



CERTIFIKOVANÁ METODIKA

VYUŽITÍ TECHNOLOGIE EVAPORAČNÍHO OCHLAZOVÁNÍ S ŘÍDICÍMI JEDNOTKAMI K ELIMINACI TEPELNÉHO STRESU U SKOTU

Autoři

doc. Ing. Ivana Knížková, CSc.
doc. Ing. Petr Kunc, Ph.D.

Oponenti

doc. Ing. Miroslav Přikryl, CSc.
Katedra technologických zařízení staveb, Technická fakulta
Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Jan Vodička
Odbor živočišných komodit
Ministerstvo zemědělství

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE 0002701404.

ISBN 978-80-7403-055-0

Ministerstvo zemědělství České republiky
Těšnov 17
117 05 Praha 1

v y d á v á

O S V Ě D Ě N Í

č. 17210/2010 – 3

o uznání uplatněné certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

**Využití technologie evaporačního ochlazování
s řídicími jednotkami k eliminaci tepelného stresu u skotu**

doc. Ing. Ivana Knížková, CSc., doc. Ing. Petr Kunc, Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves

ISBN 978-80-7403-055-0

Vypracované v rámci výzkumného záměru
č. MZE 0002701404

V Praze dne 20. května 2010



Ing. Jiří Machek
ředitel odboru
živočišných komodit - 17 210

Obsah

I.	CÍL METODIKY	5
II.	VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
	Reakce skotu na teplo.....	6
	<i>Příčina vzniku tepelného stresu</i>	<i>6</i>
	<i>Fyziologické reakce organismu.....</i>	<i>6</i>
	<i>Důsledky tepelného stresu v chovu</i>	<i>8</i>
	Jak rozpoznat tepelný stres	9
	První pomoc při tepelném stresu	11
	Možnosti omezování tepelného stresu	11
	<i>Nefyzikální metody.....</i>	<i>11</i>
	<i>Fyzikální metody.....</i>	<i>12</i>
	Technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek.....	15
	<i>Konstrukční řešení</i>	<i>15</i>
	<i>Instalace a umístění technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek</i>	<i>18</i>
	<i>Příklady instalací ve stájích.....</i>	<i>19</i>
	<i>Údržba skrápěčů.....</i>	<i>20</i>
III.	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	21
IV.	POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	21
V.	SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	21
VI.	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	22

I. CÍL METODIKY

Tepelný stres z horka je nepříjemným jevem v chovu, který negativně ovlivňuje pohodu zvířat, užitkovost, reprodukci, zdraví. Chovatelé hospodářských zvířat ve střední Evropě si stále více a více uvědomují, že tepelný stres, způsobený vysokými teplotami prostředí, je významným faktorem, ovlivňující ekonomiku jejich chovů. Navíc prognóza oteplování evropského kontinentu předpokládá i nadále změny klimatických podmínek směrem k vyšším teplotám. Ať se tato prognóza více či méně naplní, chovatelé si musí učinit v dané problematice jasno, protože bude přibývat stád skotu, která budou významně ovlivňována vysokými teplotami prostředí, z nichž zejména vysokoužitkové dojnice budou postiženy tepelným stresem nejvíce.

Vliv tepelného stresu na organismus skotu je velký a má za následek nejen výrazné zhoršení pohody chovaných zvířat, ale v konečném důsledku negativně ovlivňuje produkční a reprodukční schopnosti. Proto je v tomto období nezbytná pomoc ze strany chovatele. Ten musí učinit taková opatření, která budou redukovat důsledky tepelného stresu a zlepšit pohodu zvířat

Autoři se snažili na základě vědeckých poznatků a aplikovaných výsledků výzkumu sestavit ucelenou metodickou příručku, dostupnou široké chovatelské veřejnosti s cílem seznámit chovatelskou veřejnost s fyziologickými reakcemi skotu na působení vysokých teplot prostředí, s důsledky vlivu tepelného stresu a dát metodický návod, jak rozpoznat tepelný stres a jak a čím omezovat jeho působení v chovném prostředí se zaměřením na podmínky chovů v České republice a seznámit zemědělskou veřejnost s technologií evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek, která byla vyvinuta a testována ve VÚŽV, v.v.i. Praha Uhřetěves.

Po prostudování předložené metodiky již záleží na chovatelích samotných, zda a jak budou uvedené postupy aplikovat ve svých chovech.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

REAKCE SKOTU NA TEPLU

Vysoké teploty prostředí v letním období negativně ovlivňují organismus skotu. Ten se působení vysokých teplot brání, což se následně projeví na užitkovosti, reprodukci, zdravotním stavu, odolnosti zvířat atd.

PŘÍČINA VZNIKU TEPELNÉHO STRESU

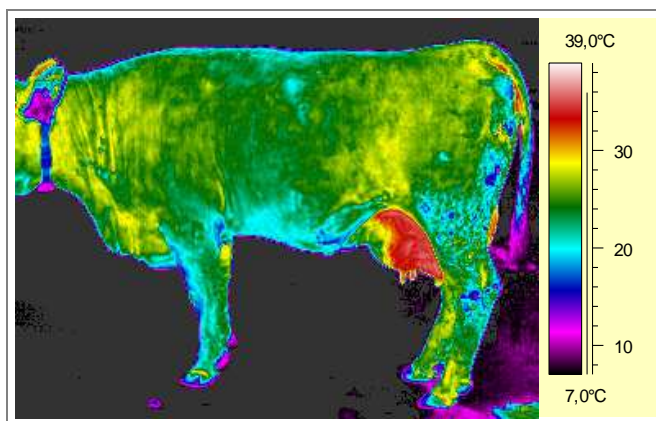
Skot patří mezi zvířata s velmi dobrými termoregulačními schopnostmi. Lépe mu však vyhovuje pobyt v prostředí s nízkými teplotami. Příčinu je třeba hledat v disproporcii produkce a výdeje tepla v organismu. Skot totiž produkuje vysoké množství tepla (především mikrobiální činností předžaludků), avšak díky relativně malému povrchu těla (6m^2) se nadbytečného tepla zbavuje s obtížemi. Pobyt v chladnějších podmínkách prostředí mu usnadňuje výdej tepla v důsledku většího tepelného spádu mezi organismem a prostředím. Vysoké teploty prostředí výdej tepla znesnadňují a organismus je nucen zapojovat jiné, tzv. aktivní termoregulační mechanismy, které však spotřebovávají na svou činnost energii, která by byla za optimálních teplotních podmínek využita k tvorbě produktů (mléko, přírůstky živé hmotnosti apod.)

Hranicí tepelného stresu je u skotu s průměrnou užitkovostí teplota prostředí 25°C . U vysokoužitkových zvířat, která se vyznačují vyšší intenzitou metabolismu a tím i vyšší intenzitou produkce tepla ve svém organismu, lze projevy tepelného stresu zaznamenat již od 21°C . Po překročení této hranice organismus skotu zapojuje intenzivně ty termoregulační mechanismy, které mu umožní přežít v podmínkách vysokých teplot prostředí.

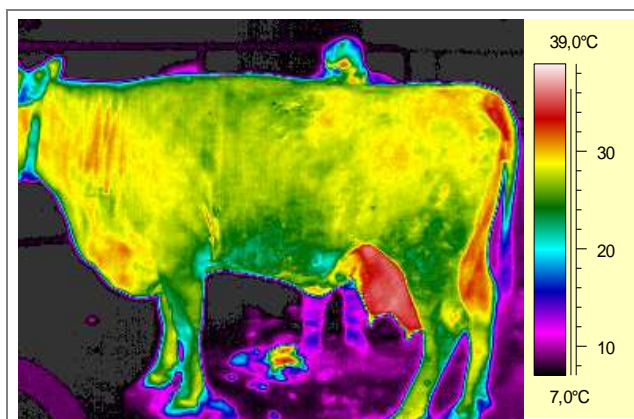
FYZIOLOGICKÉ REAKCE ORGANISMU

Pokynem pro zapojení aktivních termoregulačních mechanismů, zabezpečujících výdej nadbytečného tepla z organismu, je zvýšená rektální teplota. Termoregulační centra při dlouhodobém působení vysokých teplot udržují tuto teplotu těla na vyšší hodnotě. Proto během působení vysokých teplot prostředí je rektální teplota udržována na vyšší úrovni bez jakýchkoliv příznaků zdravotních či metabolických poruch.

Prvním a nejpohotovějším mechanismem jsou **cévní reakce**, které však nelze detekovat zrakem. Dochází k tzv. vasodilataci neboli rozšíření cév a tím zvýšení průtoku krve k povrchu těla. Krev plní v těle, vedle dalších funkcí, i funkci distribuce tepla z míst vzniku k místům výdeje. Termoobrázky (obr. 1, 2, 3) dokumentují teplotní stav povrchu těla dojnice při různých teplotách prostředí. Obr. 3 svědčí o extrémní teplotní námaze organismu dojnice.



Obr. 1. Teplotní stav povrchu těla dojnice při 3°C



Obr. 2. Teplotní stav povrchu těla dojnice při 12 °C



Obr. 3. Teplotní stav povrchu těla dojnice při 29 °C

Nestačí-li tento mechanismus dostatečně odvést nadbytečné množství tepla z organismu, nastupuje **výdej tepla dýcháním**. Dýchání plní u skotu nejen funkci výměny plynů mezi organismem a vnějším prostředím, ale aktivně se též podílí na výdeji tepla, zejména vyrovnává okamžitý nesoulad mezi produkcí tepla a potřebou výdeje tepla z organismu. Minimální hodnoty frekvence dechu jsou uváděny v rozmezí 10 -15 dechů za minutu, vyšší hodnoty svědčí o zapojování dýchání do termoregulace. Frekvence dechu při teplotách vzduchu okolo 30 °C může dosáhnout i více než 90 dechů za minutu. Toto nápadně zrychlené a povrchní dýchání se nazývá *termická polyпноe*. Ta je doprovázena i zvýšeným sliněním (salivací). Zvýšená sekrece slin a jejich odtok z tlamy zvyšuje ochlazovací efekt. Ztráta slin odpařováním a slintáním však může mít za následek metabolickou acidózu, protože se ztrácí hydrogenuhličitan sodný i pufové fosfáty, které jsou obsaženy ve slinách přežvýkavců.

Nejúčinnějším ochlazovacím mechanismem skotu během působení vysokých teplot je odpařování vody (evaporace) při **pocení**. Odpařováním potu se snižuje teplota povrchu těla. Potní žlázy se aktivují při teplotách okolo 18 °C, plně účinné jsou při dlouhodobém působení teplot nad 20 °C.

Pokud tyto výše popsané mechanismy nepostačují k odvodu nadbytečného tepla z organismu, nastupuje tzv. 2.chemická termoregulace, což je **omezení produkce tepla** v organismu. Je doprovázena nižší produkcí trávicích šťáv, organismus se instinktivně brání příjmu energetických živin. To vše se děje pro omezení produkce tepla vznikající při trávení přijaté potravy, resorpci živin a jejich metabolismu.

Vedle těchto pohotových termoregulačních mechanismů existují dlouhodobě se uplatňující **adaptační mechanismy**, reagující na postupné, ale dlouhodobé změny teplotních poměrů. Patří sem zejména délka a hustota srsti. V letním období je srst lesklá, krátká, přiléhavá. Kůže je v letním období tenčí, snižuje se i vrstva podkožního tuku. Mění se rovněž činnost žláz s vnitřní sekrecí.

Během působení vysokých teplot prostředí lze pozorovat u zvířat i jiné příznaky, které svědčí o tom, že jsou pod vlivem tepelného stresu. Jedná se především o **změny v chování** zvířat. Především se sníží množství i frekvence příjmu krmiv, naopak se zvýší četnost příjmu a spotřeba vody. Zvířata snižují svoji pohybovou aktivitu. Nápadné je vyhledávání stínu a chladnějších míst ve stáji, lze pozorovat i častější zaléhávání zvířat na vlhkých hnojných chodbách, čímž si snaží ochladit povrch těla. Navíc skot při ležení nezaujímá v této době klasickou fyziologickou polohu, ale leží zpravidla zcela natažen na boku, včetně natažených končetin, aby co nejvíce zvětšil povrch svého těla pro větší výdej tepla.

Pokud selžou veškeré jmenované termoregulační mechanismy, nastává *hypertermie* neboli přehřátí organismu vlivem dlouhodobého působení vysokých teplot prostředí, které vede až k úhynu zvířete.

DŮSLEDKY TEPELNÉHO STRESU V CHOVU

Vysoké teploty prostředí dokáží velmi nepříznivě ovlivnit organismus chovaných zvířat, což se v konečném důsledku promítá do ekonomických ztrát chovu.

Tepelný stres ovlivňuje negativně příjem krmiva a zvyšuje požadavky na záchovnou krmnou dávku

Omezování příjmu krmiva a energie za vysokých teplot představuje obranný mechanismus, neboť v důsledku redukováného příjmu krmiva a tím redukované produkce metabolického tepla je možné udržet stálou tělesnou teplotu. Obecně se uvádí pokles příjmu krmiva a sušiny v rozpětí 5-25 %, podle úrovně tepelného stresu a podle typu diety. Záchovná krmná dávka je vyšší v důsledku aktivit na eliminaci tepelného stresu, tj. zvýšený tělesný metabolismus, zvýšená dechová a tepová frekvence, zvýšený oběh vody a elektrolytů pro urychlení rozptylu tepla atd.

Tepelný stres negativně ovlivňuje účinnost využití krmiva

Za vysokých teplot nastává významný pokles účinnosti využití energie krmiva pro produkční účely, snižuje se účinnost konverze energie krmiva na produkční energii, a to až dvojnásobně.

Při tepelném stresu se zvyšuje příjem vody až o 50 % ve srovnání s termoneutralními podmínkami

Nejvyšší spotřeba vody je mezi 12-15 hodinou s tím, že dojnice upřednostňují vodu chlazenou, která má větší ochlazovací efekt (absorbuje více "kalorií" tepla), což se pozitivně odráží i ve zvýšené dojivosti. A naopak, při tepelném stresu se snižuje výdej vody výkaly až o 1/3, při snížené frekvenci kálení, přičemž ztráty vody evaporací povrchem kůže se zvyšují až o 60 %.

Tepelný stres způsobuje depresi mléčné užitkovosti

Mléčná užitkovost může poklesnout až o 25 %, a to jak při krátko, tak i dlouhodobém působení. Dojnice otelené v průběhu horkých letních měsíců mají s velkou pravděpodobností celou následující laktaci nižší užitkovost. Pokles užitkovosti přetrvává i v postresovém období po návratu teploty na původní úroveň termoneutralní zóny, tedy do optimálních teplotních podmínek.

Tepelný stres negativně ovlivňuje změny ve složení mléka

Především pokles procentického obsahu tuku v mléce, resp. obsahu mastných kyselin. Dále se snižuje procentické zastoupení pevných netukových látek v mléce (SNF), ale také pokles proteinů, včetně celkového obsahu N v mléce. Rovněž se zaznamenala nižší hladina laktózy. Obecně se tvrdí, že tepelný stres ovlivňuje počet somatických buněk v mléce se zaznamenanými tendencemi ke zvýšenému výskytu mastitid. Mírně se redukuje koncentrace makroelementů v mléce (Ca, P, MG, Na).

Tepelný stres negativně ovlivňuje složení mleziva

Zvláště se snižuje koncentrace celkového proteinu, dále pak koncentrace kaseinu, laktalbuminu a imunoglobulinů IgG a IgA, což může v konečném důsledku negativně ovlivnit imunitně vybavenost novorozeného telete.

Tepelný stres ovlivňuje plodnost

Letní deprese reprodukčních schopností je jedním z nejváženějších celosvětových problémů chovu skotu.

Toto snížení plodnosti je vysvětlováno zhoršením ovariální reakce, potlačením vývoje ovariálních folikulů, tzn. snížením růstu preovulačních folikulů. Dochází k abnormálním estrálním cyklům o různé délce, včetně tichých ovulací nebo anestrů, včetně redukce délky, intenzity a výraznosti říje. Snižuje se procento oplodnění resp. zabřeznutí, zvýšení inseminačního indexu, prodloužení servis periody a mezidobí.

Tepelný stres negativně ovlivňuje embryonální vývoj

Tepelným stresem je nejen ovlivněn vlastní embryonální vývoj, ale zvyšuje se i embryonální mortalita. Zaznamenávají se případy opožděné puberty.

Tepelný stres redukuje intenzitu růstu

V letním období jsou zaznamenávány nižší intenzita růstu a ztráty tělesné hmotnosti, a to především v důsledku sníženého příjmu krmiva. To je patrné i při nižší porodní hmotnosti telat a pozdějším návratu na původní hmotnost krávy po otelení.

Tepelný stres zhoršuje zdravotní stav zvířat

Zvyšuje se četnost respiračních onemocnění, klinických mastitid, mortality telat, ale i poruch souvisejících s porodem (zadržení placenty, poporodní infekce dělohy, porodní paréza).

Tepelný stres ovlivňuje a mění chování skotu

Zvířata vyhledávají stín, redukují aktivitu a příjem krmiva. Příjem krmiva se přesouvá do večerních hodin. Telata sají s menší intenzitou. Zkracuje se čas přežvykování a příjem vody se přesouvá na denní dobu při zvýšené frekvenci napájení. Estrální chování se přesunuje na ranní a večerní hodiny.

Nejcitlivější kategorií skotu na tepelný stres jsou dojnice, obzvláště dojnice vysokoužitkové (nad 6 500 l) a dále dojnice starší (II. a další laktace). Organismus těchto dojnic produkuje obrovské množství tepla vzhledem k velmi intenzivnímu metabolismu, který souvisí právě s jejich obrovskou mléčnou užitkovostí. Je nutné poznamenat, že selekcí na vyšší užitkovost se snižuje odolnost proti tepelnému stresu.

JAK ROZPOZNAT TEPELNÝ STRES

Rozpoznat příznaky tepelného stresu není obtížné. Nejnápadnější je **změna frekvence dechu**, která je snadno postřehnutelná pouhým zrakem (viz tab. 1.). Vedle nápadně mělkého a zrychleného dýchání je dalším indikátorem přítomnosti stresu z horka **zvýšená rektální teplota**. Průměrná rektální teplota pro dospělého skot je 38,5 °C, přičemž rozmezí je uváděno od 37,5 do 39,5 °C. Teploty nad 39,5 °C jsou již považovány za reakci na vysoké teploty prostředí (viz. tab. 2). Dalším viditelným příznakem, který doprovází tento tepelný stres, je **zvýšené slinění** a začíná se vylučovat **pot**. Pot není sice u skotu tak nápadný jako např. u koní, nicméně pokud se chovatel dotkne těla zvířete, pocítí jeho přítomnost. Při maximální činnosti potních žláz pak pot stéká po těle, což již lze detekovat zrakem.

Tab. 1. Hodnoty frekvence dechu dospělého skotu

Fyziologické rozmezí	10 – 30 dechů . min ⁻¹
Mírný tepelný stres	40 – 60 dechů . min ⁻¹
Středně silný tepelný stres	60 -80 dechů . min ⁻¹
Velmi silný tepelný stres	80 – 120 dechů . min ⁻¹
Extrémně silný tepelný stres	120 a více dechů . min ⁻¹

Tab. 2. Hodnoty rektální teploty dospělého skotu

fyziologické rozmezí	tepelný stres	silný tepelný stres
37,5 – 39,5 °C	nad 39,5 °C	nad 40 °C

Častá nevšimavost stájového personálu v době vysokých teplot prostředí je důsledkem rozdílného vnímání teplot skotu a lidí. Jejich termoneutralní zóna se totiž odlišuje. Zatímco při 25 °C (21 °C) již skot trpí horkem, neboť jeho hranice termoneutrality byla překročena, pro člověka je to teplota příjemná, neboť 25 °C se nachází ještě v zóně jeho tepelné pohody. Člověk tak má tendenci posuzovat tepelnou pohodu podle sebe a nutí zvířata žít podle svých představ. Nerespektování rozdílnosti vnímání teplot prostředí mezi člověkem a skotem má za následek vytváření nekomfortního prostředí, které se v konečném důsledku promítne v ekonomických ztrátách každého chovatele.

PRVNÍ POMOC PŘI TEPELNÉM STRESU

Jako i v jiných případech, je i zde na prvním místě účinná prevence. Včasné uplatňování všech způsobů omezování tepelného stresu dokáže zlepšit tepelnou pohodu ustájených zvířat a v konečném důsledku zmírnit ekonomický dopad tohoto stresu v chovu.

Chovatelé však díky své neznalosti a nevšimavosti většinou hledají pomoc až při plně rozvinutém tepelném stresu, a to v okamžiku, kdy zaznamenají pokles v užitkovosti. V této době jsou už veškeré mechanismy pro výdej tepla z těla maximálně namáhány, aby organismus udržely v tepelné rovnováze. Nejrychlejším a účinným řešením je v tomto okamžiku **aplikace vody na tělo zvířat jakýmkoliv způsobem**. Nejčastější je aplikace vody poléváním z věder nebo postřikem z hadice. Nejvhodnější je směřovat proud vody na zátylky stresovaných zvířat. Poté je nezbytné ochlazovat vodou celé tělo. Nutné je i **zvýšit proudění vzduchu** ve stáji otevřením všech otvorů v stavební konstrukci stáje, a to i za cenu násilného otevření.

Je však nutné zdůraznit, že tyto zásahy jsou pouze dočasné ke zmírnění akutního nebezpečí přehřátí organismu chovaných zvířat a měly by být nahrazeny trvalým účinným řešením!

MOŽNOSTI OMEZOVÁNÍ TEPELNÉHO STRESU

Možnosti omezování tepelného stresu u skotu lze rozdělit na fyzikální resp. technické úpravy chovného prostředí a na nefyzikální opatření, která také napomáhají k redukcí tepelné zátěže organismu.

NEFYZIKÁLNÍ METODY

Mezi nefyzikální lze zařadit změny ve výživě, krmení a napájení

Krmivo a voda by měly být k dispozici přímo pod přístřeškem, resp. ve stínu. Jestliže tomu tak není, zvířata si musí vybírat mezi pohodlím ve stínu a krmivem nebo pitím. Tato situace vede ke snížení příjmu potravy a vody a následně i užitkovosti.

Rovněž tak v průběhu působení vysokých teplot vzduchu lze uzpůsobit krmnou dávku tak, aby byl omezen pokles příjmu krmiva. Obecně platí: menší podíl objemné píče, vyšší podíl koncentrátů. Mezi základní opatření v této oblasti tak patří:

- zvýšit obsah energie v krmné dávce (vyšší obsah koncentrátů, přídavky chráněných tuků)
- snížit zastoupení vlákniny a používat vlákninu vysoce stravitelnou
- zvýšit koncentraci proteinů v krmné dávce
- zásobovat organismus minerálními látkami a pufry
- doplňovat vitamíny a antioxidanty

Vedle změny složení krmné dávky je však velmi žádoucí změnit i techniku krmení, resp. dobu a frekvenci. Krmení se doporučuje přesunout na ranní (5.00 – 8.00 hod) resp. večerní krmení (19.00 – 23.00 hod), tak, že se aplikuje 1/3 krmné dávky ráno a 2/3 krmné dávky večer. Důvodem tohoto opatření je snížit produkci fermentačního tepla v organismu, jehož výdej by připadal na polední hodiny, tedy do období, kdy teploty vzduchu dosahují maxima a odvod tohoto tepla je vysoce ztížen. Ve večerních a nočních hodinách vzhledem k poklesu teplot vzduchu je výdej tepla do prostředí snazší.

Dostatek pitné vody musí být samozřejmostí. Je známo, že vynikajícím chladícím médiem je podávání chladné vody. Důležité je, aby napájecí žlab zajišťoval dostatečně rychlý přítok vody, jeho objem byl větší než 150 l a byl umístěn tak, aby k němu mohl vysoký počet zvířat.

FYZIKÁLNÍ METODY

Mezi fyzikální úpravy prostředí se řadí:

▪ STÍNĚNÍ	
▪ MECHANICKÉ OCHLAZOVÁNÍ	▪ ventilace
	▪ klimatizace
	▪ lokální ochlazování
▪ EVAPORAČNÍ OCHLAZOVÁNÍ	▪ ochlazování vzduchu
	▪ ochlazování zvířat
	▪ ochlazování stájových konstrukcí
▪ OSTATNÍ	

STÍNĚNÍ

Stínění reguluje sluneční záření, resp. redukuje radiační tepelné záření, které působí na zvířata, a skýtá tak ochranu před sluncem. Je to obvykle velmi jednoduchý a snadný způsob úpravy prostředí, který může redukovat teplotní zatížení organismu až o 30 %.

Stínění může být přirozené nebo umělé. Nejlepším řešením stínění přirozeného např. na pastvině nebo výběhu je skupina stromů event. keře, avšak ty mohou postupně hynout právě z důvodů přítomnosti zvířat v těchto místech (výkaly, okusování, drbání, rozrušení půdy).

Pokud tato varianta nevyhovuje, lze vybudovat stínění uměle pomocí přístřešků. Orientace přístřešků může být v ose východ - západ. Tato expozice zajišťuje více stínu, avšak i vlhčí podlahy. Při orientaci přístřešků sever – jih se sice docílí suššího prostředí, avšak za cenu menšího stínu. Jestliže však mají zvířata možnost se v přístřešku přesouvat, pak se doporučuje právě orientace sever - jih. Plocha na jednu dojnici by neměla být menší než 1,8 m². Přístřešky sice zvyšují užitkovost a příjem krmiva i vody a omezují projevy tepelného stresu, avšak jejich účinnost není příliš vysoká. Navíc na pastvinách je vhodné mít přístřešky přemístitelné.

MECHANICKÉ OCHLAZOVÁNÍ

Ventilace

Rychlost proudění vzduchu ve značné míře ovlivňuje redukcí tepelného stresu. Proud vzduchu se setkává s přehřátým tělem, ohřívá se a tím dochází k odnímání tepla zvířeti. Tento způsob předávání tepla se nazývá *konvekce*.

Ventilaci (větrání) lze rozdělit na přirozenou a nucenou. Přirozená ventilace má nízké investiční i provozní náklady, avšak čím menší je teplotní tlakový spád, tím menší je účinnost tohoto větrání. Nefunguje při teplotě vzduchu vyšší nežli teplota těla zvířete, a to zpravidla při teplotách vzduchu nad 24 °C.

Nucená ventilace je účinná i tam, kde přirozené větrání nefunguje. Její nevýhodou jsou však vysoké investiční i provozní náklady a značná hlučnost při provozu, což může působit zvířatům stres. Nastavení příliš velké rychlosti proudění vzduchu rovněž vede k nežádoucím účinkům na organismus. Pro účinnost ventilátorů ve stáji platí zásada: 10 cm průměru ventilátoru = 1 m dosahu. To je základem pro výpočet efektivnosti ventilace ve stáji. Je proto dobré si uvědomit, že jeden ventilátor ve stáji pro ochlazování zvířat proudícím vzduchem rozhodně nestačí.

Klimatizace

Vzduch je v klimatizačních jednotkách ochlazován a potrubím vháněn do prostoru. Klimatizací se i v horkých dnech udržuje požadovaný teplotní komfort v daném místě, a tak lze klimatizaci označit za vysoce účinnou. Její investiční i provozní náklady jsou však natolik extrémně vysoké, že v chovech skotu jsou ekonomicky neefektivní. Použitelné jsou navíc pouze v uzavřených objektech. Při klimatizaci je nutná i přítomnost filtrace vzduchu a řízená ventilace.

Lokální ochlazování

Podstatou lokálního ochlazování je směřovat ochlazený vzduch z klimatizační jednotky pouze na hlavu a krk zvířat. To usnadňuje výdej tepla dýcháním. U tohoto způsobu ochlazování jsou nižší náklady na provoz nežli u komplexní klimatizace, avšak je nutnost uzavřít hlavu a krk zvířete v omezeném prostoru. Doposud také nebyla stanovena vhodná teplota přiváděného vzduchu. I tato metoda chlazení se nezdá být reálnou do provozních podmínek farem.

EVAPORAČNÍ OCHLAZOVÁNÍ

Ochlazování vodou je založeno na ochlazování tzv. evaporační metodou (metodou výparu). To využívá nadbytečné tepelné energie na odpar vody a je neúčinnější při nízkých relativních vlhkostech vzduchu. Existuje několik metod pro evaporační ochlazování, z nichž nejužívanějšími v praktických podmínkách jsou dva způsoby:

- ochlazování vzduchu, který pak slouží jako chladící médium (nepřímé ochlazování)
- ochlazování těla zvířat (přímé ochlazování)

Oba způsoby ochlazování snižují tepelný stres u zvířat a mají tak kladný vliv na stabilizaci užitkovosti a reprodukčních schopností.

Ochlazování vzduchu

Při ochlazování vzduchu jsou do prostoru stáje rozptýlovány částice vody ve formě mlhy. Jejich následným odparem (evaporací) dochází ke snížení teploty vzduchu. Ustájená zvířata tak vdechují zchlazený vzduch a tímto způsobem je odnímáno přebytečné teplo z jejich organismu. Pro ochlazování vzduchu se používají vysokotlaké systémy.

Dle velikosti částic mlhy se způsoby aplikace vody nazývají „fog“ nebo „mist“. Rozdíl mezi těmito způsoby je ve velikosti těchto částic. U mlžení „fog“ se používá tzv. lehké mlhy (velikost částic vody menší než 0,02 mm). Ta zůstává až do úplného odpaření rozptýlena ve vzduchu. Způsob „mist“ používá tzv. těžkou mlhu (velikost částic vody v rozmezí 0,02 – 0,05 mm). Takto vytvořená mlha pozvolna klesá, částečně se již odpařuje ve vzduchu, částečně však dopadá ještě na povrchy a následně se zde také odpařuje.

Metoda ochlazování vzduchu oběma popsanými způsoby je sice účinná (vzduch je možno zchladit až o 20 %), ale konstrukčně, provozně i investičně náročná. Pro vytvoření mlžných částic vody je především nutné do mlžících trysek přivádět vodu o vysokém tlaku (690 kPa). Používaná voda musí být důkladně filtrována, aby nedocházelo k ucpávání trysek. Celý systém se doplňuje o soustavu ventilátorů, které pomáhají ke vzniku mlžných částic a k pohybu vzduchu uvnitř stáje. Jak způsob ochlazování „fog“ tak „mist“ vyžadují dobře větraný prostor neboť jak prokázaly mnohé studie, dlouhodobější vdechování zchlazeného vlhkého vzduchu vede k častým respiračním onemocněním u chovaných zvířat, zvláště je-li úroveň proudění vzduchu ve stáji velmi nízká. Navíc u způsobu „mist“ hrozí nebezpečí, že dopadající

částičky vody ulpí na srsti ustájených zvířat, čímž se na těle vytvoří izolační vrstva mezi srstí a kůží a tím je zabráněno odvodu tepla z organismu.

Ochlazování zvířat

K ochlazování zvířat se používají nízkotlaké systémy, tzv. skrápěče. Při přímém ochlazování je voda aplikována na tělo zvířete. Částičky vody však musí být dostatečně velké (0,05 – 0,15 mm), aby pronikly přes srst až ke kůži zvířete. Následným odparem aplikované vody je nadbytečné teplo v organismu odváděno do prostředí. Tak je teplo z těla vydáváno účinněji nežli pouze pocením. Pro zrychlení odparu a tím i zvýšení účinnosti je možné doplnit systém o ventilátory. Přímé ochlazování zvířat je konstrukčně, provozně i investičně méně náročné v porovnání s ochlazováním vzduchu a je vysoce účinné. Je použitelné do všech typů stájí, výběhů i čekáren jakož i pro všechny kategorie skotu. Vzhledem k požadované velikosti částiček vody lze totiž používat běžný vodovodní tlak a jednodušší filtraci vody. Ve volných stájích však tento způsob ochlazování může způsobit vyšší zamokřenost podlah a tím vyšší riziko uklouznutí zvířat s následným poraněním. Je však nutné zdůraznit, že záleží na dispozičním uspořádání ve stáji a na zvoleném způsobu řízení aplikace vody. I přes to je tento způsob ochlazování ve světě nejužívanější a považován v současné době i za neekonomičtější metodu omezování tepelného stresu v chovech.

Vodu lze aplikovat na tělo zvířat také následujícími způsoby, které lze nazvat jako alternativní:

poléváním	postřikem hadic	plavením
-----------	-----------------	----------

Prvé dva způsoby se sice vyznačují nízkými provozními náklady, ale spotřeba vody je značně vysoká, včetně potřeby ruční práce. Počet ošetřených zvířat je nízký. Lze je však použít jako první pomoc při akutním tepelném stresu. U plavení sice počet ošetřených zvířat stoupá a potřeba ruční práce je nízká, avšak tento způsob se často dostává do rozporu s hygienickými předpisy. K dlouhodobějšímu využívání aplikace vody na těla zvířat tak nejsou tyto způsoby vhodné.

Ochlazování stájových konstrukcí

U ochlazování stájových konstrukcí se proudem vody polévá střecha nebo vnější stěny stáje. Tím se snižuje intenzita sálavého tepla z konstrukce stáje, která jinak zvyšuje celkové tepelné zatížení zvířat. Tímto způsobem lze snížit teplotu konstrukce až o 20 °C. Je to poměrně rychlá a účinná metoda snížení sálavého tepla, nedochází k zamokření podlah ve stáji, avšak spotřeba vody je neúměrně vysoká.

Ochlazování podlah spočívá v rozstříkávání vody na podlahy a tím se snižuje intenzita sálavého tepla působící na spodní partii těla zvířat. Vlhká podlaha odvádí 2 – 5x více tepla nežli suchá. Zvířata navíc mohou takto ochlazovanou podlahu využívat k odvodu tepla dotykem (*kondukcí*). Tato metoda je vhodná do zpevněných i nezpevněných výběhů, avšak i při ní je neúměrně vysoká spotřeba vody a navíc hrozí silné znečištění vemene a struků jakož i dalších partií těla.

Na základě získaných poznatků lze do stájových objektů doporučit jako nejvhodnější fyzikální metodu snižování tepelného stresu evaporační ochlazování zvířat tzn. aplikovat vodu přímo na jejich těla. Systém evaporačního ochlazování je možné doplnit o ventilátory pro zvýšení proudění vzduchu ve stáji o odvod tepla kondukci z organismu ustájených zvířat, avšak investiční a provozní náklady ventilačních systémů mohou převýšit ekonomický přínos ochlazování.

TECHNOLOGIE EVAPORAČNÍHO OCHLAZOVÁNÍ SKOTU S VYUŽITÍM ŘÍDICÍCH JEDNOTEK

Jak již bylo uvedeno dříve, při eliminaci tepelné zátěže skotu se využívá mj. i ochlazování pomocí vody. Toto ochlazování je založeno na evaporační metodě (metoda výparu). Ta využívá tepelné energie na odpar vody a je nejúčinnější při nízkých relativních vlhkostech vzduchu. Ochlazování vodou je považováno za nejúčinnější prostředek v omezování zátěže vysokými teplotami prostředí. Používají se dva základní způsoby:

ochlazování vzduchu

přímé ochlazování těla zvířat

Přímé ochlazování těla zvířat je konstrukčně, provozně i investičně méně náročné v porovnání s ochlazováním vzduchu, která je i méně účinná, avšak investičně náročnější.

Pro ochlazování skotu vodou přímo na tělo zvířat se ve světě používá nejčastěji tzv. kentucký systém ochlazování nebo floridský systém ochlazování. Podstatou je aplikace vody na tělo zvířat pomocí skrápěčů. Následnou evaporací vody z povrchu těla dochází k odvodu nadbytečného tepla z organismu zvířat. Doba aplikace vody je kontrolována u těchto systémů mikroprocesorem se zabudovaným elektromagnetickým ventilem. Teplotní senzor aktivuje aplikaci vody pouze po dosažení nastavené teploty vzduchu (zpravidla 25 °C). Voda je aplikována u kentuckého systému po dobu 2,5 min každých 7 minut, u floridského systému 30 s každých 5 minut. Řízení je centrální.

Nevýhodou takto řízených systémů je aplikace vody i v době, kdy zvířata nejsou v místech se skrápěči přítomna. To vede ke zvýšenému zamokřování podlah a k nadměrné spotřebě vody bez využití a ke zvyšování objemu fekálních vod. Proto je tento způsob řízení ochlazování nevhodný do stájí pro skot ve středoevropském klimatu vzhledem ke zcela jinému stavebnímu charakteru zde budovaných stájí v porovnání např. se stájemi v jižních státech USA či Izraeli.

Tyto nedostatky odstraňuje technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek.

KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Podstatou konstrukčního řešení technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek jsou řídicí jednotky, a to jednak řídicí jednotka pro automatické individuální řízení procesu aplikace vody na tělo zvířat, nebo centrální řídicí jednotka pro automatické skupinové řízení procesu aplikace vody na tělo zvířat. Obě jednotky jsou právně chráněnými výsledky (Řídicí jednotka ochlazovacího zařízení pro skot, užitný vzor, č. zápisu 17896, Úřad průmyslového vlastnictví, 2007; Centrální řídicí jednotka ochlazovacího zařízení pro skot, užitný vzor, č. zápisu 18338, Úřad průmyslového vlastnictví, 2008).

Řešení řídicí jednotky procesu individuálního skrápění

Podstata řídicí jednotky spočívá v individuálním řízení procesu ochlazování pouze v přítomnosti zvířat a po dosažení nastavené aktivační teploty, a to pomocí tepelných senzorů (infračidel). Výhodou je, že voda je aplikována cíleně, tzn. pouze za přítomnosti zvířete a nedochází tak k extrémně zvýšenému zamokřování stájových podlah, k nadměrné spotřebě vody a ke kumulaci odpadních vod ve stájích.

Řídicí jednotka (obr. 5. – 6.) napájená ze zdroje (1) měří okolní teplotu a srovnává ji s předem nastavenou hodnotou pomocí teplotního komparátoru (2) uvnitř jednotky. Při překročení nastavené aktivační teploty, změřené teplotním čidlem (3), komparátor vydá signál jedné z podmínek ke spuštění skrápěče. Druhou podmínkou aktivace elektromagnetického ventilu je detekce pohybu v prostoru skrápěče, což zajišťuje infračervený detektor pohybu PIR (4). Výsledkem obou podmínek, jež jsou shromážděny ve vyhodnocovacím obvodu (7), je otevření elektromagnetického ventilu (9) pomocí spínače (8). Elektromagnetický ventil řídí vstup vody ke skrápěcí trysce. Dobu průtoku vody lze nastavit pomocí časovače (5). Po skončení skrápění je ventil blokován proti dalšímu spuštění po dobu volitelnou obvodem po blokaci další funkce (6).



Obr. 5 – 6. Řídicí jednotka pro individuální ochlazování

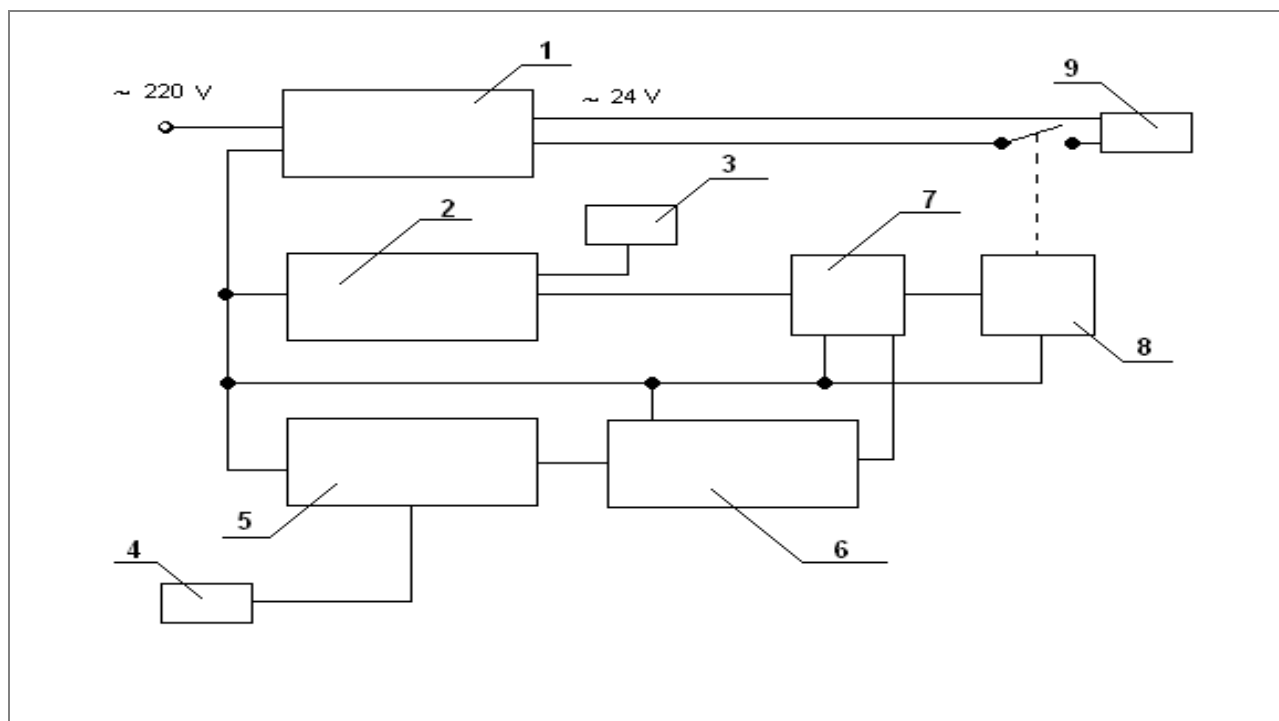


Schéma zapojení řídicí jednotky pro individuální skrápění

Řešení řídicí jednotky procesu skupinového skrápění

Podstata centrální řídicí jednotky pro zvířata v podmínkách tepelného stresu je v automatické skupinové aplikaci vody na tělo. Ke skupinovému řízení procesu ochlazování dochází pouze v přítomnosti skupiny zvířat, detekované pomocí minimálně dvou tepelných senzorů a po dosažení nastavené aktivační teploty pomocí tepelných infračidel PIR. Výhodou je, že voda je opět aplikovaná cíleně, tzn. pouze v přítomnosti zvířat a nedochází tak k extrémně zvýšenému zamokřování stájových podlah, k nadměrné spotřebě vody a ke kumulaci odpadních vod ve stájích.

Centrální řídicí jednotka (obr 7. – 8.), napájená ze zdroje (1), měří okolní teplotu a srovnává ji s předem nastavenou hodnotou pomocí teplotního komparátoru (2) uvnitř jednotky. Při překročení nastavené aktivační teploty, změřené teplotním čidlem (3), komparátor vydá signál jedné z podmínek ke spuštění skrápěče. Druhou podmínkou aktivace elektromagnetického ventilu je detekce více současných pohybů

zvířat v prostoru stáje, což zajišťují infračervené detektory pohybu PIR (4). Tyto informace se shromažďují ve spouštěcím obvodu (5). Ten dá signál do časovacího obvodu (6), který řídí dobu skrápění, jež je nastavitelná v určitém časovém rozsahu. Signál z časovacího obvodu a teplotního komparátoru jsou dvě nutné podmínky, jež shromažďuje vyhodnocovací obvod (7), který přes řízený spínač (8) otevírá elektromagnetický ventil (9). Současně jde signál z časového spínače do blokovacího obvodu (10), který po skončení skrápění blokuje funkci zařízení po předem stanovenou nastavitelnou dobu.



Obr. 7 – 8. Centrální řídicí jednotka pro individuální ochlazování

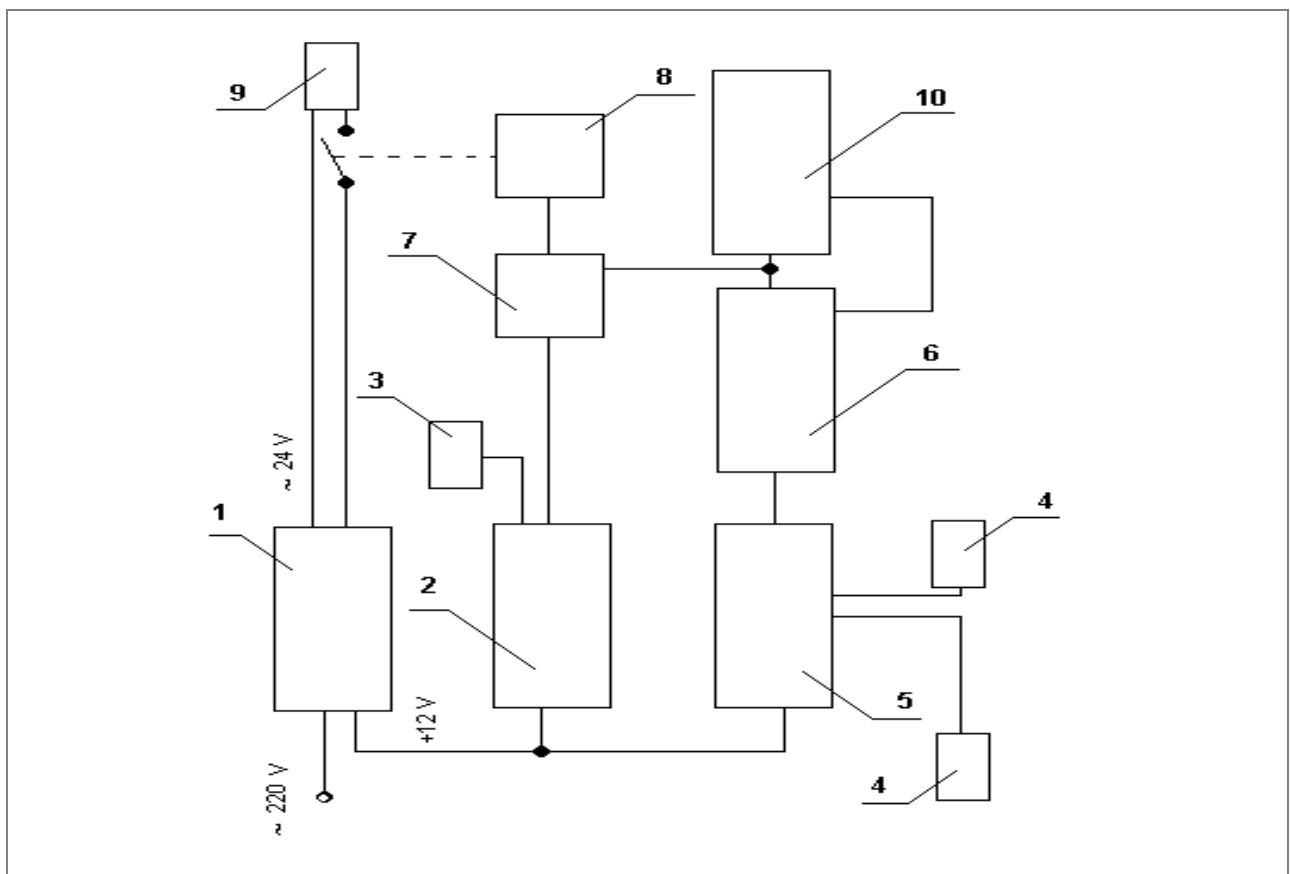


Schéma zapojení řídicí jednotky pro skupinové skrápění

Řídicí jednotky jsou instalovány do plastové krabice, která neobsahuje žádné vnější kovové části. Síťový zdroj má krytí IP 55. Elektronická část je od síťového přívodu oddělena trafem s nízkým napětím, takže přístroj je způsobilý pro montáže v nebezpečném prostředí. Tabulka 3 uvádí základní technická data.

Tab. 3 Technická data jednotek

Napájení	zdroj ~230V/50Hz PIR čidlo 12V EMG ventil 24V
Příkon	≤ 6W/ ventil
Krytí	síťový zdroj IP 55
Jištění	vysoké napětí síťová tavná pojistka 250mA nízké napětí tavná pojistka 1A
EMG ventil	napětí / příkon~24V/4W tlakový spád 30-1600 kPa šroubení ½"
PIR čidlo	síťový pohybový infradetektor +12V/30mA dosah 15 m úhel snímání v příčné rovině ±3° úhel snímání v podélné rovině +18°, -44°
Délka doby skrápění	8 – 30 s
Aktivační teplota	20 – 26°C
Blokování aktivace	2,5 – 150 s

Po výpočtovém porovnání spotřeby vody mezi kentuckým systémem, floridským systémem a technologií evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek vyplynulo, že spotřeba vody při 24 hodinovém provozu činí za aktivační teploty vzduchu 21 °C a při použití trysky se stejným minutovým průtokem u kentuckého systému 486 l vody, u floridského 168 l vody a u technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek 71 l vody na jednu trysku. Nová technologie je tedy úspornější o 85 % resp. 58 %.

INSTALACE A UMÍSTĚNÍ TECHNOLOGIE EVAPORAČNÍHO OCHLAZOVÁNÍ SKOTU S VYUŽITÍM ŘÍDICÍCH JEDNOTEK

Vlastní skrápěcí jednotka je tvořena zdrojem elektrické energie, vodovodním potrubím, řídicí jednotkou s infračerveným detektorem pohybu, elektromagnetickým ventilem a aplikační tryskou. Příklady umístění řídicích jednotek a dalších součástí technologie jsou zdokumentovány na obrázcích 9, 10, 11.

Ve stáji se jednotky umísťují na průběžný nosný rám, který je situován nad krmištěm v podjezdové výšce tj. min. 2,8 m. Tento rám současně slouží i jako podpora pro vodovodní potrubí a elektrické rozvody. Elektrické vedení má samostatný jistič. Zdrojem vody je běžný vodovodní řad bez dodatečných nároků na tlak. Vzhledem k nebezpečí ucpávání trysek jemnými nečistotami z vody je nutné předřadit před vodovodní rozvod mechanický filtr a návazné potrubí musí být plastové. Je nutné dodržovat podmínky bezpečného provozu vzhledem k tomu, že zařízení je v životní zóně zvířat.

Použité aplikační trysky mají průtok cca 1,5 l.min⁻¹. Velikost kapek by měla být v rozsahu 0,05-0,15 mm, výstřikový úhel je 120° a výstřikový obrazec musí být plochý. Tryska spolu s PIR čidlem se instaluje nad krmiště tak, aby úhel snímání čidlem odpovídal prostoru kam dopadají vodní kapky. Při instalaci je umístěna vždy jedna tryska každé tři metry.

Příklady instalace v provozních podmínkách produkčních stájí dojnic jsou uvedeny na obrázcích 12, 13 a 14.



Obr. 9 Umístění řídicí jednotky



Obr. 10 Tryska a infračidlo



Obr. 11 Aplikace vody

PŘÍKLADY INSTALACÍ VE STÁJÍCH



Obr. 12 Produkční stáj pro 130 dojnic



Obr. 13 Produkční stáj pro 60 dojnic



Obr. 14 Produkční stáj pro 175 dojnic

ÚDRŽBA SKRÁPĚČŮ

Údržba zařízení není obtížná, vyžaduje jen základní údržbu. Během provozu je nezbytné především pravidelně kontrolovat čistotu trysek. Jejich znečištění je snadno zjistitelné, neboť dojde ke změně výstřikového obrazce aplikované vody. Skrápěče s infračidlem vyžadují pro správnou funkci ochlazování pravidelnou očistu čočky infračidla, která je ve stájích znečišťována především prachem a přítomným hmyzem. Po skončení sezóny se doporučuje vypustit ze systému veškerou vodu, aby nedošlo v zimním období k popraskání potrubí, ventilů a filtrů. Kontrola zařízení po zimním období by měla začít v jarních měsících (duben) před nástupem prvních vysokých teplot prostředí, které mohou nastat již v květnu.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek je technologie, která je dle navrženého řešení provozně, konstrukčně i investičně nenáročná zařízení, jež účinným způsobem eliminuje tepelný stres zvířat a tím omezuje negativní jevy s ním související. Celkově tak přispívá k welfare zvířat v období negativního působení vysokých teplot prostředí. Tato technologie s využitím řídicích jednotek (právně chráněné výsledky – užité vzory CZ17896U1, Úřad průmyslového vlastnictví, 2008 a CZ18338U1, Úřad průmyslového vlastnictví, 2008) minimalizuje na rozdíl od systémů používaných ve světě zamokřenost podlah, spotřebu vody a zvyšování objemu odpadních vod. Technologie byla vyvinuta, zkonstruována a testována ve VÚŽV, v.v.i. Praha Uhřetěves. Technologie získala platné osvědčení o ověření a smlouvu o jejím uplatnění ve výrobě.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena primárně pro chovatelkou praxi, nicméně je vhodná i pro praxi poradenskou a pedagogickou. Zavedení nových poznatků prostřednictvím této metodiky má především přispět ke zkvalitnění chovného prostředí skotu, v oblasti vzdělávací pak zkvalitnit vzdělávací proces na zemědělských univerzitách, středních zemědělských školách a vyšších odborných školách se zemědělským zaměřením s cílem zařadit do vzdělávacího procesu nejnovější poznatky a aplikované výsledky dosahované ve výzkumném a experimentálním vývoji a v oblasti inovační činnosti.

V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Bray D.R., Bucklin R.A., Montoya R.E., Giesy R.(1994): Means to reduce environmental stress on dairy cows in hot, humid climates. Proceedings of the 3rd International Dairy Housing Conference: 589-597.
- Bray D.R., Bucklin R.A.(1996): Recommendations for cooling systems for dairy cattle. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville: 8.
- Bucklin R.A., Bray D.R., Beede D.K. (1988): Methods to relieve heat stress for Florida dairies. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Gainesville: 7.
- Bukvaj J.(1986): Vztah organismu skotu k prostředí ve velkochovech. VŠZ Praha: 157.
- Hahn G.L. (1999): Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J.Anim.Sci., 77: 10– 21.
- Gregoriadesová J., Doležal O.: Vliv vysokých teplot prostředí na skot.VÚŽV Praha Uhřetěves, Revue řada C, 2000: 106.
- Kic P. (1996): Úprava vzduchu ve stájových objektech. ÚZPI Praha: 42.
- Meschner T.M., Veenhuizen M.A. (1998): Livestock Housing Ventilation: Natural ventilation design and management for dairy housing. Ohio State University Extension: 113-119.
- Montoya R.E., Bucklin R.A., Nordstedt R.A., VanHorn J., Bray D.R.(1995): Factors affecting water usage in fan and sprinkler cooling systems for dairy cattle. Applied Engineering in Agriculture, 11 (1): 125-130.
- Reece W.O. (1998): Fyziologie domácích zvířat. Grada Publishig: 456.
- Sova Z.(1981): Fyziologie hospodářských zvířat. SZN Praha: 511.
- Soch M. (2005): Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. České Budějovice: 287.
- Turner L.W.(1998): Fan and high-pressure mist (fog)system performance for cooling lacting dairy cows. 4th International Dairy Housing Conference: 201-208.
- West J.W.(1998): Managing and feeding lacting dairy cows in hot weather. Cooperative Extension Service, University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences: 9.

VI. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Publikace:

Knížková I., Kunc P., Nový, P., Knížek J (1996): Evaluation of evaporative cooling on the changes of cattle surface body temperature with use of thermovision. *Živ.Výr.*, 41 (10): 433 – 439.

Nový Z., Knížková I., Černý M., Kunc P., Jílek F., Barláková S. (1997): Effect of evaporative cooling procedure on the thermoregulation functions of heifers raised in different temperature and humidity conditions). *Živ.Výr.*,42 (3): 107 – 116.

Koubková M., Knížková I., Kunc P., Hartlová H., Flusser J., Doležal O. (2002): Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, hematological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows. *Czech J. Anim.Sci.*,4 (8): 309-318.

Knížková I., Kunc P., Koubková M., Flusser J., Doležal O. (2002): Evaluation of naturally ventiled dairy barn management by a thermographic method. *Livest. Prod. Sci.* 77 (2-3): 349 – 353.

Právně chráněné výsledky:

Kunc P., Knížková I., Benedikt P., Kotačka B. (2007): Řídicí jednotka ochlazovacího zařízení pro zvířata. Užitný vzor, UV 17896, Úřad průmyslového vlastnictví.

Kunc P., Knížková I., Benedikt P., Kotačka B. (2008): Centrální řídicí jednotka ochlazovacího zařízení pro zvířata. Užitný vzor, CZ 18338 U1, Úřad průmyslového vlastnictví.

Prototypy:

Kunc P., Knížková I., Benedikt P., Kotačka B (2007): Prototyp řídicí jednotky ochlazovacího zařízení pro zvířata. Identifikační kód: Prototyp/VÚŽV/01/2007/17896.

Knížková I., Kunc P., Benedikt P., Kotačka B. (2008): Prototyp centrální řídicí jednotky ochlazovacího zařízení pro zvířata. Identifikační kód: Prototyp/VÚŽV/01/2008/18338.

Ověřená technologie:

Kunc P., Knížková I. (2009): Technologie evaporačního ochlazování skotu s využitím řídicích jednotek. Ověřená technologie, identifikační kód: OT/VÚŽV/01/2009/ 178961-18338.

Název: **Využití technologie evaporačního ochlazování s řídicími jednotkami k eliminaci tepelného stresu u skotu**

Autoři: doc. Ing. Ivana Knížková, CSc.
doc. Ing. Petr Kunc, Ph.D.

Oponenti: doc. Ing. Miroslav Přikryl, CSc.
Katedra technologických zařízení staveb, Technická fakulta
Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Jan Vodička
Odbor živočišných komodit
Ministerstvo zemědělství

Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

ISBN: 978-80-7403-055-0

Dedikace: Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE 0002701404.