

TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI SRSTI TELAT

Petr Kunc, Ivana Knížková, Josef Knížek, Aneta Dostálová

Institute of Animal Science, Prague Uhřetíněves

Abstract:

Eighteen Holstein male calves in milk period were used to determine thermal insulation of their hair and skin under cold conditions. The calves were housed in individual poly calf-pen system with bedding in experimental barn and fed milk replacer and starter concentrate. The calves were distributed into 3 groups: A (n = 6; air temperature -2.93 ± 0.42 °C, relative humidity 76 %, air flow 0.07 ± 0.02 m/s), B (n = 6; air temperature 5.7 ± 0.53 °C, relative humidity 77 %, air flow 0.05 ± 0.02 m/s), C (n = 6; air temperature 5.7 ± 0.53 °C, relative humidity 77 %, air flow 2.83 ± 0.44 m/s). Calf hair was shaven on shoulder in the form a square 10 x 10 cm (skin) and a square 10 x 10 cm was branded also on hair for purpose of their thermal insulative quality. The following parameters were observed: rectal temperature (RT) by digital thermometer, body surface temperature with hair (BSTh), body surface temperature with skin (BSTs) by thermographic camera. The thermal insulative quality was calculated by formulae for heat conductivity factor (λ).

No significant differences were found between the values of rectal temperature in groups. The significant differences ($P < 0.05$) were found between BSTh and BSTs in all groups. BSTh showed significant difference between group A and groups B and C. BSTs showed significant difference between group A and groups B and C. The values of calculated λ did not showed statistical differences between groups, though microclimatic conditions were differences. Calculated heat conductivity factors were in low levels, which indicate very good thermal insulative quality of hair.

Keywords: calves, cold, hair, skin, thermal insulation, heat conductivity factor

Úvod

Srst je hlavní součást externí izolace pro mnoho druhů zvířat, která zabraňuje únikům tepla z povrchu těla (Berman, 2004). Velikostí ztrát tepla z organismu jsou pak ovlivňovány kvalitou srsti, tzn. především její délkou a hustotou (Turnpenny, et al., 1999, Wathes and Charles, 1994). Izolační schopnosti srsti jsou omezovány hlavně dvěma faktory - rychlostí proudění vzduchu (vítr) a vlhkostí (déšť) (Wathes and Charles, 1994, Turnpenny, et al., 1999, Silanikove, 2000).

Cílem experimentu bylo zjistit tepelně-izolační vlastnosti srsti telat na mléčné výživě během odchovu v zimním období, a to prostřednictvím součinitele tepelné vodivosti.

Materiál a metody

Pokus se uskutečnil v experimentální stáji v zimním období. Do pokusu bylo zařazeno 18 telat – býčků holštýnského plemene v období mléčné výživy ve věku 2 měsíců. Telata byla ustájena individuálně v plastových boxech pro odchov telat, krmena mléčnou krmnou směsí a startérem. Experimentální stáj byla nezateplená, s přirozeným větráním a kopírovala teplotní podmínky exteriéru.

Za účelem zjištění tepelně izolačních vlastností srsti a kůže byla telatům oblasti plece vyholena srst a ve tvaru čtverce 10 x 10 cm, na osrstěné části byl během měření označen rovněž čtverec o velikosti 10 x 10 cm. Telata byla rozdělena do tří skupin. Skupina A (n=6) byla vystavena působení teploty vzduchu $-2,93 \pm 0,42$ °C (relativní vlhkost $76 \% \pm 2,78$) a rychlosti proudění vzduchu $0,07 \pm 0,02$ m.s⁻¹. Skupina B (n=6) byla vystavena teplotě vzduchu $5,7 \pm$

0,53°C (relativní vlhkost 77 %) a rychlosti proudění vzduchu $0,05 \pm 0,02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Skupina C (n=6) pak teplotě vzduchu $5,7 \pm 0,53^\circ\text{C}$ (relativní vlhkost 77 %, avšak rychlosti proudění vzduchu $2,83 \pm 0,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Měření neuskutečnila vždy mezi 9 – 12 hod. U telat byla zjišťována rektální teplota :

$$\theta_x = \theta_e + \frac{(\theta_i - \theta_e)}{R_0} \cdot (R_{se} + R_x) = \theta_e + \frac{(\theta_i - \theta_e)}{R_{si} + \frac{d}{\lambda} + R_{se}} \cdot \left(R_{se} + \frac{d}{\lambda} \right)$$

kde:

θ_e je teplota vzduchu [$^\circ\text{C}$]

θ_i je teplota povrchu kůže [$^\circ\text{C}$]

θ_x je teplota na povrchu srsti [$^\circ\text{C}$]

R_0 = tepelný odpor celkový [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]

R_x = tepelný odpor v místě výpočtu (na srsti nebo na kůži) [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na kůži [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]

R_{se} - tepelný odpor při přestupu tepla na srsti [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]

λ je součinitel tepelné vodivosti [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

Po úpravě vzorec vypadá takto:

$$\lambda = \frac{\theta_i d - \theta_x d}{\theta_x R_{si} + \theta_x R_{se} - \theta_i R_{se} - \theta_e R_{si}}$$

Obecně platí, že čím je hodnota λ menší, tím lepší jsou izolační vlastnosti materiálu. Statistické zpracování zjištěných hodnot bylo uskutečněno programem Statistica.cz (ANOVA).

Výsledky a diskuse

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2 a v grafech 2 a 3.

Nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi hodnotami rektální teploty u všech třech skupin. Hodnoty byly zjištěny ve fyziologickém rozmezí.

Byly nalezeny signifikantní rozdíly ($P < 0,05$) mezi teplotou povrchu těla se srstí a bez srsti (kůže) u všech tří skupin.

jako parametr, vyjadřující teplotu teplotního jádra organismu (měřeno digitálním lékařským teploměrem) a dále teplota povrchu těla jako parametr vyjadřující teplotu tělesného obalu (zjišťováno termografickou kamerou P 45).

Výpočet tepelně – izolačních vlastností srsti a kůže byl uskutečněn podle vzorce:

Teplota povrchu těla v osrstěné části se statisticky průkazně lišila mezi skupinou A a skupinami B a C. Mezi skupami B a C nebyl v tomto ukazateli shledán statisticky významný rozdíl.

Teplota kůže se statisticky průkazně lišila mezi skupinou A a skupinami B a C. Mezi skupinami B a C nebyl v tomto ukazateli shledán statisticky významný rozdíl.

Mezi hodnotami vypočteného součinitele tepelné vodivosti pro jednotlivé pokusné skupiny nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, i když mikroklimatické podmínky byly rozdílné. Zjištěné součinitele jsou na velmi nízkých hodnotách, což svědčí o dobrých izolačních vlastnostech srsti telat v zimním období.

Graf 3 vyjadřuje rozdíl mezi izolačními schopnostmi kůže a srsti v závislosti na

teplotě vzduchu. Z grafu je patrné, že s klesající teplotou vzduchu vzrůstá izolační schopnost srsti i kůže telat.

Campbell et al. (1980) i Jiang et al. (2005) uvádějí, že vodivost srsti se zvyšuje lineárně s rychlostí větru. V našem pokuse nebyl zaznamenán významný efekt rychlosti proudění vzduchu na tepelnou vodivost srsti. To by možné podle McArtura a Monteitha (1980) vysvětlit kvalitou resp. hloubkou srsti, která ovlivňuje prostupnost srsti během působení zvýšeného proudění vzduchu, nicméně nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami B a C ani v teplotě kůže, čili v místech bez srsti. Pouze nízká teplota vzduchu ovlivnila signifikantně teplotu povrchu těla, resp. kůže a srsti.

Závěr

Na základě výše uvedených zjištění lze konstatovat:

- při velmi nízkých teplotách vzduchu se pouze neprůkazně zvýšil součinitel tepelné vodivosti srsti

- rychlost proudění vzduchu do 2,8 m .s⁻¹ při teplotě vzduchu 5°C neovlivnila významně součinitel tepelné vodivosti srsti v porovnání s prouděním vzduchu do 0,07 m.s⁻¹ při téže teplotě vzduchu

- podařilo se experimentálně prokázat, že se snižující se teplotou vzduchu zvyšuje tepelně-izolační schopnost komplexu kůže – srst, což je pravděpodobně způsobeno zmenšením teplotního jádra a naopak zvětšením teplotního obalu (vasodilatace cév).

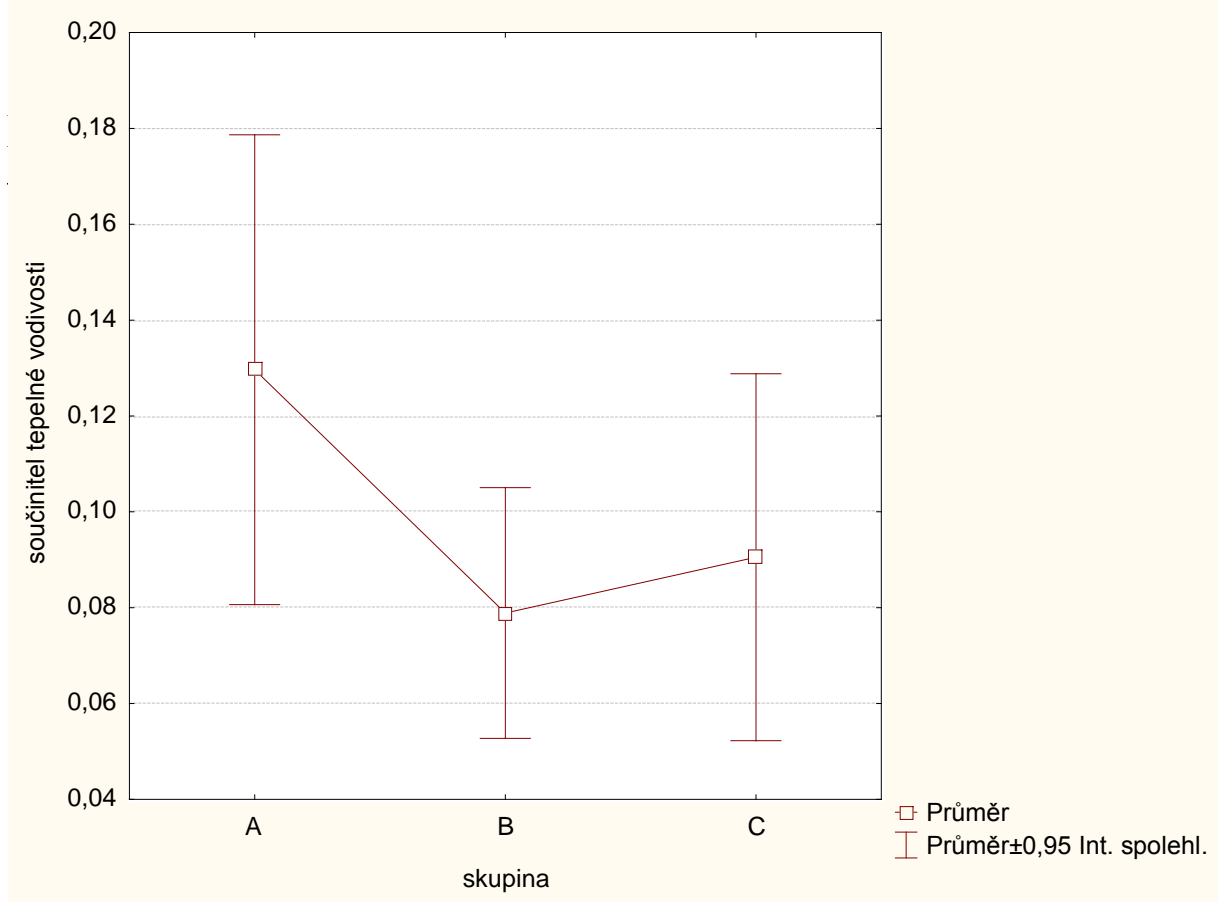
Výsledky obou experimentů potvrzují, že srst hraje významnou roli v chladové odolnosti telat a její tepelná vodivost svědčí o dobrých tepelně - izolačních vlastnostech, které umožňují i v klimatických podmínkách České republiky odchov telat v otevřených nezateplených teletnicích při dodržování všech ostatních chovatelských zásad. Nedodržení doporučené rychlosti proudění vzduchu pro zimní období (do 0,25 m.s⁻¹) nezpůsobí významné zhoršení izolačních schopností srsti.

Tab 2: Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů

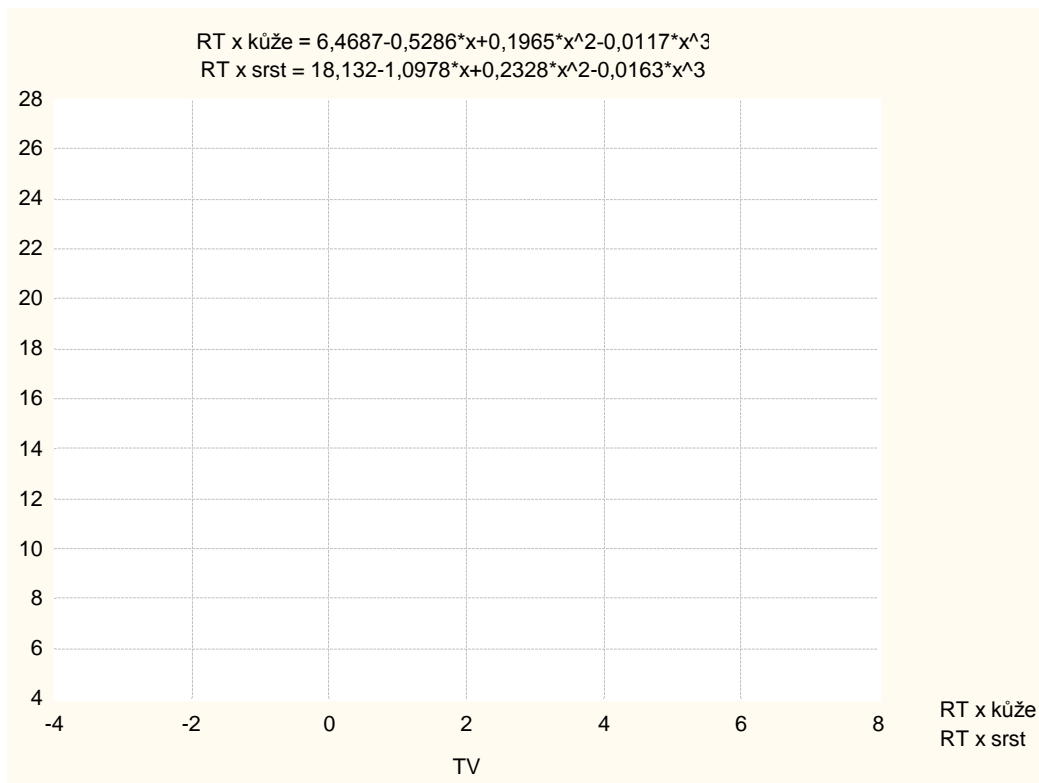
	Rektální teplota [°C]	Teplota povrchu těla srst [°C]	Teplota povrchu těla kůže [°C]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
Skupina A	38,95 ± 0,29	16,08 ± 2,96 ^{a,b,A}	29,53 ± 0,93 ^{c,d,A}	0,13 ± 0,05
Skupina B	38,90 ± 0,20	22,88 ± 1,55 ^{a,B}	31,57 ± 0,53 ^{c,B}	0,07 ± 0,02
Skupina C	38,96 ± 0,15	22,11 ± 1,76 ^{b,C}	30,95 ± 0,56 ^{d,C}	0,09 ± 0,03

a,b,c,d.....statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami ve sledovaném ukazateli (P<0,05)

A,B,C.....statisticky průkazné rozdíly mezi sledovanými ukazateli v rámci skupiny (P<0,05)



Graf 2: Součinitel tepelné vodivosti u jednotlivých skupin



Graf 3: Závislost izolačních vlastností srsti a kůže na teplotě vzduchu

Použitá literatura

- Berman, A. (2004). Tissue and external insulation estimates and their effects on prediction of energy requirements and of heat stress. *J.Dairy Sci.*, 87: 1400 – 1412.
- Campbell, G.S., McArthur, A.J., Monteith, J.L. (1980). Windspeed dependence of heat and mass transfer through coats and clothing. *Boundary-Layer Meteorol.*, 18: 485 – 493.
- Jiang, M., Gebremedhin, K.G., Albright, L.D. (2005). Simulation of skin temperature and sensible and latent heat losses through fur layers. *Transactions of the ASAE*, 48: 767-775.
- McArthur, A.J., Monteith, J.L. (1980). Air movement and heat loss from sheep. Thermal insulation of fleece in wind. *Proc.R.Soc.Lond. B.* 209, 209 – 217.
- Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Liv. Prod. Sci.*, 67: 1 – 18.
- Turnpenny, J.R., McArthur, A.J., Clark, J.A., Wathes, C.M. (1999). Thermal balance of livestock. 1. A parsimonious model. *Agricultural and Forest Meteorology*, 101: 15 – 27.
- Wathes, C.M., Charles, D.R. (1994). *Livestock housing*. CABI Publishing, Wallingford, UK: 448.

Poděkování:

Práce vznikla v rámci řešení projektu IG 46086.