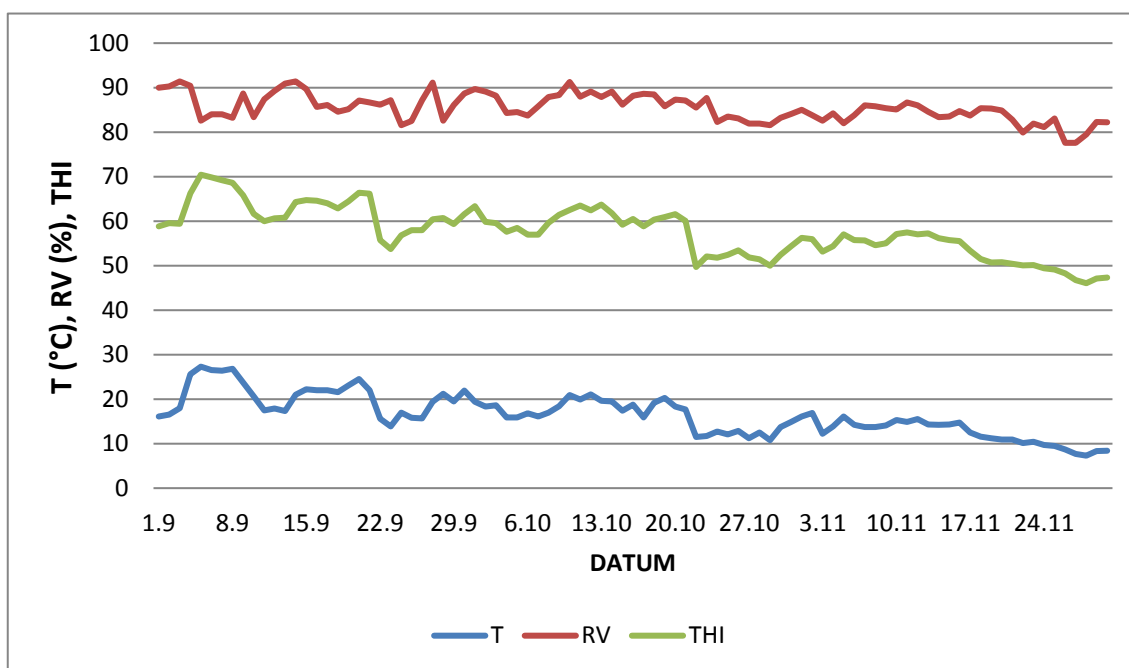
Tabulka 5: Mikroklima ve stáji - září až listopad 2013 a 2014

Rok	měsíc	Ukazatel	n	Průměr	Medián	Modus	Četnost (modu)	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
2013	IX	T (°C)	30	18,45	19,40	12,50	6	12,50	24,50	13,38	3,66	19,83
		RV (%)	30	86,83	86,45	81,90	6	81,90	91,40	9,90	3,15	3,62
		THI	30	60,10	60,87	51,45	6	51,45	66,42	23,46	4,84	8,06
	X	T (°C)	31	15,38	13,70	13,70	7	11,70	20,90	10,08	3,17	20,63
		RV (%)	31	85,62	84,10	83,20	7	81,90	91,30	9,32	3,05	3,57
		THI	31	55,87	52,34	52,34	7	49,95	63,52	24,77	4,98	8,91
	XI	T (°C)	30	11,26	10,90	10,90	7	4,70	18,80	10,05	3,17	28,15
		RV (%)	30	82,91	82,95	82,80	9	77,60	88,20	5,82	2,41	2,91
		THI	30	51,17	50,42	50,42	7	39,81	60,52	23,26	4,82	9,43
2014	IX	T (°C)	30	20,62	21,10	22,00	3	13,90	27,30	14,61	3,82	18,54
		RV (%)	30	86,84	86,90	86,56	2	81,60	91,40	9,19	3,03	3,49
		THI	30	62,42	61,58	61,98	1	53,73	70,43	18,29	4,28	6,85
	X	T (°C)	31	16,42	17,00	15,90	3	10,80	21,10	10,20	3,19	19,45
		RV (%)	31	86,24	87,10	89,10	3	81,60	91,30	7,25	2,69	3,12
		THI	31	57,70	59,16	56,87	1	49,69	63,73	19,69	4,44	7,69
	XI	T (°C)	30	12,38	13,10	12,67	2	7,30	16,90	7,78	2,79	22,54
		RV (%)	30	83,33	83,75	83,76	2	77,60	86,70	5,57	2,36	2,83
		THI	30	52,83	53,86	53,55	1	46,05	57,45	13,61	3,69	6,98

Graf 5: Vývoj mikroklimatu ve stáji - září až listopad 2013



Graf 6: Vývoj mikroklimatu ve stáji - září až listopad 2014



Tabulka 6 znázorňuje korelace vybraných mikroklimatických ukazatelů s dojitvostí. Data byla zaznamenána v průběhu podzimu 2013 a 2014. Statisticky průkazné korelace jsou znázorněny červeně. Opět byla potvrzena velmi těsná korelace mezi THI a teplotou prostředí, kdy r nabývalo hodnot od 0,961 do 0,975. Během podzimu 2013 se zvýšil korelační koeficient mezi relativní vlhkostí a THI ($r = 0,660$ až $0,768$). Na mikroklimatické podmínky ve stáji v období podzimu 2013 zareagovaly snížením dojitvosti dojnice na 3. a další laktaci. Těsnost závislosti mezi teplotou prostředí a dojitvostí byla mírně negativní, stejně jako u vztahu teploty a dojitvosti, resp. relativní vlhkosti. Na podzim 2014 překročily hodnoty relativní vlhkosti ve stáji hranici 86 %. Tato změna se, ale neprojevila ve vztahu k užitkovosti. Na podzim roku 2014 byla zjištěna nízká negativní korelace mezi dojitvostí a teplotou prostředí ($r = - 0,172$) a hodnotami THI ($r = - 0,187$). V obou případech takto reagovaly dojnice na 3. a další laktaci. Hodnoty THI se ve sledovaném období pohybovaly do 61 a nepřekročily komfortní zónu uváděnou autory.

Nejčastěji se předpokládá, že tepelné napětí nastává, když hodnoty THI přesahují 72, protože výroba mléka začíná klesat (ARMSTRONG, 1994; RAVAGNOLO A MISZTAL, 2000; WEST, 2003; BROUČEK A KOL. 2009; AKYUZ A KOL. 2010; HERBUT A KOL., 2015). Podle CARTER A KOL. (2011), krávy trpí tepelným stresem, pokud průměrný denní THI překročí 68, když je minimální denní THI větší než 65 nebo obojí. HAHN A KOL. (2009) jsou názoru, že hraniční hodnota THI závisí také na úrovni produkce mléka. U vysoce produktivního skotu začíná tepelný stres při THI 72, zatímco 74 je hraniční hodnota pro méně produktivní skot.

LINVILL A PARDUE (1992) zjistili, že potenciální pokles produkce mléka během období horkého počasí významně ovlivňuje celkový počet hodin, kdy THI překračuje hranici komfortní zóny. GARNER A KOL. (2017) zjistili, že pokud jsou dojnice vystaveny tepelnému stresu krátkodobě, vrátí se jejich fyziologické funkce do normálního stavu do sedmi dnů od působení kritických hodnot.

Tabulka 6: Korelace vybraných ukazatelů mikroklimatu a dojivosti - září až listopad 2013 a 2014

Rok	Pořadí laktace (n)	Ukazatel	Průměry	Sm.odch.	T (°C)	RV (%)	THI	Dojivost (kg mléka)
2013	1 (312)	T (°C)	16,688	4,565	1,000	0,676	0,973	0,050
		RV (%)	85,821	3,367	0,676	1,000	0,763	0,017
		THI	57,679	6,161	0,973	0,763	1,000	0,065
		Dojivost (kg mléka)	31,421	8,395	0,050	0,017	0,065	1,000
	2 (198)	T (°C)	14,682	4,264	1,000	0,768	0,975	-0,071
		RV (%)	84,876	3,125	0,768	1,000	0,806	-0,115
		THI	55,307	5,808	0,975	0,806	1,000	-0,085
		Dojivost (kg mléka)	42,792	8,244	-0,071	-0,115	-0,085	1,000
	3. a další (131)	T (°C)	16,580	4,651	1,000	0,660	0,973	-0,377
		RV (%)	85,814	3,245	0,660	1,000	0,739	-0,356
		THI	57,671	6,114	0,973	0,739	1,000	-0,409
		Dojivost (kg mléka)	37,854	9,884	-0,377	-0,356	-0,409	1,000
2014	1 (400)	T (°C)	19,599	3,897	1,000	-0,050	0,961	0,090
		RV (%)	86,822	2,846	-0,050	1,000	0,043	-0,013
		THI	61,421	4,425	0,961	0,043	1,000	0,098
		Dojivost (kg mléka)	32,136	7,453	0,090	-0,013	0,098	1,000
	2 (244)	T (°C)	17,923	4,464	1,000	0,325	0,973	-0,052
		RV (%)	86,189	2,967	0,325	1,000	0,399	-0,075
		THI	59,413	5,286	0,973	0,399	1,000	-0,071
		Dojivost (kg mléka)	41,555	6,719	-0,052	-0,075	-0,071	1,000
	3. a další (168)	T (°C)	18,914	4,195	1,000	0,060	0,968	-0,172
		RV (%)	86,567	2,851	0,060	1,000	0,149	-0,117
		THI	60,619	4,838	0,968	0,149	1,000	-0,187
		Dojivost (kg mléka)	44,268	9,191	-0,172	-0,117	-0,187	1,000

6.1.4 Vývoj mikroklimatu - leden až únor

Tabulka 7 a graf 7 a 8 popisují vývoj mikroklimatických prvků v průběhu zimních měsíců 2013 a 2014. Průměrná teplota stájového prostředí v lednu 2013 byla naměřena 7,90 °C, při minimu 4,60 °C a maximu 12,40 °C. Stejný měsíc následujícího roku byla průměrná teplota prostředí 8,99 °C. Minimální teplota byla shodná s minimem předchozího roku a maximální byla o 0,10 °C nižší než v roce 2013. Průměrná relativní vlhkost v lednu 2013 byla 81,27 %. Jako minimální hodnota relativní vlhkosti bylo naměřeno 75,70 % a maximum 85,30 %. Relativní vlhkost v lednu následujícího roku vykazovala obdobný trend jako rok předchozí. Průměrná relativní vlhkost byla o 0,44 % vyšší. Hodnoty minima a maxima se od předchozího roku lišily o 0,50 % a o 0,70 %.

Průměrné THI v lednu roku 2013 bylo 45,32 a nabývalo hodnot od minima 39,81 do maxima 52,94. V lednu 2014 bylo průměrné THI o 2,27 vyšší než v lednu 2013. Průměrná teplota stájového prostředí v únoru 2013 byla 8,77 °C. Minimální teplota naměřená ve stáji v únoru 2013 byla 4,60 °C a maximální teplota byla 14,30 °C. Průměrná teplota v únoru 2014 byla o 1,94 °C vyšší než v tomtéž měsíci předchozího roku, při minimu 5,70 °C a maximu 13,50 °C.

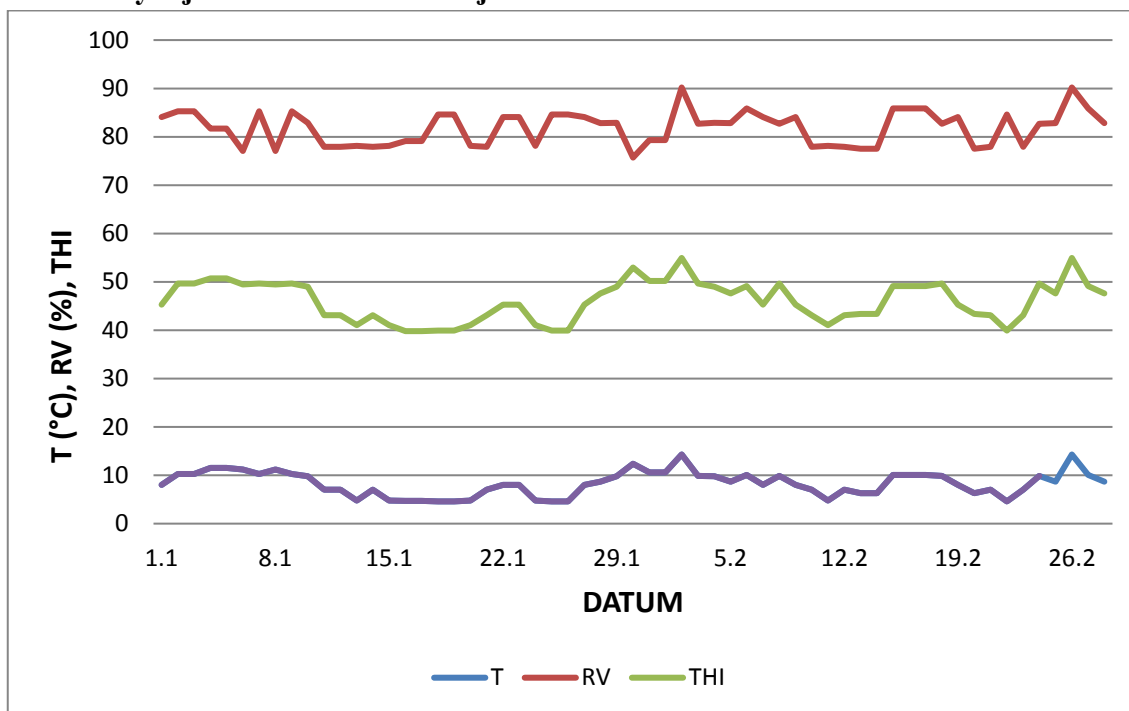
Průměrná relativní vlhkost ve stáji v únoru 2013 byla vyšší o 3,31 % než v únoru roku 2014 a to 82,51 %. Hodnota THI se v únoru 2013 i 2014 pohybovala nízko, průměrně 46,99, resp. 49,67. Ani při porovnání minimálních a maximálních hodnot tohoto mikroklimatického ukazatele nebyly zjištěny žádné, pro dojnice kritické hodnoty. THI v únoru 2013 nabývalo hodnot od minima 39,95 do maxima 54,94. Únor následujícího roku bylo zjištěno minimum 43,08 a maximum bylo shodné s maximem v únoru předchozího roku.

DOLEŽAL A STANĚK (2015) jsou názoru, že skot chovaný v Evropě je tolerantnější k chladu než vůči vysokým teplotám prostředí, podmínkou je zajištění adekvátního ustájení CHEN A KOL. (2017). Z naměřených hodnot vyplývá, že dojnice ve sledované stáji měli zajištěny příznivé podmínky i v období zimních měsíců. HOFÍREK (2009) napsal, že dojnice s užitkovostí 22 kg mléka za den se dostávají do chladového stresu při teplotách - 26 °C až - 2 °C. Dojnice s produkcí 40 kg mléka zažívají chladový stres při teplotách - 30 °C až - 6 °C. Ve sledované stáji během zimních měsíců neklesla teplota pod bod mrazu, takže dojnice nebyly vystaveny působení chladového stresu. Naměřené hodnoty THI také nepřekročily kritické hranice, protože nebylo překročeno THI 72 (ARMSTRONG, 1994).

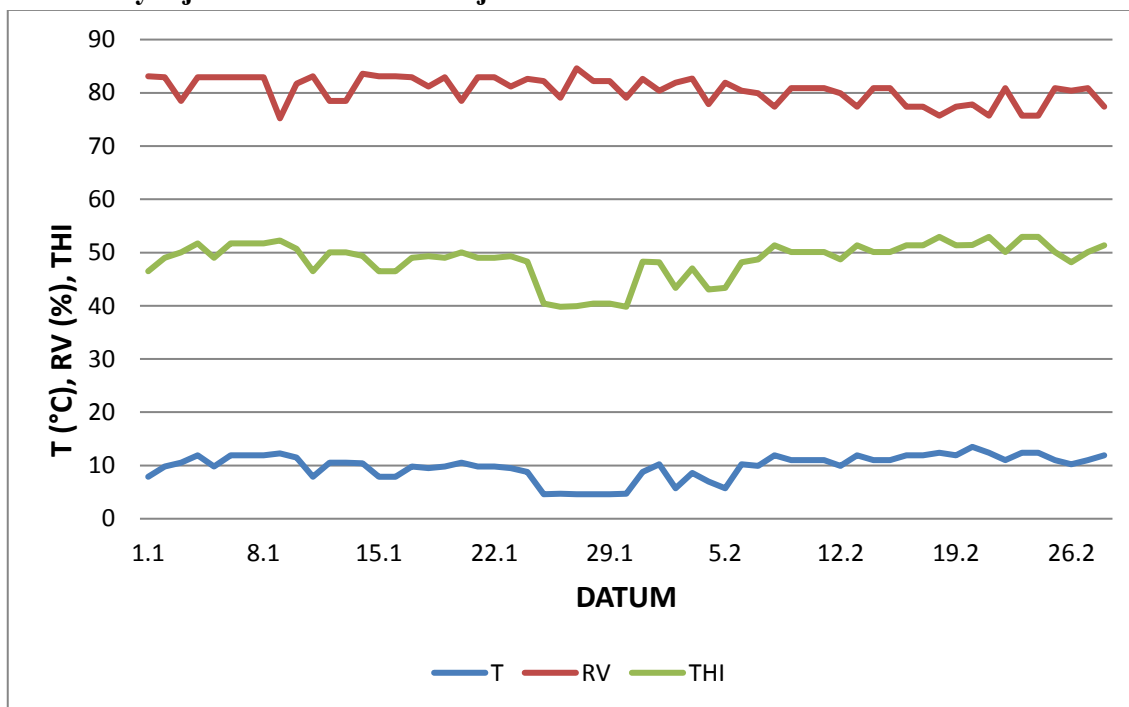
Tabulka 7: Mikroklima ve stáji - leden až únor 2013 a 2014

Rok	Měsíc	Ukazatel	n	Průměr	Medián	Modus	Četnost (modu)	Minimum	Maximum	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
2013	I	T (°C)	31	7,90	8,00	7,76	4	4,60	12,40	7,06	2,66	33,64
		RV (%)	31	81,27	81,70	81,57	4	75,70	85,30	10,47	3,24	3,98
		THI	31	45,32	45,30	45,30	4	39,81	52,94	18,32	4,28	9,44
	II	T (°C)	28	8,77	8,70	10,10	5	4,60	14,30	5,38	2,32	26,46
		RV (%)	28	82,51	82,80	85,90	5	77,50	90,20	14,01	3,74	4,54
		THI	28	46,99	47,62	49,15	5	39,95	54,94	14,34	3,79	8,06
2014	I	T (°C)	31	8,99	9,80	9,80	6	4,60	12,30	6,18	2,49	27,66
		RV (%)	31	81,71	82,90	82,90	10	75,20	84,60	4,46	2,11	2,59
		THI	31	47,59	49,02	49,02	6	39,81	52,24	16,18	4,02	8,45
	II	T (°C)	28	10,71	11,00	11,00	8	5,70	13,50	3,66	1,91	17,87
		RV (%)	28	79,20	80,15	80,90	8	75,70	82,70	4,72	2,17	2,74
		THI	28	49,67	50,08	50,08	8	43,08	52,94	7,55	2,75	5,53

Graf 7: Vývoj mikroklimatu ve stáji - leden až únor 2013



Graf 8: Vývoj mikroklimatu ve stáji - leden až únor 2014



V tabulce 8 jsou zaznamenány korelace vybraných parametrů mikroklimatu a dojitosti v průběhu zimy 2013 a 2014. Byla zjištěna nízká korelace mezi dojitostí a ukazateli mikroklimatu u prvotetek, a to v zimě roku 2013 i 2014 (r nabývalo hodnot od - 0,106 do 0,118). Opět byla potvrzena velmi úzká těsnost vztahu mezi THI a teplotou prostředí, která vychází ze způsobu výpočtu hodnoty THI.

Relativní vlhkost, v zimě 2013, korelovala mírně pozitivně s teplotou prostředí, ale následující rok byla zjištěna u těchto dvou parametrů korelace negativní. Dojnice na 3. a další laktaci v zimě 2013 dosáhly při průměrné teplotě 8,6 °C, relativní vlhkosti 82 % a THI 46,7 nejvyšší dojitosti 45 kg mléka/den. Stejný trend byl zjištěn u dojnic na 3. a další laktaci i v zimě 2014, kdy průměrná teplota prostředí byla 9,7 °C, relativní vlhkost 80 % a THI 48. Průměrná dojitost u této skupiny krav byla 47,3 kg mléka/den.

Bylo zjištěno, že dojnice ve sledované stáji mají mikroklima, které významně neovlivňuje jejich produkci. K významným výkyvům teploty, relativní vlhkosti ani THI během sledovaného období nedocházelo. Pokud se dojnice dostaly do tepelného stresu, mimo jejich komfortní zónu, byly vystaveny jeho působení pouze krátkodobě. Je tedy nutné vyzvednout kvalitu konstrukce stáje a technologií, které zajišťují optimální mikroklima ve stáji. K obdobným závěrům dospěli i SEEDORF A KOL. (1998), kteří napsali, že stáje pro skot se vyznačují širšími variacemi teploty prostředí a relativní vlhkosti v kontrastu s budovami konstruovanými pro jiné druhy hospodářských zvířat. Tato skutečnost je přijatelná s ohledem na toleranci skotu k širokému spektru mikroklima prostředí a k aklimatizaci, které je skot schopen.

Stáje, ve kterých je využíváno přirozeného větrání, a jsou vybaveny technologiemi, které zajišťují optimální mikroklima, považují autoři za vhodné, jako prevenci k odstranění negativních vlivů extrémního počasí. KIC (2017) je názoru, že hodnoty relativní vlhkosti ve stájích odpovídají podmínkám vnějšího prostředí a reagují na jeho změny. Ve svém výzkumu zjistil, že stejně jako u ostatních farem s podobným technologickým zařízením vzdušná vlhkost nevyvolávala problémy s mikroklimatickým komfortem.

DOLEŽAL A STANĚK (2015) zdůraznili význam stájové kubatury v konstrukcích staveb pro vysokoužitkové dojnice a zároveň vyzdvihli potřebu přirozeného větrání stájových objektů, kde jsou otevřené obvodové podélné stěny, vybavené svinovacími plachtami, které jsou po 80 % roku zcela otevřeny. Doplnili také, že vstupní otvory pro vzduch ve stáji jsou také vstupní branou pro přirozené světlo.

Tabulka 8: Korelace vybraných ukazatelů mikroklimatu a dojivosti leden až únor 2013 a 2014

Rok	Pořadí laktace (n)	Ukazatel	Průměry	Sm.odch.	T (°C)	RV (%)	THI	Dojivost (kg mléka)
2013	1 (814)	T (°C)	8,446	2,396	1,000	0,384	0,988	0,104
		RV (%)	81,901	3,405	0,384	1,000	0,381	0,073
		THI	46,407	3,914	0,988	0,381	1,000	0,106
		Dojivost (kg mléka)	28,916	7,602	0,104	0,073	0,106	1,000
	2 (263)	T (°C)	8,723	2,290	1,000	0,254	0,988	-0,112
		RV (%)	81,959	3,176	0,254	1,000	0,259	-0,025
		THI	46,831	3,703	0,988	0,259	1,000	-0,130
		Dojivost (kg mléka)	39,799	9,464	-0,112	-0,025	-0,130	1,000
	3. a další (138)	T (°C)	8,614	2,370	1,000	0,369	0,987	-0,024
		RV (%)	82,088	3,382	0,369	1,000	0,367	-0,059
		THI	46,690	3,853	0,987	0,367	1,000	-0,032
		Dojivost (kg mléka)	45,022	11,818	-0,024	-0,059	-0,032	1,000
2014	1 (1106)	T (°C)	9,847	2,437	1,000	-0,518	0,980	0,118
		RV (%)	80,225	2,448	-0,518	1,000	-0,470	-0,106
		THI	48,569	3,689	0,980	-0,470	1,000	0,109
		Dojivost (kg mléka)	30,540	7,903	0,118	-0,106	0,109	1,000
	2 (427)	T (°C)	9,883	2,356	1,000	-0,463	0,979	0,021
		RV (%)	80,511	2,555	-0,463	1,000	-0,411	-0,044
		THI	48,693	3,569	0,979	-0,411	1,000	0,024
		Dojivost (kg mléka)	40,384	9,850	0,021	-0,044	0,024	1,000
	3. a další (146)	T (°C)	9,727	2,531	1,000	-0,502	0,981	-0,079
		RV (%)	80,267	2,487	-0,502	1,000	-0,454	0,130
		THI	48,388	3,854	0,981	-0,454	1,000	-0,063
		Dojivost (kg mléka)	47,330	10,885	-0,079	0,130	-0,063	1,000

6.2 Vliv délky fotoperiody na mléčnou užitkovost

U dojnic na 1. laktaci byl zjištěn nárůst mléčné užitkovosti o 4,7 % po prodloužení fotoperiody na 18 hodin. Z grafu 9 je patrný významný rozdíl v užitkovosti při přirozené fotoperiodě a automatickém osvětlení. U dojnic na 2. laktaci se navýšila dojivost o 12,6 % oproti přirozené fotoperiodě. Nejstarší skupina krav, dojnice na 3. a další laktaci nadojily o 18 % více mléka. Podrobné popisné statistiky k vlivu délky fotoperiody na mléčnou užitkovost jsou uvedeny v tabulce 9. Úroveň statistické průkaznosti mezi dojivostmi jednotlivých skupin krav je znázorněna v tabulce 10 a označena hvězdičkami ($p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), S. N. = $p > 0,05$).

Prodloužení fotoperiody na 18 hodin denně je ve shodě s výzkumem DAHLA a PETITCLERCA (2003), kteří také potvrdili pozitivní vliv délky fotoperiody na mléčnou užitkovost. DOLEŽAL A KOL. (2005) a HOUSE (2006), uvedli, že dojnice pohybující se v dobrých světelných podmínkách po dobu 16-18 hodin reagují na prodlouženou fotoperiodu o 5-16 % vyšší užitkovostí. PETERS A KOL. (1978) také potvrdili, že prodloužená fotoperioda s trváním 16 hodin světla a 8 hodin tmy při intenzitě světla 114-207 luxů, zvýšila výtěžnost mléka u holštýnských krav o 10-15 % v porovnání s přirozenou délkou fotoperiody při intenzitě světla 39-93 luxů. VAN BAALE A KOL. (2005) také porovnávali vliv prodloužené fotoperiody na dojivost krav. U prvotek dle jejich studie nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v dojivosti, ale skupina starších krav zareagovala na prodloužení světelné části dne zvýšením užitkovosti o 3,6 kg mléka za den. CHAMBERLAIN (2018) ve svém výzkumu poskytl dojnicím 16-18 hodin světla o intenzitě 150 luxů a zjistil, že dojivost se zvýšila přibližně o 2 litry mléka na krávu a den.

VELASCO A KOL. (2008) došli k závěru, že expozice krav zkrácené fotoperiodě (16 hodin tmy a 8 hodin světla) v období stání na sucho zvyšuje výkonnost v následné laktaci. S tím souhlasí i AUCHTUNG A KOL. (2005) a doplňují, že fotoperiodické účinky na laktaci jsou částečně způsobeny změnami v proliferaci mléčných buněk a imunitní a metabolickou kapacitou zvířete.

Autoři se také věnují maximální hranici intenzity světla, která zvířata neruší a může být použita jako pomocné světlo pro noční službu. MACMILLAN A KOL. (2018) použili ve svém pokusu noční osvětlení o intenzitě 10 luxů. Obdobnou studii provedli i BUYSERIE A KOL (2001) a MUTHURAMALINGAM A KOL. (2006), podle kterých lze použít intenzitu osvětlení v noci 5-10 luxů, aniž by to ovlivnilo normální fyziologické funkce.

VAN BAAL A KOL. (2005) vystavili dojnice během nočního režimu světlu o intenzitě 5 FC (foot candle), což odpovídá 53,82 luxům. Toto provedli i LAWSON A KENNEDY (2001) a zjistili, že při intenzitě světla nad 50 luxů došlo ke snížení sekrece melatoninu u dojníc ve srovnání s plemenicemi, které byly během nočních hodin ustájeny ve tmě (0 luxů). BAL A KOL. (2008) zjistili, že starší krávy vystavené 40-60 luxům během noci nevykazovaly žádné snížení produkce melatoninu v porovnání s dojnicemi ustájenými ve stáji o úrovni světla 0-5 luxů. V obou případech se nelišilo množství nadojeného mléka ani příjem sušiny.

PHILLIPS A KOL. (2000) napsali, že k zajištění přirozeného pohybu dojníc po stáji je nutná určitá úroveň osvětlení, protože dojnice reagují na sníženou intenzitu světla změnami pohybové aktivity. Na základě těchto výsledků autoři v tmavé části dne a v noci doporučují optimální úroveň osvětlení chodeb, po kterých se dojnice pohybují na úrovni 119 lux.

HOUSE (2006) je však názoru, že dojnice potřebují 6-8 hodin tmy každý den, protože pouze při splnění těchto podmínek jsou schopny reagovat na prodloužení světelné části dne.

Tabulka 9: Vliv délky fotoperiody na mléčnou užitkovost - popisné statistiky

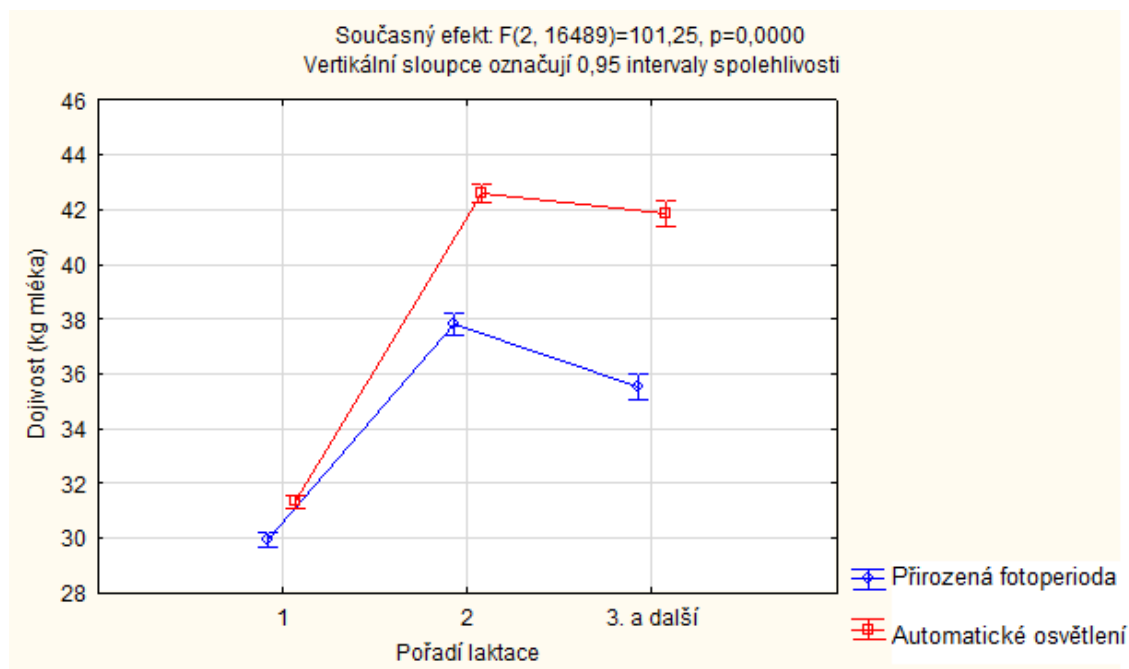
Fotoperioda	Pořadí laktace	n	Průměr	Medián	Modus	Min	Max	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
Přirozená fotoperioda	1	3777	29,931	29,810	31,920	7,220	54,210	62,151	7,884	26,339
	2	1870	37,842	37,855	36,675	4,820	68,700	114,073	10,681	28,224
	3. a další	1226	35,525	35,570	29,290	2,180	65,480	118,123	10,868	30,594
Automatické osvětlení	1	5196	31,336	31,300	33,143	2,130	73,900	62,083	7,879	25,144
	2	2958	42,599	42,750	43,300	6,700	69,700	80,783	8,988	21,099
	3. a další	1467	41,855	42,200	43,000	6,000	72,000	122,600	11,072	26,454

Tabulka 10: Statistické průkaznosti vlivu délky fotoperiody na mléčnou užitkovost

Fotoperioda	Pořadí laktace	Přirozená fotoperioda			Automatické osvětlení		
		1	2	3. a další	1	2	3. a další
Přirozená fotoperioda	1		***	***	***	***	***
	2	***		***	***	***	***
	3. a další	***	***		***	***	***
Automatické osvětlení	1	***	***	***		***	***
	2	***	***	***	***		S. N.
	3. a další	***	***	***	***	S. N.	

p < 0,001 (***), p < 0,01 (**), p < 0,05 (*), S. N. = p > 0,05

Graf 9: Vliv délky fotoperiody na mléčnou užitkovost



6. 3 Vliv světelného režimu na zabřezávání dojníc

Vliv světelného režimu na zabřezávání dojníc po první inseminaci je popsán v tabulkách 11 a 12. Vliv fotoperiody nebyl statisticky průkazný ($p = 0,100$), ale projevila se tendence horšího zabřezávání při automatickém osvětlení v porovnání s přirozenou fotoperiodou. Oproti očekávaným četnostem zabřezlo o 8 plemenic více při přirozené fotoperiodě a o 6 méně při automatickém systému osvětlení. Největší rozdíl byl pozorován u dojníc na první laktaci. Graficky jsou výsledky chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace (1, 2, 3. a další) na zabřezávání znázorněny v grafu 10.

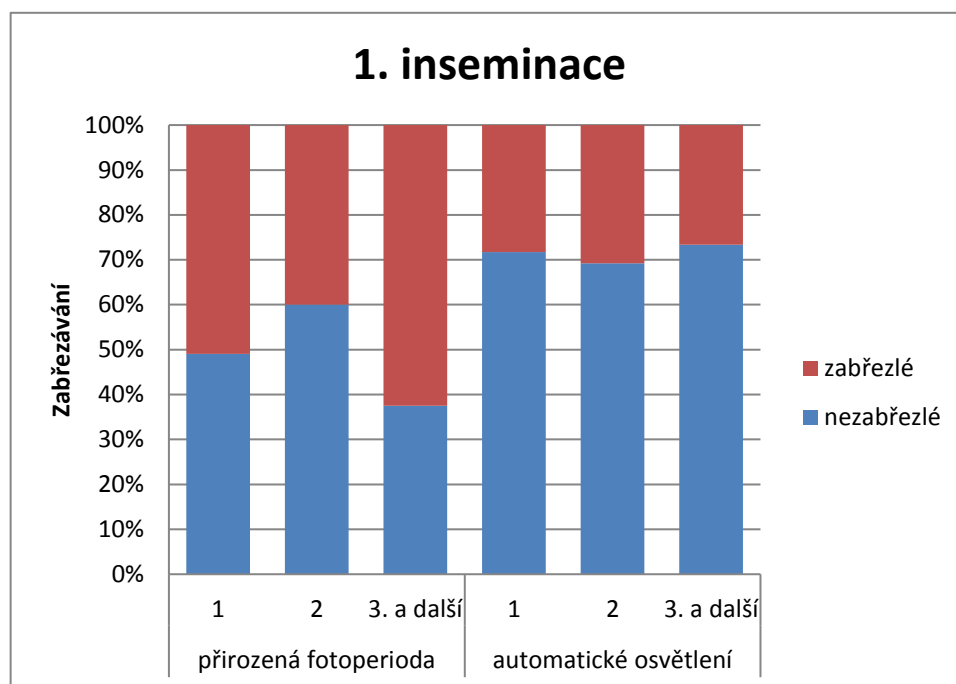
Tabulka 11: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 11,437, sv=7, p=0,100				
Fotoperioda	Pořadí laktace	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
Přirozená fotoperioda	1	7,940	-4,154	3,786
	2	0,181	-0,534	-0,353
	3. a další	0,572	-4,006	-3,434
Celk.		8,694	-8,694	0,000
Automatické osvětlení	1	-6,281	2,495	-3,786
	2	-1,933	2,285	0,353
	3. a další	-0,480	3,913	3,434
Celk.		-8,694	8,694	0,000

Tabulka 12: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci

Fotoperioda		Pořadí laktace	Zabřezlé	Nezabřezlé
Přirozená fotoperioda	Četnost	1	27	26
	Řádk. četn.		50,94%	49,06%
	Četnost	2	10	15
	Řádk. četn.		40,00%	60,00%
	Četnost	3. a další	5	3
	Řádk. četn.		62,50%	37,50%
Automatické osvětlení	Četnost	1	13	33
	Řádk. četn.		28,26%	71,74%
	Četnost	2	8	18
	Řádk. četn.		30,77%	69,23%
	Četnost	3. a další	4	11
	Řádk. četn.		26,67%	73,33%

Graf 10: Grafické znázornění výsledků chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace (1, 2, 3. a další) na zabřezávání



Zabřezávání dojnic při 2. a další inseminaci je zaznamenáno v tabulkách 13 a 14. Vliv fotoperiody nebyl v tomto případě statisticky průkazný ($p = 0,209$). Oproti očekávaným četnostem zabřezlo o 4 dojnice více při automatickém osvětlení a o 4 plemenice méně při přirozené fotoperiodě. Největší rozdíl byl opět pozorován u dojnic na první laktaci. Grafické znázornění výsledků chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace (1, 2, 3. a další) na zabřezávání je zobrazen v grafu 11.

Tabulka 13: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace na zabřezávání při 2. a další inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

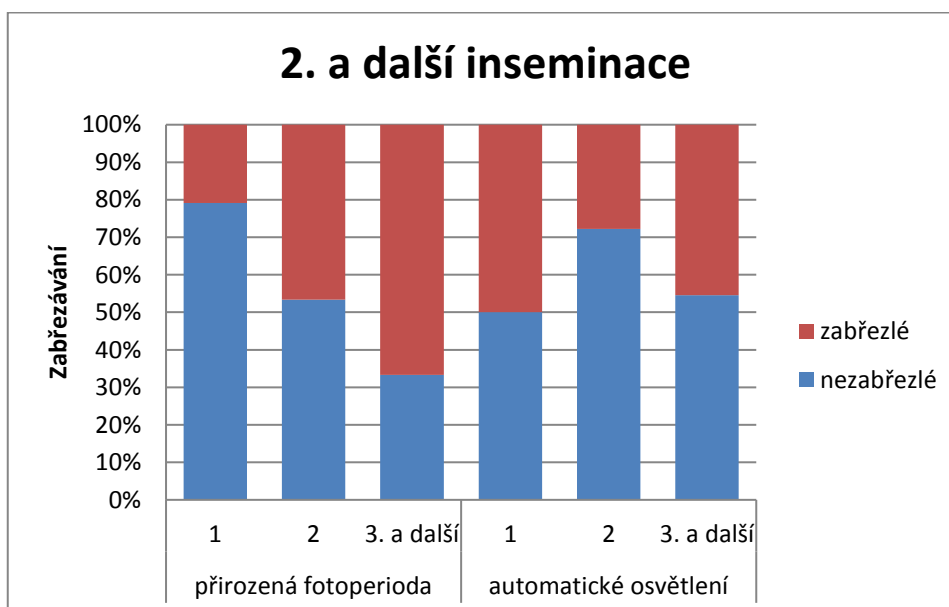
Pearsonův chí-kv. : 9,652, sv=7, p=0,209				
Fotoperioda	Pořadí laktace	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
Přirozená fotoperioda	1	-4,244	4,693	0,449
	2	1,916	0,131	2,047
	3. a další	-0,157	-2,338	-2,495
Celk.		-2,486	2,486	0,000
Automatické osvětlení	1	3,693	-4,142	-0,449
	2	-2,869	0,822	-2,047
	3. a další	1,662	0,834	2,495

Celk.	2,486	-2,486	0,000
-------	-------	--------	-------

Tabulka 14: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace na zabřezávání 2. a další inseminaci

Fotoperioda		Pořadí laktace	Zabřezlé	Nezabřezlé
Přirozená fotoperioda	Četnost	1	19	5
	Řádk. četn.		79,17%	20,83%
	Četnost	2	8	7
	Řádk. četn.		53,33%	46,67%
	Četnost	3. a další	1	2
	Řádk. četn.		33,33%	66,67%
Automatické osvětlení	Četnost	1	18	18
	Řádk. četn.		50,00%	50,00%
	Četnost	2	13	5
	Řádk. četn.		72,22%	27,78%
	Četnost	3. a další	6	5
	Řádk. četn.		54,55%	45,45%

Graf 11: Grafické znázornění výsledků chí-kv. testu hodnotícího vliv světelného režimu a pořadí laktace (1, 2, 3. a další) na zabřezávání



Výsledky zhoršeného zabřezávání dojníc při prodloužené fotoperiodě jsou v souladu s výzkumem RAO A KOL. (2017), kteří zaznamenali prodloužení servis periody a zvýšený počet inseminací na krávu. K opačnému závěru došli REKSEN A KOL. (1999)

podle kterých se při prodloužené fotoperiodě zkrátila servis perioda a mezidobí o 4 dny a snížil se také počet inseminací na krávu o 0,07.

TANIDA A KOL. (1984) upozornili na negativní dopad 24 hodinového umělého osvětlení o konzistentní intenzitě ve stáji. Došlo k prodloužení servis periody a zvýšil se i počet inseminací na krávu. Byl zaznamenán pokles příjmu sušiny oproti kravám, které byly chovány v režimu 14-16 hodin světla za den. Podle studie PHILLIPSE A SCHOFIELDA (1989) mělo umělé osvětlení za následek snížení projevů estru u dojnic.

RAO A KOL. (2017) zjistili, že při intenzitě světla 150 luxů se zkrátí délka servis periody o 22 dnů v porovnání s intenzitou 100 resp. 200 luxů.

Prodloužení světelné části dne má pozitivní vliv na růst a vývoj jalovic. Pokud jsou jalovice po odstavu vystaveny působení 18-ti hodinám světla o úrovni minimálně 150 luxů, zrychluje se tvorba parenchymu mléčné žlázy a tím se dle PETITCLERCA A KOL. (1985) snižuje věk nástupu do puberty přibližně o jeden měsíc. REKSEN A KOL. (1999) napsali, že jalovice vystavené prodloužené fotoperiodě dosahovaly nižšího věku při první inseminaci o 4,8 dne. Věk při prvním otelení se snížil o 6,6 dne. To potvrdili i HANSEN A KOL. (1983), kteří jsou názoru, že dřívější nástup puberty u jalovic je spojen s vyšším uvolňováním luteinizačních hormonů v reakci na estradiol. Vývoj mléčné žlázy a její funkce jsou kontrolovány cirkadiánním systémem (SUAREZ-TRUJILLO A CASEY, 2016).

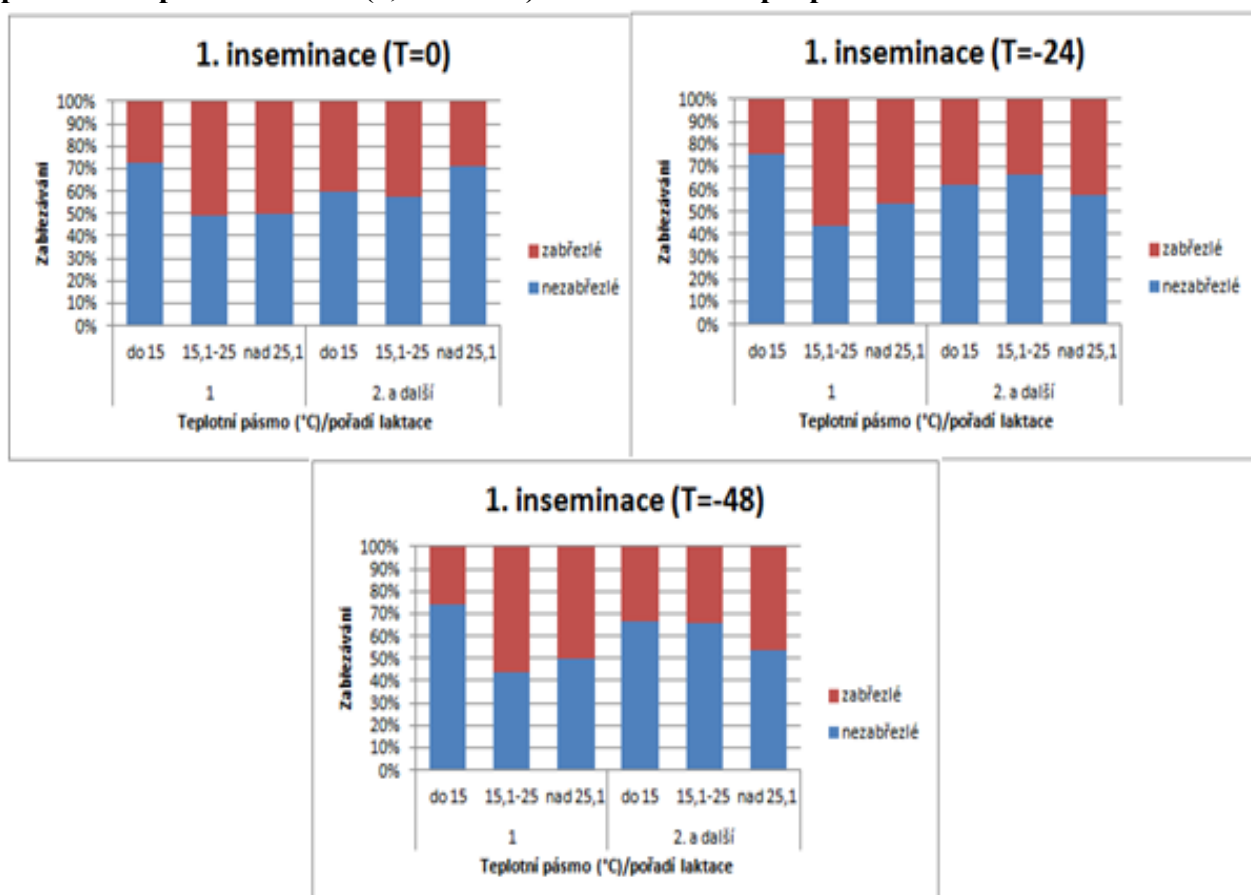
VALENZUELA-JIMENEZ A KOL. (2015) napsali, že prodloužená fotoperioda u jalovic má pozitivní vliv na zvýšení tělesné hmotnosti, vyšší účinnosti krmiva, biometrii vemene, a také bylo zjištěno nižší riziko dystokie v porovnání s jalovicemi chovanými v podmínkách s přirozeným světelným managementem. Bylo zjištěno, že krávy narozené v období letních měsíců se po porodu vracejí k normálnímu estrálnímu cyklu rychleji, než krávy, které se narodily v zimním období, kdy je oproti létu zkrácená expozice ke světlu.

Správné umělé osvětlení má dle PENEVA A KOL. (2014) pozitivní vliv také na sociální interakce ve stádě. Poskytuje lepší vizuální kontakt mezi kravami, což má za následek méně konfliktů a následných traumat. Správné osvětlení je také nezbytné pro dobré životní podmínky zvířat a pro komfortní a bezpečnou práci na farmě.

6.4 Vliv teploty prostředí na zabřezávání dojníc

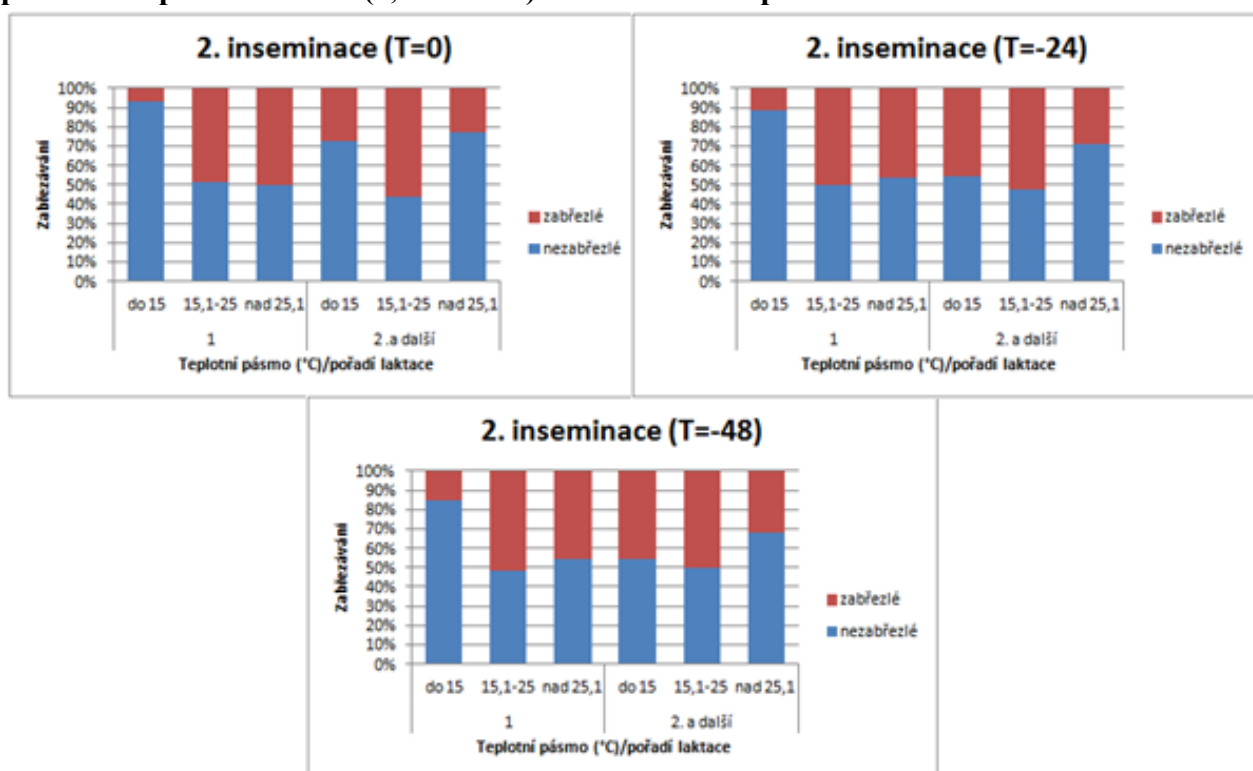
Vliv teploty prostředí v den inseminace, 24 hodin a 48 hodin před první inseminací na zabřezávání dojníc je znázorněn v grafu 12 a v příloze I tabulkách 1 až 6. Při zohlednění teploty v den inseminace, 24 a 48 hodin před inseminací byly zjištěny obdobné výsledky ve všech třech sledovaných případech. Míra zabřezávání se pohybovala mezi 27 % a 51 %. Vliv teploty prostředí v den inseminace nebyl statisticky průkazný ($p = 0,093$), ale projevila se tendence lepšího zabřezávání u skupiny prvotetek při teplotách prostředí nad 15,1 °C v porovnání se skupinou krav na 2. a další laktaci. Vliv teploty prostředí na zabřezávání po první inseminaci 24 a 48 hodin před provedením inseminace byl statisticky průkazný ($p < 0,05$), ale skupiny dojníc reagovaly různě. Nejméně plemenic na první laktaci zabřezlo, pokud byla teplota prostředí do 15 °C, a to ve všech pozorovaných případech. Pozitivně působila na dojnice na první laktaci teplota v pásmu 15,1-25 °C a to 24 hodin i 48 hodin před provedením inseminace.

Graf 12: Grafické znázornění výsledků chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí a pořadí laktace (1, 2. a další) na zabřezávání při první inseminaci



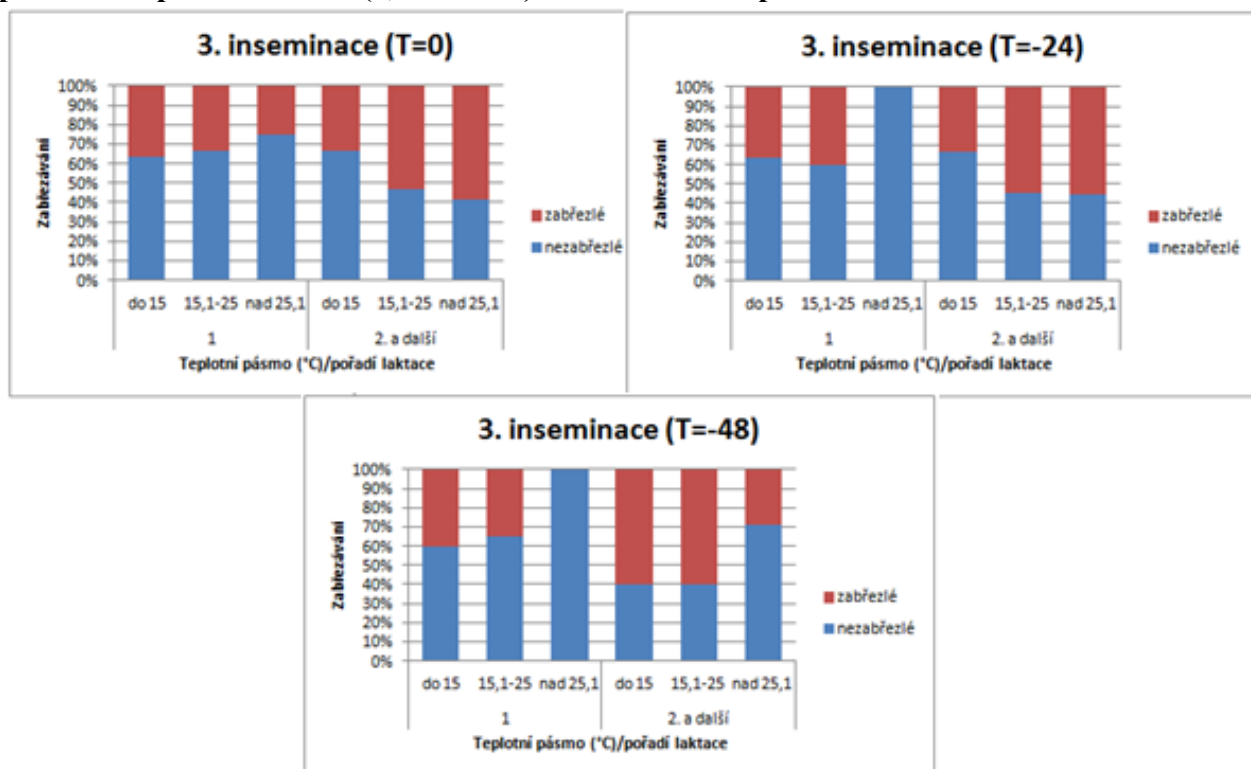
V grafu 13 a příloze I v tabulkách 7 až 12 je znázorněn vliv teploty prostředí v den provedení druhé inseminace, 24 a 48 hodin před provedením druhé inseminace. Dojnice byly opět rozděleny do skupiny dle pořadí laktace. Vliv teploty prostředí v den inseminace byl statisticky průkazný ($p < 0,05$) ve všech pozorovaných případech. Nejnižší míra zabřezávání od 6,67 % do 15 % se opět projevila u dojníc na první laktaci při teplotách do 15 °C. Stejné procento (45,45 %) dojníc na 2. a další laktaci zabřezlo při teplotách, které se pohybovaly v pásmu do 15 °C ($T=-24$ a $T=-48$). Nejnižší míra zabřezávání u skupiny starších dojníc byla zjištěna v teplotním pásmu nad 25,1 °C. Zabřezlo od 23,08 % do 32 %. Ze zjištěných výsledků můžeme usuzovat, že plemence na 2. a další laktaci při teplotách nad 25,1°C snížily intenzitu estrálních projevů a tím bylo i náročnější detekovat správný čas inseminace.

Graf 13: Grafické znázornění výsledků chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí a pořadí laktace (1, 2. a další) na zabřezávání při druhé inseminaci



Výsledky zabřezávání při třetí inseminaci jsou znázorněny v grafu 14 a zaznamenány v příloze I v tabulkách 13 až 18. Žádný ze sledovaných případů není statisticky průkazný ($T = 0$, $p = 0,079$; $T = -24$, $p = 0,160$; $T = -48$, $p = 0,173$). Z grafů popisujících teplotu prostředí 24 a 48 hodin před provedením třetí inseminace je patrné, že teplota prostředí nad 25,1 °C negativně ovlivnila následné zabřezávání u dojníc na první laktaci. Míra zabřezávání skupiny starších krav v tomto teplotním pásmu se pohybovala od 28,57 % do 58,33 %. Jako příznivé teplotní pásmo pro zabřezávání plemenic při třetí inseminaci lze označit 15,1-25 °C, kdy zabřezlo 40 % až 60 % inseminovaných krav. Vyjimku tvoří skupina dojníc na první laktaci v $T = 0$, kterých zabřezlo pouze 33 %.

Graf 14: Grafické znázornění výsledků chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí a pořadí laktace (1, 2. a další) na zabřezávání při třetí inseminaci



Správná detekce estru a načasování inseminace hrají zásadní roli při zlepšování reprodukce ve stádě. FOOTE (1975) uvedl, že přesná detekce estru je klíčem k efektivní reprodukci a vysoké produkci mléka. Přesnost a účinnost detekce estru jsou ovlivněny četností pozorování, denní dobou a časem, po který je stádo pozorováno (PERALTA A KOL., 2005). Nevhodné podmínky v chovu mohou způsobovat tzv. tiché říje a tím znesnadnit detekci správné doby inseminace (PELISSIER, 1972).

KLEMENTOVÁ A KOL. (2017), jsou názoru, že nejvíce plemenic zabřezne při teplotách prostředí do 5 °C.

Snížené procento zabřezlých dojníc může být dle autorů způsobeno teplotním stresem. Autoři uvedli, že počet zabřezlých dojníc v průběhu letních měsíců může poklesnout o 20 % až 30 % (DE RENSIS A SCARAMUZZI, 2003). To je v souladu s prací KLEMENTOVÉ A KOL. (2017), kteří zjistili, že v letním období, kdy byla průměrná denní teplota 18,96 °C, zabřezlo 40,43 % dojníc. V zimním období, při průměrné teplotě 1,48 °C, zabřezlo o 15,93 % dojníc více v porovnání s létem. Při důkladnější analýze bylo zjištěno, že dojnice nejlépe zabřezávaly v zimních měsících - lednu (88,24 %) a únoru (91,67 %). Toto potvrdil i DE RENSIS A KOL. (2002), kteří napsali, že míra zabřezávání je nižší v průběhu léta v porovnání se zimními měsíci. V jejich studii bylo dosaženo 33 % gravidity při potvrzování březosti v 90-ti dnech v letní sezóně v porovnání se 46 % v zimě.

KLEMENTOVÁ A KOL. (2017) došli k závěru, že plemenice nejhůře zabřezávaly v měsících září (22,73 %) a říjen (28,57 %).

ORIHUELA (2000), napsal, že zvyšující teplota prostředí negativně ovlivňuje přirozené znaky chování a zkracuje délku a snižuje intenzitu estru. Zvyšuje také sekreci ACTH a kortizolu (SINGH A KOL., 2013) a blokuje sexuální chování vyvolané estradiolem (HEIN A ALLRICH., 1992). ROTH A KOL. (2000) uvedli, že rozvinuté folikuly jsou poškozeny a přestanou být životaschopné, když tělesná teplota překročí 40 °C. JOUSAN AND HANSEN (2007) zjistili, že pokud je embryo in vitro aplikován IGF-I, zvýší to jeho odolnost proti teplotnímu šoku. WOLFENSON A ROTH (2018) aplikovali bovinní somatotropin pro zvýšení koncentrace IGF-I kravám v laktaci, ale takto zvýšená koncentrace IGF-I neměla pozitivní vliv na embryonální úmrtnost a tudíž ani na míru zabřezávání v průběhu letních měsíců, kdy byly dojnice vystaveny tepelnému stresu.

6. 5 Vliv světelného režimu na přežvykování

Z tabulky 15 je patrné, že u dojnic na 1. laktaci byl zjištěn nárůst průměrné ruminační aktivity o 42 minut za den po prodloužení fotoperiody. V maximálních hodnotách byla doba přežvykování u prvotek o 95 minut za den delší při automatickém osvětlení. Skupina starších krav navýšila dobu přežvykování v průměru o 25 minut za 24 hodin. Tabulka 16 popisuje statistické průkaznosti vlivu světelného režimu na přežvykování dojnic v jednotlivých ročních obdobích, které jsou zastoupeny hvězdičkami ($p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), S. N. = $p > 0,05$). Graf 15 znázorňuje dobu přežvykování dojnic na 1. laktaci při přirozené fotoperiodě a automatickém osvětlení. Největší rozdíl u této skupiny krav byl pozorován v průběhu zimních měsíců (XII-II), kdy byla ruminační aktivita navýšena o 21,7 % v porovnání s přirozenou fotoperiodou ($p < 0,001$).

Tabulka 15: Vliv délky fotoperiody na přežvykování - popisné statistiky

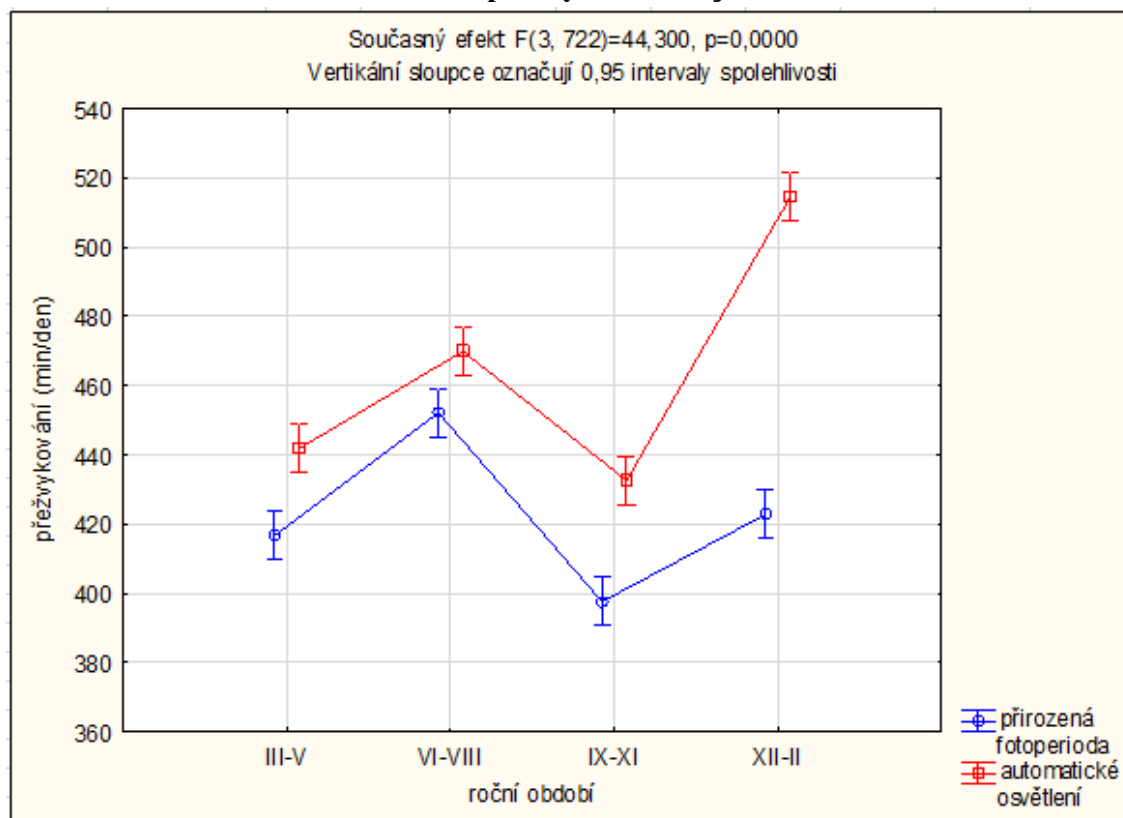
Fotoperioda	Pořadí laktace	n	Průměr	Medián	Modus	Min	Max	Rozptyl	Sm.odch.	Var.koef.
Přirozená fotoperioda	1	365	422,405	423,972	418,130	294,583	509,542	1287,869	35,887	8,496
	2. a další	365	469,885	481,667	470,440	318,438	543,879	2138,702	46,246	9,842
Automatické osvětlení	1	365	464,522	453,113	452,150	367,097	604,417	2392,512	48,913	10,530
	2. a další	365	494,848	502,472	527,530	360,111	570,558	1318,128	36,306	7,337

Tabulka 16: Statistické průkaznosti vlivu světelného režimu na přežvykování dojnic na 1. laktaci v jednotlivých ročních obdobích

Fotoperioda	Měsíc	Přirozená fotoperioda				Automatické osvětlení			
		III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II
Přirozená fotoperioda	III-V	***	**	S. N.	***	***	***	*	***
	VI-VIII	***	***	***	S. N.	***	**	**	***
	IX-XI	**	***	***	***	***	***	***	***
	XII-II	S. N.	***	***	**	**	***	S. N.	***
Automatické osvětlení	III-V	***	S. N.	***	**	***	***	S. N.	***
	VI-VIII	***	**	***	***	***	***	***	***
	IX-XI	*	**	***	S. N.	S. N.	***	***	***
	XII-II	***	***	***	***	***	***	***	***

$p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), S. N. = $p > 0,05$

Graf 15: Vliv světelného režimu na přežvykování dojníc na 1. laktaci



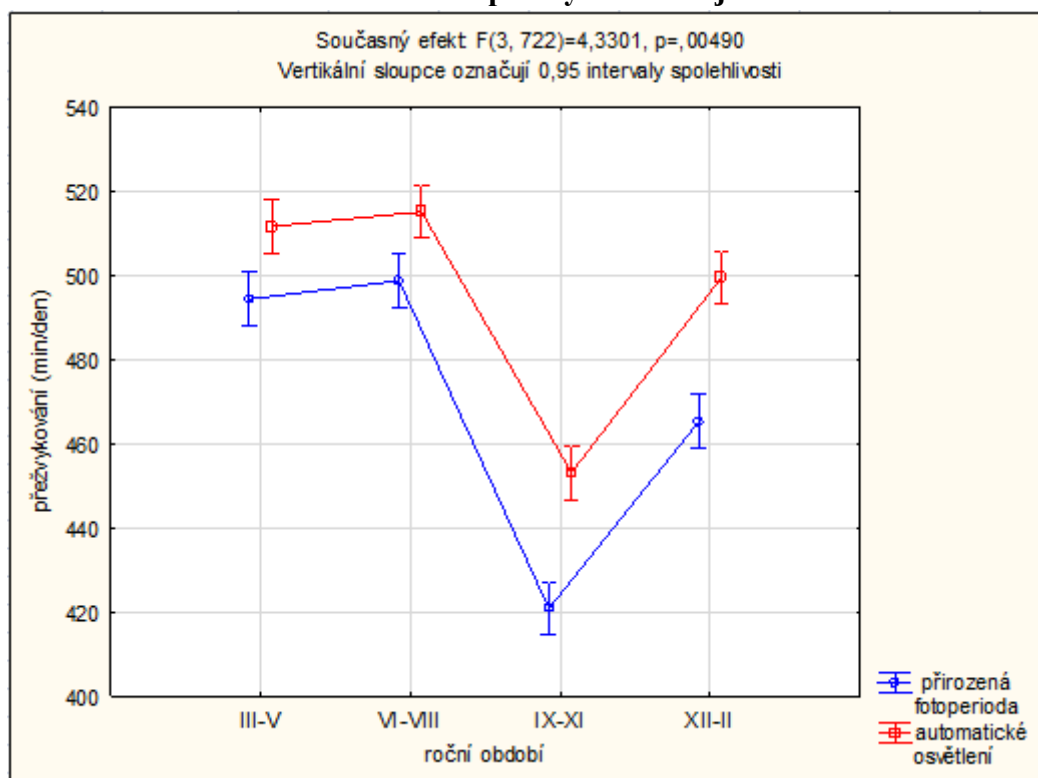
Tabulka 17 popisuje statistické průkaznosti vlivu světelného režimu na přežvykování dojníc na 2. a další laktaci v jednotlivých ročních obdobích. Míra průkaznosti je opět znázorněna hězdičkami $p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), S. N. = $p > 0,05$). Vliv světelného režimu na přežvykování dojníc na 2. a další laktaci je znázorněn v grafu 16. Při porovnání těchto dvou křivek je patrné, že skupina starších dojníc zareagovala na prodloužení fotoperiody ve stáji pozitivně a prodloužila dobu přežvykování. V průběhu jarních (III-V) a letních (VI-VIII) měsíců to bylo o 17,29 min. ($p < 0,01$) resp. 16,44 min ($p < 0,01$) více, než při přirozené fotoperiodě. Větší rozdíl byl zjištěn na podzim (IX-XI) a to 32,21 minut ($p < 0,001$). O 34 min. ($p < 0,001$) prodloužily dojnice dobu přežvykování v zimě (XII-II). I u této skupiny dojníc byl potvrzen největší nárůst ruminační doby v období zimních měsíců.

Tabulka 17: Statistické průkaznosti vlivu světelného režimu na přežvykování dojníc na 2. a další laktaci v jednotlivých ročních obdobích

Fotoperioda	Měsíc	Přirozená fotoperioda				Automatické osvětlení			
		III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II
Přirozená fotoperioda	III-V		S. N.	***	***	**	***	***	S. N.
	VI-VIII	S. N.		***	***	S. N.	**	***	S. N.
	IX-XI	***	***		***	***	***	***	***
	XII-II	***	***	***		***	***	S. N.	***
Automatické osvětlení	III-V	**	S. N.	***	***		S. N.	***	S. N.
	VI-VIII	***	**	***	***	S. N.		***	*
	IX-XI	***	***	***	S. N.	***	***		***
	XII-II	S. N.	S. N.	***	***	S. N.	*	***	

$p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*), S. N. = $p > 0,05$

Graf 16: Vliv světelného režimu na přežvykování dojníc na 2. a další laktaci



Zjištěné hodnoty jsou ve shodě s výzkumem BRAUNA A KOL. (2013), kteří napsali, že celková délka přežvykování za den se pohybovala od 4,6 do 7,5 hodiny (278 až 447 minut), což je průměrně 6,5 hodiny (388 minut). BEAUCHEMIN (1991) označila 10 hodin jako fyziologický limit. FERNÁNDEZ A KOL. (2006) upozornili na sníženou ruminační aktivitu v průběhu letních měsíců, která může být spojena s teplotním

stresem. Dle autorů je třeba zajistit adekvátní podmínky i v čekárnách před dojírnami a zlepšit tak úroveň termálního komfortu krav.

SORIANI A KOL. (2012) a LIBOREIRO A KOL. (2015) při svých výzkumech prokázali, že pokud začne ruminační aktivita během dne kolísat pod prahovou hodnotu 35 minut přežvykování během 2 hodin, může to v prvních dvou měsících laktace signalizovat nebezpečí možné subklinické ketózy. Z toho vyplývá, že je vhodné sledovat nejen celkovou ruminační aktivitu za 24 hodin, ale pozorování rozdělit i do kratších úseků.

Na základě hypotézy, že dojnice jsou schopny kompenzovat snížený příjem potravy a dobu přežvykování během noci, kdy na ně působí méně stresových faktorů, byly provedeny mnohé pokusy. Jedním z nich byla změna časového managementu krmení a jeho posunutí do nočních hodin (OMINSKI A KOL. 2002; AHARONI A KOL. 2005; NIKKHAH A KOL. 2008; CALAMARI A KOL. 2013). Pozitivní vliv těchto změn nebyl prokázán (NIKKHAH A KOL. 2008). SCHIRMANN A KOL. (2012) jsou názoru, že ruminační aktivita dosahuje vrcholu přibližně 4 hodiny po krmení a také dodávají, že krávy přežvykují převážně vleže. S tím nesouhlasí STONE A KOL. (2017), kteří zjistili, že pokud dojnice přežvykují delší dobu a to z různého důvodu, mají tendenci být aktivní převážně během dne a v noci přežvykují méně.

REITH A HOY (2012) zkoumali vztah mezi dobou ruminace a estrem (265 cyklů) u 224 krav na 4 farmách. V den estru krávy přežvykovaly v průměru o 17 % (74 minut/den) méně než obvykle. Pokles v ruminační aktivitě byl výraznější u prvotelek než u starších krav. Toto potvrdili i PAHL A KOL. (2015) a dodávají, že rozdíly byly největší den před provedením inseminace.

7 Závěr

S cílem analyzovat vliv prvků stájového prostředí na mléčnou užitkovost a plodnost dojníc probíhalo monitorování 150 dojníc holštýnského skotu po dobu dvou let. Sledovanými prvky byly teplota prostředí, relativní vlhkost prostředí, teplotně-vlhkostní index (THI), intenzita a délka působení světla a umělého osvětlení.

Bylo zjištěno, že:

1. Během sledování významně nepřekročily průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů mikroklimatu stáje hodnoty termoneutrální zóny dojeného skotu. Teplota prostředí se pohybovala od 7,90 °C do 27,03 °C. Relativní vlhkost byla naměřena v rozmezí 73,44 % až 86,84 %. THI nabýval hodnot od 45,11 do 68,93.

2. Dojivost korelovala mírně s teplotou prostředí u dojníc na 3. a další laktaci ($r = -0,377$). Nízká těsnost vztahu mezi teplotou a dojivostí byla zjištěna u dojníc na 1. laktaci ($r = 0,118$).

3. Vztah mezi relativní vlhkostí a dojivostí byl statisticky průkazný pouze ve čtyřech případech a těsnost vztahu byla nízká. Teplotně-vlhkostní index koreloval s dojivostí také velmi málo. Vysoká těsnost vztahu byla zjištěna mezi teplotou prostředí a THI. Méně korelovala s THI relativní vlhkost. Z toho vyplývá, že THI je více ovlivněna teplotou prostředí než relativní vlhkostí. I tak lze THI považovat za poměrně komplexní ukazatel mikroklimatu stáje, který můžeme přirovnat k „pocitové teplotě“.

4. Faktorem, který významně ovlivnil mléčnou užitkovost dojníc ve sledovaném stádě, byla délka fotoperiody. Navýšením dojivosti zareagovaly na prodloužení světelné části dne všechny sledované skupiny dojníc. Největší nárůst mléčné užitkovosti byl pozorován u nejstarší skupiny krav, dojníc na 3. a další laktaci, které nadojily o 6,330 kg mléka více. Dojnice na druhé laktaci zvýšily nádoj o 4,757 kg mléka a skupina dojníc na první laktaci o 1,405 kg mléka. Použití umělého osvětlení o adekvátní intenzitě světla se tak jeví, jako zdařilá metoda pro navýšení mléčné užitkovosti.

5. Délka fotoperiody ovlivnila také zabřezávání plemenic. Vliv fotoperiody nebyl statisticky průkazný ($p = 0,100$), ale projevila se tendence horšího zabřezávání po 1. inseminaci při automatickém osvětlení v porovnání s přirozenou fotoperiodou.

Po 2. a další inseminaci zabřezlo více dojnic na první laktaci při přirozené fotoperiodě, ale krávy na druhé laktaci a třetí a další zabřezávaly lépe při automatickém osvětlení.

6. Teplota stájového prostředí v den inseminace, 24 hodin a 48 hodin před provedením inseminace a vliv pořadí laktace na zabřezávání byly sledovány a také vyhodnoceny. Plemenice reagovaly na teploty prostředí nejednotně. Zjištěné výsledky nebyly statisticky průkazné.

7. Světlo a prodloužená fotoperioda ovlivnily také ruminační aktivitu dojnic. Dojnice na první laktaci navýšily čas strávený přežvykováním o 42,117 minut po prodloužení světelné části dne. Skupina starších dojnic přežvykovala při prodloužení fotoperiody o 24,963 minut více než při přirozené fotoperiodě. Zvýšení ruminační aktivity vypovídá o vysoké úrovni welfare, která je ve sledované stáji zjevná.

8 Doporučení pro praxi

Nevhodné chovatelské podmínky a mikroklima stáje, které není v souladu s welfare mohou negativně ovlivnit rentabilitu chovu. Chovatel by si měl proto zanalyzovat podmínky, ve kterých svá zvířata chová. Nejsnazší je, pomocí teploměru, pravidelně měřit teplotu prostředí, protože stres, a to jak chladový, tak tepelný může velmi negativně ovlivnit chování zvířat, jejich příjem krmiva a to může mít za následek i pokles užitkovosti a následně i zhoršené reprodukční ukazatele.

Výběr vhodného plemene do podmínek, ve kterých bude chovatel zvířata ustajovat, je jeden z prvních kroků k úspěšnému rentabilnímu chovu. Některá plemena se vyznačují tím, že se snadněji přizpůsobují náročným podmínkám než jiná. Ideální je, dát přednost plemeni lokálnímu, které je v dané oblasti dlouhodobě šlechtěno a selektováno. Pokud se chovatel rozhodne pořídit si stádo z odlišných podmínek, je třeba dát zvířatům potřebný čas k aklimatizaci.

Dalším významným faktorem je volba vhodného ustájení a vybavení stáje - technologie. Budova stáje by měla mít požadovanou kubaturu, stěny by měly být volné, opatřené svinovacími plachtami s meteostanicemi. V případě opakujících se tropických teplot v letních měsících, je vhodné stáj opatřit aktivními ochlazovacími systémy např. ventilátory a sprchami. Dostatečně dlouhé a široké lehací boxy, dostatek míst u krmného stolu a v neposlední řadě také odpovídající počet napajedel jsou prvky, které přispívají k welfare. U napajedel je třeba dbát na to, aby byla funkční i za velkých mrazů. Technologie potřebné k získávání mléka chovatel také vybírá především podle typu zvířat, podle toho, jak jsou ochotná pohybovat se po stáji, jak mají utvářené vemena atd.

Chovatelé by měli mít na paměti, že dojnice v různých fázích reprodukčního cyklu mají různé požadavky na ustájení. Právě pokud chovatel nainstaluje do produkční stáje umělé osvětlení, kterým prodlouží laktujícím dojnícím světelnou část dne, musí mít na paměti, že tento režim nevyhovuje kravám, které jsou zaprahle. Dojnice stojící na sucho mají odlišné požadavky na světlo a potřebují 14 až 16 hodin tmy a 8 až 10 hodin světla, aby jejich organizmus zregeneroval a připravil se na porod a další laktaci. Není proto vhodné chovat produkční stádo a suchostojné plemence v téže stájovém objektu.

I když jsou stále vyvíjené nové dokonalejší technologie, žádná z nich nenahradí lidské oko a pozorování zkušeného ošetřovatele nebo zootechnika. Pravidlo třikrát denně 20 minut by mělo být dodržováno i v těch nejmodernějších stájích. Pozorování

etologických projevů může upozornit nejen na začínající diskomfort, tepelný nebo chladový stres, ale i na závažné zdravotní komplikace jedinců. Pozorování stáda v kombinaci s moderními citlivými technologiemi mohou lépe detekovat i vhodnost plemenice k inseminaci.

9 Seznam literatury

1. ACATINCAI, S., D. GAVOJDIAN, L. T. CZISZTER, I. TRIPON, A. ALUNGEI a C. POPIAN. Study regarding rumination behaviour in multiparous Romanian Black and White cows during summer season. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* [online]. 2009, **42**(2), 191-194 [cit. 2018-11-25]. ISSN 2344 - 4576. Dostupné z: <http://www.spasb.ro/index.php/spasb/article/view/1073>
2. ADIN, G., R. SOLOMON, M. NIKBACHAT, a kol. Effect of feeding cows in early lactation with diets differing in roughage-neutral detergent fiber content on intake behavior, rumination, and milk production. *Journal of Dairy Science* [online]. 2009, **92**(7), 3364-3373 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.3168/jds.2009-2078. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030209706538>
3. AHARONI, Y., A. BROSH a Y. HARARI. Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditure. *Livestock Production Science* [online]. 2005, **92**(3), 207-219 [cit. 2019-06-21]. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.08.013. ISSN 03016226. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301622604001691>
4. AHARONI, Y., O. RAVAGNOLO a I. MISZTAL. Comparison of lactational responses of dairy cows in Georgia and Israel to heat load and photoperiod. *Animal Science Journal*. 2002, **75**: 469-476. ISSN 1740-0929.
5. AKERS, R. M. a A. M. LEFCOURT. Milking- and suckling-induced secretion of oxytocin and prolactin in parturient dairy cows. *Hormones and Behavior* [online]. 1982, **16**(1), 87-93 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1016/0018-506X(82)90009-5. ISSN 0018506X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0018506X82900095>
6. AKYUZ, A., S. BOYACÍ a A. CAYLÍ. Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *Journal of Animal and Veterinary Advances* [online]. 2010, **9**(13), 1824-1827 [cit. 2019-01-22]. ISSN 1680-5593. Dostupné z: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/javaa/2010/1824-1827.pdf>

7. AL-KATANANI, Y. M., D.W. WEBB a P.J. HANSEN. Factors Affecting Seasonal Variation in 90-Day Nonreturn Rate To First Service in Lactating Holstein Cows in a Hot Climate. *Journal of Dairy Science* [online]. 1999, **82**(12), 2611-2616 [cit. 2018-11-13]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75516-5. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030299755165>
8. ALLEN, J.D., L.W. HALL, R.J. COLLIER a J.F. SMITH. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *Journal of Dairy Science* [online]. 2015, **98**(1), 118-127 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.3168/jds.2013-7704. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030214007164>
9. AMETAJ, B. N., Q. ZEBELI a S. IQBAL. Nutrition, microbiota, and endotoxin-related diseases in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* [online]. 2010, **39**(suppl spe), 433-444 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1590/S1516-35982010001300048. ISSN 1516-3598. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010001300048&lng=en&tlng=en
10. ARAKI, C. T., R.M. NAKAMURA, L. W. G. KAM a N. CLARKE. Effect of Lactation on Diurnal Temperature Patterns of Dairy Cattle in Hot Environments. *Journal of Dairy Science* [online]. 1984, **67**(8), 1752-1760 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81501-5. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030284815015>
11. ARMSTRONG, D. V. Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science* [online]. 1994, **77**(7), 2044-2050 [cit. 2018-11-26]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030294771496>
12. AUCHTUNG, T. L., A. G. RIUS, P. E. KENDALL, T. B. MCFADDEN a G. E. DAHL. Effects of Photoperiod During the Dry Period on Prolactin, Prolactin Receptor, and Milk Production of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2005, **88**(1), 121-127 [cit. 2019-01-30]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72669-2. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030205726692>

13. BAINESE, J. *Managing the change to a robotic milking system* [online]. 3.6.2002 [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: <http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Milk--milking/Managing-the-change/>
14. BAL, M. A, G. B PENNER, M. OBA a A. D KENNEDY. Effects of dim light at night on milk yield, milk composition and endocrine profile of lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* [online]. 2008, **88**(4), 609-612 [cit. 2019-07-28]. DOI: 10.4141/CJAS07145. ISSN 0008-3984. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/CJAS07145>
15. BARTUSSEK, H. A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Production Science* [online]. 1999, **61**(2-3): 179-192 [cit. 2015-12-29]. DOI: 10.1016/S0301-6226(99)00067-6. ISSN 0301-6226. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301622699000676>
16. BAUMAN, D. E. a W. B. CURRIE. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*. 1980, **63**(9), 1514-1529.
17. BEAUCHEMIN, K. A. Ingestion and Mastication of Feed by Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. 1991, **7**(2), 439-463 [cit. 2019-06-20]. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30794-5. ISSN 07490720. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749072015307945>
18. BEAUCHEMIN, K. A., D. COLOMBATTO, D. P. MORGAVI a W. Z. YANG. Use of Exogenous Fibrolytic Enzymes to Improve Feed Utilization by Ruminants. *Journal of Animal Science* [online]. 2003, **81**(14), 37-47 [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: https://academic.oup.com/jas/article-abstract/81/14_suppl_2/E37/4789761?redirectedFrom=PDF
19. BEAUCHEMIN, K. A., L. M. RODE a D. KARREN. Use of feed enzymes in feedlot finishing diets. *Canadian Journal of Animal Science* [online]. 1999, **79**(2), 243-246 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.4141/A98-124. ISSN 0008-3984. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/A98-124>

20. BEEDE, D. K. a R. J. COLLIER. Potential Nutritional Strategies for Intensively Managed Cattle during Thermal Stress. *Journal of Animal Science*. 1986, 543-554.
Dostupné také z:
https://www.researchgate.net/profile/Robert_Collier/publication/237470348_Potential_nutritional_strategies_for_intensively_managed_cattle_during_thermal_stress_J_Anim_Sci/links/57ea948308ae91a0c8d3e918.pdf
21. BERNABUCCI, U., N. LACETERA, L. H. BAUMGARD, R. P. RHOADS, B. RONCHI a A. NARDONE. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* [online]. 2010, **4**(07), 1167-1183 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1017/S175173111000090X. ISSN 1751-7311. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S175173111000090X
22. BERRY, R. J., A. D. KENNEDY, S. L. SCOTT, B. L. KYLE a A. L. SCHAEFER. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Canadian Journal of Animal Science* [online]. 2003, **83**(4), 687-693 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.4141/A03-012. ISSN 0008-3984. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/A03-012>
23. BITMAN, J., A. LEFCOURT, D. L. WOOD a B. STROUD. Circadian and Ultradian Temperature Rhythms of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 1984, **67**(5), 1014-1023 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81400-9. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030284814009>
24. BOBIC, T., P. MIJIC, I. KNEZEVIC, a kol. The impact of enviromental factors on the milk ejection and stress of dairy cows. In: *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2011, **27**(3). DOI: 10.2298/BAH1103919B. ISSN 1450-9156. Dostupné také z: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1450-91561103919B>
25. BOHMANOVA, J., I. MISZTAL, S. TSURUTA, H. D. NORMAN a T. J. LAWLOR. Short Communication: Genotype by Environment Interaction Due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science* [online]. 2008, **91**(2), 840-846 [cit. 2019-01-15]. DOI: 10.3168/jds.2006-142. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030208714280>

26. BOURAOUI, R., M. LAHMAR, A. MAJDOUB, M. DJEMALI a R. BELYEA. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research* [online]. 2002, **51**(6), 479-491 [cit. 2019-01-17]. DOI: 10.1051/animres:2002036. ISSN 1627-3583. Dostupné z: <http://www.edpsciences.org/10.1051/animres:2002036>
27. BOUŠKA, J., J. PŘIBYL, Y. TYROLOVÁ, M. VACEK, J. ŽIŽLAVSKÝ a S. ŠLOSÁRKOVÁ. *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-16-9.
28. BRADFORD, B. J., K. YUAN, J. K. FARNEY, L. K. MAMEDOVA a A. J. CARPENTER. Invited review: Inflammation during the transition to lactation. *Journal of Dairy Science* [online]. 2015, **98**(10), 6631-6650 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.3168/jds.2015-9683. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215005159>
29. BRAUN, U., L. TRÖSCH, F. NYDEGGER a M. HÄSSIG. Evaluation of eating and rumination behaviour in cows using a noseband pressure sensor. *BMC Veterinary Research* [online]. 2013, **9**(1) [cit. 2019-06-20]. DOI: 10.1186/1746-6148-9-164. ISSN 1746-6148. Dostupné z: <http://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-9-164>
30. BREUEL, K. F., P. E. LEWIS, F. N. SCHRICK, A. W. LISHMAN, E. K. INSKEEP a R. L. BUTCHER. Factors Affecting Fertility in the Postpartum Cow: Role of the Oocyte and Follicle in Conception Rate1. *Biology of Reproduction* [online]. 1993, **48**(3), 655-661 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1095/biolreprod48.3.655. ISSN 0006-3363. Dostupné z: <https://academic.oup.com/biolreprod/article-lookup/doi/10.1095/biolreprod48.3.655>
31. BRISTOW, D. J. a D. S. HOLMES. Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiology & Behavior* [online]. 2007, **90**(4), 626-628 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/j.physbeh.2006.11.015. ISSN 00319384. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031938406005026>
32. BROUČEK, J., L. BOTTO a M. ŠOCH. *Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2008. Metodika pro zemědělskou praxi (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta). ISBN 978-80-7394-095-9.

33. BROUČEK, J., M. LETKOVIČOVÁ a K. KOVALČUJ. Estimation of cold stress effect on dairy cows. *International Journal of Biometeorology* [online]. 1991, **35**(1), 29-32 [cit. 2018-11-15]. DOI: 10.1007/BF01040960. ISSN 0020-7128. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF01040960>
34. BROUČEK, J., V. BRESTENSKÝ, L. BOTTO, V. TANČIN, P. TONGEL a M. ŠOCH. *Ochrana hospodářských zvířat (skot, koně, prasata): Certifikovaná metodika*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-441-4.
35. BROWN-BRANDL, T. M., J. A. NIENABER, R. A. EIGENBERG, G. L. HAHN a H. FREETLY. Thermoregulatory responses of feeder cattle. *Journal of Thermal Biology* [online]. 2003, **28**(2), 149-157 [cit. 2018-12-09]. DOI: 10.1016/S0306-4565(02)00052-9. ISSN 03064565. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306456502000529>
36. BRUCKMAIER, R. M. a J. W. BLUM. Oxytocin Release and Milk Removal in Ruminants. *Journal of Dairy Science* [online]. 1998, **81**(4), 939-949 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75654-1. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030298756541>
37. BRUCKMAIER, R. M. a O. WELLNITZ. Induction of milk ejection and milk removal in different production systems¹. *Journal of Animal Science* [online]. 2008, **86**(13), 15-20 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.2527/jas.2007-0335. ISSN 0021-8812. Dostupné z: https://academic.oup.com/jas/article/86/suppl_13/15/4789153
38. BRUCKMAIER, R. M., D. SCHAMS a J. W. BLUM. Continuously elevated concentrations of oxytocin during milking are necessary for complete milk removal in dairy cows. *Journal of Dairy Research* [online]. 1994, **61**(03), 323-334 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1017/S0022029900030740. ISSN 0022-0299. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0022029900030740
39. BRUNSCH, R., O. KAUFMANN a T. LÜPFERT. Rinderhaltung in Laufställen: 43 Tabellen. *Ulmer*. 1996.
40. BUTLER, W. R. a R. D. SMITH. Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* [online]. 1989, **72**(3), 767-783 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030289791694>

41. BUTLER, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* [online]. 2000, **60-61**, 449-457 [cit. 2018-11-19]. DOI: 10.1016/S0378-4320(00)00076-2. ISSN 03784320. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378432000000762>
42. BUYSERIE, A., M. GAMROTH a G. E. DAHL. *Managing Light in Dairy Barns for Increased Milk Production*[online]. 2001, , 1-4 [cit. 2019-07-28]. Dostupné z: <https://conduitnw.org/Handlers/conduit/FileHandler.ashx?rid=981>
43. CALAMARI, L., F. PETRERA, L. STEFANINI a F. ABENI. Effects of different feeding time and frequency on metabolic conditions and milk production in heat-stressed dairy cows. *International Journal of Biometeorology* [online]. 2013, **57**(5), 785-796 [cit. 2019-06-21]. DOI: 10.1007/s00484-012-0607-x. ISSN 0020-7128. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00484-012-0607-x>
44. CALAMARI, L., P. MORERA, P. BANI, A. MINUTI, L. BASIRICÒ, A. VITALI a U. BERNABUCCI. Effect of hot season on blood parameters, fecal fermentative parameters, and occurrence of *Clostridium tyrobutyricum* spores in feces of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2018, **101**(5), 4437-4447 [cit. 2018-12-09]. DOI: 10.3168/jds.2017-13693. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030218301760>
45. CARTER, B. H., T. H. FRIEND, J. A. SAWYER, S. M. GAREY, M. B. ALEXANDER, M. J. CARTER a M. A. TOMASZEWSKI. Effect of feed-bunk sprinklers on attendance at unshaded feed bunks in drylot dairies. *The Professional Animal Scientist* [online]. 2011, **27**(2), 127-132 [cit. 2019-01-22]. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)30459-9. ISSN 10807446. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080744615304599>
46. COLLIER, R. J., R. B. ZIMBELMAN, R. P. RHOADS, M.L. RHOADS a L. H. BAUMGARD. A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. In: *Western Dairy Management Conference Proceedings*. Reno, Nevada, USA, 2011, s. 113-126. Dostupné také z: <http://www.wdmc.org/2011/2011%20Proceedings-Complete.pdf#page=113>

47. COOK, N. B., R. L. MENTINK, T. B. BENNETT a K. BURGI. The Effect of Heat Stress and Lameness on Time Budgets of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2007, **90**(4), 1674-1682 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.3168/jds.2006-634. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030207716533>
48. COUFALÍK, V. *Současné problémy v reprodukci skotu*. Vyd. 1. Olomouc: Agriprint, 2013, 181 s. ISBN 978-80-87091-46-3.
49. DAHL, G. E. Effect of Photoperiod on Feed Intake and Animal Performance. In: EASTRIDGE, M. L. *Tri-State Dairy Nutrition Conference: Proceedings of the 2006*. Fort Wayne, Indiana, 2006, s. 33-36. Dostupné také z: https://docs.wixstatic.com/ugd/36a444_9a1cfaf83ffb4d218a3eb2112238bef5.pdf
50. DAHL, G. E., B. A. BUCHANAN a H. A. TUCKER. Photoperiodic Effects on Dairy Cattle: A Review. *Journal of Dairy Science* [online]. 2000, **83**(4): 885-893 [cit. 2015-12-01]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74952-6. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030200749526>
51. DAHL, G. E., T. H. ELSASSER, A. V. CAPUCO, R. A. ERDMAN a R. R. PETERS. Effects of a Long Daily Photoperiod on Milk Yield and Circulating Concentrations of Insulin-Like Growth Factor-I. *Journal of Dairy Science* [online]. 1997, **80**(11): 2784-2789 [cit. 2015-12-01]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76241-6. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030297762416>
52. DAHL, G. E., T. L. AUCHTUNG a E. D. REID. Manipulating milk production in early lactation through photoperiod changes and milking frequency. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. 2004, **20**(3): 675-685 [cit. 2015-12-27]. DOI: 10.1016/j.cvfa.2004.06.004. ISSN 07490720. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749072004000532>
53. DAHL, G. E., T. L. AUCHTUNG a P. E. KENDALL. Photoperiodic effects on endocrine and immune function in cattle. *Reproduction Suppl.* 2002, **59**: 191-201. ISSN 0449-3087.
54. DAHL, G. E.; PETITCLERC, D. Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *Journal of Animal Science*. 2003, vol. 81, s. 11-17.

55. DAMM, T. *Stallbau: Planungsgrundsätze, Planungsdaten und Planungsbeispiele für Neu-und Umbauten*. 2, überarb. Aufl. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 1997. ISBN 3-7843-2809-1.
56. DAS, R., L. SAILO, N. VERMA, P. BHARTI, J. SAIKIA, IMTIWATI a R. KUMAR. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Veterinary World* [online]. 2016, **9**(3), 260-268 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.14202/vetworld.2016.260-268. ISSN 09728988. Dostupné z: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.9/March-2016/7.html>
57. DASH, S., A. K. CHAKRAVARTY, A. SINGH, A. UPADHYAY, M. SINGH a S. YOUSUF. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. *Veterinary World* [online]. 2016, **9**(3), 235-244 [cit. 2019-07-01]. DOI: 10.14202/vetworld.2016.235-244. ISSN 09728988. Dostupné z: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.9/March-2016/3.html>
58. DE BIE, J., A. LANGBEEN, A. A. J. VERLAET, a kol. The effect of a negative energy balance status on β -carotene availability in serum and follicular fluid of nonlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*[online]. 2016, **99**(7), 5808-5819 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.2016-10870. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030216302302>
59. DE KONING, K. Automatic milking: common practice on over 10,000 dairy farms worldwide. In: CELI, P. *Proceedings of Dairy Research Foundation Symposium 2011: Current topics in Dairy Production Volume 16*. Sydney: University Printing Service Sydney, 2011, s. 14–31. Dostupné také z: <file:///D:/2011DRFSymposiumProceedings.pdf>
60. DE RENSIS, F., I. GARCIA-ISPIERTO a F. LÓPEZ-GATIUS. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology* [online]. 2015, **84**(5), 659-666 [cit. 2018-12-08]. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2015.04.021. ISSN 0093691X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093691X15002058>
61. DE RENSIS, F., P. MARCONI, T. CAPELLI, F. GATTI, F. FACCIOLONGO, S. FRANZINI a R. J. SCARAMUZZI. Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrus synchronization and fixed time AI after the induction of an LH surge with GnRH or hCG. *Theriogenology* [online]. 2002, **58**(9), 1675-1687 [cit. 2018-11-13]. DOI: 10.1016/S0093-691X(02)01075-0. ISSN 0093691X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093691X02010750>

62. DO AMARAL, B. C., E. E. CONNOR, S. TAO, J. HAYEN, J. BUBOLZ a G. E. DAHL. Heat-stress abatement during the dry period: Does cooling improve transition into lactation?. *Journal of Dairy Science* [online]. 2009, **92**(12), 5988-5999 [cit. 2018-11-13]. DOI: 10.3168/jds.2009-2343. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030209713165>
63. DOBSON, H., S. L. WALKER, M. J. MORRIS, J. E. ROUTLY a R. F. SMITH. Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows?. *Animal* [online]. 2008, **2**(08) [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1017/S175173110800236X. ISSN 1751-7311. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S175173110800236X
64. DOLEJŠ, J., O. TOUFAR, O. DOLEŽAL, J. KNÍŽEK a I. ADAMEC. Světelný den a jeho vliv na fyziologické vlastnosti a chování dojníc. In: STŘELCOVÁ, K., J. ŠKVARENINA a M. BLAŽENEC (EDS.). *BIOCLIMATOLOGY AND NATURAL HAZARDS*. Polana nad Detvou, Slovakia, 2007. ISBN 978-80-228-17-60-8.
65. DOLEŽAL, O., I. KNÍŽKOVÁ, J. NĚMEČKOVÁ a S. ŠLOSÁRKOVÁ. *Metodické listy: Rizika podchlazení novorozených telat*. Praha: VÚŽV Uhřetěves, 2005. ISBN 80-86454-59-2.
66. DOLEŽAL, O., J. PYTLOUN a J. MOTYČKA. *Technologie a technika chovu skotu*. 1. Praha: SCHČSS, 1996.
67. DRACKLEY, J. K. a F. C. CARDOSO. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *Animal* [online]. 2014, **8**(s1), 5-14 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1017/S1751731114000731. ISSN 1751-7311. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1751731114000731
68. DRACKLEY, James K. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier?. *Journal of Dairy Science* [online]. 1999, **82**(11), 2259-2273 [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030299754743>
69. ESPEJO, L. A. a M. I. ENDRES. Herd-Level Risk Factors for Lameness in High-Producing Holstein Cows Housed in Freestall Barns. *Journal of Dairy Science* [online]. 2007, **90**(1), 306-314 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)72631-0. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030207726310>

70. FERNÁNDEZ, M.E., R.A. MARIÑO a X.C. CARREIRA. Algorithms for Dairy Barn Design: Resting, Feeding, and Exercise. *Journal of Dairy Science* [online]. 2006, **89**(7), 2784-2798 [cit. 2019-06-21]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72355-4. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030206723554>
71. FLAMENBAUM, I. a N. GALON. Management of Heat Stress to Improve Fertility in Dairy Cows in Israel. *Journal of Reproduction and Development* [online]. 2010, **56**(S), S36-S41 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.1262/jrd.1056S36. ISSN 1348-4400. Dostupné z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jrd/1056S36?from=CrossRef>
72. FOOTE, R. H. Estrus Detection and Estrus Detection Aids. *Journal of Dairy Science* [online]. 1975, **58**(2), 248-256 [cit. 2019-06-26]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(75)84555-3. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030275845553>
73. FREGONESI, J. A., C. B. TUCKER a D. M. WEARY. Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2007, **90**(7), 3349-3354 [cit. 2018-11-26]. DOI: 10.3168/jds.2006-794. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030207717861>
74. FRYČ, J. Větrání v objektech pro dojnice. *Farmář*. 2002, (3), 76-77. ISSN 1210-9789.
75. GARNER, J. B., M. DOUGLAS, S. R. O. WILLIAMS, W. J. WALES, L. C. MARETT, K. DIGIACOMO, B. J. LEURY a B. J. HAYES. Responses of dairy cows to short-term heat stress in controlled-climate chambers. *Animal Production Science* [online]. 2017, **57**(7), 1233-1241 [cit. 2018-12-08]. DOI: 10.1071/AN16472. ISSN 1836-0939. Dostupné z: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN16472>
76. GENCOGLU, H., R. D. SHAVER, W. STEINBERG, J. ENSINK, L.F. FERRARETTO, S. J. BERTICS, J. C. LOPES a M. S. AKINS. Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2010, **93**(2), 723-732 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.2009-2673. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030210715149>

77. GHOSH, C. P., S. S. KESH, N. K. TUDU a S. DATTA. Heat Stress in Dairy Animals - Its Impact and Remedies: A Review. *International Journal of Pure & Applied Bioscience* [online]. 2017, 5(1), 953-965 [cit. 2019-01-07]. DOI: 10.18782/2320-7051.2577. Dostupné z: <http://www.ijpab.com/vol5-iss1a123.php>
78. GIRARDIER, L. a M. J. STOCK. Mammalian Thermogenesis: An Introduction. GIRARDIER, L. a M. J. STOCK, ed. *Mammalian Thermogenesis* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, 1983, 1983, s. 1-7 [cit. 2018-11-15]. DOI: 10.1007/978-94-011-6032-2_1. ISBN 978-94-011-6034-6. Dostupné z: http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-011-6032-2_1
79. GOFF, J. P. a R. L. HORST. Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *Journal of Dairy Science* [online]. 1997, 80(7), 1260-1268 [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030297760557>
80. GOREWIT, R. C., K. SVENNERSTEN, W. R. BUTLER a K. UVNÄS-MOBERG. Endocrine Responses in Cows Milked by Hand and Machine. *Journal of Dairy Science* [online]. 1992, 75(2), 443-448 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77780-7. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030292777807>
81. GRUMMER, R R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science* [online]. 1995, 73(9) [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.2527/1995.7392820x. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/73/9/2820-2833/4632912>
82. GYGAX, L., I. NEUFFER, C. KAUFMANN, R. HAUSER a B. WECHSLER. Milk Cortisol Concentration in Automatic Milking Systems Compared with Auto-Tandem Milking Parlors. *Journal of Dairy Science* [online]. 2006, 89(9), 3447-3454 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72382-7. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030206723827>

83. HAHN, G. L. a T. L. MADER. Heat Waves in Relation to Thermoregulation, Feeding Behavior and Mortality of Feedlot Cattle. In: BOTTCHEER, R. W. a S. J. HOFF. *International symposium; 5th, Livestock environment; 1997; Bloomington; MN.* Minnesota: ASAE, 1997, s. 563-571. Dostupné také z: <https://www.tib.eu/en/search/id/BLCP%3ACN020637072/Heat-Waves-in-Relation-to-Thermoregulation-Feeding/>
84. HAHN, G. L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science* [online]. 1999, 77(suppl_2), 10-20 [cit. 2019-07-22]. DOI: 10.2527/1997.77suppl_210x. ISSN 1525-3163. Dostupné z: https://academic.oup.com/jas/article/77/suppl_2/10-20/4625559
85. HAHN, G. L. R., J. B. GAUGHAN, T. L. MADER a R. A. EIGENBERG. Chapter 5: Thermal Indices and Their Applications for Livestock Environments. G. LEROY HAHN, JOHN B. GAUGHAN, TERRY L. MADER a ROGER A. EIGENBERG. *Livestock Energetics and Thermal Environment Management* [online]. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009, 2009, s. 113-130 [cit. 2019-01-22]. DOI: 10.13031/2013.28298. ISBN 1-892769-74-3. Dostupné z: <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp?JID=7&AID=28298&CID=lete2009&T=1>
86. HALES, J.R.S., A. W. BELL, A. A. FAWCETT a R. B. KING. Redistribution of cardiac output and skin Ava activity in sheep during exercise and heat stress. *Journal of Thermal Biology* [online]. 1984, 9(1-2), 113-116 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1016/0306-4565(84)90048-2. ISSN 03064565. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0306456584900482>
87. HANSEN, P. J., L. A. KAMWANJA a E. R. HAUSER. Photoperiod Influences Age at Puberty of Heifers¹. *Journal of Animal Science* [online]. 1983, 57(4), 985-992 [cit. 2019-06-17]. DOI: 10.2527/jas1983.574985x. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/57/4/985-992/4665282>
88. HANUŠ, O., M. VYLETĚLOVÁ - KLIMEŠOVÁ A L. NEJESCHLEBOVÁ. Mlékařské výzkumné trendy a dílčí výsledky VÚM Praha v prvovýrobě. *Mlékařské listy* [online]. Praha: Výzkumný ústav mlékárenský, 2014, (145), 4-11 [cit. 2018-11-26]. ISSN 1212 - 950X. Dostupné z: http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2014/145_vi-xi.pdf
89. HAUPTMAN, J. *Etologie hospodářských zvířat*. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1972.

90. HAVLÍK, V. Když se kravám „rozsvítí“ aneb Jak působí světlo na dojnice. *Chov skotu*. 2010, (7), 16-17. ISSN 1801-5409.
91. HAVLÍK, V. Možnosti ventilace stájí pro dojnice. *Náš chov*. 2011, (3), 26-27. ISSN 0027-8068.
92. HEIDENREICH, T., W. BÜSCHER a H. CIELEJEWSKI. Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe. *DLG Merkblatt* [online]. 2004, 1-12 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_336.pdf
93. HEIN, K.G. a R. D. ALLRICH. Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behavior in cattle. *Journal of Animal Science* [online]. 1992, **70**(1), 243-247 [cit. 2019-07-01]. DOI: 10.2527/1992.701243x. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/70/1/243-247/4631890>
94. HENRY, B., E. CHARMLEY, R. ECKARD, J. B. GAUGHAN a R. HEGARTY. Livestock production in a changing climate: Adaptation and mitigation research in Australia. *Crop and Pasture Science* [online]. 2012, **63**(3), 191-202 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1071/CP11169. ISSN 1836-0947. Dostupné z: <http://www.publish.csiro.au/?paper=CP11169>
95. HERBUT, P. a S. ANGREGKA. Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat*. *Animal Science Papers and Reports* [online]. 2012, **30**(4), 363-372 [cit. 2018-12-09]. Dostupné z: <http://www.ighz.edu.pl/uploaded/FSiBundleContentBlockBundleEntityTranslatableBlockTranslatableFilesElement/filePath/416/pp363-372.pdf>
96. HERBUT, P., W. BIEDA a S. ANGREGKA. Influence of hygrothermal conditions on milk production in a free stall barn during hot weather. *Animal Science Papers and Reports* [online]. 2015, **33**(1), 49-58 [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <http://www.ighz.edu.pl/?p0=5&p1=34&l=2>
97. HERSKIN, M., L. MUNKSGAARD a J. LADEWIG. Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. *Physiology & Behavior* [online]. 2004, **83**(3), 411-420 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/j.physbeh.2004.08.027. ISSN 00319384. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031938404003658>

98. HEWSON, C. J. What is animal welfare?: Common definitions and their practical consequences. *The Canadian Veterinary Journal*. 2003,**44**(6): 496-499. ISSN 0008-5286.
99. HOFÍREK, B. *Nemoci skotu*. Brno: Noviko, 2009. ISBN 978-80-86542-19-5.
100. HOUSE, H. *Factsheet - Lighting for More Milk*. Queen's printer for Ontario, 2006, **53**(6). ISSN 1198-712X. Dostupné také z: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/06-053.htm>
101. HOVINEN, M. a S. PYÖRÄLÄ. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science* [online]. 2011, **94**(2), 547-562 [cit. 2018-11-22]. DOI: 10.3168/jds.2010-3556. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030211000038>
102. HROUZ, J. *Etologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7157-463-7.
103. HULSEN, J. *Cow signals: jak rozumět řeči krav : praktický průvodce pro chovatele dojnic*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2011, 98 s. ISBN 978-80-86726-44-1.
104. CHAMBERLAIN, A. T. The use of supplementary lighting in dairy cow housing to increase milk production. *Livestock* [online]. 2018, **23**(3), 130-138 [cit. 2019-01-31]. DOI: 10.12968/live.2018.23.3.130. ISSN 2053-0862. Dostupné z: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/live.2018.23.3.130>
105. CHEN, J. M., C. L. STULL, D. N. LEDGERWOOD a C. B. TUCKER. Muddy conditions reduce hygiene and lying time in dairy cattle and increase time spent on concrete. *Journal of Dairy Science* [online]. 2017, **100**(3), 2090-2103 [cit. 2018-12-09]. DOI: 10.3168/jds.2016-11972. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030216309195>
106. CHLOUPEK, J. a P. SUCHÝ. *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata* [online]. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2008 [cit. 2015-12-15]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf>
107. IGONO, M. O., B. J. STEEVENS, M. D. SHANKLIN a H. D. JOHNSON. Spray Cooling Effects on Milk Production, Milk, and Rectal Temperatures of Cows During a Moderate Temperate Summer Season. *Journal of Dairy Science* [online]. 1985, **68**(4), 979-985 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80918-8. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030285809188>

108. IGONO, M. O., G. BJOTVEDT a H. T. SANFORD-CRANE. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *International Journal of Biometeorology*[online]. 1992, 1992, **36**(2), 77–87 [cit. 2019-01-17]. ISSN 1432-1254. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01208917>
109. JACOBS, J. A. a J. M. SIEGFORD. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* [online]. 2012, **95**(5), 2227-2247 [cit. 2018-11-20]. DOI: 10.3168/jds.2011-4943. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212001920>
110. JAGO, J. G., K. L. DAVIS, P. J. COPEMAN a M. M. WOOLFORD. The effect of pre-milking teat-brushing on milk processing time in an automated milking system. *Journal of Dairy Research* [online]. 2006, **73**(02), 187-192 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1017/S002202990500155X. ISSN 0022-0299. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S002202990500155X
111. JELÍNEK, P. a K. KOUDELA. *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 409 s., [4] s. barev. obr. příl. ISBN 80-7157-644-1
112. JELÍNEK, P., K. KOUDELA, et. al. a . *Fyziologie hospodářských zvířat*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 409 s., [4] s. barev. obr. příl. ISBN 80-7157-644-1.
113. JOHNSON, H. D. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. *Bioclimatology and the Adaptation of Livestock: Elsevier Science Publishers*. Amsterdam, 1987, **5**, 35-57.
114. JOKL, M.. *Vlhkost vzduchu v interiéru budov*. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2000, 6 s. Doporučený standard technický.
115. JOSEFSON, G. Long-day lighting: Now a profit tool for all dairy operations. In: *Progressive Dairyman*[online]. 2008 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.progressivedairy.com/topics/barns-equipment/1008-pd-long-day-lighting-now-a-profit-tool-for-all-dairy-operations>

116. JOUSAN, F. D. a P. J. HANSEN. Insulin-like growth factor-I promotes resistance of bovine preimplantation embryos to heat shock through actions independent of its anti-apoptotic actions requiring PI3K signaling. *Molecular Reproduction and Development* [online]. 2007, **74**(2), 189-196 [cit. 2019-06-20]. DOI: 10.1002/mrd.20527. ISSN 1040452X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/mrd.20527>
117. KADARMIDEEN, H. N., R. THOMPSON a G. SIMM. Linear and threshold model genetic parameters for disease, fertility and milk production in dairy cattle. *Animal Science* [online]. 2000, **71**(03), 411-419 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1017/S1357729800055338. ISSN 1357-7298. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S1357729800055338
118. KADZERE, C.T, M.R MURPHY, N SILANIKOVE a E MALTZ. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* [online]. 2002, **77**(1), 59-91 [cit. 2016-01-02]. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X. ISSN 03016226. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030162260100330X>
119. KAUFMAN, J. D., A. M. SAXTON a A. G. RÍUS. Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. *Journal of Dairy Science*. 2018, **101**(7), 6424-6429. DOI: doi.org/10.3168/jds.2017-13799. Dostupné také z: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(18\)30283-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(18)30283-2/pdf)
120. KENDALL, P. E. a J. R. WEBSTER. Season and physiological status affects the circadian body temperature rhythm of dairy cows. *Livestock Science* [online]. 2009, **125**(2-3), 155-160 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/j.livsci.2009.04.004. ISSN 18711413. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187114130900136X>
121. KHIAOSA-ARD, R. a Q. ZEBELI. Cattle's variation in rumen ecology and metabolism and its contributions to feed efficiency. *Livestock Science* [online]. 2014, **162**, 66-75 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.01.005. ISSN 18711413. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141314000390>
122. KIC, P. a V. BROŽ. *Tvorba stájového prostředí*. Vyd. 1. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1995, 47 s. Stavebnictví. ISBN 80-710-5106-3.

123. KIC, P. Effect of construction shape and materials on indoor microclimatic conditions inside the cowsheds in dairy farms. *Agronomy Research* [online]. Saku, Estonsko, 2017, **15**(2), 426-434 [cit. 2019-01-24]. ISSN 1406-894X. Dostupné z: http://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2017/04/Vol15nr2_Kic.pdf
124. KLABZUBA, J. a V. KOTNAROVÁ. *Člověk a živočich I*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005.
125. KLABZUBA, J. a V. KOŽNAROVÁ. *Aplikovaná meteorologie a klimatologie. XI. Díl, Mikroklima stájí*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002, 30 s. ISBN 80-213-0870-2.
126. KLEMENTOVÁ, K., R. FILIPČÍK a M. HOŠEK. The Effect of Ambient Temperature on Conception and Milk Performance in Breeding Holstein Cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* [online]. 2017, **65**(5), 1515-1520 [cit. 2019-07-01]. DOI: 10.11118/actaun201765051515. ISSN 1211-8516. Dostupné z: <https://acta.mendelu.cz/65/5/1515/>
127. KLINGERMAN, C. M., W. HU, E. E. MCDONELL, M. C. DERBEDROSIAN a L. KUNG. An evaluation of exogenous enzymes with amylolytic activity for dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2009, **92**(3), 1050-1059 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.2008-1339. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030209704138>
128. KRAUSE, K. M., D.K. COMBS a K.A. BEAUCHEMIN. Effects of Forage Particle Size and Grain Fermentability in Midlactation Cows. I. Milk Production and Diet Digestibility. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, **85**(8), 1936-1946 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74270-7. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202742707>
129. KURSA, J., J. VÍTOVEC a R. RAJMON. *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. ISBN 80-7040-290-3.
130. LAMBERTZ, C., C. SANKER a M. GAULY. Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal of Dairy Science* [online]. 2014, **97**(1), 319-329 [cit. 2019-01-15]. DOI: 10.3168/jds.2013-7217. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030213007832>

131. LAWSON, T. J. a A. D. KENNEDY. Inhibition of nighttime melatonin secretion in cattle: threshold light intensity for dairy heifers. *Canadian Journal of Animal Science* [online]. 2001, **81**(1), 153-156 [cit. 2019-07-28]. DOI: 10.4141/A00-058. ISSN 0008-3984. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/A00-058>
132. LE BLANC, S. Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. *Journal of Reproduction and Development*. 2010, **56**(S Supplement P): 1-7. ISSN 0916-8818.
133. LEAN, I. J., C. T. WESTWOOD a M. C. PLAYFORD. Livestock disease threats associated with intensification of pastoral dairy farming. *New Zealand Veterinary Journal* [online]. 2008, **56**(6), 261-269 [cit. 2018-11-19]. DOI: 10.1080/00480169.2008.36845. ISSN 0048-0169. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00480169.2008.36845>
134. LEFCOURT, A. M, J. B. HUNTINGTON, R. M. AKERS, D. L. WOOD a J. BITMAN. Circadian and ultradian rhythms of body temperature and peripheral concentrations of inzulin and nitrogen in lactating dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology* [online]. 1999, **16**(1), 41-55 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/S0739-7240(98)00047-2. ISSN 07397240. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0739724098000472>
135. LEFCOURT, A. M. a E. T. SCHMIDTMANN. Body Temperature of Dry Cows on Pasture: Environmental and Behavioral Effects. *Journal of Dairy Science* [online]. 1989, **72**(11), 3040-3049 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79457-1. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030289794571>
136. LEHMANN, J. O., J. G. FADEL, L. MOGENSEN, T. KRISTENSEN, C. GAILLARD a E. KEBREAB. Effect of calving interval and parity on milk yield per feeding day in Danish commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* [online]. 2016, **99**(1), 621-633 [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.3168/jds.2015-9583. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021500819X>

137. LEONARD, B. E. Stress physiology in livestock. Volume 1, Basic Principles. Edited by Mohammed K. Yousef. CRC Press, Florida, 1985. ISBN. *Stress Medicine* [online]. 1986, **1**(4), 357-358 [cit. 2018-11-16]. DOI: 10.1002/smi.2460020413. ISSN 07488386. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/smi.2460020413>
138. LEONARD, F. C., J. O'CONNELL a K. O'FARRELL. Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers. *Veterinary Record* [online]. 1994, 1994, **134**(19), 490-494 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8073591>
139. LEROY, J L M R, T VANHOLDER, B MATEUSEN, A CHRISTOPHE, G OPSOMER, A DE KRUIF, G GENICOT a A VAN SOOM. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction* [online]. 2005, **130**(4), 485-495 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1530/rep.1.00735. ISSN 1470-1626. Dostupné z: <https://rep.bioscientifica.com/view/journals/rep/130/4/1300485.xml>
140. LIBOREIRO, D. N., K. S. MACHADO, P. R.B. SILVA, M. M. MATURANA, T. K. NISHIMURA, A. P. BRANDÃO, M. I. ENDRES a R. C. CHEBEL. Characterization of peripartum rumination and activity of cows diagnosed with metabolic and uterine diseases. *Journal of Dairy Science* [online]. 2015, **98**(10), 6812-6827 [cit. 2019-06-21]. DOI: 10.3168/jds.2014-8947. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215005196>
141. LINVILL, D. E. a F. E. PARDUE. Heat Stress and Milk Production in the South Carolina Coastal Plains. *Journal of Dairy Science* [online]. 1992, **75**(9), 2598-2604 [cit. 2019-01-22]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78022-9. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030292780229>
142. LITSCHMANN, T. a Z. MASARÍK. *Praktické možnosti redukce tepelné zátěže v chovech zvířat* [online]. s 1-6 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: <http://www.amet.cz/LitschmannMasarik06.pdf>

143. LITTLE, M. W., N. E. O'CONNELL, M. D. WELSH, J. BARLEY, K. G. MEADE a C. P. FERRIS. Prepartum concentrate supplementation of a diet based on medium-quality grass silage: Effects on performance, health, fertility, metabolic function, and immune function of low body condition score cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2016, **99**(9), 7102-7122 [cit. 2018-11-21]. DOI: 10.3168/jds.2016-11071. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021630412X>
144. LOPEZ, H., L. D. SATTER a M. C. WILTBank. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* [online]. 2004, **81**(3-4), 209-223 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2003.10.009. ISSN 03784320. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378432003002185>
145. LOSOS, B. *Ekologie živočichů*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 316 s. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství). LOUDA, František. *Chov skotu: (přednášky)*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1999. Živočišná výroba (Česká zemědělská univerzita). ISBN 80-2130542-8.
146. LUCY, M. C., C. R. STAPLES, F. M. MICHEL, W. W. THATCHER a D. J. BOLT. Effect of Feeding Calcium Soaps to Early Postpartum Dairy Cows on Plasma Prostaglandin F_{2α}, Luteinizing Hormone, and Follicular Growth. *Journal of Dairy Science* [online]. 1991, **74**(2), 483-489 [cit. 2018-11-19]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78195-2. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030291781952>
147. LUPOLI, B., B. JOHANSSON, K. UVNÄS-MOBERG a K. SVENNERSTEN-SJAUNJA. Effect of suckling on the release of oxytocin, prolactin, cortisol, gastrin, cholecystokinin, somatostatin and insulin in dairy cows and their calves. *Journal of Dairy Research* [online]. 2001, **68**(2), 175-187 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1017/S0022029901004721. ISSN 00220299. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0022029901004721
148. M'HAMDI, N., M. BOUALLEGUE, S. FROUJA a Y. RESSAÏSSI. Effects of Environmental Factors on Milk Yield, Lactation Length and Dry Period in Tunisian Holstein Cows. *Milk Production: An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. 2012, s. 154-164. DOI: [dx.doi.org/10.5772/50803](https://doi.org/10.5772/50803). ISBN 978-953-51-0765-1.

149. MACMILLAN, K., O. S. ESPINOZA a M. OBA. Case study: The effects of photoperiod on feeding behavior of lactating dairy cows in tie-stalls. *The Professional Animal Scientist* [online]. 2018, **34**(1), 103-107 [cit. 2019-01-31]. DOI: 10.15232/pas.2017-01674. ISSN 10807446. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080744618300123>
150. MAEKAWA, M., K. A. BEAUCHEMIN a D. A. CHRISTENSEN. Effect of Concentrate Level and Feeding Management on Chewing Activities, Saliva Production, and Ruminal pH of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, **85**(5), 1165-1175 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74179-9. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202741799>
151. MAEKAWA, M., K. A. BEAUCHEMIN a D. A. CHRISTENSEN. Chewing Activity, Saliva Production, and Ruminal pH of Primiparous and Multiparous Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, **85**(5), 1176-1182 [cit. 2018-11-26]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74180-5. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202741805>
152. MATĚJKA, J. Teplotní a vlhkostní poměry ve stájích pro skot v zimě. *Náš chov*. 1995, **12**, 22-23. ISSN 0027-8068.
153. MATHIJSE, E. Socio-economic aspects of automatic milking. In: DE KONING, A., H. HOGEVEEN a C. J. A . M. DE KONING. *International Symposium on Automatic Milking, Date: 2004/03/24 - 2004/03/26, Location: Lelystad*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2004, 46 - 55. ISBN 978-90-76998-38-1. Dostupné také z: http://www.academia.edu/3017567/Socio-economic_aspects_of_automatic_milking
154. MATKOVIĆ, K., M. VUČEMILO, B. VINKOVIĆ, B. ŠEOL, Ž. PAVIČIĆ, A. TOFANT a S. MATKOVIĆ. Effect of microclimate on bacterial count and airborne emission from dairy barns on the environment. *Ann Agric Environ Med*. 2006, **13**, 349–354. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/6604831_Effect_of_microclimate_on_bacterial_count_and_airborne_emission_from_dairy_barns_on_the_environment

155. MCGRATH, J., S. M. DUVAL, L. F.M. TAMASSIA, a kol. Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach. *Research in Veterinary Science* [online]. 2018, **116**, 28-39 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/j.rvsc.2017.09.011. ISSN 00345288. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034528817304915>
156. MEIJERING, A., H. HOGEVEEN a C. J. A. M. DE KONING. *Automatic Milking: A better understanding*. Wageningen: Wageningen Publishers, 2004. ISBN 978-90-76998-38-1.
157. MIJIC, P., T. BOBIC, G. VUCKOVIC, M. BABAN a V. GANTNER. Influence of microclimate in barn on dairy cows' welfare and production. In: PETROVIĆ, M., Z. POPOVIĆ a M. MILJUŠ. *Proceedings of the International Symposium on Animal Science 2014*. Belgrade: Akademska izdanja, d.o.o, 2014, s. 338-342. ISBN 978-86-7834-199-1.
158. MIRON, J., E. YOSEF, E. MALTZ a I. HALACHMI. Soybean hulls as a replacement of forage neutral detergent fiber in total mixed rations of lactating cows. *Animal Feed Science and Technology* [online]. 2003, **106**(1-4), 20-28 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1016/S0377-8401(03)00069-5. ISSN 03778401. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840103000695>
159. MOALLEM, U., G. ALTMARK, H. LEHRER a A. ARIELI. Performance of high-yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. *Journal of Dairy Science* [online]. 2010, **93**(7), 3192-3202 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.3168/jds.2009-2979. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030210003292>
160. MONTEIRO, A.P.A., S. TAO, I.M.T. THOMPSON a G.E. DAHL. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. *Journal of Dairy Science* [online]. 2016, **99**(10), 8443-8450 [cit. 2018-11-13]. DOI: 10.3168/jds.2016-11072. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021630529X>
161. MÖSTL, E. a R. PALME. Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology* [online]. 2002, **23**(1-2), 67-74 [cit. 2018-11-14]. DOI: 10.1016/S0739-7240(02)00146-7. ISSN 07397240. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0739724002001467>

162. MUTHURAMALINGAM, P., A. D. KENNEDY a R. J. BERRY. Plasma melatonin and insulin-like growth factor-1 responses to dim light at night in dairy heifers. *Journal of Pineal Research* [online]. 2006, **40**(3), 225-229 [cit. 2019-07-28]. DOI: 10.1111/j.1600-079X.2005.00303.x. ISSN 0742-3098. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-079X.2005.00303.x>
163. NAGARAJA, T. G. a K. F. LECHTENBERG. Acidosis in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* [online]. 2007, **23**(2), 333-350 [cit. 2018-11-20]. DOI: 10.1016/j.cvfa.2007.04.002. ISSN 07490720. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749072007000230>
164. NAUHEIMER, H. a J. H. WENIGER. Auswirkungen einer Temperaturbelastung von Milchkühen. *Züchtungskunde*. 1986, **60**, 388- 397.
165. NIKKHAH, A., C. J. FUREDI, A.D. KENNEDY, G. H. CROW a J. C. PLAIZIER. Effects of Feed Delivery Time on Feed Intake, Milk Production, and Blood Metabolites of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2008, **91**(11), 4249-4260 [cit. 2019-06-21]. DOI: 10.3168/jds.2008-1075. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030208709731>
166. NOVÁK, P., J. VOKŘÁLOVÁ a J. BROUČEK. Effects of the stage and number of lactation on milk yield of dairy cows kept in open barn during high temperatures in summer months. *Archives Animal Breeding*[online]. 2009, **52**(6), 574-586 [cit. 2019-01-17]. DOI: 10.5194/aab-52-574-2009. ISSN 2363-9822. Dostupné z: <https://www.arch-anim-breed.net/52/574/2009/>
167. OMINSKI, K. H., A. D. KENNEDY, K. M. WITTENBERG a S. A. MOSHTAGHI NIA. Physiological and Production Responses to Feeding Schedule in Lactating Dairy Cows Exposed to Short-Term, Moderate Heat Stress. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, **85**(4), 730-737 [cit. 2019-06-21]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74130-1. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202741301>
168. ORIHUELA, A. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. *Applied Animal Behaviour Science* [online]. 2000, **70**(1), 1-16 [cit. 2019-06-20]. DOI: 10.1016/S0168-1591(00)00139-8. ISSN 01681591. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159100001398>

169. ORTIZ, X. A., J. F. SMITH, F. ROJANO, a kol. Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions. *Journal of Dairy Science* [online]. 2015, **98**(3), 1759-1771 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.3168/jds.2014-8583. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030214008923>
170. OSTOJIC-ANDRIC, D., S. HRISTOV, Z. NOVAKOVIC, V. PANTELIC, M.M. PETROVIC, Z. ZLATANOVIC a D. NIKSIC. Dairy cows welfare quality in loose vs tie housing system. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2011, **27**(3), 975-984. DOI: 10.2298/BAH1103975O. ISSN 1450-9156. Dostupné také z: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1450-91561103975O>
171. PAHL, C., E. HARTUNG, K. MAHLKOW-NERGE a A. HAEUSSERMANN. Feeding characteristics and rumination time of dairy cows around estrus. *Journal of Dairy Science* [online]. 2015, **98**(1), 148-154 [cit. 2019-07-03]. DOI: 10.3168/jds.2014-8025. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021400767X>
172. PEJMAN, A. a A. S. HABIB. Heat Stress in Dairy Cows (A Review). *Research in Zoology*. 2012, **2**(4), 31-37. DOI: 10.5923/j.zoology.20120204.03. Dostupné také z: <http://article.sapub.org/10.5923.j.zoology.20120204.03.html>
173. PELISSIER, C. L. Herd Breeding Problems and Their Consequences. *Journal of Dairy Science* [online]. 1972, **55**(3), 385-391 [cit. 2019-06-26]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(72)85502-4. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030272855024>
174. PENEV, T., V. RADEV, T. SLAVOV, V. KIROV, D. DIMOV, A. ATANASSOV a I. MARINOV. Effect of lighting on growth, development, behavior, production and reproduction traits in dairy cows. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* [online]. 2014, **3**(11), 798-810 [cit. 2019-06-17]. ISSN 2319-7706. Dostupné z: <https://www.ijcmas.com/vol-3-11/Toncho%20Penev2,%20et%20al.pdf>
175. PERALTA, O. A., R. E. PEARSON a R. L. NEBEL. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Animal Reproduction Science* [online]. 2005, **87**(1-2), 59-72 [cit. 2019-06-26]. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2004.10.003. ISSN 03784320. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378432004002428>

176. PERSSON WALLER, K., T. WESTERMARK, T. EKMAN a K. SVENNERSTEN-SJAUNJA. Milk Leakage—An Increased Risk in Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science* [online]. 2003, **86**(11), 3488-3497 [cit. 2018-11-22]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73953-8. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030203739538>
177. PETERS, R., L. CHAPIN, K. LEINING a H. TUCKER. Supplemental lighting stimulates growth and lactation in cattle. *Science* [online]. 1978, **199**(4331), 911-912 [cit. 2019-01-30]. DOI: 10.1126/science.622576. ISSN 0036-8075. Dostupné z: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.622576>
178. PETITCLERC, D., R.D. KINEMAN, S.A. ZINN a H.A. TUCKER. Mammary Growth Response of Holstein Heifers to Photoperiod. *Journal of Dairy Science* [online]. 1985, **68**(1), 86-90 [cit. 2019-06-17]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(85)80801-8. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030285808018>
179. PETR, J. a F. LOUDA. *Produkce potravinářských surovin*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998, 213 s. ISBN 80-708-0332-0.
180. PHILLIPS, C. J. C. a S. A. SCHOFIELD. The effect of supplementary light on the production and behaviour of dairy cows. *Animal Science* [online]. 1989, **48**(2), 293-303 [cit. 2019-06-17]. DOI: 10.1017/S0003356100040290. ISSN 1357-7298. Dostupné z: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0003356100040290/type/journal_article
181. PHILLIPS, C. J. C., I. D. MORRIS, C. A. LOMAS a S. J. LOCKWOOD. The Locomotion of Dairy Cows in Passageways with Different Light Intensities. *Animal Welfare* [online]. 2000, **9**(4), 421-431 [cit. 2019-07-28]. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ufaw/aw/2000/00000009/00000004/art00007>
182. PHILLIPS, C. J. C. *Cattle behaviour and welfare*. 2. ed. Oxford [u.a.]: Blackwell Science, 2002. ISBN 06-320-5645-2.
183. PIŠTĚKOVÁ, V., E. VOŠLÁŘOVÁ, I. BEDÁŇOVÁ a V. VEČEREK. Hodnocení úrovně welfare hospodářských zvířat: 21. mezinárodní konference. In: VEČEREK, V., M. MALENA a E. VOŠLÁŘOVÁ. *Ochrana zvířat a welfare 2014: 21. mezinárodní konference*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014, s. 112-116. ISBN 978-80-7305-711-4.

184. PLAIZIER, J. C., D. O. KRAUSE, G. N. GOZHO a B.W. MCBRIDE. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal* [online]. 2008, **176**(1), 21-31 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.12.016. ISSN 10900233. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1090023307004315>
185. PLAIZIER, J. C., E. KHAFIPOUR, S. LI, G. N. GOZHO a D. O. KRAUSE. Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Animal Feed Science and Technology* [online]. 2012, **172**(1-2), 9-21 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.12.004. ISSN 03778401. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840111004937>
186. POLSKY, L. a M. A. G. VON KEYSERLINGK. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* [online]. 2017, **100**(11), 8645-8657 [cit. 2018-12-08]. DOI: 10.3168/jds.2017-12651. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217308494>
187. PRESCOTT, N. B, T. T MOTTRAM a A. J. F. WEBSTER. Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* [online]. 1998, **57**(1-2), 23-33 [cit. 2018-11-20]. DOI: 10.1016/S0168-1591(97)00112-3. ISSN 01681591. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159197001123>
188. PŘIKRYL, M. *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*. Praha: Tempo Press II, 1997. ISBN 80-901052-0-3.
189. RÁKOS, M., L. STÁDNÍK a F. LOUDA. Perzistence laktace- intenzifikační faktor výroby mléka. *Farmář*. 2001, (7-8), 73-75. ISSN 1210-9789.
190. RAO, T. K. S., B. KUMAR, A. SINGH, K. R. SRIRANGA, V. A. PATEL a S. CHAURASIA. Photoperiod Management in Dairy Herd: a review. *International Journal of Science: Environment and Technology* [online]. 2017, 2017, **6**(1), 669 – 683 [cit. 2019-06-17]. ISSN 2278-3687. Dostupné z: <http://www.ijset.net/journal/1591.pdf>
191. RAVAGNOLO, O. a I. MISZTAL. Genetic Component of Heat Stress in Dairy Cattle, Parameter Estimation. *Journal of Dairy Science* [online]. 2000, **83**(9), 2126-2130 [cit. 2019-01-22]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75095-8. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030200750958>

192. RAVAGNOLO, O., I. MISZTAL a G. HOOGENBOOM. Genetic Component of Heat Stress in Dairy Cattle, Development of Heat Index Function. *Journal of Dairy Science* [online]. 2000, **83**(9), 2120-2125 [cit. 2019-01-15]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75094-6. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030200750946>
193. REECE, William O. *Fyziologie domácích zvířat*. 1. Praha: Grada, 1998, 449 s. ISBN 80-716-9547-5.
194. REECE, William O. *Fyziologie domácích zvířat*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-547-5.
195. REITH, S. a S. HOY. Relationship between daily rumination time and estrus of dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2012, 95(11), 6416-6420 [cit. 2019-07-03]. DOI: 10.3168/jds.2012-5316. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212006285>
196. REKSEN, O., A. TVERDAL, K. LANDSVERK, E. KOMMISRUUD, K. E. BØE a E. ROPSTAD. Effects of Photointensity and Photoperiod on Milk Yield and Reproductive Performance of Norwegian Red Cattle. *Journal of Dairy Science* [online]. 1999, **82**(4), 810-816 [cit. 2018-11-30]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75300-2. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030299753002>
197. RODNEY, R. M., P. CELI, W. SCOTT, K. BREINHILD a I. J. LEAN. Effects of dietary fat on fertility of dairy cattle: A meta-analysis and meta-regression. *Journal of Dairy Science* [online]. 2015, **98**(8), 5601-5620 [cit. 2018-11-19]. DOI: 10.3168/jds.2015-9528. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215004233>
198. ROCHE, J. R., N. C. FRIGGENS, J. K. KAY, M. W. FISHER, K. J. STAFFORD a D. P. BERRY. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* [online]. 2009, **92**(12), 5769-5801 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.3168/jds.2009-2431. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030209712998>

199. ROTH, Z., R. MEIDAN, R. BRAW-TAL a D. WOLFENSON. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *Reproduction* [online]. 2000, **120**(1), 83-90 [cit. 2019-07-01]. DOI: 10.1530/jrf.0.1200083. ISSN 1470-1626. Dostupné z: <https://rep.bioscientifica.com//doi/10.1530/jrf.0.1200083>
200. ROYAL, M. D., A. P. F. FLINT a J. A. WOOLLIAMS. Genetic and Phenotypic Relationships Among Endocrine and Traditional Fertility Traits and Production Traits in Holstein-Friesian Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, **85**(4), 958-967 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74155-6. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202741556>
201. ŘÍHA, J. *Reprodukce ve stádě skotu*. Praha: Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 1996, 125 s.
202. SANTOS, R. R., E. J. SCHOEVERS, B. A. J. ROELEN a J. FINK-GREMMELS. Mycotoxins and female reproduction: in vitro approaches. *World Mycotoxin Journal* [online]. 2013, **6**(3), 245-253 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.3920/WMJ2013.1596. ISSN 1875-0710. Dostupné z: <https://www.wageningenacademic.com/doi/10.3920/WMJ2013.1596>
203. SEEDORF, J., J. HARTUNG, M. SCHRÖDER, a kol. Temperature and Moisture Conditions in Livestock Buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* [online]. 1998, **70**(1), 49-57 [cit. 2019-01-23]. DOI: 10.1006/jaer.1997.0284. ISSN 00218634. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021863497902845>
204. SCHIRMANN, K., N. CHAPINAL, D. M. WEARY, W. HEUWIESER a M. A. G. VON KEYSERLINGK. Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2012, **95**(6), 3212-3217 [cit. 2019-07-03]. DOI: 10.3168/jds.2011-4741. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212002950>
205. SILANIKOVE, N. a N. KOLUMAN (DARCAN). Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research* [online]. 2015, **123**(1), 27-34 [cit. 2018-11-27]. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2014.11.005. ISSN 09214488. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448814003150>

206. SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science* [online]. 1992, **30**(3), 175-194 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1016/S0301-6226(06)80009-6. ISSN 03016226. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301622606800096>
207. SKIBIEL, A. L., B. DADO-SENN, T. F. FABRIS, G. E. DAHL, J. LAPORTA a LOOR. In utero exposure to thermal stress has long-term effects on mammary gland microstructure and function in dairy cattle. *PLOS ONE*. 2018, **13**(10), 1-13. DOI: 10.1371/journal.pone.0206046. ISSN 1932-6203. Dostupné také z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0206046>
208. SKIBIEL, A. L., T. F. FABRIS, F. N. CORRÁ, a kol. Effects of feeding an immunomodulatory supplement to heat-stressed or actively cooled cows during late gestation on postnatal immunity, health, and growth of calves. *Journal of Dairy Science*. 2017, **100**(9), 7659-7668. DOI: 10.3168/jds.2017-12619. ISSN 00220302. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217306094>
209. SKLÁDANKA, J., Z. HEGEDŮSOVÁ, R. HOLÁSEK, a kol. *Chov strakatého skotu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-258-8.
210. SORIANI, N., E. TREVISI a L. CALAMARI. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period1. *Journal of Animal Science* [online]. 2012, **90**(12), 4544-4554 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.2527/jas.2011-5064. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/90/12/4544-4554/4717930>
211. STONE, A. E., B. W. JONES, C. A. BECKER a J. M. BEWLEY. Influence of breed, milk yield, and temperature-humidity index on dairy cow lying time, neck activity, reticulorumen temperature, and rumination behavior. *Journal of Dairy Science* [online]. 2017, **100**(3), 2395-2403 [cit. 2019-07-03]. DOI: 10.3168/jds.2016-11607. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217300449>
212. STRAPÁK, P., V. TANČIN, K. VAVRIŠÍNOVÁ, a kol. *Chov hovädzieho dobytká*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2013. ISBN 978-80-552-0994-4.

213. SUÁREZ-TRUJILLO, A. a T. M. CASEY. Serotonergic and Circadian Systems: Driving Mammary Gland Development and Function. *Frontiers in Physiology* [online]. 2016, 7, 1-16 [cit. 2019-06-17]. DOI: 10.3389/fphys.2016.00301. ISSN 1664-042X. Dostupné z: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fphys.2016.00301/abstrakt>
214. ŠÍSTKOVÁ, M., A. PETERKA, B. PETERKA a M. Light and noise conditions of buildings for breeding dairy cows. *Research in Agricultural Engineering* [online]. 2010, 2010, 56(No. 3), 92-98 [cit. 2019-03-06]. DOI: 10.17221/43/2009-RAE. ISSN 12129151. Dostupné z: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/43_2009-RAE.pdf
215. ŠLOSÁRKOVÁ, S., M. SKŘIVÁNEK a P. FLEISCHER. Program preventivních kroků k udržení dobrého zdravotního stavu dojníc v okolooporodním období. *Veterinární a farmaceutická univerzita Brno* [online]. Brno, 2006, , 1-4 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/74/152753/6_06.pdf
216. ŠOCH M., FIŠER, A., NOVÁK, P. a J. TRÁVNÍČEK. *Dynamika výskytu lehkých aeroiontů v teletníku a vzduchu venkovním a jejich vliv na sledované fyziologické hodnoty u telat*. Sb. - zoot. řada, České Budějovice, ZF JU. 15, 91-100, 1998, ISSN 1210-6240.
217. ŠOCH, M. Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu: Effect of environment on selected indices of cattle welfare. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2005, 287 s. ISBN 80-704-0742-5.
218. TANIDA, H., L. V. SWANSON a W. D. HOHENBOKEN. Effect of Artificial Photoperiod on Eating Behavior and Other Behavioral Observations of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 1984, 67(3), 585-591 [cit. 2019-06-17]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81342-9. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030284813429>
219. TAO, S., J. W. BUBOLZ, B. C. DO AMARAL, I. M. THOMPSON, M. J. HAYEN, S. E. JOHNSON a G. E. DAHL. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *Journal of Dairy Science* [online]. 2011, 94(12), 5976-5986 [cit. 2018-11-14]. DOI: 10.3168/jds.2011-4329. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021100631X>

220. TAPKI, I. a A. ŞAHİN. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Applied Animal Behaviour Science* [online]. 2006, **99**(1-2), 1-11 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.1016/j.applanim.2005.10.003. ISSN 01681591. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168159105003205>
221. THATCHER, W., J. E. P. SANTOS a CH. R. STAPLES. Dietary manipulations to improve embryonic survival in cattle. *Theriogenology* [online]. 2011, **76**(9), 1619-1631 [cit. 2018-11-19]. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2011.06.005. ISSN 0093691X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0093691X11002779>
222. UPADHYAY, R. a A. AGGARWAL. *Heat stress and animal productivity*. New Delhi: Springer, 2013. ISBN 978-81-322-0879-2.
223. VALENZUELA-JIMÉNEZ, N., K. RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, J. HERNÁNDEZ-CERÓN, H. VERA-ÁVILA, G. NÚÑEZ-HERNÁNDEZ a A. VILLA-GODOY. 16 Hours Photoperiod in Holstein Heifers in the Subtropics: Effects in Development and Age to First Estrus. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* [online]. 2015, **2**(4), 53-67 [cit. 2019-06-17]. ISSN 2007-901X. Dostupné z: <http://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/717>
224. VAN BAAL, M. J., D. V. ARMSTRONG, M. A. ETCHEBARNE, R. M. MATTINGLY a J. B. FISCALINI. CASE STUDY: Supplemental Light for Lactating Dairy Cows¹¹This work was partially supported by the University of Arizona Experiment Station #AZRT-137024-R-24-132. *The Professional Animal Scientist* [online]. 2005, **21**(6), 521-523 [cit. 2019-01-30]. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)31258-4. ISSN 10807446. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1080744615312584>
225. VAN HOECK, V., P. E. J. BOLS, M. BINELLI a Jo L. M. R. LEROY. Reduced oocyte and embryo quality in response to elevated non-esterified fatty acid concentrations: A possible pathway to subfertility?. *Animal Reproduction Science* [online]. 2014, **149**(1-2), 19-29 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2014.07.015. ISSN 03784320. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378432014002310>

226. VAN VUUREN, A. M., S. CALSAMIGLIA a P. UDÉN. Rumen Health: A 360° Analysis. *Animal Feed Science and Technology* [online]. 2012, **172**(1-2), 1-3 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.12.002. ISSN 03778401. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840111004913>
227. VANHOUDT, A., S. VAN WINDEN, J. C. FISHWICK a N. J. BELL. Monitoring cow comfort and rumen health indices in a cubicle-housed herd with an automatic milking system: a repeated measures approach. *Irish Veterinary Journal* [online]. 2015, **68**(1) [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.1186/s13620-015-0040-7. ISSN 2046-0481. Dostupné z: <http://www.irishvetjournal.org/content/68/1/12>
228. VELASCO, J.M., E.D. REID, K.K. FRIED, T.F. GRESSLEY, R.L. WALLACE a G.E. DAHL. Short-Day Photoperiod Increases Milk Yield in Cows with a Reduced Dry Period Length. *Journal of Dairy Science* [online]. 2008, **91**(9), 3467-3473 [cit. 2019-07-22]. DOI: 10.3168/jds.2008-1028. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030208710610>
229. VOKŘÁLOVÁ, J., P. NOVÁK, J. DVOŘÁKOVÁ, I. KNÍŽKOVÁ a P. KUNC. Chladový stres u dojnic. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat*. Praha, 2007.
230. VOŘÍŠKOVÁ, J. *Etologie hospodářských zvířat*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001. ISBN 80-7040-513-9.
231. WANG, X., G. ZHANG a Ch. Y. CHOI. Effect of airflow speed and direction on convective heat transfer of standing and reclining cows. *Biosystems Engineering* [online]. 2018, **167**, 87-98 [cit. 2018-11-20]. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2017.12.011. ISSN 15375110. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1537511017309261>
232. WEISS, D., A. DZIDIC a R. M. BRUCKMAIER. Effect of stimulation intensity on oxytocin release before, during and after machine milking. *Journal of Dairy Research* [online]. 2003, **70**(3), 349-354 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1017/S0022029903006216. ISSN 00220299. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0022029903006216
233. WELLNITZ, O., R. M. BRUCKMAIER a J. W. BLUM. Milk ejection and milk removal of single quarters in high yielding dairy cows. *Milchwissenschaft* [online]. 1999, **54**(6), 303-309 [cit. 2018-11-29]. Dostupné z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0033417638&origin=inward&txGid=37e97d2e69571f47b62bd31acf819ec9>

234. WEST, J. W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 2003, **86**(6), 2131-2144. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X. ISSN 00220302. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203020373803X>
235. WESTWOOD, C. T., I. J. LEAN a J. K. GARVIN. Factors Influencing Fertility of Holstein Dairy Cows: A Multivariate Description. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, **85**(12), 3225-3237 [cit. 2018-11-25]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74411-1. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202744111>
236. WOLFENSON, D. a Z. ROTH. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. *Animal Frontiers*[online]. 2019, **9**(1), 32-38 [cit. 2019-06-20]. DOI: 10.1093/af/vfy027. ISSN 2160-6056. Dostupné z: <https://academic.oup.com/af/article/9/1/32/5167932>
237. WRENN, T. R., Joel BITMAN a J. F. SYKES. Diurnal Patterns of Bovine Body Temperature. *Journal of Dairy Science* [online]. 1961, **44**(11), 2077-2080 [cit. 2018-11-24]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(61)90021-2. ISSN 00220302. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030261900212>
238. YANO, M., H. SHIMADZU a T. ENDO. Modelling temperature effects on milk production: a study on Holstein cows at a Japanese farm. *SpringerPlus* [online]. 2014, **3**(1), 129-140 [cit. 2019-01-15]. DOI: 10.1186/2193-1801-3-129. ISSN 2193-1801. Dostupné z: <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-3-129>
239. YOUNG, B. A. Ruminant cold stress: effect on production. *Journa of Dairy Science* [online]. 1981, **52**(1), 153-163 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/770f/e431df668c3c8490844ed5b61193e8469fee.pdf>
240. YOUSEF, M. K. *Stress physiology in livestock*. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1985. ISBN 0849356679.

241. ZÄHNER, M., L. SCHRADER, R. HAUSER, M. KECK, W. LANGHANS a B. WECHSLER. The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in dairy cows kept in open stables. *Animal Science* [online]. 2004, 2004, **78**(1), 139-147 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/influence-of-climatic-conditions-on-physiological-and-behavioural-parameters-in-dairy-cows-kept-in-open-stables/9C6521375916C8C81BC52AA5C294C803>
242. ZEBELI, Q. a B. U. METZLER-ZEBELI. Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. *Research in Veterinary Science* [online]. 2012, **93**(3), 1099-1108 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/j.rvsc.2012.02.004. ISSN 00345288. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034528812000677>
243. ZEBELI, Q., K. GHAREEB, E. HUMER, B. U. METZLER-ZEBELI a U. BESENFELDER. Nutrition, rumen health and inflammation in the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. *Research in Veterinary Science* [online]. 2015, **103**, 126-136 [cit. 2018-11-23]. DOI: 10.1016/j.rvsc.2015.09.020. ISSN 00345288. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034528815300692>
244. ZEJDOVÁ, P., D. FALTA, M. VEČEŘA, O. POLÁK, S. STUDENÝ a G. CHLÁDEK. Effect of air flow rate on resting behaviour of dairy cows. In: ŠKARPA, P. *Mendel Net 2011: Proceedings of International Ph.D. Students Conference*. Brno: Faculty of Agronomy Mendel University in Brno, 2011, s. 323-330. ISBN 978-80-7375-563-8.
245. ZEJDOVÁ, P., G. CHLÁDEK a D. FALTA. *Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojníc*. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 987-80-7375-945-2.

10 Seznam příloh

Příloha I: Reziduální četnosti chí-kv. testu a kontingenční tabulky pro vztah teploty prostředí a zabřezávání plemenic.

Tabulka 1: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí v den inseminace a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 12,228, sv=7, p=0,093				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	-2,539	10,015	7,476
	15,1-25	2,827	-7,482	-4,655
	nad 25,1	0,305	-3,125	-2,820
Celk.		0,592	-0,592	0,000
2. a další	do 15	-2,714	-4,762	-7,476
	15,1-25	3,358	1,297	4,655
	nad 25,1	-1,237	4,057	2,820
Celk.		-0,592	0,592	0,000

II.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí v den inseminace a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	12	32
	Řádk. četn.		27,27%	72,73%
	Četnost	15,1-25	21	20
	Řádk. četn.		51,22%	48,78%
	Četnost	nad 25,1	7	7
	Řádk. četn.		50,00%	50,00%
2. a další	Četnost	do 15	13	19
	Řádk. četn.		40,63%	59,38%
	Četnost	15,1-25	23	31
	Řádk. četn.		42,59%	57,41%
	Četnost	nad 25,1	6	15
	Řádk. četn.		28,57%	71,43%

III.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 24 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 15,393, sv=7, p=0,031				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	-3,627	10,858	7,231
	15,1-25	4,713	-10,349	-5,636
	nad 25,1	0,573	-2,168	-1,595
Celk.		1,659	-1,659	0,000
2. a další	do 15	-2,933	-4,298	-7,231
	15,1-25	0,079	5,557	5,636
	nad 25,1	1,196	0,399	1,595
Celk.		-1,659	1,659	0,000

IV.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 24 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	11	34
	Řádk. četn.		24,44%	75,56%
	Četnost	15,1-25	22	17
	Řádk. četn.		56,41%	43,59%
	Četnost	nad 25,1	7	8
	Řádk. četn.		46,67%	53,33%
2. a další	Četnost	do 15	8	13
	Řádk. četn.		38,10%	61,90%
	Četnost	15,1-25	13	26
	Řádk. četn.		33,33%	66,67%
	Četnost	nad 25,1	6	8
	Řádk. četn.		42,86%	57,14%

V.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 48 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 17,260, sv=7, p=0,016				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	-3,070	11,157	8,087
	15,1-25	2,486	-10,544	-8,058
	nad 25,1	2,243	-2,272	-0,029
Celk.		1,659	-1,659	0,000
2. a další	do 15	-4,265	-3,822	-8,087
	15,1-25	1,404	6,654	8,058
	nad 25,1	1,202	-1,173	0,029
Celk.		-1,659	1,659	0,000

VI.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 48 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 1. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	12	35
	Řádk. četn.		25,53%	74,47%
	Četnost	15,1-25	18	14
	Řádk. četn.		56,25%	43,75%
	Četnost	nad 25,1	10	10
	Řádk. četn.		50,00%	50,00%
2. a další	Četnost	do 15	7	14
	Řádk. četn.		33,33%	66,67%
	Četnost	15,1-25	13	25
	Řádk. četn.		34,21%	65,79%
	Četnost	nad 25,1	7	8
	Řádk. četn.		46,67%	53,33%

VII.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí v den inseminace a pořadí laktace na zabřezávání při 2. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 14,500, sv=7, p=0,042				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	-4,723	5,143	0,421
	15,1-25	0,497	-2,076	1,598
	nad 25,1	5,503	-2,516	-2,019
Celk.		-0,551	0,551	0,000
2. a další	do 15	-1,483	1,062	-0,421
	15,1-25	3,345	-4,943	-1,598
	nad 25,1	-1,310	3,329	2,019
Celk.		0,551	-0,551	0,000

VIII.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí v den inseminace a pořadí laktace na zabřezávání při 2. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	1	14
	Řádk. četn.		6,67%	93,33%
	Četnost	15,1-25	16	17
	Řádk. četn.		48,48%	51,52%
	Četnost	nad 25,1	6	6
	Řádk. četn.		50,00%	50,00%
2. a další	Četnost	do 15	3	8
	Řádk. četn.		27,27%	72,73%
	Četnost	15,1-25	13	10
	Řádk. četn.		56,52%	43,48%
	Četnost	nad 25,1	3	10
	Řádk. četn.		23,08%	76,92%

IX.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 24 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 2. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 16,621, sv=7, p=0,021				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	-3,671	6,433	2,763
	15,1-25	4,266	-1,215	3,051
	nad 25,1	-1,494	-4,320	-5,814
Celk.		-0,898	0,898	0,000
2. a další	do 15	-0,482	-2,281	-2,763
	15,1-25	1,624	-4,675	-3,051
	nad 25,1	-0,244	6,057	5,814
Celk.		0,898	-0,898	0,000

X.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 24 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 2. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	2	15
	Řádk. četn.		11,76%	88,24%
	Četnost	15,1-25	15	15
	Řádk. četn.		50,00%	50,00%
	Četnost	nad 25,1	6	7
	Řádk. četn.		46,15%	53,85%
2. a další	Četnost	do 15	5	6
	Řádk. četn.		45,45%	54,55%
	Četnost	15,1-25	12	11
	Řádk. četn.		52,17%	47,83%
	Četnost	nad 25,1	7	17
	Řádk. četn.		29,17%	70,83%

XI.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 48 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 2. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 19,358, sv=7, p=0,007				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	-3,278	7,516	4,237
	15,1-25	4,671	-1,603	3,068
	nad 25,1	-2,291	-5,014	-7,305
Celk.		-0,898	0,898	0,000
2. a další	do 15	-1,069	-3,168	15,237
	15,1-25	1,015	-4,083	25,068
	nad 25,1	0,952	6,353	17,695
Celk.		0,898	-0,898	0,000

XII.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 48 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 2. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	3	17
	Řádk. četn.		15,00%	85,00%
	Četnost	15,1-25	15	14
	Řádk. četn.		51,72%	48,28%
	Četnost	nad 25,1	5	6
	Řádk. četn.		45,45%	54,55%
2. a další	Četnost	do 15	5	6
	Řádk. četn.		45,45%	54,55%
	Četnost	15,1-25	11	11
	Řádk. četn.		50,00%	50,00%
	Četnost	nad 25,1	8	17
	Řádk. četn.		32,00%	68,00%

XIII.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí v den inseminace a pořadí laktace na zabřezávání při 3. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 12,742, sv=7, p=0,079				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	0,839	2,749	3,588
	15,1-25	-1,580	2,462	0,882
	nad 25,1	-2,612	-1,858	-4,471
Celk.		-3,353	3,353	0,000
2. a další	do 15	-1,810	-1,779	-3,588
	15,1-25	1,374	-2,256	-0,882
	nad 25,1	3,789	0,682	4,471
Celk.		3,353	-3,353	0,000

XIV.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí v den inseminace a pořadí laktace na zabřezávání při 3. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	4	7
	Řádk. četn.		36,36%	63,64%
	Četnost	15,1-25	7	14
	Řádk. četn.		33,33%	66,67%
	Četnost	nad 25,1	1	3
	Řádk. četn.		25,00%	75,00%
2. a další	Četnost	do 15	1	2
	Řádk. četn.		33,33%	66,67%
	Četnost	15,1-25	9	8
	Řádk. četn.		52,94%	47,06%
	Četnost	nad 25,1	7	5
	Řádk. četn.		58,33%	41,67%

XV.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 24 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 3. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 10,536 sv=7, p=0,160				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	0,839	2,749	3,588
	15,1-25	-1,031	-0,145	-1,176
	nad 25,1	-3,161	0,749	-2,412
Celk.		-3,353	3,353	0,000
2. a další	do 15	-1,810	-1,779	-3,588
	15,1-25	2,972	-1,796	1,176
	nad 25,1	2,190	0,221	2,412
Celk.		3,353	-3,353	0,000

XVI.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 24 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 3. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	4	7
	Řádk. četn.		36,36%	63,64%
	Četnost	15,1-25	8	12
	Řádk. četn.		40,00%	60,00%
	Četnost	nad 25,1	0	5
	Řádk. četn.		0,00%	100,00%
2. a další	Četnost	do 15	1	2
	Řádk. četn.		33,33%	66,67%
	Četnost	15,1-25	11	9
	Řádk. četn.		55,00%	45,00%
	Četnost	nad 25,1	5	4
	Řádk. četn.		55,56%	44,44%

XVII.: Reziduální četnosti chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 48 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 3. inseminaci (pozorované mínus očekávané četnosti)

Pearsonův chí-kv. : 10,277, sv=7, p=0,173				
Pořadí laktace	Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé	Řádk. (součty)
1. laktace	do 15	1,283	2,288	3,571
	15,1-25	-1,546	0,261	-1,286
	nad 25,1	-2,594	0,308	-2,286
Celk.		-2,857	2,857	0,000
2. a další	do 15	-0,537	-3,034	-3,571
	15,1-25	3,340	-2,054	1,286
	nad 25,1	0,054	2,231	2,286
Celk.		2,857	-2,857	0,000

XVIII.: Kontingenční tabulka chí-kv. testu hodnotícího vliv teploty prostředí 48 hodin před inseminací a pořadí laktace na zabřezávání při 3. inseminaci

Pořadí laktace		Teplota (°C)	Zabřezlé	Nezabřezlé
1. laktace	Četnost	do 15	6	9
	Řádk. četn.		40,00%	60,00%
	Četnost	15,1-25	6	11
	Řádk. četn.		35,29%	64,71%
	Četnost	nad 25,1	0	4
	Řádk. četn.		0,00%	100,00%
2. a další	Četnost	do 15	3	2
	Řádk. četn.		60,00%	40,00%
	Četnost	15,1-25	9	6
	Řádk. četn.		60,00%	40,00%
	Četnost	nad 25,1	2	5
	Řádk. četn.		28,57%	71,43%