

OCHRANA SKOTU, PRASAT A DRŮBEŽE PROTI VYSOKÝM TEPLOTÁM

**doc. Ing. Jan Brouček, DrSc.
Ing. Ľubomír Botto, CSc.
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.**

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta*



Certifikovaná metodika pro zemědělskou praxi

2008

Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám

Certifikovaná metodika pro zemědělskou praxi

**doc. Ing. Jan Brouček, DrSc.
Ing. Lubomír Botto, CSc.
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta

2008

**Autorský kolektiv: doc. Ing. Jan Brouček, DrSc.
Ing. Lubomír Botto, CSc.
*prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.**

**Adresa autorů: Slovenské centrum zemědělského výzkumu, Výzkumný ústav živočišné výroby Nitra
*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta**

**Lektorovali: doc. MVDr. Pavel Novák, CSc. – VFU Brno
doc. MVDr. Daniela Lukešová, CSc. – ČZU Praha
Ing. Petr Zajíček – MZe ČR**

Certifikovaná metodika pro zemědělskou praxi byla vytvořena v rámci řešení Výzkumného záměru MSM 6007665806 Trvale udržitelné způsoby zemědělského hospodaření v podhorských a horských oblastech zaměřené na vytváření souladu mezi jejich produkčním a mimoprodukčním uplatněním.

Vydala: Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
Studentská 13, 370 05 České Budějovice

První vydání

Veškerá autorská práva jsou vyhrazena autorům a autorským pracovištím. Žádná část této certifikované metodiky pro praxi nesmí být reprodukována bez písemného souhlasu autorů.

© Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích

OBSAH

	Strana
ÚVOD	5
Skot	5
Telata	8
Dojnice	10
Prasata	17
<i>Možné způsoby ochlazování prasat</i>	20
<i>Stavební řešení ustájovacích objektů a teplota vzduchu</i>	23
Drůbež	24
<i>Tvorba tepla</i>	24
<i>Větrání</i>	25
<i>Ochlazování vodou</i>	26
<i>Hustota zvířat</i>	27
<i>Voda</i>	27
<i>Krmivo a krmení</i>	27
 Doporučení pro chovatele	
Telata	28
Dojnice	33
Prasata	40
<i>Zabezpečení přiměřené ustájovací plochy</i>	40
<i>Přiměřená izolace staveb a stínění</i>	40
<i>Zásobování vodou</i>	40
<i>Přiměřené větrání a výměna vzduchu</i>	40
<i>Přímé ochlazování aplikací vody</i>	40
<i>Nepřímé ochlazování</i>	40
Drůbež	41
 Seznam literatury	44

ÚVOD

Neadekvátní prostředí a technika chovu způsobuje, že značná část hospodářských zvířat je ve stavu chronické zátěže, která velmi výrazně snižuje odolnost, životaschopnost, dlouhověkost, produkci a reprodukci geneticky vysokohodnotných zvířat. Musíme proto respektovat nároky zvířat, abychom jim mohli vytvořit podmínky pro život a produkci.

Pohodu zvířat ovlivňuje prostředí a zvláště jeho součást – mikroklima. Hrozivé je, že počet dní s extrémně vysokými teplotami, které podstatně ovlivňují životní projevy zvířat, neustále narůstá a podle předpovědí se bude i nadále zvyšovat. To ovlivní způsob chovu. Budeme muset uvažovat o ustájení a technologických systémech, které budou redukovat tento negativní vliv klimatických extrémů. Především je důležité znát jejich bezprostřední vliv na změnu užitkových parametrů zvířat.

Stále se diskutuje o globálním oteplování, názory politiků a vědců na příčiny a délku procesu jsou často diametrálně rozdílné. Průměrná teplota zemského povrchu podle posledních údajů z časopisu Nature vzroste do konce tohoto století v rozmezí od 2 do 11 °C. Je zřejmé, že se makroklima mění. Uvědomujeme si to především v letním období. S globálním oteplováním mohlo podle některých teorií souviset už letní období v rocích 2003 a 2005, ale i zimy, jako např. na přelomu roků 2007-2008, byly atypické. Pravděpodobně to není výjimka, ale jde spíše o trvalý jev. Vždyť tolik tropických dní na našem území nebylo mnoho desetiletí. Na tyto změny není většina chovatelů připravena, a to by jim mohlo způsobit významné ekonomické straty. Chovatelé se musí o svá zvířata starat i v těchto podmínkách a musí jim zajistit pohodu (welfare).

Proto jsme se rozhodli napsat tuto příručku pro praxi.

Skot

Prognózy meteorologů o tom, že se teplota zemského povrchu bude neustále zvyšovat, bereme vážně v souvislosti s vlastními pocity, ale ne vždy si uvědomujeme, že se to týká i skotu. A přitom je všeobecně známé, že vysoká teplota prostředí způsobuje dojnícím stres. V letním období nás především zajímají teploty nad horním okrajem termicky neutrální zóny anebo též zóny klimatické indiference. Při pobytu v tomto prostředí se zapojují do činnosti termoregulační mechanismy řízené systémem obsahujícím receptory v kůži, žilách, vnitřních orgánech, hypotalamu a dalších částech mozku (Brouček, 1997; Mader a Davis, 2004). Centrum systému je právě v hypotalamu, jehož podněty je vyrovnávána a korigována tělesná teplota. Výdej přebytečného tepla se uskutečňuje pomocí kondukce, konvekce, radiace a evaporace (Blackshaw a Blackshaw, 1994; Šoch, 2005). Teplo je plynule produkováno z přeměny živin a svalové práce a zvíře je odevzdává do prostředí. Se stoupající teplotou prostředí získává na významu výdej tepla evaporací. Zjistilo se, že při teplotě prostředí 35 °C představuje evaporace 84 % celkového výdeje tepla, zatímco při 15 °C jen 18 %. Zvíře se může ochladit výdejem tepla konvekci nebo kondukcí jen tehdy, když je teplota vzduchu nižší než teplota kůže nebo když zvířata leží na ploše, která je chladnější než jejich kůže. Radiace je důležitým prostředkem výdeje tepla, pokud je prostředí chladnější než povrch těla. Překážkou vyzařování je vysoká vlhkost. Respirací se v podmínkách vysokých teplot ztrácí jen cca 15 % nadbytečného tepla. Nejčastějšími reakcemi na vysokou teplotu jsou zrychlení dýchání, zvýšené pocení, redukce příjmu krmiva a přeměny živin, omezení pohybu, vyhledávání stínu nebo větru. V případě, že se teplota prostředí přibližuje k teplotě těla, musí

zvíře uniknout nebo zvýšit aktivní ochlazování, a to evaporací (odpařováním) vody z dýchacího traktu nebo pocením (Johnson, 1986; Mitlöchner a kol., 2001). Když nemůže zvíře při zvyšující se teplotě udržet tepelnou rovnováhu působením obranných mechanismů, nastává vzestup tělesné teploty (Hahn, 1999). Při dlouhotrvající nadměrně vysoké teplotě ovzduší dochází k narušení termoregulace až k hypertermické smrti. Podle Brodyho (cit. Yousef, 1987) je to zpravidla při převýšení normální tělesné teploty o 4,5 °C (Novák a kol., 2000).

Za vlastní stresový podnět se pokládá zvýšení tělesné teploty nad fyziologickou hodnotu (hypertermie) následkem porušení rovnováhy mezi tvorbou a ztrátou tepla. Tvorba tepla převyšuje jeho uvolňování z těla a teplo se hromadí v organismu. Nejčastěji se to stává tehdy, když teplota prostředí je blízká teplotě těla nebo když ji převyšuje, a chybí tepelný gradient na výdej tepla. Další příčinou je nedostatečné odevzdávání tepla vasodilatací a odpařováním (Yousef, 1987; Robertshaw, 2006). Neurony citlivé na teplotu předávají informace do hypotalamu, který je třídí, integruje a pomocí dalších mechanismů vyvolává fyziologické změny a změny chování nutné k udržení rovnovážné bilance tepla (Brouček a kol., 1985; Brouček a kol., 1990a). Snižuje se příjem krmiva a klesá užitkovost (Spain a kol., 1997; Novák a kol., 2001).

Účinný způsob eliminace tepelného stresu je tzv. evaporační ochlazování. Jeho podstatou je rozstříkávání mlhových částic vody na tělo zvířete nebo do ovzduší stáje (Bucklin a kol., 1991). Reakce zvířat při vysokých teplotách závisí ale i na relativní vlhkosti vzduchu. Teplotně-živočišné se snadno přehřívají, protože často nemohou ve vlhkém prostředí využít pocení. Výsledkem je zvýšení tělesné teploty, která potom působí depresivně na příjem krmiva a růst (Mader a Davis, 2004). Proto se hledají komplexnější ukazatelé pro hodnocení tepelného stresu (Du Prezz a kol., 1990). Jeden z nich je teplotně-vlhkostní index (TVI). Ten právě zohledňuje kromě teploty prostředí i relativní vlhkost vzduchu. Už zvýšení hodnoty indexu nad 72 se považuje za vysokoteplotní stres (Nienaber a kol., 2003; Hubbard a kol., 1999; Davis a kol., 2003).

Jako první příznak vysokoteplotní zátěže se udává zrychlení dechu. U dojnic se popisuje zvýšení frekvence dechu až nad 100 dechů za minutu a u telat jsou hodnoty ještě vyšší až 244 dechů za minutu (Shearer a Beede, 1990; Šoch a kol., 1998). Počáteční rychlé, ale povrchní dýchání přechází do dalšího stupně, nepatrně pomalejšího, ale hlubšího. Počáteční impuls pro tuto druhou fázi u dojnic je tělesná teplota 40,5 °C. Zrychleným dýcháním se sice zvýší odpařování vody, ale zároveň se z krve odstraňuje CO₂. To může po určitém čase vést k vzestupu pH krve a k respirační alkalóze. Vzniku respirační alkalózy napomáhá i zvýšené slinění, které zvyšuje ochlazovací efekt. Naopak současné slinění může mít za následek metabolickou acidózu, protože se ztrácí látky (hydrouhličitan sodný i pufrové fosfáty), které dojnice potřebuje k pufraci bacheru.

Frekvence tepu se při tepelné zátěži chová rozdílně. V průběhu vysokoteplotního krátkodobého stresu stoupá a v průběhu dlouhotrvajícího nepřerušovaného stresu následuje po počátečním vzestupu mírné snížení (Brouček a kol., 1998; Nienaber a kol., 1999).

Produkce tepla je kontrolována nervovým a endokrinním systémem. Tyto dva systémy regulují produkci přímo změnami chuti k jídlu a trávicích procesů a nepřímo změnami aktivit respiračních systémů. Důležitou úlohu tu mají katecholaminy a prostaglandiny. Hormonální kontrolu tvorby tepla zajišťují zejména tzv. kalorigenní hormony jako tyroxin, trijódtyronin, růstový hormon a glukokortikoidy (Brouček a kol., 1987).

Pro skot postižený hypertermickým stresem je charakteristická zvýšená spotřeba vody (Nienaber a kol., 1999; Šoch, 2005; Hansen, 2004). Zvýšení příjmu vody jako následek její ztráty dosahuje až 30 %. Protože se ztrácí mnoho draslíku, krávy zvyšují exkreci sodíku. Pití studené vody snižuje teplotu krve, která přechází přes hypotalamus, a to má vliv na termostatické mechanismy řídicí regulaci příjmu krmiva (Šoch a kol., 1999). V práci autorů

Brouček a kol. (1998) reagovaly krávy na hypertermii výrazným snížením příjmu objemových krmiv. Druhý den poklesla spotřeba sena a siláže o 21,4 % a 8,3 %, třetí den o 37,3 % a 16,5 %. Příjem vody se nejvíce zvýšil třetí den (o 27,2 %). Vysoké teploty prostředí v průběhu posledního trimestru gravidity mění krevní průtok a koncentraci hormonů v organismu matky a plodu, což má za následek nižší porodní hmotnost telat a následnou sníženou doživost (Čermák a Šoch, 1997; Brouček a kol., 2004).

Reakce hovězího dobytka na vysokou teplotu prostředí, stejně jako na každou jinou zátěž, se dá rozdělit do několika fází. Nejdříve nastává fáze kompenzace, kdy se maximálním úsilím termoregulačních mechanismů daří ještě udržet teplotu těla v normě. Potom nastává fáze dekompenzace a hypertermie (Shibata, 1996), kdy se zvyšuje spotřeba O₂. V krvi se hromadí neokysličené meziprodukty látkové výměny a dochází k hemokoncentraci s poklesem plazmatického objemu (Brouček a kol., 1990). Této fázi prakticky odpovídá rezistentní fáze Selyeho klasické teorie stresu. Zaznamenává se neutrofilní leukocytóza s lymfopenií a eozinopenií, přičemž se udává, že zvýšené dráždění parasympatického nervstva způsobuje leukopenii a zvýšené dráždění sympatického nervstva leukocytózu (Shearer a Beede, 1990). Hartmann a kol. (1976, cit. Brouček, 1995) zjistili u telat vystavených teplotě 36 °C v poplachové fázi snížení počtu leukocytů s neutropenií a ve fázi rezistence leukocytózu s neutrofilii a monocytózou. May a kol. (1977, cit. Brouček, 1995) vytvořili tepelnou zátěž umístěním mladého skotu na 6 hodin na sluneční záření, kde se teplota zvýšila z 35 °C na 52 °C. Zaznamenali snížení hladiny hemoglobinu a pokles eozinofilů, ale zvýšení hematokritu, leukocytů a neutrofilů a hyperglykemii.

Obsah hemoglobinu se zvyšuje při stresu působením adrenalinu a také vlivem hemokoncentrace (Boulant a kol., 1989, cit. Brouček, 1995). Koncentrace hemoglobinu závisí na intenzitě a délce působení zátěže. Z toho vyplývá, že podle stupně zahuštění krve bychom mohli hodnotit účinek zátěže v jednotlivých fázích jejího působení. Zatímco v průběhu alarmové reakce se hemokoncentrace zvyšuje, ve fázi rezistence dochází k ředění krve. Hemokoncentrace je způsobená zpočátku zvýšením počtu erytrocytů, později dehydratací plazmy. Lee a kol. (1976, cit. Brouček, 1995) udávají při vystavení dojníc vysoké teplotě signifikantní snížení hematokritu a nevýznamné zvýšení počtu eozinofilů. Vlivem vysokých teplot prostředí dochází ke změnám hematologických ukazatelů, což podmiňuje udržení rovnovážného stavu organismu. Průvodním jevem mobilizace energetických rezerv při zátěži je involuce lymfoidních orgánů (Johnson, 1987). V důsledku toho klesá počet lymfocytů a eozinofilních granulocytů v krvi a vzniká neutrofilní leukocytóza.

V experimentu Broučka a kol. (1984) dojnice bez rozdílu reagovaly na stálou vysokou teplotu 34 °C eozinopenií a monocytózou, poměry lymfocytů a neutrofilních granulocytů se lišily podle délky zátěže. Už po 60 minutách hypertermické zátěže byla zaznamenána lymfopenie a neutrofilie, ale po 24 hodinách od začátku stresu byla zjištěna lymfocytóza a neutropenie. Výrazně se snížil počet eozinofilů. Poměr lymfocytů k neutrofilům byl při prvním sledování pokusného období zúžený a byla zjištěna monocytóza. Při střídaném působení vysokých teplot nebyly změny červeného krevního obrazu významné. Počet leukocytů klesl 3. a 5. den zátěže, obsah lymfocytů se v těchto dnech signifikantně zvýšil. Třetí den zátěže došlo k neutropenii a pátý den byl zaevidován další pokles. Obsah eozinofilů se velmi neměnil, vzestup nastal až 5. den. Poměr lymfocytů k neutrofilům byl v průběhu zátěže zvětšený (Brouček a kol., 1990).

Pozitivní závislosti na tělesné teplotě byly zjištěny i v případě spotřeby pitné vody (Brouček, 1995). Největší pozitivní závislosti na tělesné teplotě projevovaly z hematologických ukazatelů počet leukocytů, absolutní počet lymfocytů a poměr lymfocytů k neutrofilům. Frekvence exkrečních projevů byly v těsném a pozitivním vztahu ke spotřebě vody. Ke stejnému ukazateli byly pozitivní i závislosti obsahu a počtu lymfocytů a poměr lymfocytů k neutrofilům.

Telata

Ne každý pracovník z praxe si možná uvědomuje, že telata během letního období trpí stresem z vysoké teploty. Nejvíce jsou postižena právě ta, která jsou ustájena v individuálních boudách, to znamená na čerstvém vzduchu. I v zahraničí se už připouští, že na teplotní stres telat se poněkud zapomíná a problém se často zanedbává. Poznáváme to též při vyhledávání vědecké literatury k problematice vysokých teplot - téměř všechny vědecké články se zaobírají pouze dojniciemi.

V naší předcházející práci jsme testovali hypotézy, že produkci mléka ovlivňují i výrobní oblast a ochlazování dojníc (Brouček a kol., 2004). V letním období jsme zaznamenali v nížinné výrobní oblasti 96 až 117 letních dnů a 49 až 63 dní tropických, což jsou údaje překvapivé. Zjistili jsme, že dojnice ochlazované nadojily více mléka než neochlazované (9234,4 kg oproti 8288,4 kg). Proto jsme pokračovali ve výzkumu i na telatech ve snaze dokázat, že i jim hrozí nebezpečí z vysokých teplot.

Cílem experimentu bylo zhodnotit vliv extrémních podmínek během letního období na spotřebu krmiv a pitné vody, růst živé hmotnosti a zdravotní stav telat ustájených ve vnějších individuálních boudách. Testovali jsme hypotézy, že užitkovost telat ovlivňují sezóna narození, linie otce a pohlaví.

Do experimentu bylo zařazeno 63 telat holštýnského plemene (30 jaloviček a 33 býčků), která pocházela od 5 otců. Telata jsme rozdělili ještě podle sezóny narození následovně: A = duben – květen (n = 11), B = červen – srpen (n = 33), C = září - říjen (n = 19). Od 4. dne života byla telata ustájena v individuálních boudách, po odstavu ve věku 56 dní byla přemístěna do skupinového ustájení. Do 4. dne věku se jim podávalo mlezivo a nezralé mléko od matky. Od 5. do 27. dne telata dostávala 6 kg nápoje mléčné krmné směsi rozdělené do dvou dávek. Od 28. dne se denní dávka nápoje zvýšila na 8 kg denně. Mléčný nápoj přijímala sáním z vědra. Od pátého dne měla telata k dispozici startérovou krmnou směs, vojtěškové seno a pitnou vodu *ad libitum* a po odstavu i kukuřičnou siláž. Krmiva i voda byly přesně navažované. Zbytky krmiva a vody se jednou za den evidovaly a individuálně byla vypočítána spotřeba. Telata se vážila v týdenních intervalech. Každé dva týdny se zvířatům odebíral vzorek krve na stanovení hematologických ukazatelů. Teplota vzduchu a relativní vlhkost byly přesně evidované po celých 24 hodin. Z teplotních údajů jsme stanovovali průměrnou denní teplotu a vlhkost, počet letních dní (maximální teplota nad 25 °C) a počet tropických dní (maximální teplota nad 30 °C). Z maximální denní teploty a průměrné denní relativní vlhkosti jsme vypočítali teplotně-vlhkostní index ($TVI = (0,8 \times T) + ((\% RV/100) \times (T - 14,4)) + 46,4$). Každý den se ráno a odpoledne bodováním hodnotila konzistence a barva výkalů. Konzistence normální – 0 bodů, tekutá – 1 b., pevná – 2 b.; barva: žlutá – 0 b., zelená – 1 b., bílá – 2 b., červená – 3 b., růžová – 4 b., šedá – 5 b., hnědá – 6 b., tmavá – 7 b. Zdravotní stav se kontroloval dvakrát denně.

Za období červen až srpen jsme zaevidovali 52 letních dní, 14 dní tropických a 66 dní s hodnotou TVI vyšší než 72. Během 26 dnů přesahovaly hodnoty TVI dokonce hodnoty 78.

Od prvního týdne věku až do 90. dne měla nejnižší živou hmotnost telata narozená v období B (červen až srpen) a nejvyšší hmotnost skupina C (září až říjen). Průkazné rozdíly v průměrných denních přírůstcích byly v prvním a druhém týdnu věku, ale i v období od narození do odstavu od mléčné výživy. Telata narozená v letním období, na které působily vysoké teploty, a ustájená od 5. dne života až do odstavu ve věku 56 dní v individuálních boudách, měla až do 90. dne nejnižší živou hmotnost a prokazatelně nižší průměrné denní přírůstky. Tendence zhoršeného růstu pokračovala i v období od 91. do 180. dne. Rozdíly byly i mezi pohlavím. Za celé období mléčné výživy jsme zaznamenali intenzivnější růst býčků. Telata narozená v létě přijala za celé období mléčné výživy prokazatelně méně

startérové krmné směsi (10,99 kg) v porovnání s telaty narozenými na podzim (16,98 kg). Za celou dobu mléčné výživy vypila nejvíce vody telata skupiny B a nejméně telata skupiny A. Do odstavu ve věku 56 dní přijala telata narozená na jaře (skupina A) 36,39 kg vody, telata narozená v létě (skupina B) 73,58 kg a telata narozená na podzim (skupina C) 54,21 kg.

Ani v jednom z ukazatelů červeného a bílého krevního obrazu, v konzistenci ani barvě exkrementů jsme nenašli průkazné rozdíly. Během prvních dvou týdnů měly výkaly všech zvířat tekutou konzistenci, později pevnou. Barva byla během prvního týdne žlutá, později u všech skupin zelená. Ani při hodnocení zdravotního stavu jsme nezjistili výraznější rozdíly mezi skupinami. Žádné zvíře neuhynulo, ani nebylo vyrazené. Ani mezi telaty rozdělenými podle otců se nezjistil v žádném ze všech sledovaných ukazatelů průkazný rozdíl (Brouček a kol., 2007b).

V našich konkrétních podmínkách jsme neměli tak vysoké teploty, jaké jsou zaznamenávané v jižních státech, teploty nad horním okrajem termicky neutrální zóny jsme přesto zaevidovali. V několika dnech jsme zaznamenali TVI vyšší než 72 a dokonce i vyšší než 78, což se považuje za výrazný hypertermický stres. Při pobytu v tomto prostředí se iniciuje aktivace termoregulačních mechanismů řízených hypotalamem. Víme, že se stoupající teplotou prostředí se zintenzivňuje evaporace. Další možnosti ale telata v boudách zřejmě nemají. Nemohou teplo odvádět konvekcí (prouděním) anebo kondukcí (vedením), protože to je možné jen tehdy, když je teplota vzduchu nižší než teplota kůže nebo když zvířata leží na ploše, která je chladnější než jejich kůže. A stačí si jen pomyslet na skupinu telat v boudách, pražících se na slunci bez možnosti skrýt se ve stínu, a je to i pro nás stresující.

Brouček a kol. (2005) dokázali mimo jiného i průkazný vliv sezóny doby narození a otelení na produkci mléka dojníc. Dojnice narozené a otelené v letním období nadojily za normovanou laktaci nejméně mléka. Působí tady samozřejmě přímý stres vysokých teplot na dospělá zvířata, ale další latentní vliv se nesmí zanedbávat. Myslíme tím působení vysoké teploty na plod před narozením, když je ještě v děloze. Stres z vysoké teploty působí i na vitalitu a odolnost narozených telat a vlastně „programuje“ celé budoucí období dospělosti. Mimo teplot a výživy působí i délka světelného dne s rozdílnou aktivitou štítné žlázy (Čítek a Šoch, 1994; Dahl a kol., 2000). Nejméně příznivým obdobím pro narození jsou měsíce červenec a srpen (Brouček a kol., 2006).

Z uvedených výsledků vyplynulo, že také telata se musí v létě ochlazovat. První zásadou je poskytnutí stínu (umístění bud do blízkosti stromů, použití jednoduchého přístřešku z plachty). V interiérovém chovu je proto nezbytné výkonné větrání, přirozené nebo nucené (Šoch a kol., 1997). Při použití bud je vhodné obrátit je v zimním období otvorem směrem na jih. V létě je vhodné je zastínit, natrvalo nebo dočasně (Spain a Spiers, 1996). Dalšími možnostmi vytvoření pohody zvířatům v období letních veder je použití závěsů a obrácení otvorů bud na sever (Coleman a kol., 1996).

Nejúčinnější metody ochrany proti vysokým teplotám jsou všeobecně evaporační (Mitlöhner a kol., 2001; Mitlöhner a kol., 2002). Rozdělujeme je na ochlazování vzduchu a na přímé ochlazování těla zvířete. Pro telata je nejvýhodnější přímé ochlazování, to znamená, že se voda aplikuje na jejich tělo, kapičky vody dopadají přímo na srst a jejich odpařením se tele ochlazuje. Zásady aplikace jsou podobné jako u dojníc a jsou rozebírány v další kapitole.

Dojnice

Tepelná stres snáší nejhůře dojnice v první třetině laktace, které produkují nejvíce mléka. Podle údajů z literatury je pro dojnice kritická teplota mezi 24-27 °C. Nad touto hranicí se snižuje příjem krmiva, mléčná produkce a reprodukční schopnosti (Armstrong, 1994; Spain a Spiers, 1998). Kdy je třeba použít ochlazování? Tehdy, když se rektální teplota dojnice zvyšuje na 39 °C. V praktických podmínkách se samozřejmě běžně teplota kravám neměří. Proto se posuzuje teplota vzduchu – za limit se považuje 27 °C. Jsou i další kritéria tepelného stresu. Například když se frekvence dýchání zvýší nad 80 dechů za minutu nebo když spotřeba sušiny a mléčná produkce klesne o 10 %. Sledování respirace ale ukázala, že hranice pro zvýšenou frekvenci dechu je už 21,3 °C. A skutečně se dokázalo u vysokoužitkových dojníc, např. plemena holštýn, že kritická teplota vzduchu je už 21 °C. Zvyšuje se frekvence dechu, příjem sušiny krmné dávky klesá až o 25 % a produkce mléka o 10 až 20 % (Brouček a kol., 2001). Snížení dojivosti během letních extrémů má proto velký ekonomický dopad (Spain a kol., 1997).

Snížení příjmu krmiva je kompenzační mechanismus k omezení vnitřní tvorby tepla. Při trávení přijatého krmiva se metabolickou přeměnou vytváří určité množství tepla. Toto teplo je však při zvýšených teplotách prostředí pro zvíře přebytné (Berman, 2005). Proto organismus reaguje snížením spotřeby krmiva (Shibata, 1996; Ominski a kol., 2002; West, 2003). Omezení příjmu ale není všechno, zhoršuje se využití přijatých živin. To je pravděpodobně způsobené ztrátou energie vyvolanou intenzivnějším dýcháním (Šoch a kol., 2000).

Normální příjem krmiva je při teplotách v rozmezí 15 až 25 °C. Spotřeba se snižuje rapidně při teplotách nad 35 °C, a to o 10 až 35 %. Podle většiny autorů je hraniční teplota 24 °C až 25 °C. Snížení příjmu krmiva bylo chápáno jako hlavní příčina snížené produkce mléka, ale autoři z USA uvádějí, že i při nuceném fistulovém krmení (krmivo se vkládá do batoru umělým otvorem) dojníc stresovaných teplotou 32 °C, se snížila dojivost o 10 % v porovnání se skupinou chovanou při 18 °C (Brouček, 1997).

Vysokou teplotou prostředí je jednoznačně postihnuta nejen doba příjmu krmiva, což je úzce spojené s poklesem množství přijatého krmiva, ale samozřejmě i s dobou přežvykávání. Ve výzkumech na Floridě, kde se krávy často chovají venku bez možnosti být ve stínu přístřešku nebo stáje, se zjistilo, že více než 44 % krmiva konzumují v nočních hodinách. Na 72hodinové působení vysokých teplot vzduchu (34 °C) reagovaly krávy výrazným snížením příjmu objemových krmiv. Druhý den poklesla spotřeba sena a siláže o 21,4 % a 8,3 %, třetí den o 37,3 % a 16,5 %. Příjem vody se nejvíce zvýšil třetí den (o 27,2 %) (Brouček a kol., 1998).

Dojivost se v experimentech vykonaných na VÚŽV Nitra v minulých letech při 72hodinovém působení vysokých teplot (dojnice byly exponované stálému působení teploty 33 až 34 °C při relativní vlhkosti 40 až 60 %) snížila v prvním a druhém dnu stresu o 5,2 a 8 %, ve třetím dnu pokusného období až o 16,4 %. Naopak při střídání vysokých a nižších teplot po dobu pěti dní se dojivost měnila jen nevýrazně (Brouček a kol., 1998).

Během hypertermie se mění nejen množství mléka, ale snižuje se i obsah tuku, bílkovin a laktózy. Zvyšuje se množství somatických buněk jako reakce na stres (Brouček, 1997; Šoch, 2005). Účinky vysokých teplot na obsah mléčného tuku a bílkovin se projevují v souvislosti s poklesem příjmu objemových krmiv a nižší spotřebou vlákniny nebo mobilizací zásob tuku. Zvýšení obsahu tuku a proteinu je zřejmě způsobené redukcí nádoje. Na druhé straně existuje více názorů, že pod vlivem vysoké teploty dochází k poklesu obsahu tuku (Collier a kol., 1982; Johnson, 1986; Johnson, 1987).

Zhoršuje se plodnost, mění se délka estrálního cyklu, dochází k tichým říjím. Snižuje se procento oplodněných dojníc, zvyšuje se inseminací index a tím se prodlužuje servis perioda a mezidobí. Je stanoveno více strategií. Například inseminace a přenos embryí jsou načasovány do období s nižšími nebo mírnými teplotami. Je důležité vědět, že zvířata jsou nejcitlivější na vysoké teploty první dva dny po přípuštění. Další opatření spočívají v použití antioxidantů. Glutathion, taurin a vitamín E mohou snižovat nepříznivý vliv vysokých teplot na embrya. Vhodná metoda pro zvýšení přežívání embryí je manipulace se syntézou proteinů odolných proti tepelnému šoku. Musí se však ještě ověřit, zde může použití těchto vysoce odolných bílkovin zvýšit přežívání embryí po stresu matky z vysoké teploty a dalších šoků (Brouček, 1999; Pegorer a kol., 2007).

Pozornost je třeba věnovat březím a zasušeným kravám. Když působí vysoké teploty prostředí během tří posledních měsíců březosti, může se měnit rychlost průtoku krve a koncentrace hormonů v organismu matky a plodu. Je dokázané, že se v mlezivu snižuje množství imunoglobulinů, a tím se oslabuje imunitní systém. To má za následek sníženou živou hmotnost telat při narození a horší životaschopnost, která se projevuje jejich opožděným vstáváním a sáním mleziva. Zjistilo se, že telátka narozená v letním období měla snížené přírůstky hmotnosti během odchovu v porovnání s telaty narozenými na podzim a v zimě. Ale to není všechno! V dlouhodobém sledování jsme zjistili, že jalovičky narozené v létě měly nejnížší produkci mléka za normovanou laktaci a že i dojnice otelené v létě měly dojivost nejnížší (Brouček a kol., 2006).

Vysoká teplota má vliv i na chování krav. Během letních horkých extrémů dojnice preferují pobyt venku a vyhledávají místa v chládku nebo ve stínu. Mohou dostat i úpal! Příznaky jsou podobné jako u lidí - nekoordinovaný pohyb, apatie a křeče. Důležité je, aby měly dojnice na pastvě, ale i ve výběhu k dispozici stín, protože při teplotách vzduchu zvýšených nad 27 °C v kombinaci se silným působením slunečního záření klesá dojivost až o 43 % (West, 2003).

Při pobytu ve vysokých teplotách se zvyšuje čas stání a frekvence pití. Narušují se ustálené vzory chování. Zvyšuje se frekvence příjmu krmiva, ale výrazně se snižuje doba žraní. Dojnice jsou nervózní, zmatené. Zaléhají v nejchladnějších místech stáje, na vlhkých chodbách. Vysoká teplota působí zvýšený neklid. V pokusu autorů Brouček a kol. (1998) byly dojnice vystaveny stálému působení teploty 33 až 34 °C při relativní vlhkosti 40 až 60 % po dobu 72 hodin. Po ukončení expozice zůstala zvířata v boxu ještě týden při normální teplotě 22 až 23 °C. Zaznamenala se kratší doba stání, střídání stání a ležení bylo častější. Doba žraní se zkracovala, příjem vody a frekvence pití se výrazně zvýšily, podobně i vylučování exkrementů a močení. Doba ležení dojníc exponovaných dlouhodobou stálou vysokou teplotou byla nejkratší v první den zátěže a nejdelší první den po skončení pokusu. Doba žraní byla nejkratší třetí den zátěže a nejdelší první den po jejím skončení. Doba přežvykování byla po dobu hypertermie snižena, nejkratší byla zjištěna třetí den zátěže. Frekvence kálení se výrazně snížila v prvních 24 hodinách po skončení stresu. V dalším experimentu se teploty střídaly - v noci od 22 do 6 hod. byla teplota 23 °C, potom se do 12 hod. postupně zvyšovala na 34 °C a na této hranici byla udržována až do 18 hod. Od 18 do 22 hod. teplota postupně klesala na 23 °C. Relativní vlhkost se přes den pohybovala v rozmezí 30-40 %, v noci od 60 do 75 %. Pokusné období trvalo 5 dní. V tomto experimentu byla nejkratší doba ležení a nejdelší doba stání až ve třetím dnu pokusného období. Po celou dobu zátěže byly doby žraní a přežvykování neprůkazně kratší (Brouček, 1995).

Solární radiaci zabráníme zajištěním možnosti ukrytí se ve stínu. Ten může být vytvořen přirozeně např. pod stromy, uměle pomocí přenosných přístřešků nebo nejlépe trvale zastíněnou plochou. Důležitá je orientace těchto přístřešků. Když zvířata nemají možnost pohybu ve výběhu (krmení a napájení je umístěné pod přístřeškem), doporučuje se směr východ-západ. Na druhé straně, když mají krávy možnost se pohybovat, je pro ně lepší

orientace sever-jih, protože umožňuje slunečnímu svitu vysušit 35-50 % plochy pod přístřeškem v ranních a odpoledních hodinách. Důležitý je systém odstraňování výkalů. Přednost má v tomto případě podle údajů z USA splachování.

Teplota vzduchu může být snižována ochlazováním pomocí větrání, ale praktičtější je ochlazování krav vodou, evaporací (Brouk a kol., 2003 b, Mitlöchner a kol., 2001; Mitlöchner a kol., 2002). Nejúčinnější je při nízké relativní vlhkosti vzduchu (Šoch a kol., 1999; Mader a Davis, 2004). Rozeznáváme dva základní systémy tohoto ochlazování lišící se výškou tlaku, pod jakým tryská voda (vysokotlakové a nízkotlakové).

Pro ochlazování vzduchu pomocí vysokotlakového systému se používají dvě metody: zamlžování lehkou mlhou s velikostí kapiček do 0,02 mm a těžkou mlhou s velikostí od 0,02 do 0,05 mm. U obou metod ale musí být voda vháněná do trysek pod vysokým tlakem a systém je citlivý na dokonalou čistotu vody. V poslední době byla vyvinuta zařízení s rozprašováním vody pod maximálním tlakem 6 barů ($6 \cdot 10^5$ Pa, 0,6 MPa). Systém se skládá z ventilátoru a rotačního rozprašovače. Rychlost vzniklého proudění vzduchu je od 0,8 do 2,0 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ a je účinné na vzdálenost až 20 m (Bucklin a kol., 1991; Hsia, 2002; Brouk a kol., 2005). Metoda vysokotlakového zamlžování je ale v poslední době v oblastech s mírnějšími teplotami anebo v prostředích s vyšší relativní vlhkostí zpochybňovaná pro vytváření aerosolů, které mohou nepříznivě ovlivňovat zdravotní stav dýchacího orgánu (Lin a kol., 1998; Brouk a kol., 2004).

Evaporační ochlazování se provádí pomocí postřikovačů, případně kombinací postřikovačů s ventilátorem, což je nejúčinnější, protože se vytváří jemná mlha (Lin a kol., 1998; Hillman a kol., 2001). Jedna možnost je, že se ochlazování aplikuje na krmišti a krávy jsou ochlazovány při přijímání potravy (Kentucký systém). Voda se aplikuje po dobu 2,5 minuty každých 7 minut za předpokladu, že teplota vzduchu je vyšší než 26,7 °C. Druhá možnost použití je v čekárně na dojení. Voda se aplikuje po dobu 30 sekund každých 5 minut za předpokladu, že teplota vzduchu je vyšší než 25,6 °C. Třetí možností je postřikovat krávy ustájené v lehacích boxech nebo ve vazném ustájení. Aplikace probíhá v tomto prostoru (Brouk a kol., 2003a) v 15 minutovém cyklu po dobu 1,5 minuty, jakmile teplota vzduchu vystoupí nad 25,6 °C. Farmáři udávají, že po zavedení tohoto evaporačního ochlazování se zvýšila užitkovost o 10 kg mléka denně a zlepšily se reprodukční vlastnosti, což se projevilo například zkrácením servis periody o 10-20 dní. Poslední 2 uváděné způsoby jsou součástí Floridského systému.

Při nízkotlakém systému (postřikováním) se voda aplikuje na tělo zvířete. Voda by měla dokonale promočit srst, aby působila přímo na kůži. Jejím odpařením se vlastně dojnice ochlazuje. Doporučená doba aplikace jedné dávky je 20 sekund. Interval se stanoví podle teploty vzduchu (20 až 60 minut). Zařízení by mělo být aktivováno automaticky při teplotě prostředí nad 25 °C (Brouk a kol., 2004). Postřikování dojnic je vhodné zvláště při vcházení do dojírny.

Cílem našeho průzkumu bylo co nejexaktněji určit dopad překvapivě vysokých teplot v roce 2003 na mléčnou užitkovost dojnic (Brouček a kol., 2004). Bylo použito 26 stád se 71586 záznamy kontrol užitkovosti (za všechny měsíce roku 2003). Testovali jsme hypotézy, že mléčná užitkovost je ovlivňována výrobní oblastí, typem ustájení, plemenem, výškovou polohou farmy a metodou ochlazování dojnic. 20 stád bylo z nížinné a 6 stád z podhorské a horské oblasti. 20 stád bylo ustájeno volně v lehacích boxech a 6 stád ve vazném ustájení. 8 stád tvořilo slovenské strakaté plemeno, 4 stáda byla červeného holštýnského plemene, v 11 stádech bylo nížinné černostrakaté a ve 3 stádech slovenské pincgavské plemeno. Stáda byla rozdělena do 4 skupin podle jejich příslušnosti k nejbližší meteorologické stanici (165, 182, 211 a 644 m nad mořem) a podle způsobu ochlazování zvířat. V 10 stádech se dojnice ochlazovaly rozstřikováním vody, v 16 stádech ventilátory.

Registrovaly se teploty a relativní vlhkost vzduchu, počet letních dní (maximální teplota vyšší než 25 °C) a počet tropických dní (maximální teplota vyšší než 30 °C). Z maximální denní teploty a průměrné denní relativní vlhkosti jsme vypočítali teplotně-vlhkostní index.

Období od začátku května do konce září bylo ve sledovaném roce 2003 mimořádně horké. Zjistili jsme enormní počet letních a tropických dní. V nížinách jsme během letního období zaznamenali od 96 do 117 letních dní a od 49 do 63 tropických dní. V nejnižší položené oblasti jsme zjistili 90 dní s teplotně-vlhkostním indexem nad 72. V 55 dnech byly zaznamenány hodnoty vyšší než 78, což je už stres výrazný. Ale i v podhorské a horské oblasti (644 m nad mořem) se zjistil alarmující počet dní s teplotně-vlhkostním indexem vyšším než 72 (65 dní) a 78 (38 dní).

Produkce mléka byla v nížinné výrobní oblasti vyšší než v podhorské a horské (8761,4 kg proti 6372,0 kg). Produkce mléka a bílkovin byly ve volném ustájení vyšší než ve vazném (8656,3 kg proti 6722,1 kg; 278,7 kg proti 218,9 kg). Nejvyšší produkce mléka se zjistila u nížinného černostrakatého plemene (8832,7 kg) a nejnižší u slovenského pincgavského plemene (6058,0 kg). Ochlazování krav vodou zvýšilo průkazně množství vyprodukovaného mléka a bílkovin (9234,4 kg proti 7569,7 kg; 293,5 kg proti 247,1 kg).

Při hodnocení chovů jen z nížinné výrobní oblasti (20 chovů) jsme zjistili, že zvýšení produkce mléka vlivem ochlazování dojníc během období s vysokými teplotami je 946 kg za rok. Z porovnání období leden – duben, květen – září a říjen - prosinec vyplynulo, že nejvyšší průměrná měsíční produkce mléka (statisticky velmi průkazně) se dosáhla v období leden – duben (767,3 kg; 740,7 kg a 681,7 kg) (Brouček a kol., 2007a).

Vliv ustájení se ukázal jako velmi výrazný, dojnice ustájené volně nadojily ve všech obdobích více mléka než zvířata z vazného ustájení. Opět se potvrdilo, že volné ustájení poskytuje kravám více pohodlí a pohody. Rozdíly v dojivosti jednotlivých plemen jsou dostatečně známé, a proto to dále nebudeme rozebírat. Je však zřejmé, že na nižší dojivosti krav z podhorské a horské oblasti má v našem průzkumu plemeno výrazný vliv. Ze sledovaných 6 chovů v této oblasti byly 3 chovy krav slovenského pincgavského plemene, a to mohlo výsledek ovlivnit.

V hodnocení produkce mléka v nížinné oblasti jsme zjistili, že dojnice ochlazované evaporací nadojily více mléka než neochlazované. Zahraniční autoři udávají ještě vyšší přínos ochlazování vyjádřený v množství mléka než jsme zjistili my (946 kg za rok anebo 70,2 kg za měsíc letního období), a přitom se podmínky ustájení, výživy a užitkovost v našich chovech už přibližují těm z USA! Pravděpodobně bude nutno zabývat se více funkcí a vhodným nastavením a rozmístěním ochlazovacích zařízení ve stájích. Přesto považujeme naše údaje za velmi důležité. V nížinné výrobní oblasti bylo 55 dní s hodnotou teplotně-vlhkostního indexu nad 78 a to se již přibližuje podmínkám jižních států USA. Zajímavá byla evidence 38 dní s teplotně-vlhkostním indexem vyšším než 78 v horské a podhorské oblasti. Ve světové literatuře chybí porovnatelné údaje. Vlivem vysokých teplot v horách na dojnice se pravděpodobně nikdo nezaobíral.

V podmínkách jižních států USA se sledoval vliv stáje (redukce tepelného stresu) na tělesnou kondici a spotřebu krmiv a mléčnou užitkovost krav. Dojnice byly rozděleny do 3 kotců s volným boxovým ustájením. Prostředí jednotlivých skupin se lišilo velikostí, výkonem a umístěním ventilátorů. V první skupině byly ventilátory s průměrem 0,9 m a s výkonem 5,2 m³ vzduchu za sekundu, které byly umístěny ve vzdálenostech 7,3 m nad boxovými stánými a nad krmnou linkou. U druhé skupiny byly použity ventilátory s průměrem 1,4 m s výkonem 9,9 m³ vzduchu za sekundu, které byly umístěny na stropu nad stáním lehacích boxů opět ve vzdálenostech 7,3 m. U třetí skupiny byly ventilátory s průměrem 0,9 m a výkonem 5,2 m³ vzduchu za sekundu umístěny nad boxovými stánými těsně vedle sebe. Všechny ventilátory se zapínaly při teplotě vzduchu 23,3 °C. V každém typu ustájení byl nainstalovaný stejný postřikovací systém, umístěný nad krmnou linkou. Když se

teplota vzduchu zvýšila nad 26,7 °C, postřikovače se zapínaly na 3 minuty v každém patnáctiminutovém cyklu. Výkonost postřikovačů byla 3 litry vody na délkový metr krmného prostoru za 1 minutu (Brouček, 2000a). Produkce mléka byla nejvyšší v první skupině dojníc - 40,1 kg proti 37,1 kg a 37,6 kg za den v dalších skupinách. Dojnice této skupiny měly také nižší frekvenci dýchání (75 dechů/min) než v dalších dvou skupinách (83,5 a 82,3 dechů/min). Průměrná změna tělesné kondice byla v porovnání s obdobím před pokusem nejvyšší v první skupině (+0,32; +0,22; +0,18). Rozdíly v produkci mléka mezi sledovanými typy ustájení byly výraznější u dospělých krav než u prvotetek. Průměrná denní mléčná produkce v jednotlivých skupinách byla u dospělých krav 42,3-39,6-37,3 kg za den a u prvotetek 37,9-35,6-36,8 kg za den. V první skupině, která měla i nejvyšší dojivost, byla tendence k vyšší spotřebě sušiny krmiv. Nejistili jsme průkazné rozdíly v počtu somatických buněk, obsahu bílkovin nebo tuku v mléce. Z výsledků vyplývá, že ze tří ochlazovacích systémů byl při redukci tepelného stresu nejefektivnější první z nich, což potvrdila zvýšená produkce mléka a snížená frekvence dýchání (Brouček, 2000a).

V další práci byly krávy holštýnského a hnědého švýcarského plemene rozděleny do tří skupin. Kontrolní skupina měla přístřešek pro vytvoření stínu. První pokusná skupina měla k dispozici postřikovače a ventilátory a druhá pokusná skupina měla aplikovaný ochlazovací zamlžovací systém. Zjistilo se, že koncentrace hormonu štítné žlázy trijódtyroninu byly nejvyšší ve druhé pokusné skupině a hladiny hlavního ukazatele stresu kortizolu byly nejnižší v kontrolní skupině. Oba použité ochlazovací systémy prokázaly u sledovaných dojníc podobnou reakci kortizolu. Výsledky dokázaly, že ochlazovací systémy zvyšují v době léta komfort dojníc (Brouček, 2000b).

V dlouhodobém, třináctitýdenním experimentu se 60 holštýnskými dojnicemi byly krávy umístěny buď do kotce bez ochlazování jen s přístřeškem, nebo do kotce s třístupňovým postřikovacím a ventilátorovým systémem. Ochlazovací systém se skládal z ventilátorů s průměrem 0,76 m, s 0,75 kW motorem, s výkonem proudění vzduchu 510 m³.min⁻¹. Ventilátory rotovaly v úhlu 180° každých 25 vteřin, proto mohl být jeden ventilátor použitý přibližně pro 10 až 15 krav. Trojstupňový ochlazovací systém byl založený na vhánění různého množství vody a tento systém byl zapnutý při teplotách nad 27 °C. Čím byla vyšší vnější teplota, tím byla vyšší dávka vháněné vody. Zjistilo se, že ochlazovaná skupina měla průměrný počet dechů 76 za minutu a skupina neochlazovaná 102 dechů za minutu. 61 % ochlazovaných krav v průběhu tohoto třináctitýdenního období zabřezlo, z neochlazované skupiny to bylo jen 10 % krav. Mléčná produkce, frekvence dýchání a procento březosti se zlepšily vlivem ochlazovacího systému a výsledkem byl ekonomický přínos 136 dolarů na krávu (Brouček, 2000b).

V pokusu s nočním ochlazováním krav byly dojnice po dobu 6 dní umístěny v termální komoře při teplotě 19,1 °C. Následovaly 3 dny, kdy se postupně zvyšovala teplota na 33,3 °C a tento vysokoteplotní stres trval 6 dní. V průběhu pokusné periody byla přes den teplota 33,3 °C a v noci 19,1 °C nebo 25,5 °C. U zvířat bylo v průběhu dne nebo noci aplikováno ochlazování pomocí ventilátoru. Přes den to bylo od 7. do 11. hodiny, noční ochlazování bylo od 19. do 7. hodiny ráno. Průměrná rychlost vzduchu byla 1,6 m za sekundu. Zvýšení teploty z 19,1 na 25,5 a 33,3 °C zvýšilo za těchto podmínek transfer tepla z povrchu kůže o 23 a 67 %. Užitek z nočního ochlazování se postupně zvyšoval od 1. do 6. dne vysokoteplotního stresu (Brouček, 2000b). Byl zjištěn určitý trend ke snížení spotřeby sušiny krmiva (21,7 kg) u krav exponovaných v průběhu noci vyšším teplotám v porovnání s nižší teplotou v noci (22,1 kg). V noci ochlazované krávy měly vyšší užitkovost v porovnání s krávami ochlazovanými přes den (Brouček, 2000b).

V dalším pokusu měla zvířata exponovaná chladnějším nočním teplotám vyšší dojivost v porovnání se zvířaty ustájenými v noci při vyšších teplotách. Byla zjištěna průkazná interakce

mezi noční teplotou a dobou ventilátorového chlazení. Výsledky indikovaly důležitost doby ochlazování ve vztahu ke krátkodobému chronickému stresu (Brouček, 2000b).

Cílem další práce bylo určit podmínky prostředí, za kterých dojnice zvyšují své fyziologické reakce na tepelný stres v období po otelení. Fyziologická měření zahrnovala tělesnou teplotu, frekvenci srdečního tepu, frekvenci dechu, rychlost bachorových kontrakcí, mléčnou produkci, denní spotřebu sušiny krmiv a týdenní změny živé hmotnosti. Tělesná teplota dojnic se zvyšovala nad hranici teplot prostředí 25 °C. Zjistily se negativní korelace mezi teplotou prostředí a spotřebou sušiny a dále negativní korelace mezi tělesnou teplotou a spotřebou sušiny. Mléčná produkce byla v době stresu vysokou teplotou snížena o 9 %. S teplotou prostředí úzce korelovala rychlost dýchacích pohybů ($r=0,72$), stejně tak i rektální teplota ($r=0,83$) a spotřeba sušiny ($r= -0,68$) (Brouček, 1999).

V práci s vlivem ochlazování vodou a stínem na stres skotu ve feedlotech (velké ohrady pro ustájení skotu bez přístřešku) bylo použito 32 kusů kříženců plemene charollais, které byly rozděleny do čtyř skupin. První skupina měla k dispozici přístřešek a ochlazování vodou, druhá měla k dispozici jen přístřešek, třetí měla jen ochlazování zvlhčováním vodou a čtvrtá skupina (kontrolní) neměla ani přístřešek, ani zvlhčování. Maximální teplota v době pozdního srpna, kdy se pokus prováděl, byla 32 ± 4 °C a relativní vlhkost 62 ± 8 %. Po dobu více než 3 dny bylo sledováno a na video zaznamenáváno chování (pohyb, stání, ležení, krmení, pití) a lokalizace, kde byla tato chování uskutečněna, zda pod přístřeškem nebo v oblasti zvlhčování. Zároveň byla sledována rektální teplota, frekvence dechu a průměrné denní přírůstky. Zvířata z kontrolní skupiny strávila více času ležením a méně stáním než zvířata ze zbylých tří skupin. Zvlhčování prokazatelně snížilo rektální teplotu a zvlhčování v kombinaci se stínem prokázalo výrazný efekt na snížení frekvence dýchacích pohybů. Průměrné denní přírůstky mezi těmito čtyřmi skupinami se výrazně nelišily. Ostatní parametry ale dokázaly, že skot bez stínu nebo zvlhčování vykazuje fyziologické reakce stresu z vysoké teploty a dochází i ke změnám jeho chování. Zvlhčování a přístřešek se ukázaly jako ekvivalentní řešení k redukcii stresu z vysokých teplot (Brouček, 2000b).

V pokusu trvajícím 84 dní v době léta se hodnotil ochlazovací systém (vzduch, voda) skládající se z ventilátoru s průměrem 2,4 m s výkonností 1416 m³ vzduchu za minutu a 5,7-6,8 l vody za minutu. Ochlazované dojnice měly za celé sledované období průměrnou dojivost 32,7 kg proti 30,9 kg u neochlazovaných dojnic, u plemene holštýn byl rozdíl ještě větší (34,1 kg proti 31,1 kg). Vliv ochlazování na reprodukci se projevil pozitivně jen u plemene švýcarské hnědé (Brouček, 1999).

V další práci, kde se porovnávaly skupiny bez ochlazování s ochlazováním ventilátorem a ventilátorem s rozprašováním vody, se zjistilo, že nejvyšší dojivost byla ve třetí skupině (33,0 kg; 35,0 kg a 38,3 kg). Podobně jako v předcházející práci reagovaly na ochlazování pozitivně především krávy plemene holštýn. V úzkém vztahu s produkcí mléka byla rektální teplota (39,6 °C; 38,9 °C; 38,8 °C) (Brouček, 1999).

Němečtí autoři sledovali vliv stálé 30 °C teploty při 50 % relativní vlhkosti na dojnice po dobu 8 týdnů a po předcházejícím období s teplotou 15 °C. Příjem sušiny na začátku pokusného období klesl o 31 % a později se ustálil na hranici 75 až 80 % z průměru kontrolního období. Dojivost se zredukovala o 31 % a 26 %. V dalším experimentu měly dojnice chované po celou laktaci při stálé vysoké teplotě 28 °C o 9,4 % nižší dojivost v porovnání s kontrolní skupinou (18 °C). Krávy, které byly podrobeny střídavému vlivu teplot (18 °C/30 °C) v pětítýdenních obdobích, snížily dojivost o 8,1 %. Zvýšení teploty o 2 °C z 28 na 30 °C způsobilo výraznější pokles než zvýšení o 10 °C z 18 na 30 °C (Brouček, 1997).

V dalším experimentu z Německa byly krávy první a druhé skupiny 8 týdnů ustájeny v prostředí s diurnálním teplotním cyklem (34 °C přes den a 20 °C v noci) a další 4 týdny při konstantní teplotě 27 °C. V předcházející laktaci byly krávy chovány také v klimatizované stáji při teplotě 28 °C a zvířata druhé skupiny při teplotě 18 °C. Dlouhodobé působení se

projevilo v první skupině méně výraznějším poklesem nádoje v období diurnálních teplot. Při konstantní teplotě už byly reakce zvířat obou skupin stejné (Brouček, 1997).

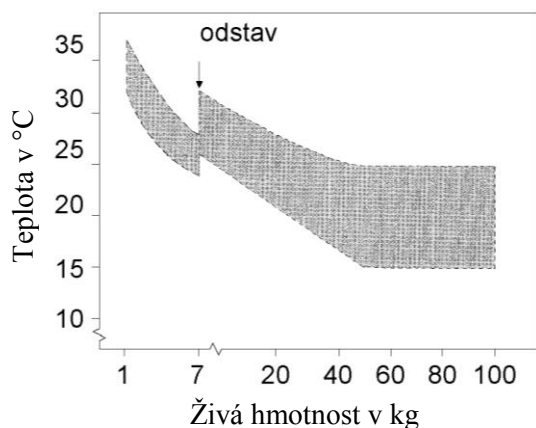
Z uvedených údajů ze světové odborné a vědecké literatury vyplývá, že vysoká teplota je negativní faktor prostředí dojnic. Je však zřejmé, že existuje rozdíl mezi stálou a střídavou vysokou teplotou a rovněž mezi délkou expozice. Na základě výzkumů realizovaných v našich podmínkách můžeme rozdíl mezi důsledky permanentního a střídavého vlivu vysokých teplot charakterizovat velmi jednoznačně. Zatímco nepřetržité vystavení hypertermii po dobu 72 hodin mělo ze dne na den negativnější dopad na trias (teplota, tep, dech), produkci i krevní ukazatele, střídavý teplotní režim v délce 5 dnů neměl zřetelnější dopad na organismus s výjimkou tělesné teploty, frekvence dechu a obsahu neesterifikovaných mastných kyselin. Hodnoty sledovaných ukazatelů dokázaly, že střídavé působení vysoké a nízké teploty nezpůsobuje dojnicím na rozdíl od permanentní hypertermie výrazné narušení homeostázy. Nepřetržité působení vysoké teploty představuje pro organismus větší zátěž než střídavé. Proto je produkční dopad výraznější. Při střídání teplot dochází při nočním ochlazení k uvolnění a regeneraci biologických funkcí organismu.

Prasata

Úspěšný chov prasat je spojený s dosažením optimálních podmínek stájového prostředí, bez kterých nedokážeme plně využít růstovou schopnost zvířat. Dnešní moderní plemena a kříženci prasat jsou náročni na podmínky stájového prostředí a bez dobrého ventilačního systému není možné zajistit dobré podmínky pro jejich chov. Proto je třeba otázce zajištění vhodného mikroklimatu a účinného větrání v objektech pro chov prasat věnovat náležitou pozornost. Optimální mikroklima je důležité nejen z hlediska potřeb zvířat, ale i lidí pracujících ve stáji a také z hlediska životnosti a funkční spolehlivosti staveb a technologických zařízení. Optimální parametry mikroklimatu jsou stále předmětem diskusí ve vědeckých, odborných a chovatelských kruzích. Mikroklima stájových objektů vyjádřené fyzikálními a chemickými parametry vzduchu se stává stále více významným produkčně-ekonomickým faktorem, protože výrazným způsobem může ovlivnit termoregulační mechanismy, konverzi živin, užitkovost a zdravotní stav prasat.

Ze složek ovlivňujících pohodu ustájených zvířat má velký význam mikroklima prostředí, které vytváří teplota, relativní vlhkost vzduchu, povrchová teplota konstrukčních prvků a proudění vzduchu. Požadovaný pohyb vzduchu je závislý na intenzitě větrání a skutečné větrací výkonnosti v klimaticky rozdílných obdobích.

Prasata se cítí nejlépe v prostředí, které klade nejmenší nároky na jejich termoregulační systém. Teplotní pásmo vymezené horní a dolní kritickou teplotou je tzv. pásmo tepelné rovnováhy nebo termoneutrální zóna. Pro její výpočet je důležitá živá hmotnost zvířat, počet zvířat ve skupině, typ podlahy v oblasti lože, proudění vzduchu nad zvířaty, energetická hodnota krmné dávky a množství přijatého krmiva. Komfortní zóna zajišťuje optimální podmínky. Teplotní požadavky zóny teplotního komfortu se mění s věkem a hmotností prasat a s podmínkami prostředí v používaných systémech ustájení. Komfortní teplotní zóna je oblast teplot, ve které zvíře nemusí vynakládat žádné úsilí na udržení své tělesné teploty a

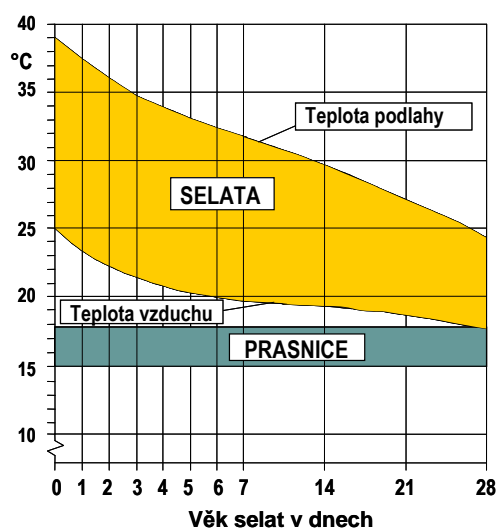


Obr. 1 Komfortní teplotní zóna pro prasata

chov je nejekonomičtější. U novorozených selat je blízká jejich tělesné teplotě. Všeobecně klesá s věkem, ale vzrůstá náhle při odstavu, protože snížená produkce tělesné teploty je spojena s redukováním příjmem krmiva (obr. 1). Všeobecně se doporučuje chovat prasata při teplotě asi o 3 °C vyšší než je dolní kritická teplota (Vansickle, 1998). Při výkyvech teploty nad horní kritickou teplotu je ovlivňován metabolismus, což má svůj dopad na užitkovost a zdravotní stav prasat (Zeman, 1994). Organizmus se brání přehřátí především evaporací, a to zejména dýcháním (Novák a kol., 2003a). Jestliže se teplotní podmínky prostředí dostanou mimo hranici

termoneutrální zóny, dochází ke snížení růstové schopnosti prasat a s tím související zhoršené konverzi krmiva (Novák a kol., 2003b). Pásmo tepelné rovnováhy pro jednotlivá prasata je 20 - 22 °C, pro skupinově ustájená prasata je v rozmezí 16 - 18 °C. Za přípustné se považuje rozpětí 14 - 19 °C. Při teplotě nad 24 °C prasata přijímají méně krmiva, jsou neklidná a více se pohybují. Při vyšší teplotě se neklid zvyšuje až do stresové situace. Pro prasata se za kritické teploty považují teploty 26 °C a vyšší (Čeřovský, 1998). Se zvyšováním teploty prasata postupně snižují příjem krmiva (Kemp a Verstegen, 1987) a následně i rychlost růstu. Tepelný stres také mění jejich chování.

Prasata mění polohu v závislosti na okolních podmínkách, které buď zvyšují nebo snižují tepelné ztráty (Mount, 1979). Zvířata leží natažená, což není zcela přirozená poloha.



Obr. 2 Doporučené teploty pro selata a prasnice v porodních kotcích

Podstatě odlišné nároky jsou v porodnicích, kde je třeba diferencovat podmínky mikroklimatu pro kojící prasnice a selata (obr. 2, Technické doporučení MZe ČR, 1994). Jako optimum se pro prasnice doporučuje teplota vzduchu 16 až 22 °C a pro selata 22 až 32 °C (Kouřa a kol., 1996, Schneiderová, 1998, Vyhláška MP SR č. 230/1998). Když se kojícím prasnicím při tvorbě mléka přebytečné teplo neodvádí větráním a ochlazováním, způsobuje to snížení jejich žravosti a produkce mléka. Následně dochází k redukcí rychlosti růstu selat (Lopez, 2002) a ke snížení jejich hmotnosti při odstavu. Uvedené faktory negativně ovlivňují následující reprodukční cykly prasnic (Zeman, Schmeiserová, 1999) a vrhy selat (Novák a kol., 2004). Z hlediska mléčnosti jsou pro prasnice v porodnici nejvhodnější teploty okolo

15 °C, méně vhodné jsou teploty okolo 20 °C a jako nejméně vhodné jsou teploty pod 10 °C (Šlégerová a kol., 2002). Podle Schneiderové (1998) se při ustájení na podestýlce pro kojící prasnice doporučuje průměrná teplota 20 °C.

Prasata si při letních teplotách vždy lehají (pokud mají možnost) tak, aby měla rypák nasměrovaný proti proudění vzduchu. Výkrmová prasata upřednostňují při vysokých teplotách ležení na roštové podlaze. Na kálení a močení využívají prostor s plnou podlahou a do takto znečištěného a mokrého prostoru si i lehají, aby se ochladila (Aarnink a kol., 2001). Z uvedeného důvodu prasata při vysokých teplotách využívají k ležení mokré kaliště (prostor vymezený na kálení). Dolejš a kol. (2002) zaznamenali, že výkrmová prasata při teplotách nad 20 °C ve větší míře začala ležet v kalištích než v lehárně (prostor určený na odpočinek prasat ve skupinovém kotci). Při teplotě 30 °C v prostoru kaliště ležela téměř 8x déle než při teplotách pod 20 °C. Téměř všechny životní projevy prasat měly velkou závislost na teplotě prostředí.

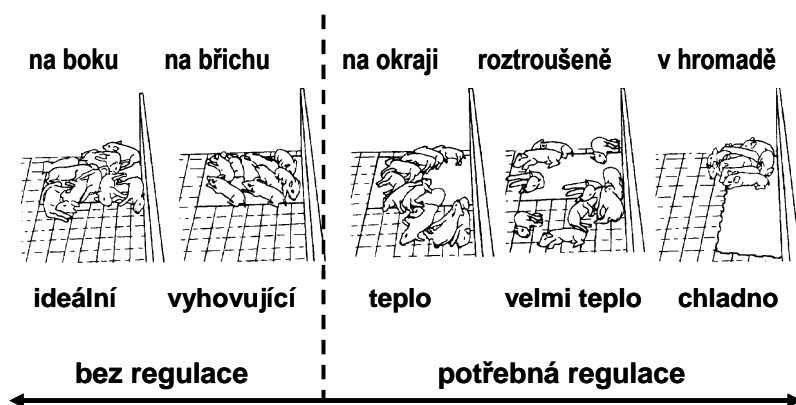


Obr. 3 Sezení ve znečištěném prostoru kotce při napáječce

Maximální teplota stájového vzduchu nemá v letním období překročit teplotu vnějšího vzduchu o víc než 3 °C. V době horkého počasí (denní maximum nad 30 °C) se prasnice mají ochlazovat např. kropením vodou, zvlhčováním, přiváděním usměrněného vzdušného proudu nebo ve výběžích samozvlhčením se vodou nebo blátem. Požadovaná rychlost proudění vzduchu při teplotách vyšších než optimálních je v rozpětí 0,3 - 2,0 m.s⁻¹ v závislosti na kategorii prasat a stádiu chovu (vyhláška Ministerstva zemědělství SR č. 230/1998).

Pro pohodu selat v porodnici je třeba zajistit suché prostředí bez průvanu. Nároky selat na teplotu se s jejich věkem snižují z 32 - 34 °C při narození přibližně o 2 °C na každý týden věku. Pro sající selata do věku 1 měsíce je třeba zajistit minimální teplotu 20 °C, optimální 22-32 °C, což je možné aplikací buď pro selata, podestýláním lože selat nebo lokálním ohřevem prostoru určeného pro selata (Botto a kol., 1995; Hájek a kol., 1992; Schneiderová, 1998; Weber, 1997). Způsob ležení selat ukazuje, do jaké míry odpovídá teplota prostředí

jejich požadavkům. K vyhřívání zóny selat se využívají různé systémy horního nebo spodního ohřevu. Zjistilo se, že systémy se zářiči vykazovaly horší výsledky než spodní ohřev podlahy. Je to dané tím, že teploty pod zářičem (lampou) jsou vysoké a směrem od středu rychle klesají.



Obr. 4 Způsoby ležení selat a potřeba regulace při rozdílné teplotě podlahy

Spolehlivým indikátorem optimální teploty je to, že selata leží pohodlně na vyhřívané ploše (obr. 4, Kämper, 1996). Při ležení na boku (ideální způsob) nebo na břichu (vyhovující způsob) není třeba regulace tepla. Selata, která se vyhýbají vyhřívané zóně nebo leží na jejím okraji, indikují vysokou teplotu.

V některých zemích, jako např. v Holandsku, mají vypracované směrnice pro větrání a vytápění objektů pro odstavená selata a prasata ve výrnu, které kromě uvedených teplotních hranic obsahují i odpovídající minimální a maximální hodnoty větrání v m³ na 1 zvíře.

V současnosti se používají podtlakové, přetlakové nebo kombinované ventilační systémy. Nejvíce uplatňovaným systémem větrání je podtlakový systém, který nejlépe umožňuje regulaci větrací výkonnosti. Chovatelé mají mít základní informace o principech ventilačních systémů. Pro zajištění účinnosti ventilace se vyžaduje, aby 75 % vzduchu vstupujícího do objektu bylo pod kontrolou a jen 25 % vzduchu vstupovalo do objektu z jiných otvorů než je určeno (Čelechovský, 2004). Pokud se nezajistí tento základní požadavek, nebude ventilační systém fungovat. Když je tato podmínka splněna, může se uvažovat o regulaci podtlaku ve stáji. Důležité je, aby každý větrací systém měl nouzový režim pro případ výpadku elektrické energie.

Pohodu prasat kromě teploty určuje i relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu v zóně zvířat. Uvedené faktory mají vliv na výsledky chovu, tj. na přírůstky, mortalitu, počet živě narozených selat a jejich hmotnost, březost prasnic atd. Důležitou skutečností je fakt, že se stoupající relativní vlhkostí vzduchu se zvyšuje pocit tepla u prasat.

V objektech pro chov prasat se požaduje optimální relativní vlhkost vzduchu v rozpětí 50 až 75 % a maximální 75 až 80 % v závislosti na kategorii prasat (Tobišková, 1992, Koudřa a kol., 1996, vyhláška Ministerstva zemědělství SR č. 230/1998). Přímý vliv vlhkosti vzduchu na zvířata, stavby i obsluhu se projevuje jen v extrémních podmínkách (Novák a kol., 2003a). Suchý vzduch s relativní vlhkostí pod 35 % (ve vytápěných stájích) vysušuje sliznici, ale především zvyšuje prašnost ve stáji, která negativně působí nejen na dýchací orgány zvířat, ale i obsluhy. Při relativní vlhkosti nad 85 % dochází snadno ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu stěn a stropů, zejména ve špatně tepelně izolovaných stavbách. Vysoká relativní vlhkost a vysoká teplota vytvářejí dusné prostředí, které je pro zvířata i ošetřovatele nepříznivé. Vlhkost vzduchu hraje důležitou roli v procesu ochlazování (Myer, Bucklin, 2001) a čím vyšší je obsah vlhkosti ve vzduchu, tím méně efektivní je proces evaporačního ochlazování. Zvýšení relativní vlhkosti o 18 % při teplotách nad 30 °C je ekvivalentem nárůstu teploty vzduchu o 1 °C. Teplota a relativní vlhkost vzduchu mají význam pro pocit „pohody prasat“ (Líkař, 2005). Teplota ve vztahu k relativní vlhkosti určuje tzv. TVI faktor (teplotně-vlhkostní index), který se používá pro vyjádření úrovně pohody prasat a udává vzájemný vztah teploty a relativní vlhkosti vzduchu ve vztahu k pohodě a to, jak je třeba upravit teplotu v závislosti na měnící se vlhkosti vzduchu. Platí, že čím vyšší je relativní

vlhkost vzduchu, tím nižší musí být pro dosažení stejného pocitu pohody teplota vzduchu. Při návrhu větracího systému se musí hodnotit vždy tzv. „efektivní teplota“, tj. teplota, kterou prase pociťuje. Tak například při teplotě vzduchu 28 °C a relativní vlhkosti 80 % je efektivní teplota asi 30 °C (NRC, 1981).

Dalším možným způsobem ochlazování při vysokých teplotách je využití zvýšeného proudění vzduchu, při kterém se uplatňuje pocitový efekt vnímání teploty. Znamená to, že při stejné teplotě, ale vyšším proudění vzduchu se pocitově snižuje teplota prostředí (Líkař, 2002). Rychlost proudění vzduchu, stejně jako relativní vlhkost, není možné posuzovat samostatně, ale vždy ve vztahu k teplotě vzduchu. S růstem rychlosti proudění vzduchu se mnohonásobně zvyšuje tepelná ztráta z povrchu těla zvířat. Při vysokých teplotách je možné využít potřebného ochlazovacího účinku zvýšením rychlosti proudění vzduchu.

Komplexní zajištění mikroklimatu v objektech pro chov prasat je v současnosti limitované možnostmi investovat do výstavby nových ustájovacích objektů, v jejich rámci je možné uplatnit systémové řešení nově koncipovaných větracích soustav a zařízení pro tvorbu stájového mikroklimatu. Důsledné řešení požadovaných parametrů prostředí v chovu prasat je velmi aktuální i při realizaci rekonstrukce ustájovacích objektů. Rekonstrukce v současnosti převažují nad možnostmi chovatelů řešit uvedené otázky komplexní technologickou a stavební inovací.

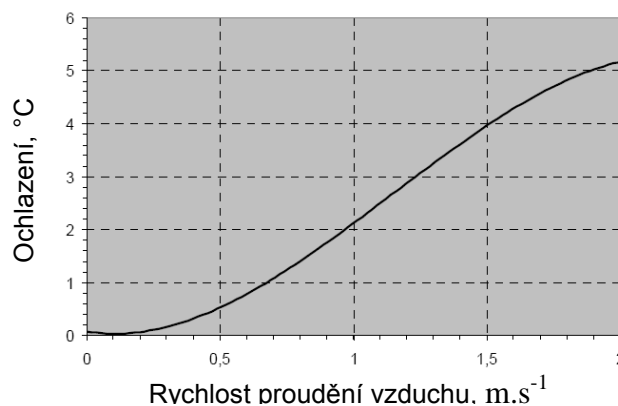
Možné způsoby ochlazování prasat

Důležitou součástí tvorby kvalitního mikroklimatu pro prasata jsou chladicí systémy, jejichž pomocí je možné eliminovat negativní vlivy na užitkovost, zdravotní stav a množství úhynů. V současnosti se dříve podceňované ochlazování ustájovacího prostoru stává důležitou součástí každého větracího systému. Při navrhování chladicího systému je třeba, aby efektivní teplota a teplotně-vlhkostní index byly v souladu (Líkař, 2004).

Prvním a nejčastěji používaným způsobem ochlazování je chlazení pomocí zvýšeného proudění vzduchu. Přestože se mluví o problematickém vlivu průvanu na zdravotní stav zvířat, při správném návrhu větracího systému je možné použitím efektu vyšší rychlosti proudění vzduchu zabránit zvýšení mortality (úhynů) a udržet přírůstky a efektivnost na normální úrovni. Při správném rozmístění ventilátorů a vstupních vzduchových klapek a rychlosti proudění vzduchu do 2 - 2,3 m.s⁻¹ je možné dosáhnout „pocitového“ snížení teploty o 5 - 6 °C (obr. 5, Líkař, 2006).

Zvýšení proudění vzduchu ve stáji se provádí jednak vhodně navrhnutým větracím systémem nebo i dodatečně nainstalovanými ventilátory. Při tomto způsobu ochlazování se v krizových situacích s extrémními teplotami zvýší rychlost proudění vzduchu a tím se sníží pocitové vnímání teploty, čímž se eliminuje tepelný stres zvířat. Botto a kol. (2007) hodnotili parametry mikroklimatu v extrémně horkém období v rekonstruovaném objektu pro výkrm prasat s tunelovým větráním a kombinovaným přívodem vzduchu pro letní a zimní období (obr. 6 a 7).

Při vnější teplotě 37,4 °C byla vnitřní průměrná teplota nižší o 1 °C. Průměrná rychlost proudění vzduchu v zóně zvířat (0,95 a 1,22 m.s⁻¹) neovlivnila pohodu zvířat, což bylo zřejmé z celkového chování ustájených prasat. Zvýšením prouděním vzduchu se při uvedené teplotě zajistil ochlazovací účinek a tím se dosáhlo pocitového snížení teploty



Obr. 5 Pocitové ochlazení vlivem proudění vzduchu



Obr. 6 Osazení ventilátorů v objektu pro výkrm prasat



Obr. 7 Pohled do sekce s tunelovým větráním

Účinek ochlazování je možné zvýšit rozptylem vody do proudícího vzduchu. Je třeba přitom brát v úvahu vzájemný vztah teploty a relativní vlhkosti prostředí (TVI faktor). Pro každou kategorii zvířat musí být jiný systém rozptylování, jemnost kapek i množství vody, které může vzduch obsahovat. Platí zásada, že je nutné využívat nejvyššího tlaku a jemnějších trysek. Jemné trysky mají průtok $0,05-0,08 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ ($3,0 - 4,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) a hrubší trysky $0,5 - 0,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ ($30 - 48 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). Snížení teploty v běžných podmínkách je do $5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Líkař, 2002).

Dále se k ochlazování využívají nízkotlaké nebo vysokotlaké stacionární systémy (sprchování, sprejování). Chlazení rozprašováním vody je nejlevnější alternativou ochlazování stáji, která se dá instalovat téměř všude dodatečně. Systém je jednoduchý: V horkých dnech se přes jemné trysky rozprašuje voda, která se následně přemění v páru. Pro přechod z kapalně formy na páru se spotřebuje energie, která se odebere z prostředí. Tímto způsobem se může pociťovaná teplota snížit o několik $^\circ\text{C}$. Přitom se však zvyšuje vlhkost vzduchu. Proto se tento systém hodí jen pro suché, horké dny, nikoli pro dny dusné. Výkon chlazení závisí rozhodujícím způsobem na tom, jakým tlakem je voda ve stáji zamlžována (Top Agrar, 1994).

Nízkotlaké systémy pracují s tlakem $0,3$ až $1,4 \text{ MPa}$ a velikost produkovaných kapek dosahuje přibližně $30 \text{ }\mu\text{m}$. Ochlazení teploty prostředí činí jen max. $4-5 \text{ }^\circ\text{C}$. Nízkotlaká zařízení mohou být napojena přímo na běžné vodovodní rozvody pomocí PE potrubí (průměru $25 - 45 \text{ mm}$). Při použití hrubších trysek s průtokem asi $0,42 - 0,58 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ ($25 - 35 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) se postříkuje okruh přibližně $1-2,5 \text{ m}$. Vzdálenost mezi tryskami je $2-5 \text{ m}$. Uvedené systémy jsou zajímavé zejména nízkou cenou (Líkař, 2002). Používají se v období



Obr. 8 Vysokotlaká tryska SKOV

extrémně vysokých teplot. Aplikuje se asi 350 ml vody sprejováním na každé prase po dobu $2 - 3$ minut s následnou evaporací po dobu 1 hodiny. V horkém období je možné realizovat sprejování každých 30 minut. Systém se může uplatňovat i v případech potřeby usměrnění kálení zvířat.

Vysokotlaké systémy pracují s tlakem 5 až 15 MPa a dodávají se ve většině případů v provedení s potrubím z nerezavějící oceli. Jemný rozptyl vody se zajišťuje použitím vysokotlakých trysek a vysokotlakých

čerpadel. Tento vysokotlaký systém je zřetelně nákladnější. Voda je dodávána do prostoru stáje vhodně rozmístěnými tryskami (obr. 8), které rozstříkují kapičky s průměrnou velikostí 2 až 8 μm . Tyto kapky se poměrně rychle odpařují a tím dochází ke spotřebě tepla a snížení teploty okolního vzduchu. Tímto systémem lze dosáhnout ochlazení o 8 až 10 $^{\circ}\text{C}$. Na rozdíl od bodových zdrojů, ve kterých vzduch přechází přes navlhčený pórovitý materiál, popřípadě je voda vstříkovaná do proudu vzduchu, tento systém umožňuje v průběhu krátkého času snížit teplotu na poměrně velké stájové ploše.

K rozšířeným systémům ochlazování patří chladicí ventilátory, které jsou výhodné zejména do objektů s hlubokou nebo narůstající podestýlkou. Chladicí ventilátory mají po obvodu nainstalovány trysky nebo rozptylové hlavice na vodu. Mohou pracovat s nízkými tlaky, kdy se připojují na vodovodní potrubí, nebo s vysokými tlaky, které zajišťuje vysokotlaké čerpadlo. Reálný dosah chladicího ventilátoru bývá 20 až 30 m (Líkař, 2002). Navíc příznivě ovlivňují cirkulaci vzduchu v ustájovacím prostoru. Některé ventilátory používají rychle rotující disk v jeho čele, který vytváří atomizaci vody při nízkém tlaku 0,1 - 0,6 MPa (např. Hygrofan Rotator, obr. 9).



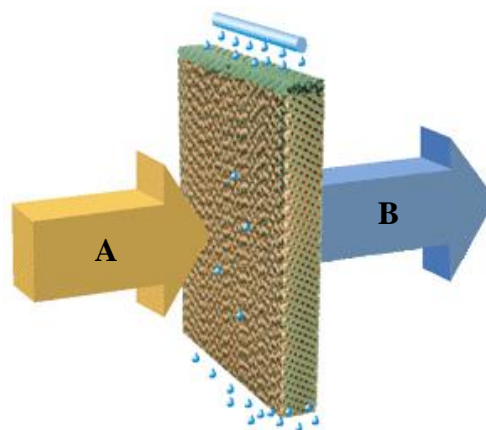
Obr. 9 Chladicí ventilátor typu Hygrofan Rotator

U ventilátorů s vysokotlakým rozptýlením se využívá tlak až 12 MPa, takže kapky vody jsou velmi malé a nedochází k zvlhčování podlahy a ostatních povrchů.

U ventilátorů s vysokotlakým rozptýlením se využívá tlak až 12 MPa, takže kapky vody jsou velmi malé a nedochází k zvlhčování podlahy a ostatních povrchů.

Mezi další využívané systémy aktivního ochlazování vzduchu patří deskové (voštinové) chladiče (Pad Cooling). Uplatňují se ve více modifikacích zejména v objektech s centrálním přívodem vzduchu nebo v objektech s tunelovým systémem větrání. V tomto systému chlazení se využívá chladicí efekt prostřednictvím nasycení vzduchu vodními parami, kdy přes voštinové desky stéká voda a změnou energie dochází k ochlazení nasávaného vzduchu.

Čím je relativní vlhkost vnějšího vzduchu nižší, tím se dosáhne většího snížení teploty ve stáji, reálně v našich podmínkách až o 6 až 8 $^{\circ}\text{C}$ (Líkař, 2006). Chladicí desky je možné použít jen v kombinaci s takovými větracími systémy, které mají oddělený systém minimální ventilace pro chladné období a systém maximální ventilace pro letní období. Výhodou deskových chladičů je jejich cena, nevýhodou nemožnost celoročního použití. Při činnosti se počítá s rychlostí proudění vzduchu přes deskový chladič 1 až 1,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Obr. 10 Princip chladicího systému
A – horký a suchý vzduch
B – ochlazený a zvlhčený vzduch

Kromě uvedeného typu deskových chladičů, které pracují na principu přísávaného vnějšího vzduchu, existuje i systém s vháněním vnějšího vzduchu ventilátorem, který je součástí chladiče.

K ochlazování je možné využít i ochlazování vlhčením kůže prasat. Ve výbězích se využívá k ochlazování bahenní koupel (Myer a Bucklin, 2001). Schnutím bahna se prasata evaporačně ochlazují a bláto po jeho vyschnutí chrání pokožku před slunečním zářením. V nevyhnutelných případech se může využít polévání, resp. postřikování prasat vodou. Pro prasnice ustájené v individuálních boxech je možné využít ochlazování kapající vodou, která se aplikuje na krk nebo hřbet prasnic za současného pohybu vzduchu. Je to ekonomicky efektivní způsob ochlazování. Voda se aplikuje s průtokovým množstvím 2–3 litry.hod⁻¹ po dobu 10 – 15 sekund v 1–2minutových intervalech (McGlone a kol., 1988). Tento systém je vhodný pro prasnice v porodnici s ustájením v porodních boxech s perforovanou podlahou (s plastovým povrchem).



Obr. 11 Pohled na instalovaný deskový chladič

Stavební řešení ustájovacích objektů a teplota vzduchu

Tepelně-izolační vlastnosti ustájovacích objektů, zejména střechy, ovlivňují mikroklimatické podmínky nejen v zimním, ale i v letním období. V letním období se úroveň tepelné izolace střechy významně podílí na udržení stálé vnitřní teploty (Pedersen a kol., 2003). Andersson a kol. (1994) zjistili, že teplota ve stáji s tepelně neizolovanou střešou se blíží teplotě vnějšího prostředí nebo dosahuje vyšší hodnoty o 5 °C i více. V objektech s přirozeným větráním nebo zvlhčovaným stropem (kropením) je vhodné nainstalovat doplňkový cirkulační ventilátor, kterým se zlepší cirkulace vzduchu a tím i jeho teplota.



Obr. 12 Přístřešek s částečným stíněním výběhu pro ustájené prasnice

Příčinou mnoha problémů v letním období bývá nasávání přívodního vzduchu ze střechy. V některých případech bývají v prostoru střechy teploty vyšší než 40 °C. Čím nižší a plošší je střecha, tím silnější je ohřev vzduchu. Proto je třeba přívodní vzduch, pokud je to možné, neodebírat ze střešních prostor. Když to nejde jinak, musí být střešní plášť pečlivě tepelně izolovaný (Žirovnický, 2006).

K nejjednoduššímu způsobu snížení teploty okolního vzduchu zejména ve výbězích patří zastínění, kterým se snižuje množství energie dopadající na povrch těl prasat. Při dobře navržení stínění je možné dosáhnout snížení dopadající energie o 30 – 50 % proti volnému prostranství bez stínění.

Drůbež

V současné době je preferováno ustájení drůbeže v lehkých velkých halách. V případě nevhodného mikroklimatu může drůbež trpět v létě vysokoteplotním stresem (May a Lott, 2001; Bessei, 2006). Tato zátěž nezpůsobuje jen zhoršení zdravotního stavu a úhyny, ale i snížení produkce, a tím vším poškozuje zisk výrobce.

Teplotně-neutrální zóna je u drůbeže mezi 13 až 24 °C. Při teplotách mezi 24 až 29 °C se mírně sníží spotřeba krmiva, ale užitkovost je ještě dobrá. Při teplotách od 29 do 32 °C dále klesá spotřeba krmiva, snižují se přírůstky i produkce vajec, velikost vajec i kvalita skořápky se zhoršují, a proto by se už měly začít používat ochlazovací metody (Weaver a Meijerhof, 1991). Při vzestupu teplot k 35 °C se spotřeba krmiva dále snižuje, vzniká nebezpečí šoku, zvláště u těžkých nosnic a u výkrmových kuřat. Drůbež musí být bezpodmínečně ochlazována. Při stoupání teplot prostředí k hodnotě 38 °C je velmi pravděpodobné celkové vyčerpání organismu, produkce vajec a spotřeba krmiva jsou velmi výrazně sníženy a vysoká je spotřeba pitné vody. Nad teplotou 38 °C je třeba pro přežití zvířat použít nouzová opatření (Li a kol., 1990; Chepete a Xin, 2002).

Tvorba tepla

Vzduch v objektu ustájení se ohřívá teplem, které produkují zvířata, teplem z osvětlení a používaných motorů, teplem ze stropu a stěn a teplem z fermentace podestýlky nebo nahromaděných výkalů. Teplo z osvětlení a motorů ovšem představuje jen malý podíl z produkce tepla metabolickými pochody zvířat (normálně méně než 1 %). Produkce tepla je ovlivňována živou hmotností, druhem, plemenem, úrovní produkce, příjmem krmiva, pohybem a aktivitou ptáků (Puri a kol., 1985; Feddes a McDermott, 1992). Jestliže je hustota zvířat na ploše vysoká, může se teplota nebezpečně zvýšit, protože se produkuje více metabolického tepla, na což nebyla ventilace místnosti připravená. Přenos tepla sáláním a vedením z ptáka na ptáka je potom vysoký. To je nebezpečné při omezeném větrání anebo při existenci „slepých“ míst s nehybnou vrstvou teplého vzduchu (Dubensky a kol., 1986; Gates a kol., 1996).

Teplo se může z těla uvolňovat několika způsoby: radiací (sáláním, vyzařováním), což jsou proporcionální ztráty k rozdílu mezi teplotami povrchu těla a okolním prostředím. Konvekce (proudění) jsou ztráty tepla působením proudění vzduchu okolo těla. Proud vzduchu by měl být tak účinný, aby překonal nepohyblivou vrstvu vzduchu, která obklopuje tělo zvířete (Chepete a kol., 2005). Evaporace (odpařování) je způsob velmi důležitý pro ochlazování při vysokých teplotách. Drůbež se totiž nemůže potit, je závislá na intenzivní frekvenci dechu a to je ovšem efektivní jen tehdy, když není relativní vlhkost příliš vysoká (O'Connor a kol., 1987). Vysoká vlhkost prostředí je proto ještě více stresující než vysoká teplota s nízkou vlhkostí (Gates a kol., 1995; Brown-Brandl a kol., 1997; Chepete a kol., 2004). Kondukce (vedení) je relativně méně důležitá, ale u zvířat ve stísněném prostoru, které jsou buď nahromaděná na malé ploše nebo ve velkém hejnu, může tělesné teplo přecházet z povrchu jednoho zvířete na druhé nebo může teplo vést z povrchu podlahy na zvířata (Feddes a kol., 1984; Feddes a kol., 1985).

Další faktor, který působí na zvyšování teploty v objektu, je střecha. V létě je až překvapující, jak mnoho solárního tepla může pronikat střechou, když je její izolace nedostatečná. Barva střechy, její sklon, odraz slunečních paprsků nebo umístění budovy v částečném stínu jsou faktory, na které se musí myslet už při vypracovávání stavebních plánů. Lesklý povrch odráží více než dvojnásobně solární záření než znečištěná střecha anebo střecha pokrytá tmavým plechem (Tao a Xin, 2003). Proto by se nemělo také zapomínat na čištění střechy od prachu a nečistot. Všechny haly pro chov drůbeže by měly být orientovány od východu k západu. Tato orientace neumožní přímému slunečnímu záření působit na

postranní stěny a způsobovat přehřátí vzduchu uvnitř. Umístění budovy v prostředí hraje také svoji roli. Travnatý povrch okolí snižuje odraz slunečního světla do objektu. Vegetace by měla být ale posekaná, aby se nebránilo proudění vzduchu.

Větrání

I když je v budově dost velký objem vzduchu, je ho potřebné poskytnout všem zvířatům rovnoměrně. V budovách s přirozeným větráním je požadovaná rychlost výměny vzduchu určována otvory ve stěnách a na střeše a musí být zohledněna výška objektu (Xin a kol., 1998).

Haly, které mají na stranách závěsy nebo rolety, jsou na přirozeném větrání značně závislé, a proto pracují nejlépe, když venku žádné překážky (stromy, budovy) přirozený pohyb vzduchu neblokuje.

V objektech s nuceným větráním je doporučená maximální rychlost proudění vzduchu závislá na velikosti a počtu ventilátorů podle zásady: 1 ventilátor o průměru 0,62 m s 900 otáčkami/min na 1 tisíc nosnic nebo brojlerů. Stropní ventilátory s pomalejšími otáčkami nejsou v současnosti doporučované. Je lepší použít vrtulové ventilátory nasměrované na horizontální výměnu, protože jsou více efektivnější ve zrychlování pohybu vzduchu na úrovni zvířat. Nucená ventilace může zajistit dobré, neměnné podmínky v proudění vzduchu během letních extrémů, pokud je přesně udržován stálý tlak a nejsou překážky proudění (Gates a kol., 1996).

V horkém počasí je často důležité zvýšit odvod tepla zrychlením výměny vzduchu prouděním na úrovni zvířat s použitím přídavných ventilátorů. Tyto ventilátory by měly být umístěny mezi hlavními ventilátory ve stejné výšce a přímo nasměrované na oblast pobytu zvířat, aby se zvýšila turbulence vzduchu okolo ptáků (Pedersen a Thomsen, 2000). Rozmístění ventilátorů v prostoru záleží na jejich velikosti. Všeobecně se doporučuje vzdálenost od 7,5 m po 9 m v objektech nosnic a 12 m až 15 m v ustájení brojlerů, vždy ve výšce 2 m se sklonem mírně dolů. Tím se i kuřata donutí k postavení a k porušení vrstvy nepohyblivého teplého vzduchu okolo sebe. Ventilace by měla být aktivována při teplotě prostředí 29 °C (nebo méně) (Cahaner a Leenstra, 1992).

Podtlakový systém používá k pohybu vzduchu vysávací ventilátory. Znečištěný vzduch je vypuzován z budovy větráky s mírně vyšší rychlostí, než je na vstupu. To částečně vytváří vakuum, které způsobuje, že vzduch vstupuje dovnitř s velkou rychlostí. Tím se zvyšuje turbulence. Podtlakový systém nejlépe pracuje při stálém tlaku. To dovolí vzduchu přecházet ze vstupních otvorů podél stropu, až se setká s proudem z přírodních otvorů na protější stěně budovy, a klesne do středu, vytvářejíc turbulenci. Vzduch se potom pohybuje směrem ven. Když je podtlak příliš nízký, rychlost vzduchu vhněného do budovy je snižena. Slepé zóně vzduchu je třeba se vyhnout vhodným umístěním vstupních otvorů (Tinoco a kol., 2003).

Přetlakový systém používá ventilátory k vhněnění čerstvého vzduchu do objektu. Uvnitř se tvoří mírně vyšší tlak.

V drůbežárnách a halách pro výkrm brojlerů se v současné době používá i tunelové větrání. Jednoduše řečeno, je to metoda umožňující pohyb vzduchu podél osy objektu ze vstupů vzduchu do podtlakových ventilátorů, které zajišťují vysokou rychlost vzduchu. Tak se zvyšují ztráty tepla prouděním, snižuje efektivní teplota (ochlazování prouděním), kterou drůbež cítí. Zjistilo se, že nejlepšího účinku bývá dosahováno při rychlosti vzduchu 0,03 m.s⁻¹. To by mělo být považováno za minimální rychlost vzduchu při navrhování budov (Tabler, 2004).

Nastavení ventilačního systému v létě by nemělo být podhodnoceno. Pokud systém funguje v létě řádně, může zlepšit kvalitu podestýlky, redukovat množství prachu a zlepšit přírůstky a produkci (Gates a kol., 1996).

Ochlazování vodou

Evaporační ochlazování (chlazení vzduchu odpařováním vody) využívá teplo vzduchu k odpařování vody. Tato metoda zvyšuje relativní vlhkost prostředí, ale snižuje teplotu vzduchu. Je efektivní v nejteplejších částech dne, protože tehdy je vlhkost nejnižší. V případě, že je vlhkost vysoká celý den nebo bezprostředně po bouřce, je evaporační ochlazování neefektivní a nemělo by být spuštěné. Evaporační chladicí systém je všeobecně tvořen buď tryskami na rozstřikování vody, tryskami na vývoj mlhy, nebo zvlhčujícími vložkami. Všechny způsoby mohou být použity v kombinaci s nucenou a zvláště s tunelovou ventilací (Silva a kol., 2005).

V drůbežárnách se mohou též používat zamlžovací systémy. Ovšem jen ty, které zajistí spolehlivě vytvoření jemné mlhy (musí mít filtry na zabránění ucpání trysek) a zajistí ochlazování bez zvlhčování podestýlky. Jemné částičky vody se rozprašují do teplého vzduchu. Když se voda odpařuje, teplo je ze vzduchu absorbováno a tak se sníží teplota. Trysky by měly být umístěny těsně vedle sebe blízko k přívodu vzduchu, další potom instalovány ve větších vzdálenostech podél haly a poslední by měla být 5,6 m od podtlakového ventilátoru (Yalcin a kol., 1997).

Evaporační zařízení mohou být v provozu jen za předpokladu horkého a suchého vzduchu, nemohou se aplikovat během horkého a vlhkého počasí. Když se relativní vlhkost vzduchu zvýší nad 70 %, zhorší se totiž výdej tělesného tepla zrychleným dýcháním. Zamlžovače snižují vysokou teplotu v objektu jen když je vlhkost vzduchu nízká, zvláště v době polední. Zařízení by mělo fungovat přiměřeně, abychom se vyhnuli dodávání nadměrného množství vody do prostředí. Jinak se vlhkost zvýší nad hranici, kdy už se drůbež odpařováním ochlazovat nemůže. A kromě toho příliš vlhká podestýlka vede ke zdravotním problémům drůbeže. Přijatelný proud vody a jeho načasování závisí na metodě ventilace, rychlosti proudění vzduchu, velikosti drůbeže a vnějších podmínkách (Chepete a Xin, 2002).

Evaporační deskové chlazení využívá stejné metody ochlazování jako zamlžovače, ale vzduch je chlazený už při vhnání do objektu při přechodu přes vložky. Nejpoužívanější materiály na chladicí vložky jsou osiková vláknina a zvrásnělá (vlnitá, voštinová) celulóza.

Typický evaporační chladicí systém vhná vnější vzduch do objektu pro chov zvířat přes svisle postavené zvlhčující vložky. Hlavní části jsou: chladicí (zvlhčující) kapalina, zdroj vody, čerpadlo, rozvodné trubky, sběrací žlab, nádrž a výpustné zařízení. Teplo je odnímané ze vzduchu během procesu odpařování a vzduch vpouštěný dovnitř má nižší teplotu s vyšším obsahem vlhkosti (Chepete a kol., 2004).

Voda pravidelně cirkuluje pomocí čerpadla mezi nádrží a chladicí vložkou. Z nádrže jde přes filtr rozvodnými trubkami do vrchní části chladicí vložky a odtud samospádem dolů. Neodpařená voda je ze sběrného žlabku na spodku vložky přečerpávána z nádrže opět nahoru. Obsah solí a minerálií ve vodě se v průběhu recyklace zvyšuje. Chladicí voda se může používat tak dlouho, dokud není jejich koncentrace příliš vysoká. Je-li obsah znečištění příliš vysoký, je k dispozici vypouštěcí systém.

Chladicí vložka z celulózy všeobecně potřebuje více vzduchu a vody než vložka z osikové vlákniny. Největší chladicí účinek má vrstva o tloušťce 150 mm. Vložky se umísťují podél celé stěny a naproti by měly být zamontované podtlakové ventilátory. Pro dlouhodobé používání je nutná pravidelná údržba. Vložka musí být každý den vysušena tím způsobem, že se zavře přítok vody a ventilátor se nechá puštěný. Nejvhodnější je to provádět v ranních hodinách. Sušení umožňuje udržet konzistenci náplně a pomáhá omezovat růst řas. K redukci růstu řas se mohou použít algicidy přidávané do vody vhnané do chladicích vložek. Jako algicidy se používají CaCl_2O_2 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ anebo NH_4Cl a aplikují se jednou za týden v množství 0,045 kg na 1 m³ vody. Vložky by měly být jednou měsíčně promyty, aby se odstranil prach a sedimenty. Systém by měl být propláchnut, aby se odstranily minerální soli a nečistoty usazené v trubkách a nádrži.

Hustota zvířat

Kde je to možné, zvláště ve starších budovách s méně výkonnějším větráním, je potřeba v létě snížit hustotu osazení drůbeže na ploše. Při výpočtech počtu drůbeže na jednotku plochy se musí respektovat druh, plemeno, úroveň výživy, kvalita a spotřeba krmiva, jateční věk a hmotnost, očekávaná hmotnost na konci výkrmu, případně jestli bylo hejno sexováno (Tao a Xin, 2003).

Voda

Poskytnutí čisté a studené vody je zásadní předpoklad pro ochranu proti vysokým teplotám. Protože ptáci během období s vysokou teplotou ztrácejí minerálie, musí být tyto látky přidávány do pitné vody. A samozřejmě, musíme drůbež stimulovat ke zvýšenému pití. Je třeba se vyhýbat umístění přírodních vodovodních trubek blízko stropu, kde se může voda extrémně zahřívat. Vedení vody by mělo být umístěno v zemi.

Krmivo a krmení

Hlavní úlohou techniky krmení během vysokých teplot je udržet výšku produkce. Za předpokladu sníženého příjmu krmiva se proto musí zvýšit příjem živin, aby se minimalizoval pokles užitkovosti. K tomu vedou tři cesty: zvýšení koncentrace živin i minerálií v krmivu (nízká spotřeba fosforu může vést ke zhroucení zvířat během tepla), podávání krmiva ve vhodné denní dobu (krátce po rozednění je příjem krmiva nejvyšší, postupně se snižuje k minimu během poledne a posléze zvyšuje s maximem jednu hodinu před setměním), přizpůsobení ventilace pro intenzivní ochlazování i ve večerních hodinách (Zulovich a DeShazer, 1990; Xin a Hormon, 1996).

Pokud je drůbež krmena v průběhu chladnější části dne, spotřeba krmiva je vyšší (Xin a kol., 1992). V období vysokých teplot bychom neměli krmit odpoledne, protože to zvyšuje množství vytvořeného tepla, které se musí z těla uvolnit a tak se zvyšuje možnost vzniku šoku. Chovatel si musí být jistý, že ošetřovatelé jsou schopni rozeznat příznaky vysokoteplotního stresu. Nesmí se zapomenout ani na nouzová opatření.

Doporučení pro chovatele Telata

Telata reagují na vysokou teplotu vzduchu omezením příjmu krmiva a následně sníženým růstem. Stres se zvyrazňuje při nedostatku pitné vody, kdy se telata nemohou ochlazovat evaporací (odpařováním). Tele musí mít ovšem přístup k čerstvé pitné vodě neustále. Tento požadavek je kriticky významný nejen v letních horkách, ale je důležitý i v chladném počasí. Nejlepší je podávat vodu hodinu po napojení mlékem nebo mléčnou náhražkou. Sledování ukázala, že se tele zahltí pitnou vodou jen v případě nabídnutí vody poprvé nebo po dlouhé době. Nestává se to u telat, která mají pitnou vodu stále k dispozici. Nenašel se důkaz pro vztah průjmu a příjmu vody pitím. Možnost stálého přístupu k vodě podporuje dřívější příjem krmné směsi a zvyšuje se celkový příjem objemových krmiv.

Nejvíce jsou vysokou teplotou postižena telata ustájená v individuálních boudách (obr. 13). Je dobré boudy v létě dočasně nebo nastálo zastínit, aby se omezilo solární záření a zajistila tak telatům pohoda. První krok, jak zabránit solární radiaci, je zajištění stínu (obr. 14). Toto může být provedeno pomocí stromů nebo umělým zastíněním (obr. 15). Používá se také přenosné stínidlo. Střecha boudy by měla být nazdvihovatelná (obr. 16). Vhodné je vytvořit nad řadami stín ze síťové tkaniny, sklon stínidla může být nastavitelný (obr. 17). Dalšími možnostmi, jak udržet v době letních veder u zvířat komfort, je použití závěsů. Orientace individuálních a skupinových bud je zásadně taková, aby poskytovala ochranu před větrem a slunečním zářením. V létě by měly být vstupní otvory nasměřované na severovýchod nebo sever. V případě bud, přístřešků nebo individuálních kotců je nejlepší je obrátit v letním období otvorem směrem na sever nebo směr východ – západ (v zimě k jihu nebo jihovýchodu, někdy k východu podle směru převládajících větrů) (obr. 18 a 19).

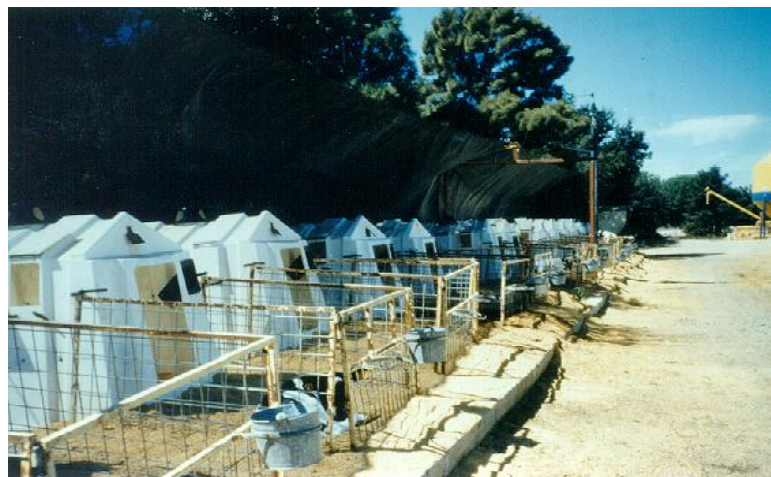


Obr. 13 Telata ustájená v boudách trpí na prudkém slunci



Obr. 14 Boudy je potřeba mít v létě alespoň část dne zastíněné

Jednoduché objekty jsou postavené na betonové nebo asfaltové ploše izolované proti pronikání do půdy. Musí být zajištěný odvod moči a dešťové vody do kanalizační sítě pro odpadové vody nebo do žumpy. Plocha je spádovaná (3 %). Vstup má být situovaný v chladném ročním období na jih, jihovýchod nebo vhodně podle místních povětrnostních podmínek, v létě na sever. Směrem k převládajícím větrům je vhodné instalovat zástěny nebo proti průvanové sítě nebo stěny.



Obr. 15 Při nižších koncentracích telat je umístění v přirozeném stínu možné



Obr. 16 Střecha by měla být nazdvihovatelná



Obr. 17 Výhodné je umělé zastínění průsvitnou tkaninou anebo sítí, která se automaticky v průběhu dne natáčí proti slunci



Obr. 18 Zastínění vnějších individuálních kotečů přístřeškem



Obr. 19 V letním období se doporučuje splachování exkrementů vodou, vzduch se částečně ochlazuje

Objekty pro skupinový odchov mléčných a odstavených telat by měly být co nejvzdušnější (obr. 20). Dobrým návodem je otevření celé stěny pomocí rolet s manuálním nebo automatickým ovládním. Žádoucí je použití protiprůvanových plachet a sítí, průsvitných PVC pásů (obr. 21 a 22). Dobře provětrávatelné jsou i tunelové haly, které se v poslední době v zahraničí doporučují nejen pro chov telat, ale i pro ostatní druhy zvířat. Jsou to objekty s konstrukcí z pozinkovaných trubkových rámu a zakrytých PVC plachtou s polyesterovou tkaninou se sníženou hořlavostí. Vstupní vrata z průsvitných PVC pásů.

Nejúčinnější metody ochrany proti vysokým teplotám jsou založené na evaporaci (odpařování). Evaporační ochlazování rozdělujeme na ochlazování vzduchu a na přímé ochlazování těla zvířete. Je nejúčinnější při nízké relativní vlhkosti vzduchu.

Při nízkotlakém systému (postřikováním) se voda aplikuje na tělo zvířete. Nedochozí tedy přímo k ochlazování vzduchu, ale větší kapičky vody dopadají přímo na srst zvířete a až jejich odpařením se tělo ochlazuje. Doporučená doba aplikace 1 dávky je 20 s. Interval se stanoví podle teploty vzduchu (20 až 60 minut). Zařízení by mělo být aktivováno automaticky při teplotě prostředí nad 25 °C. Vhodné je zavěsit nad řady hadice na vodu s tryskami a telata ochlazovat (přímé ochlazování).



Obr. 20 Otevřené stáje pro odstavená telata



Obr. 21 Otvory jsou uzavřeny jen pásy z PVC



Obr. 22 Otevřená stáj by měla být proti průvanu chráněna speciální sítí

Při skupinovém ustájení telat je vhodné použít prostorový evaporační systém vytvářející co nejmenší kapičky. Tyto kapičky se velmi rychle odpařují a tím dochází ke snížení teploty, ale přitom se zároveň nezvlhčuje podestýlka. Tento systém je vhodné doplnit snímačem relativní vlhkosti vzduchu. Ten zablokuje rozstříkávání, když je vzduch nasycený na určitou hodnotu a voda se už přestává odpařovat. Musí se dávat pozor, aby se nezvlhčovala podestýlka.

Pro zlepšení odchovu telat by bylo vhodné snížit počet otelených dojnic v letním období, to znamená, omezit připouštění v měsících září a říjen a v žádném případě v těchto měsících neuplatňovat synchronizaci říje.

Dojnice

Nejpodstatnější příznak vysokoteplotního stresu je snížení příjmu sušiny, což sice snižuje metabolickou produkci tepla, ale i doживost. Během tepelného stresu krávy výrazně snižují příjem krmiva, aby omezily tvorbu tělesného tepla. Jejich organizmus se instinktivně brání příjmu objemových krmiv, které v bacheru uvolňují velké množství tepla. To znamená, že se musí měnit poměr objemových a koncentrovaných krmiv. Nesmí se ale zapomenout na dodání určitého minimálního množství objemu nutného k zabránění vytvoření příznaků bacherové acidózy.

Dalším problémem je, že stres z vysoké teploty snižuje stravitelnost přijatých živin. Proto je důležité, aby krmná dávka měla nižší obsah vlákniny a aby byla podávaná vláknina lehce stravitelná (cukrovarské řízky, pšeničné otruby). Doporučuje se v létě snížit podíl vlákniny až o třetinu a potřebné množství živin zajistit pomocí koncentrovaných krmiv. Je však třeba vyvarovat se překrmování bílkovinami. Tepelný stres zvyšuje i potřebu minerálních látek a nesmí se zapomínat na vitamíny a antioxidanty. Doporučuje se i zvýšení obsahu tuků v krmné dávce, protože při jejich trávení se nevytváří tolik tepla jako u ostatních krmiv a obsahují více použitelné energie. Tepelný stres zvyšuje potřebu minerálních látek. Je žádoucí doplnit i vitamíny a antioxidanty (vitamín A, niacin, vitamín E, β -karoten, Se, Cu, Zn a Mn).

Měla by se přidávat lehce stravitelná krmiva a inertní tuky pro větší obsah dietních lipidů. Krmná dávka pro vysokou doживost by měla být optimalizována z hlediska nedegradovatelných proteinů (to jsou ty, které se nerozkládají v bacheru, ale až ve dvanácterníku). Nadměrné krmení degradovatelnými proteiny (rozkládajícími se v bacheru) může být nepříznivé pro zvýšení potřeby energie na metabolismus a exkreci dusíku ve formě močoviny. Přidávky krmiva obsahující uhličitan sodný, mikrobiální doplňky, kultury hub a vitamíny jako niacin mohou stimulovat příjem sušiny v době horkého počasí. Tyto nutriční modifikace je ale nejlépe použít v souladu s efektivním ochlazovacím systémem.

Změny je třeba zařadit i do techniky krmení (obr. 23). Zjistilo se, že během tropických dní dojnice většinu krmiva konzumují ve večerních nebo nočních hodinách. Proto se doporučuje krmít třikrát denně s přesunem hlavní dávky do večerních hodin nebo podat třetinu dávky ráno a dvě třetiny večer. Samozřejmě musí být optimální napájení, nejlépe vodou s teplotou kolem 10 °C. Důležité je, aby se mohly krávy napít okamžitě po odchodu z dojírny (obr. 24).

Doporučujeme volné ustájení s výběhem, výhodné je použití otevřených objektů nebo stájí s krmením pod přístřeškem (obr. 25 a 26). Při vysokých teplotách je třeba otevřít všechna okna a hřebenovou šterbinu. Při delším působení vysokých teplot to ale nestačí. Při nevhodném řešení střechy může dojít i k tomu, že horký vzduch začne proudit dovnitř stáje hřebenovou šterbinou. Proto by měl být sklon střechy minimálně 20 °. Vhodným řešením je otevření celé boční stěny stáje. Vzniklý otvor může být pro případ náhlé změny počasí překrytý svinovací plachtou, roletou nebo proti průvanovou sítí (obr. 27).



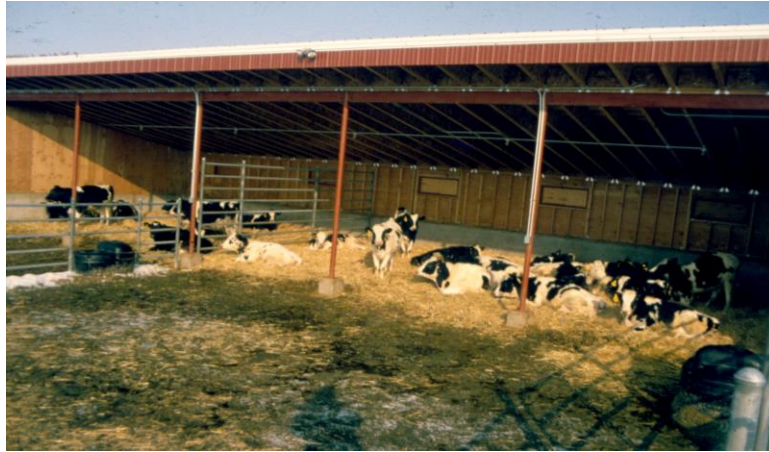
Obr. 23 Během léta by měla být krmná dávka podávána brzy ráno, později večer nebo v noci



Obr. 24 Pohodlný přístup k napájecímu žlabu musí být samozřejmostí



Obr. 25 Vzdušná otevřená stáj pro vysokoproduktivní dojnice



Obr. 26 Ustájení pro zasušené dojnice s prostorným výběhem



Obr. 27 Ve stáji by mělo dobře fungovat přirozené větrání. Velmi jednoduché a účinné jsou shrnovací závěsy nebo stahovatelné rolety

Když dojde k vyrovnání vnějších a vnitřních teplot, přestává být systém přirozeného větrání účinný. Potom se musí použít dalších metod, zvláště nucené ventilace. Proto by stáj pro 300 ks měla mít 30 až 40 ventilátorů s průměrem 1 m. Nejvyšší efekt ochlazování těla zvířat byl dosažen usměrněním proudu vzduchu na zadní partie těl dojnic ustájených v ležacích boxech nebo na vazných stáních (přetlakový systém) pomocí pomalého ventilátoru s průměrem 0,8 až 1,1 m (obr. 28 a 29).

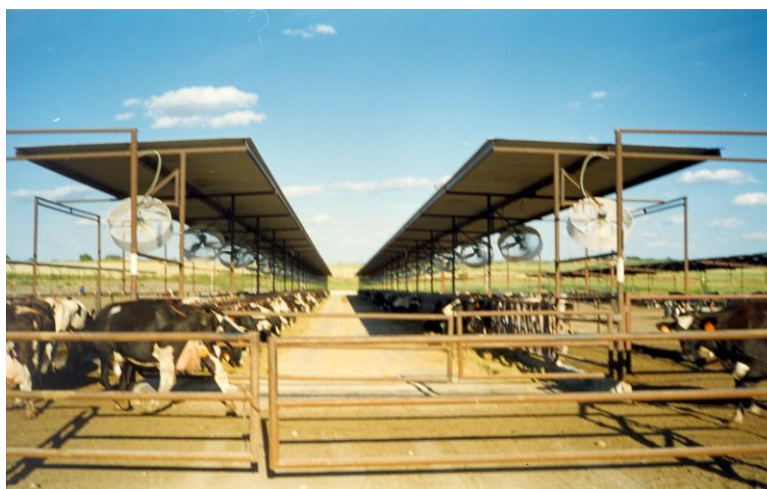
Další a nejúčinnější metody ochrany proti vysokým teplotám jsou založeny na evaporaci (odpařování). Evaporační ochlazování rozdělujeme na ochlazování vzduchu (vysokotlaké systémy) a na přímé ochlazování těla zvířat (nizkotlaké systémy). Je nejúčinnější při nízké relativní vlhkosti vzduchu.

Pro ochlazování vzduchu se používají dvě metody: zamlžování lehkou mlhou s velikostí kapiček do 0,02 mm a těžkou mlhou s velikostí od 0,02 do 0,05 mm. Při obou metodách musí být voda do trysek vháněná pod vysokým tlakem a systém je citlivý na dokonalou čistotu vody. Lehká mlha zůstává až do odpaření rozptýlená ve vzduchu, těžká se odpařuje, ale postupně i klesá a dopadá na povrch těla a předmětů. Používají se vysokotlaké trysky. U obou

metod však musí být voda vháněná do trysek pod vysokým tlakem a systém je citlivý na dokonalou čistotu vody. Proto se vyvinulo zařízení sestavené z ventilátoru a rotačního rozprašovače, které je provozně spolehlivější. Voda se rozprašuje při maximálním tlaku 6 barů (0,6 MPa), tedy při nízkém tlaku. Vzniklé proudění vzduchu je od 0,8 do 2,0 m.s⁻¹ a účinné až na vzdálenost 20 m (obr. 30).



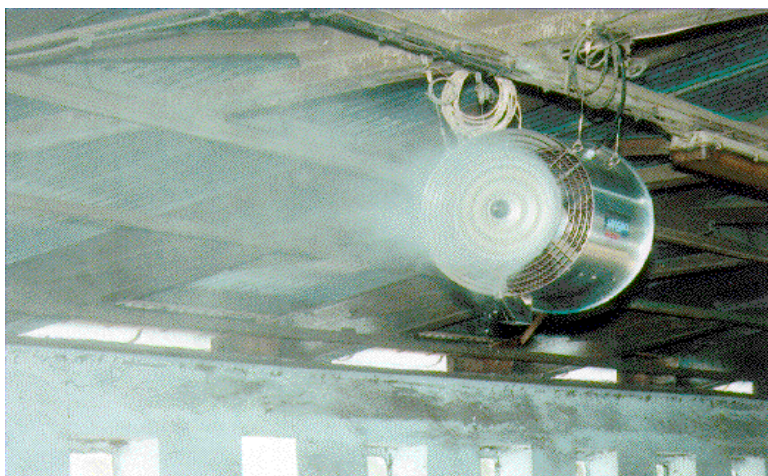
Obr. 28 Teplota vzduchu může být snižovaná ochlazováním pomocí větrání, ale mnohem praktičtější je ochlazování odpařováním vody (evaporační).



Obr. 29 Aby dojnice cítila ochlazování, je třeba na zadní část těla působit rychlostí vzduchu 2 až 2,5 m.s⁻¹.

Při nízkotlakém systému (postřikováním) se voda aplikuje na tělo zvířete. Neochlazuje se vzduch, ale větší kapičky vody (0,05 až 0,15 mm) dopadají přímo na srst zvířete a až jejich odpařením se tělo ochlazuje. Postřikovač je nejvhodnější nainstalovat nad místem nejvyšší koncentrace zvířat, to znamená nad krmným žlabem anebo napajedlem (obr. 31). Stačí zásah aplikovat po dobu 20 s v intervalech závislých na teplotě prostředí (20 až 60 minut). Pro úsporu vody je dobré zařízení aktivovat automaticky při určené teplotě vzduchu, samozřejmě při přítomnosti dojnic. Důležité je, aby spínač vypnul postřikovač po určité době. Jinak by mohl být problém se střídáním dojnic. Dominantní krávy by totiž pod sprchu nepustily submisivní (podřízená) zvířata. A je to i z důvodu přílišného zamokření podlahy. Důležité je

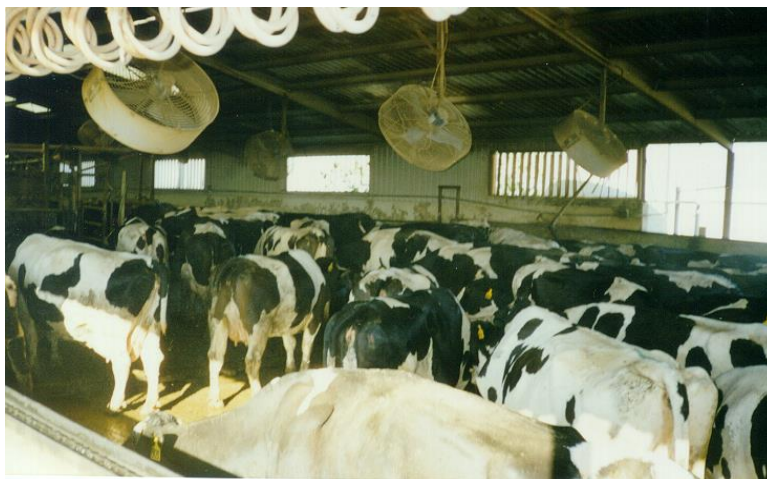
ochlazování v čekárně dojírny (obr. 32). Na zvlhčování a ochlazování vzduchu je používáno i splachování chodeb (obr. 33 a 34).



Obr. 30 Ventilátor s tryskami anebo rozptylovými hlavami po obvodě rozprašuje vodu s nízkým tlakem. Rotující deska zaručuje dobrý rozptyl.



Obr. 31 Další možností je ochlazování při příjmu potravy. Vhodné je umístit postřikovač nad krmným žlabem. Zařízení ale musí být zásadně v činnosti jen během přítomnosti zvířat.



Obr. 32 Umístění ventilátorů v čekárně před dojírnou v kombinaci s postřikovačem je velmi vhodné a ekonomické



Obr. 33 V podmínkách jižních států USA se zvláště v letním období čistí chodby splachováním



Obr. 34 Při tomto způsobu čištění stáje a zároveň ochlazování vzduchu by ale délka stáje neměla být delší než 50 m

Pokud nejsou v blízkosti výběhu stromy, musí být samozřejmostí vytvoření umělého stínu. Ve výbězích anebo na pastvině je třeba využít nejen přirozený stín, ale i vytvořit umělý (obr. 35). V našich podmínkách mohou být přístřešky situovány v ose východ – západ. Nevýhodou je ale vyšší zvlhčení a znečištění podkladu výkaly. Když se mohou dojnice v dlouhých přístřešcích přesouvat, doporučuje se i orientace sever – jih. Je tady sice méně stínu, ale podklad je sušší (obr. 36). Plocha na 1 dojnici pod přístřeškem by měla být dostačující pro pohodlné ležení, minimálně 2 m².



Obr. 35 Ve výběhu i na pastvině by neměly chybět přístřešky



Obr. 36 Důležitým předpokladem jak zabránit tepelnému stresu je zajištění stínu

Prasata

Chovatelé prasat mohou přispět k minimalizaci tepelného stresu ve svých chovech následovně:

1. Zabezpečení přiměřené ustájovací plochy

Důležité je zajistit pro každou kategorii prasat a technologii chovu správné parametry ustájovacích prostor. V případě výskytu vysokých teplot potřebují prasata dostatek prostoru pro ležení i pohyb, zejména kategorie s vyšší hmotností a větším tělesným rámcem. V případě, že není možná větší plocha, je třeba snížit počet prasat v kotcích.

2. Přiměřená izolace staveb a stínění

V uzavřených objektech je vhodné zajistit izolaci střechy (sedlový podhled) nebo stropu (rovný podhled). Tím se zabrání přestupu tepla z ustájovacího prostoru přes střechu nebo strop. Účinným opatřením je možnost zastínění oken nebo prosvětlovacích ploch v střešní konstrukci. V případě výběhů je třeba zajistit stínění, což se většinou řeší výstavbou různých přístřešků, nejlépe s bílým nebo reflexním povrchem. Výhodné je přirozené stínění stromy.

3. Zásobování vodou

Prasata musí mít v období s vysokými teplotami stálý přístup k dostatečnému množství pitné vody. Dostatek vody je nutný k evaporačnímu uvolňování přebytečného tepla prostřednictvím dýchání, kterým se prasata ochlazují. Je také třeba, aby chovatel pravidelně kontroloval napáječky z hlediska poruchovosti a také z hlediska požadovaného průtoku.

4. Přiměřené větrání a výměna vzduchu

Nejčastěji uplatňovaným systémem větrání je nucený podtlakový systém, který nejlépe umožňuje regulaci větrací výkonnosti. Z důvodů správnosti regulace je třeba zajistit určitou těsnost objektu, tj. aby přísávání vnějšího vzduchu bylo nejméně ze 75 % otvory k tomu určenými. Důležité je, aby každý větrací systém měl nouzový režim při výpadku elektrické energie, aby se zajistilo větrání a zdraví zvířat nebylo ohrožené. Při teplotách vyšších než optimálních je možné prasata ochlazovat zvýšeným proudem vzduchu v zóně zvířat v rozsahu $0,5 - 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ podle jednotlivých kategorií prasat. Pokud to větrací systém neumožňuje, je nutná výměna ventilátorů za výkonnější nebo dodatečné nainstalování dalších ventilátorů (v chovném prostoru).

Velmi účinným systémem větrání v horkém letním období je tunelový systém větrání, který je možno využívat i v zimním období, ale je třeba řešit kombinovaný přívod vzduchu pro letní a zimní období. Při tomto způsobu ochlazování se využívá v horkém období zvýšená rychlost proudění vzduchu, čímž se snižuje „pocitové“ vnímání teploty a tím se eliminuje tepelný stres ustájených prasat.

5. Přímé ochlazování aplikací vody

Při přímém ochlazování se rozprašovaná voda dostává na kůži prasat a jejím odpařováním dochází k evaporačnímu ochlazování. Využívají se k tomu systémy s aplikací vody po kapkách, který je ale vhodný jen pro prasnice ustájené v individuálních boxech. Využit se může i ruční postřikování resp. polévání prasat. Ve výběžích je možnost ochlazování v bahenních (vodních) nádržích.

6. Nepřímé ochlazování

Pro nepřímé ochlazování se využívají nízkotlaké, střednětlaké nebo vysokotlaké stacionární systémy, při kterých se rozprašovaná voda (vodní mlha) nejdříve odpaří, čímž se spotřebává teplo a tím se ochlazuje stájový vzduch.

Do této kategorie patří i chladicí ventilátory. Kromě toho, že rozprašují vodu, navíc příznivě ovlivňují cirkulaci vzduchu v ustájovacím prostoru.

V objektech s centrálním přívodem vzduchu nebo v objektech s tunelovým systémem větrání se uplatňuje systém aktivního ochlazování vzduchu využitím deskových (voštinových) chladičů (tzv. Pad Cooling). V tomto systému ochlazování se využívá chladicí efekt prostřednictvím nasycování vzduchu vodními parami, kdy přes voštinové desky stéká voda a změnou energie dochází k ochlazování přísávaného vzduchu. Čím je relativní vlhkost vnějšího vzduchu nižší, tím je možné dosáhnout většího snížení teploty v objektu. Vzájemný vztah teploty a relativní vlhkosti prostředí se vyjadřuje pomocí teplotně-vlhkostního indexu (TVI faktor).

Zajištění optimálního stájového prostředí vytváří předpoklad pro dosažení příznivých výsledků v chovu prasat. Vyžaduje to zajištění přiměřeného mikroklimatu a účinného větrání ustájovacích prostor, včetně způsobu ochlazování, zejména v horkém letním období. Je třeba vycházet z požadavku, aby efektivní teplota a teplotně-vlhkostní index byly v souladu. Důležité je, aby každý chovatel považoval větrání a mikroklima za významný produkčně-ekonomický faktor, který v konečném důsledku významně ovlivňuje celkové výsledky chovu prasat.

Drůbež

Při teplotách nad 29 °C by měla být bezpodmínečně spuštěna nucená ventilace i další ochlazovací metody, aby neklesal příjem krmiva a nesnižovaly se přírůstky, produkce a velikost vajec. Měla by být snížena hustota zvířat, protože se může produkovat více metabolického tepla, než se stačí odvádět existujícím větráním.

Střecha by měla být dokonale izolovaná proti pronikání tepla ze solárního záření, povrch lesklý a čistý. Haly by měly být orientovány od východu k západu. Vegetace okolo objektu by měla být posekaná, aby se nebránilo proudění vzduchu.

V budovách s přirozeným větráním je požadována rychlost výměny vzduchu dána otvory ve stěnách a na střeše a musí být zohledněna výška objektu (obr. 37). V objektech s nuceným větráním je doporučena maximální rychlost ventilace závislá na velikosti a počtu ventilátorů podle zásady: jeden ventilátor o průměru 0,62 m s 900 otáčkami / min. na 1000 ks nosnic nebo brojlerů. Pro větrání na úrovni zvířat se doporučuje použití vrtulových ventilátorů nasměrovaných na horizontální výměnu a v extrémních teplech i přídavných ventilátorů umístěných mezi hlavními ventilátory ve stejné výšce a přímo nasměrovaných na oblast pobytu zvířat.



Obr. 37 Svinovací plachty, posuvné plastové desky a další pomůcky by neměly chybět ani v ustájeních drůbeže

Rozmístění ventilátorů v prostoru záleží na jejich velikosti. Všeobecně se doporučuje vzdálenost od 7,5 m po 9 m v objektech nosnic a 12 m až 15 m v ustájení brojlerů, vždy ve výšce 2 m se sklonem mírně dolů. Tím se i kuřata donutí k postavení a k porušení vrstvy nepohyblivého teplého vzduchu okolo sebe

V drůbežárnách a halách pro výkrm brojlerů se v současné době používá i tunelové větrání (obr. 38 a 39). Minimální rychlost vzduchu je 0,03 m.s-1.

Evaporační chladicí systém je všeobecně tvořený buď tryskami na rozstřikování vody, tryskami na vývoj mlhy anebo zvlhčujícími vložkami. Všechny způsoby mohou být použity v kombinaci s nucenou a zvláště s tunelovou ventilací.

V drůbežárnách se mohou používat zamlžovací systémy, ale jen za podmínky, že zajistí ochlazování bez zvlhčování podestýlky. Trysky by měly být umístěny těsně vedle sebe blízko k přívodu vzduchu, další potom instalovány ve větších vzdálenostech podél haly a poslední by měla být 5,6 m od podtlakového ventilátoru.

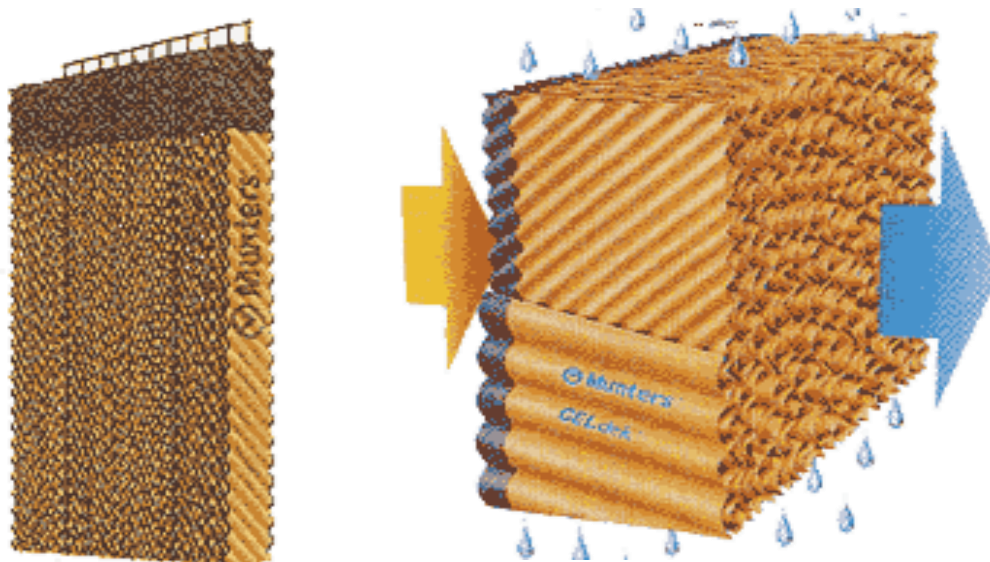
Optimálnější je ale evaporační deskové chlazení. Využívá stejné metody ochlazování jako zamlžovače, ale vzduch je chlazený už při vhnění do objektu při přechodu přes chladicí vložky (obr. 40). Voda cirkuluje pomocí čerpadla mezi nádrží a chladicí vložkou a teplo je odnímané ze vzduchu během procesu. Vzduch vpouštěný dovnitř má nižší teplotu s vyšším obsahem vlhkosti, ale důležité je, že nedochází ke zvlhčování podestýlky. Vložky se umísťují podél celé stěny a naproti by měly být zamontovány podtlakové ventilátory (obr. 41).



Obr. 38 Výkonné nasávací ventilátory



Obr. 39 Tunelové větrání se doporučuje i v halách pro výkrm brojlerů



Obr. 40 Vložky deskového evaporačního ochlazovacího systému



Obr. 41 Vzduch je nasáván těmito chladícími vložkami a na protilehlé straně je odsáván ventilátory ven z objektu

Zásadní předpoklad pro ochranu proti vysokým teplotám je i poskytnutí čisté a studené vody. Je třeba vyhýbat se umístění přívodních vodovodních trubek blízko stropu, kde se může voda extrémně zahřívát. Vedení vody by mělo být umístěno v zemi.

Během vysokých teplot je třeba udržet stav produkce. Protože se při vysokých teplotách snižuje příjem krmiva, musí se zvýšit příjem živin zvýšením koncentrace živin i minerálií v krmivu. Je nutné dávkovat krmivo ve vhodný denní čas (krátce po rozednění je příjem krmiva nejvyšší, postupně se snižuje k minimu během poledne a posléze zvyšuje s maximem jednu hodinu před setměním) a zároveň používat ventilaci pro intenzivní ochlazování i ve večerních hodinách.

Seznam literatury

- Aarnink, A.J.A., Schrama, J.W., Verheijen, R.J.E., Stefanowska, J.: Pen fouling in pig houses affected by temperature. In: *Livestock Environment VI*, Galt House Hotel Louisville, Kentucky. 2001, 180-186.
- Andersson, M., Botermans, J., Svendsen, J.: Growing-fattening pigs in uninsulated houses. Report 94, Swedish university of agricultural sciences. Department of agricultural biosystems and technology. 1994.
- Armstrong, D.V.: Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77, 1994, 2044-2050.
- Berman, A.: Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.* 83, 2005, 1377-1384.
- Bessei, W.: Welfare of broilers: a review. *World's Poultry Science Journal*, 62, 2006, 455-466.
- Blackshaw, J.K., Blackshaw, A.W.: Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour. *Austral. J. Exper. Agric.* 34, 1994, 285-295.
- Botto, L., Waldnerová, S., Mihina, Š., Brestenský, V., Lendelová, J.: Podklady pre modernizáciu a rekonštrukciu objektov pre chov ošípaných. Správa za účelovú úlohu. VÚŽV, Nitra, 1995, 61 s.
- Botto, L., Lendelová, J.: Hodnotenie mikroklímy vo výkrmni ošípaných s tunelovým vetraním v horúcom období. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2007*, ČHMU Brno, 11.12.2007, VÚŽV, Praha, 2007, 9-13.
- Brouček, J., Kovalčíková, M., Kovalčík, K., Flak, P.: Reakcia hematologických ukazovateľov dojníc na pôsobenie vysokej teploty. *Polnohospodárstvo*, 30, 1984, 163-172.
- Brouček, J., Kovalčíková, M., Kovalčík, K., Flak, P.: Pôsobenie vysokej teploty na biochemické ukazovatele kráv. *Czech J. Anim. Sci. (Živoč. Vyr.)*, 30, 1985, 33-42.
- Brouček, J., Kovalčík, K., Gajdošík, D.: Vplyv extrémnych teplôt prostredia na hematologické a biochemické ukazovatele jalovic. *Veter. Med.*, 32, 1987, 259-268.
- Brouček, J., Kovalčíková, M., Kovalčík, K., Letkovičová, M.: Variations of biochemical indicators in dairy cows to alternate influences of high temperatures. *Czech J. Anim. Sci.*, 35, 1990a, 17-26.
- Brouček, J., Kovalčíková, M., Kovalčík, K., Letkovičová, M.: Vplyv striedavého pôsobenia vysokých teplôt na hematologické ukazovatele dojníc. *Polnohospodárstvo*, 36, 1990b, č. 5, 464-469.
- Brouček, J.: Effect of high temperatures on cattle. *Agriculture*, 43, 1997, 522-542
- Brouček, J.: Vplyv faktorov prostredia na hovädzí dobytok. *Doktorská dizertačná práca*, VÚŽV Nitra, 1995
- Brouček, J., Uhrinčať, M., Kovalčíková, M., Arave, C.W.: Effects of heat environment on performance, behaviour, and physiological responses of dairy cows. *Fourth International Dairy Housing Conference, 1998, St. Louis. Conf. Proc., Publication 01-98*, 217-222.
- Brouček, J.: Medzinárodná konferencia "Spoločný míting American Dairy Science Association a American Society of Animal Science". *Polnohospodárstvo*, 45, 1999, 5-6, s. 428-436.
- Brouček, J.: Konferencia západnej sekcie Americkej spoločnosti pre chov zvierat. *Polnohospodárstvo*, 46, 2000a, 4, s. 311-319.
- Brouček, J.: Výročná konferencia Americkej spoločnosti pre chov dojníc. *Polnohospodárstvo*, 46, 2000b, 874-887.
- Brouček, J., Kišac, P., Hanus, A., Uhrinčať, M., Foltys, V.: Effects of rearing, sire and calving season on growth and milk efficiency in dairy cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 49, 2004, 329-339.

- Brouček, J., Mihina, Š., Kišac, P., Hanus, A., Uhrinčat', M.: Environmental factors and progeny affecting milk yield and composition during the first lactation. *J. Anim. and Feed Sci.*, 14, 2005, 461-481.
- Broucek, J., Arave, C.W., Kisac, P., Mihina, S., Flak, P., Uhrincat, M., Hanus, A.: Effects of Some Management Factors on Milk Production in First-calf Heifers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 19, 2006, 672-678.
- Broucek, J., Mihina, S., Ryba, S., Uhrincat, M., Travnicek, J., Soch, M.: Effects of High Temperatures on Milk Production of Dairy Cows in East Central Europe. Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding 16-18 June 2007, (Minneapolis, Minnesota, USA), 2007a, ASABE Publication Number 701P0507e, 5 p.
- Broucek, J., Mihina, S., Kisac, P., Uhrincat, M., Hanus, A., Soch, M., Travnicek, J.: Effect of the Season at the Birth on the Performance and Health of Calves. Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding 16-18 June 2007, (Minneapolis, Minnesota, USA), 2007 b, ASABE Publication Number 701P0507e, 6 p.
- Brouk, M.J., Smith, J.F., Harner, J.P.: Effect of sprinkling frequency and airflow on respiration rate, body surface temperature and body temperature of heat stressed dairy cattle. Pages 263-268 in 5th Intern. Dairy Housing Conf., Kevin Janni (ed), Fort Worth, Publication 701P0203, 2003, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- Brouk, M.J., Smith, J.F., Harner, J.P.: Effect of utilizing evaporative cooling in tiestall dairy barns equipped with tunnel ventilation on respiration rates and body temperature of lactating dairy cattle. Pages 312-319 in 5th Intern. Dairy Housing Conf. Kevin Janni (ed) Fort Worth, Publication 701P0203, 2003, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- Brouk, M.J., Harner, J.P., Smith, J.F., Miller, W.F., Cvetkovic, B.: Response of heat stressed dairy cattle to lowpressure soaking or high-pressure misting heat abatement systems. 2004 Joint Annual Meeting, July 25-29, 2004, St Louis, Missouri. *J. Dairy Sci.*, 87, 2004, Suppl. 1, *J. Anim. Sci.*, 82, 2004, Suppl. 1, *Poult. Sci.*, 83, Suppl. 1, 2004, 300.
- Brouk, M.J., Smith, J., Armstrong, D., VanBaale, M., Bray, D., Harner, J.: Combining air cooling and feedline soaking for heat abatement of lactating dairy cattle housed in north central Florida. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1, 2005, 339.
- Brouk, M.J., Smith, J.F., Harner, J.P.: III: Impact of fan location upon milk production, feed intake and respiration rates of lactating dairy cattle housed in a 4-row freestall barn. *J. Anim. Sci.* Vol. 79, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 84, Suppl. 1/*Poult. Sci.* Vol. 80, Suppl. 1/54th Annu. Rec. Meat Conf., Vol. II, 74-75.
- Brown-Brandl, T.M., Beck, M.M., Schulte, D.D., Parkhurst, A.M., DeShazer, J.A.: Temperature humidity index for growing tom turkeys. *Transactions of the ASAE* 40(1), 1997, 203-209.
- Bucklin, R.A., Turner, L.W., Beede, D.K., Bray, D.R., Hemken, R.W.: Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Appl. Eng. Agric.* 7, 1991, 241-247.
- Cahaner, A., Leenstra, F.: Effects of high ambient temperatures on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. *Poultry Science*, 71, 1992, 1237-1250.
- Coleman, D.A., Moss, B.R., McCaskey, T.A.: Supplemental shade for dairy calves reared in commercial calf hutches in a southern climate. *J. Dairy Sci.*, 79, 1996, 2038-2043.
- Collier, R.J., Beede, D.K., Thatcher, W.W.: Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.*, 65, 1982, 2213-2227.
- Čelechovský, M. : Vplyv ventilácie na úžitkovosť ošípaných. *Slovenský chov*, 9, 2004, č. 5, 21-24.
- Čermák, B., Šoch, M.: Ekologické zásady chovu hospodářských zvířat. *Studijní informace, ÚZPI Praha, Živočišná výroba*, 3, 1997, 43 s.
- Čeřovský, J.: Předpoklady úspěšné reprodukce prasat. *Brno; Plemo*, 1998, 44.

- Čítek, J., Šoch, M.: Základy odchovu telat. Praha, Inst. Vých. a vzděl. MZe ČR, 1994, 36 s.
- Dahl, G.E., Buchanan, B.A., Tucker, H.A.: Photoperiodic effects on dairy cattle: A review. *J. Dairy Sci.*, 83, 2000, 885-893.
- Davis, M.S., Mader, T.L., Holt, S.M., Parkhurst, A.M.: Strategies to reduce feedlot cattle heat stress: Effects on tympanic temperature. *J. Anim. Sci.*, 81, 2003, 649-661.
- Dolejš, J., Toufar, O., Knížek, J.: Evaporative cooling of cows in a non-homogenous temperature field (in Czech). *Czech J. Anim. Sci.*, 45, 2000 b, 75-80.
- Dolejš, J., Toufar, O., Adamec, T., Knížek, J.: Teplota prostředí a životní projevy prasat ve výkrmu. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed.): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě, Česká republika, 2.-4.9.2002, ČBkS, Praha, 2002, 60-63.
- Dubensky, H.J., Puri, V.M., Manbeck, H.B., Roush, W.B.: Heat and moisture production of layers in constant and dynamic environments. ASAE paper No. 86-4068, 1986, St. Joseph, MI.
- Du Prezz, J.H., Hattingh, P.J., Giesecke, W.H., Eisenberg, B.E.: Heat stress in dairy cattle. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 57, 1990, 241-248.
- Feddes, J.J.R., Leonard, J.J., McQuitty, J.B.: Broiler heat and moisture production under commercial conditions. *Canadian Agricultural Engineering*, 26, 1984, 57-64.
- Feddes, J.J.R., McQuitty, J.B., Clark, P.C.: Laying hen and moisture production under commercial conditions. *Canadian Agricultural Engineering*, 27, 1985, 21-29.
- Feddes, J.J.R., McDermott, K.: Turkey heat production measured directly and indirectly under commercial-scale conditions. *Canadian Agricultural Engineering*, 34, 1992, 259-265.
- Gates, R.S., Zhang, H., Colliver, D.G., Overhults, D.G.: Regional variation in temperature humidity index for poultry housing. *Transactions of the ASAE*, 38, 1995, 197-205.
- Gates, R.S., Overhults, D.G., Zhang, S.H.: Minimum ventilation for modern broiler facilities. *Transactions of the ASAE*, 39, 1996, 1135-1144.
- Hahn, G.L.: Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci. Vol. 77, Suppl. 2/J Dairy Sci Vol. 82, Suppl. 2*, 1999, 10-20.
- Hájek, J. a kol.: Prasata v drobném chovu a na farmách. *Apros*, Praha, 1992, 239 s.
- Hansen, P.J.: Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim. Reprod. Sci.*, 82-83, 2004, 349-360.
- Hillman, P.E., Gebremedhin, K.G., Parkhurst, A., Fuquay, J., Willard, S.: Evaporative and convective cooling of cows in a hot and humid environment. Pages 343-350 in 6th Livestock and Environment Intern. Symposium, Louisville, KY. ASAE, 2001.
- Hsia, L.Ch.: How to release heat stress from dairy cattle. International training on strategies for reducing heat stress in dairy cattle. Taiwan Livestock research Institute (TLRI-COA), August 26-31, 2002, Tainan, Taiwan, R.O.C., 128-140.
- Hubbard, K.G., Stooksbury, D.E., Hahn, G.L., Mader, T.L.: A climatologic perspective on feedlot cattle performance and mortality related to the temperature-humidity index. *J. Prod. Agric.*, 12, 1999, 650-653.
- Chepete, H.J., Xin, H.: Heat and moisture production of poultry and their housing systems: Literature review. *ASHRAE Transactions* 108, 2002, 448-466.
- Chepete, H.J., Xin, H., Gates, R.S., Puma, M.C.: Heat and moisture production of poultry and their housing systems: Pullets and layers. *ASAE Transactions* 110, 2004, 286-299.
- Chepete, H.J., Chimbombi, E., Tsheko, R.: Production performance and temperature-humidity index of cobb 500 broilers reared in open-sided naturally ventilated houses in Botswana. *Livestock Environment VII, Proceedings of the Seventh International Symposium*, 18-20 May 2005 (Beijing, China), Publication Date 18 May 2005, ASAE Publication Number 701P0205.

- Johnson, H.D.: The effects of temperature and thermal balance on milk production. Pages 33-45 in *Limiting the Effects of Stress on Cattle*. Chapter 7, H. D. Johnson (ed.), Western Regional Research Project, W-135 Publication, Research Bulletin 512, 1986.
- Johnson, H.D.: Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. Pages 35-57 in *Bioclimatology and the Adaptation of Livestock*, World Animal Science, B5, Chapter 3, H. D. Johnson (ed.), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1987.
- Kämper, H.: Drinnen und draussen. Informationen für die Landwirtschaft. Nestwärme. HEA, 1996, 1, 8 s.
- Kemp, B., Verstegen, M. W. A.: The influence of climatic environment on sows. In: M.W.A. Verstegen and A.M. Henken (eds.) *Energy metabolism in farm animals effects of housing, stress and disease*. Martinus Nijhoff, Dordrecht, 1987, 115.
- Koud'a J., Hruboňová Z., Kozák S. A Kol.: Požadavky na stavby pro hospodářská zvířata. Praha, MZe ČR, Agrospoj, 1996, 165 s.
- Kudrna, V., Lang, P., Mlázovská, P.: Frequency of feeding with TMR in dairy cows in summer season. *Czech J. Anim. Sci.*, 46, 2001, 313-319.
- Li, Y., Ito T., Yamamoto, S.: Diurnal variation in heat production related to some physical activities in laying hens. *British Poultry Science* 32, 1990, 821-827.
- Líkař, K.: Tvorba optimálních podmínek pro zvířata, In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2002*, Brno, ČR, 12.12.2002, VFU, Brno, 2002, 62-68.
- Líkař, K.: Technologické prostředky ve snižování nákladovosti výroby vepřového masa (novinky). In: *Aktuální problémy chovu prasat. Sborník referátů z celostátní konference Chov prasat v České republice po vstupu do EU*, Praha, Česká republika, 9.6.2004, ČZU, Praha, 2004, 59 – 71, ISBN 80-213-1176-2.
- Líkař, K.: Zásadní vliv prostředí a technologických prvků ventilace na zdravotní stav selat a běhounů. In: *Sborník referátů z celostátní konference Aktuální problémy chovu prasat - Sele a běhoun, klíčový faktor ekonomiky chovu prasat*. Praha, ČZU, 2005, 81-94, http://kchpd.af.czu.cz/akce/p05/09_likar.pdf (2005-09-08).
- Líkař, K.: Vliv různé úrovně teploty na výsledky chovu prasat. *Moderní technologie – prasata. Náš chov*, 66, 2006, č. 8., 80-83.
- Lin, J.C., Moss, B.R., Koon, J.L., Flood, C.A., Smith, R.C., Cummins, K.A., Coleman, D.A.: Comparison of various fan, sprinkler, and mister systems in reducing heat stress in dairy cows. *Applied Engineering in Agriculture*, 14, 1998, 177-182.
- Lopez, J.: Effect of heat stress on sows and litters. *TechBulletin HTML/S9333*, 2002, 5.
- Mader, T.L., Davis, M.S.: Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: Feed and water intake. *J. Anim. Sci.*, 82, 2004, 3077-3087.
- May, J.D., Lott, B.D.: Relating weight gain and feed:gain of male and female broilers to rearing temperature. *Poultry Sci.* 80, 2001, 581-584.
- McGlone, J. J., Stansbury, W. F., Tribble, L. F.: Management of lactating sows during heat stress: effect of water drip, snout coolers, floor type and a high energy-density diet. *J. Anim. Sci.*, 1988, 66: 885.
- Mitlöhner, F.M., Morrow-Tesch, J.L., Dailey, J.W., Wilson, S.C., Galyean, M.L., Miller, M.F., McGlone, J.J.: Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 2001, 2327-2335.
- Mitlöhner, F.M., Galyean, M. L., McGlone, J.J.: Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. *J. Anim. Sci.*, 80, 2002, 2043–2050.
- Mount, L.E.: *Adaptation to thermal environment: Man and his productive animals*. Edward Arnold Limited, Thomson Litho Ltd, East Kilbride, Scotland, 1979.

- Myer, R., Bucklin, R.: Influence of hot-humid environment on growth performance and reproduction of swine. EDIS, University of Florida, 2001, 10 s.: [http://edis.ifas.ufl.edu/pdf files/AN/AN10700.pdf](http://edis.ifas.ufl.edu/pdf_files/AN/AN10700.pdf).
- Nienaber, J.A., Hahn, G.L., Eigenberg, R.A.: Quantifying livestock responses for heat stress management: a review. *Int. J. Biometeorol.*, 42, 1999, 183-188.
- Nienaber, J.A., Hahn, G.L., Brown-Brandl, T.M., Eigenberg, R.A.: Heat stress climatic conditions and the the physiological responses of cattle. Pages 255-262 in 5th Intern. Dairy Housing Conf. J. A. Kevin (ed.) Fort Worth, TX. Publication 701P0203, 2003, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- Novák, P., Zabloudil, F., Šoch, M., Venglovský, J.: Stable enviroment – significant factor for the welfare and productivity of cows. *Proceedings of the Xth International Congress on Animal Hygiene, Maastricht, The Netherlands, Volume 2, 2000, 1019-1024.*
- Novák, P., Odehnal, J., Zabloudil, F., Šoch, M.: Vliv klimatických extrémů na produkci hospodářských zvířat. *Bioklimatologické pracovní dny 2001 "Extrémy prostředí - limitující faktory bioklimatických procesov"*. Račková dolina, 10. - 12. 9. 2001, 4 s.
- Novák, P., Novák, L., Šlégerová, S., Vokřálová, J., Odehnal, J., Sovják, R., Lukešová, D.: Welfare prasat a stájové prostředí. In: *Výstavba a provozování stájí pro prasata s cílem zabezpečení welfare při plném využití produkčních schopností prasat, Kostelec nad Orlicí, ČR, 27.11.2003, VÚZV, Praha-Uhřetěves, 2003a, 10-14.*
- Novák, P., Paseka, A., Novák, L., Šlégerová, S., Vokřálová, J., Opatřil, M., Zeman, L.: Požadavky na podmínky stájového prostředí při ustájení prasat. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2003*. Brno, Česká republika, 8.12.2003, VFU Brno, 2003b, 77-82.
- Novák, P., Novák, L., Zeman, L., Šlégerová, S., Odehnal, J.: Bioklima jako faktor omezující přírůstek prasat. In: *Ochrana zvířat a welfare 2004, Brno, Česká republika, 22.9.2004, VFU Brno, Část A, 100-104.*
- NRC. *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals.* National Academy Press, Washington, DC., 1981, 105-108.
- O'Connor, J.M., McQuitty, J.B., Clark, P.C.: Heat and moisture loads in three commercial broiler breeder barns. *Canadian Agricultural Engineering* 30, 1987, 267-271.
- Ominski, K.H., A.D. Kennedy, K.M. Wittenberg, S.A. Moshtaghi Nia: Physiological and Production Responses to Feeding Schedule in Lactating Dairy Cows Exposed to Short-Term, Moderate Heat Stress. *J. Dairy Sci.*, 85, 2002, 730–737.
- Pedersen, S., Thomsen, M.G.: Heat and moisture production of broilers kept on straw bedding. *Journal of Agricultural Engineering Research* 75, 2000, 177-187.
- Pedersen, S., Sousa, P., Andersen, L., Jensen, K. H.: Thermoregulatory behaviour of growing-finishing pigs in pens with access to outdoor areas. *Agricultural engineering international: the CIGR Journal of scientific research and development.* 2003.
- Pegorer, M.F., Vasconcelos, J.L.M., Trinca, L.A., Hansen, P.J., Barros, C.M.: Influence of sire and sire breed on establishment of pregnancy and embryonic loss in lactating Holstein cows during summer heat stress. *Theriogenology*, 67, 2007, 692-697.
- Puri, V.M., Dubensky, H.J., Manbeck, H.B.: Prediction of heat production of layers in dynamic environments. *ASAE paper No. 85-4022*, 1985, St. Joseph, MI.
- Robertshaw, D.: Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. *J. Appl. Physiol.*, 101, 2006, 664-668.
- Shearer, J.K., Beede, D.K.: Thermoregulation and physiological responses of dairy cattle in hot weather. *Agri Practice*, 11, 1990, 4, 5-17.
- Shibata, M.: Factors affecting thermal balance and production of ruminants in a hot environment: A review. *Memoirs of National Institute of Animal Industry, Tsukuba, Japan*, 10, 1996, 1-60.

- Schneiderová, P.: Přehled užívaných systémů ustájení prasnic. Studijní informace, ÚZPI, Praha, 1, 1998, 36 s.
- Silva, M.P., da Costa Baêta, F., de Fátima Ferreira Tinôco, I., Zolnier, S., Ribeiro, A.S.: Evaluation of the evaporative cooling usage potential for the southeast region of Brazil with a simplified model for the estimation of the energy balance in sheds for broiler chickens. *Livestock Environment VII, Proceedings of the Seventh International Symposium, 18-20 May 2005 (Beijing, China), Publication Date 18 May 2005, ASAE Publication Number 701P0205.*
- Spain, J.N., Zulovich, J., Hardin, D.K.: Heat stress on a commercial dairy farm: An economic evaluation of cooling. Pages 936-941 in *Livestock Environment, Proc. of the Fifth Intern. Symposium, Vol. I. R. W. Botcher and S. J. Hoff (eds.) Bloomington, MN. Am. Soc. Agric. Eng., 1997, St. Joseph, MI.*
- Spain, J.N., Spiers, D.E.: Effects of fan cooling on thermoregulatory responses of lactating dairy cattle. Pages 232-238 in *4th Intern. Dairy Housing Conf. J. P. Chastain (ed.) St. Louis, Publication 01-98. Am. Soc. Agric. Eng., 1998, St. Joseph, MI.*
- Spain, J.N., Spiers, D.E.: Effects of supplemental shade on thermoregulatory response of calves to heat challenge in a hutch environment. *J. Dairy Sci., 79, 1996, 639-646.*
- Šlégerová, S., Novák, L., Novák, P.: Teplotná pohoda v období laktace u prasat. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2002. Brno, ČR, 12.12.2002, VFU, Brno, 107-113, ISBN 80-7305-451-5.*
- Šoch, M., Novák, P., Kratochvíl, P., Trávníček, J.: The change of welfare and share of mechanisms of warmth issues for level of its total issue from organism of calves (in Czech). *Proceedings from international conference "Animal protection and welfare 1997". Part II., Brno, Veterinary and Farmaceutical University, 1997, 72-73.*
- Šoch, M., Fišer, A., Novák, P., Trávníček, J., Kratochvíl, P.: 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, 1998, 91-100.*
- Šoch, M., Novák, P., Kratochvíl, P., Trávníček, J.: Výdej vody výparem z organismu telat ve vztahu k vybraným parametrům stájového prostředí. „*Bioklimatologické pracovní dny 98*“ *Acta hort. et regiotect., SPU Nitra, 1999, 179-181.*
- Šoch, M., Matoušková, E., Trávníček, J.: The microclimatic conditions in cattle and sheep stables at selected farms in Sumava. *Proceedings from the 3rd International Scientific conference „Agroregion 2000“, zootechnical section, České Budějovice, 2000, 151-152.*
- Šoch, M.: Effect of environment on selected indices of cattle welfare (in Czech). *University of South Bohemia, České Budějovice, 2005, 288 p.*
- Tabler, G.T.: Strategies for successful turkey production. *Avian Advice 6, 2004, 9-11.*
- Tao, X., Xin, H.: Acute, synergistic effects of air temperature, humidity and velocity on homeostasis of market-size broilers. *Transactions of the ASAE 46, 2003, 491-497.*
- Technické doporučení – informační listy, MZe ČR, 1994.
- Tinoco, I.F.F., Gates, R.S., Tinoco, A.L.A., Baeta, F.C., Cecon, P.R., Xin, H.: 2003. Evaluation of broiler breeder housing in high temperature Brazilian conditions. *ASAE Paper No. 034038.*
- Yousef, M. K. 1987. Principles of bioclimatology and adaptation. Pages 17-31 in *Bioclimatology and the Adaptation of Livestock, World Animal Science, B5, Chapter 2, H. D. Johnson (ed.), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.*
- Tobišková, J.: Větrání a vytápění stájí pro prasata, mikroklima. In: *Kol. autorov: Prasata v drobném chovu a na farmách, APROS, Praha, 1992.*
- TOP AGRAR, 2004, č. 5, str. 16-19.
- Vansickle, J.: Crossfostering: Less is more. *Nat. Hog. Frmf., 43, 1998, č. 3, 37-38.*

- Vyhláška Ministerstva zemědělství Slovenské republiky č. 230/1998 Z. z. O chovu hospodářských zvířat a usmrcování jatečných zvířat. Sbírka zákonů, č. 87, 1998, 1622-1666.
- Weaver, W.D., Meijerhof, R.: The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth and carcass quality for broiler chickens. *Poultry Science* 70, 1991, 746-755.
- Weber, R.: Aruffütterung am Gemeinschaftstrog. *Fortschrittliche Landwirt.*, 21, 1997, 6-7.
- West, J.W.: Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86, 2003, 2131-2144.
- Xin, H., DeShazer, J.A., Beck, M.M.: Responses of pre-fasted growing turkeys to acute heat exposure. *Transactions of the ASAE* 35, 1992, 315-318.
- Xin, H., Harmon, J.D.: Responses of group-housed neonatal chicks to posthatch holding environment. *Transactions of the ASAE* 39, 1996, 2249-2254.
- Xin, H., Chepete, H.J., Shao, J., Sell, J.L.: Heat and moisture production and minimum ventilation requirements of Tom turkeys during brooding-growing period. *Transactions of the ASAE* 41, 1998, 1489-1498.
- Yalcin, S., Settar, P., Ozkan, S., Cahaner, A.: Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. *Poultry Science* 76, 1997, 921-929.
- Yousef, M.K.: Principles of bioclimatology and adaptation. Pages 17-31 in *Bioclimatology and the Adaptation of Livestock*, World Animal Science, B5, Chapter 2, H. D. Johnson (ed.), Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands. 1987.
- Zeman, L.: *Zoohygiena*. Brno, 1994, 205 s.
- Zeman, L., Schmeiserová, L.: Výživářské zásady pro efektivní výkrm prasat. In: *Sborník referátů Aktuální problémy chovu prasat '99*, Praha, Česká republika, 10.3.1999. <http://kchpd.af.czu.cz/akce/p99/zeman.html>.
- Zulovich, J.M., DeShazer, J.A.: Estimating egg production declines at high environmental temperatures and humidity. *ASAE Paper No. 904021*. St. Joseph, Mich., 1990.
- Žirovnický, P.: Nové trendy realizace mikroklimatu u selat a běhounů. In: *Aktuální problémy chovu prasat*. Sborník referátů z celostátní konference Zdraví a klima – limitující faktory užitkovosti selat a prasat v předvýkrmu, Praha, Česká republika, 8.11.2006, ČZU, Praha, 2006, 113-118.