

VYHODNOCENÍ ÚČINKU EVAPORAČNÍHO OCHLAZOVÁNÍ NA TERMOREGULAČNÍ FUNKCE JALOVIC PŘI VYSOKÝCH TEPLOTÁCH OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

Zdeněk Nový¹, Ivana Knížková², Marie Koubková¹, Petr Kunc², František Jílek¹

¹ Katedra veterinárních disciplín, Česká zemědělská univerzita v Praze

² Oddělení technologií, Výzkumný ústav živočišné výroby Praha-Uhřetěves

Při ustájení skotu v lehkých stavbách či přístřešcích jsou zvířata vystavena teplotním vlivům vnějšího prostředí, přičemž s vysokými teplotami se skot vyrovnává mnohem obtížněji, než s nízkými. V literatuře (např. Basset 1986, Okamoto 1983, Shearer 1991, Schrama 1995, Terada 1988) jsou uváděny výsledky sledování vlivů vysokých teplot prostředí na organismus a využití ochlazování zvířat. Objektem výzkumu byl však převážně dospělý skot, případně telata. Cílem naší práce bylo posouzení termoregulačních funkcí jalovic s ohledem na jejich adaptační schopnosti a porovnání respiračních změn v závislosti na adaptaci vůči vysokým teplotám a evaporačnímu ochlazování. Vliv evaporačního ochlazování byl sledován u 12 jalovic, kříženek českého strakatého skotu s holštýnským skotem, rozdělených po 4 kusech do tří skupin.

I. skupina: Skupina jalovic o průměrné tělesné hmotnosti 214 ± 18 kg a průměr. věku 263 ± 10 dnů byla ustájena v experimentální stáji s řízeným klimatem, při teplotách vzduchu nad 27°C . Jalovice byly v průběhu jednoho měsíce předcházejícímu vlastnímu měření přivykány pravidelnému evaporačnímu ochlazování, při kterém byly roseny v třicetiminutových intervalech po dobu jedné minuty. V průběhu vlastního pokusu byla teplota vzduchu ve stáji $31 \pm 3^\circ\text{C}$, proudění vzduchu do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a relativní vlhkost vzduchu se pohybovala mezi 65 a 74%.

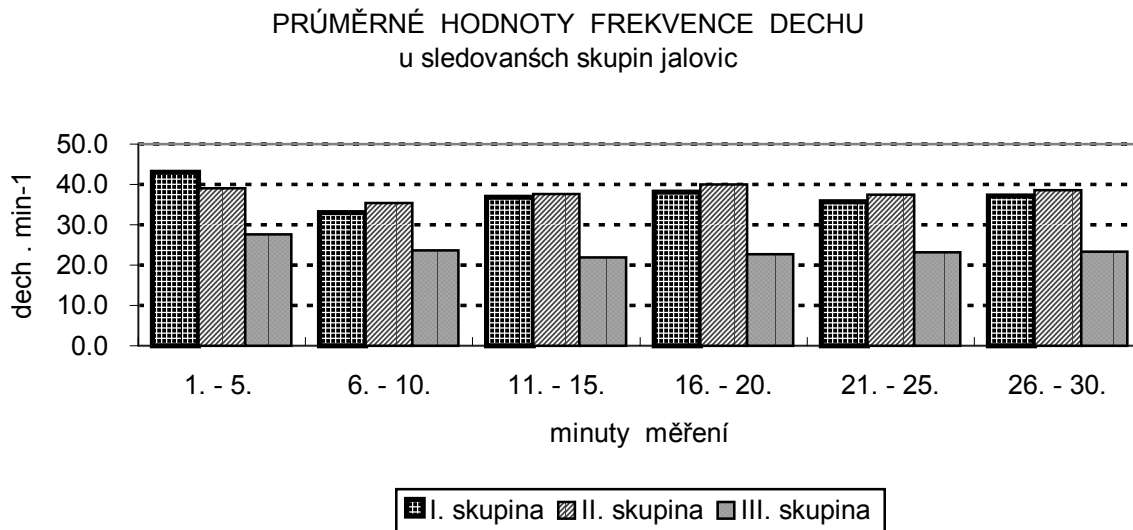
II. skupina: Tato skupina byla vytvořena z jalovic o průměrné hmotnosti 235 ± 10 kg a průměrném věku 262 ± 6 dnů a ustájena rovněž v klimatizované stáji při teplotách nad 27°C . Na rozdíl od první skupiny však zvířata nebyla navykána na evaporační ochlazování. Měření probíhalo při teplotě vzduchu $31,4 \pm 0,4^\circ\text{C}$, proudění vzduchu do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a relativní vlhkosti vzduchu 68-79%.

III. skupina: Jalovice třetí skupiny, staré 262 ± 7 dnů o průměrné hmotnosti 235 ± 10 kg, byly ustájeny při teplotách okolo 14°C . Hodinu před měřením a evaporačním ochlazením byla sledovaná zvířata převedena do klimatizované stáje s teplotou vzduchu $31,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$, prouděním vzduchu do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a s relativní vlhkostí vzduchu 62-68%.

U všech pokusných zvířat byly před rosením 5 minut měřeny vybrané termoregulační funkce, poté byla 1 minutu ochlazována a měřena. Ochlazovací zařízení bylo umístěno přibližně 1m nad zvířetem tak, aby byla ochlazována nejteplejší partie těla jalovic - záď a boky. Následujících 24 minut byly opět snímány změny termoreg. funkcí. Při měření byla zvířata fixována. Změny těchto funkcí (frekvence a hloubka dechu, ventilace plic a spotřeba kyslíku) byly snímány ergospirometrem OXYCON - 4 s využitím maskové metody. Produkce tepla byla vypočítána ze spotřeby kyslíku podle speciálních vzorců.

Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány aritmetickým průměrem a směrodatnou odchylkou, pro vyhodnocení statistických rozdílů bylo použito Studentova t - testu.

Graf 1. The average breath frequency at watching groups of heifers in the measuring time



Vyhodnocení naměřených výsledků:

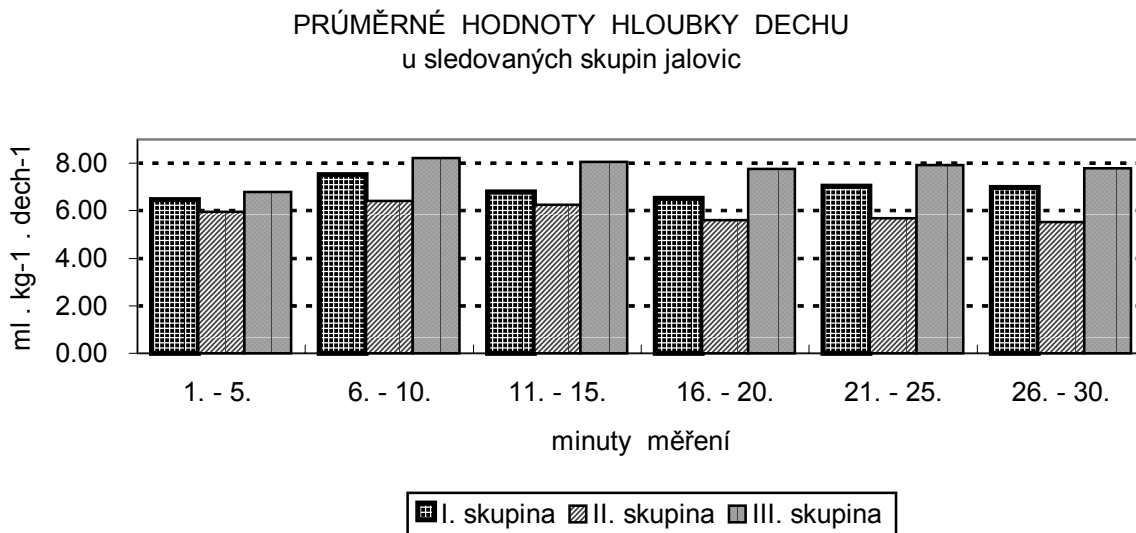
Frekvence dechu - FD (graf 1)

Před mlžením byla FD zvýšená u všech skupin jalovic. V průběhu mlžení a do jedné minuty po skončení ochlazování došlo u všech tří skupin k výraznému poklesu FD. V konečném důsledku u všech 12 sledovaných jalovic evaporační ochlazení snížilo FD. Nejvýraznější pokles po ochlazení, 11,2 dech \cdot min⁻¹, byl zaznamenán u I. skupiny, která byla na rosení navykána. Tento pokles byl statisticky významný ($P < 0.05$). FD se u této skupiny pohybovala od 29,3 do 46,7 dech \cdot min⁻¹. U II. a III. skupiny byl evaporační účinek mnohem nižší a statisticky neprůkazný. U II. skupiny se FD pohybovala v rozmezí 34,5 (při rosení) - 42,0, pokles po rosení činil 6,5 dech \cdot min⁻¹. U III. skupiny se FD v průběhu měření pohybovala od 21,5 do 30,3 dech \cdot min⁻¹. Je zajímavé, že u zvířat převedených před měřeními do prostředí s TV 27 °C se udržely hodnoty FD daleko nižší než u zvířat přizpůsobených této TV.

Hloubka dechu - HD (graf 2)

Při sledování HD jsme dospěli k obdobným závěrům jako u FD. V průběhu evapor. ochlazování a po jeho skončení HD u I. skupiny stoupala až do 2. min. po rosení, kdy dosáhla nejvyšší hodnoty 8,11 ml \cdot kg⁻¹ \cdot dech⁻¹, poté začala pomalu klesat a od 14. min. měření až do konce měření zůstávala mírně zvýšená. Nejnižší hodnota byla zaznamenána 4. minutu - 6,33 ml \cdot kg⁻¹ \cdot dech⁻¹, pokles po ochlazení činil 1,53 ml \cdot kg⁻¹ \cdot dech⁻¹.

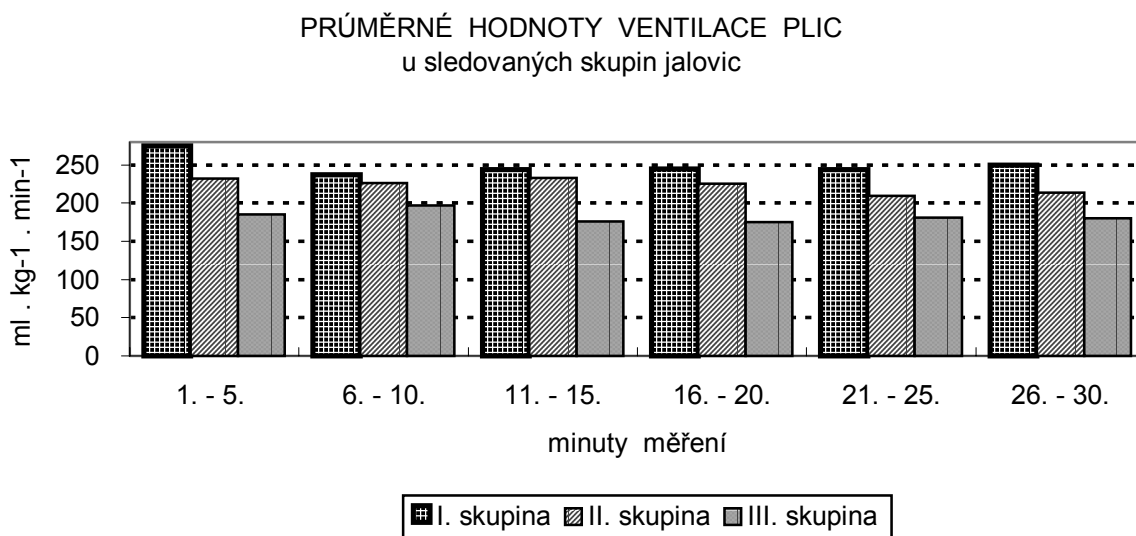
Graf 2. The average deep of breath at watching groups of heifers in the measuring time



Nárůst po rosení však nebyl statisticky průkazný. U II. skupiny HD stoupla v průběhu mlžení HD o $0,91 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dech}^{-1}$, ale již po skončení ochlazování došlo k poklesu HD a po 10. minutě se hodnoty vrátily na úroveň před ochlazováním. Hodnoty HD se při měření pohybovaly od 5,12 do 5,98 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dech}^{-1}$. U jalovic III. skupiny byly změny v HD po rosení nejvýraznější a statisticky průkazné ($P < 0.05$). V průběhu celého měření se hodnoty HD pohybovaly od 6,12 do 9,19 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dech}^{-1}$. Hodnoty HD po ochlazení zůstaly na úrovni vyšší než před rosením. Nejděší účinek mělo rosení na HD u jalovic nezadapovaných k vysokým TV a rovněž jalovice zadaptované k evaporačnímu ochlazování velmi dobře reagovaly na rosení dlouhodobým prohloubením dechu.

Ventilace plic - VP (graf 3)

Graf 3. The average pulmonary ventilation at watching groups of heifers in the measuring time

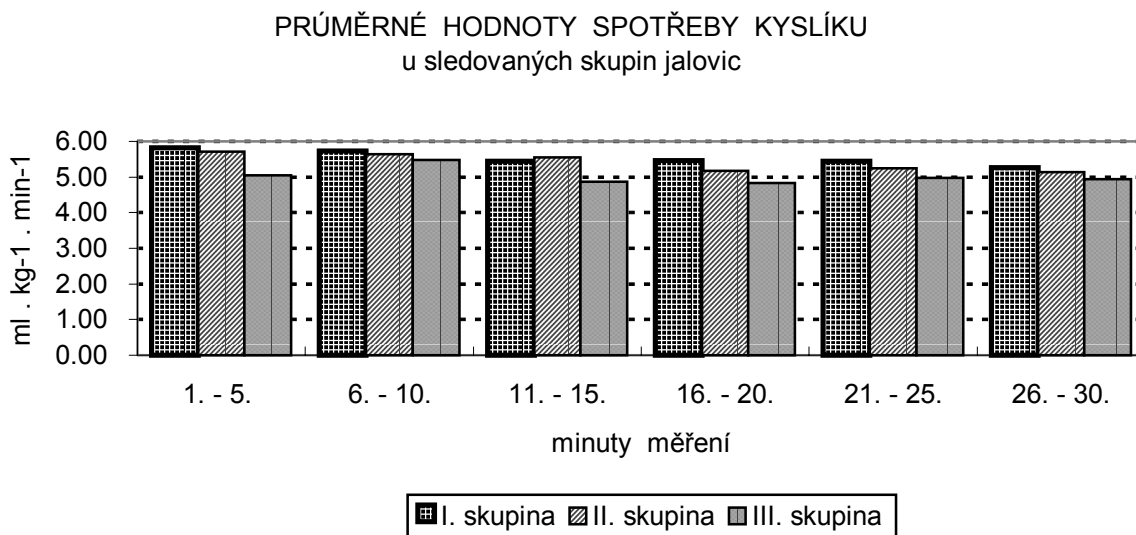


VP je sumarizační funkcí FD a HD. U I. a II. skupiny došlo po ochlazení k poklesu VP. U II. skupiny 1 min. po ochlazení poklesla VP o $30 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ a u I. skupiny, po nárůstu v průběhu ochlazování, nastal pokles po ochlazení až o $47 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, který byl statisticky průkazný ($P < 0.05$). Poté hodnoty VP pozvolna narůstaly, nižší VP než měly před rosením si však jalovice I. skupiny udržely až do konce měření. U II. skupiny byl zjištěn ještě po 16. minutě měření mírný pokles VP. U III. skupiny se v průběhu ochlazování VP prudce zvýšila o $61 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, ale ihned po rosení poklesla na původní úroveň a do konce měření poklesla i mírně pod ni. U I. skupiny se VP pohybovala od 228 do $288 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, u II. skupiny od 211 do 243, ale u III. skupiny pouze od 167 do $242 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Shodně s výsledky měření FD nejlépe reagovaly na rosení změnou VP jalovice zadaptované na pravidelné evaporační ochlazování. Nejmenší účinek mělo rosení na jalovice odchovávané v termoneutrální zóně (III. skupina).

Spotřeba kyslíku - SPO_2 (graf 4)

U I. skupiny dosáhla SPO_2 rozmezí od 4,84 do $6,15 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, pokles SPO_2 nastal již v průběhu rosení, ale zejména po skončení ochlazování. Celkový pokles do 5. min. po ochlazení činil $1,21 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Tento pokles byl statisticky průkazný ($P < 0.05$).

Graf 4. The average oxygen consumption at watching groups of heifers in the measuring time

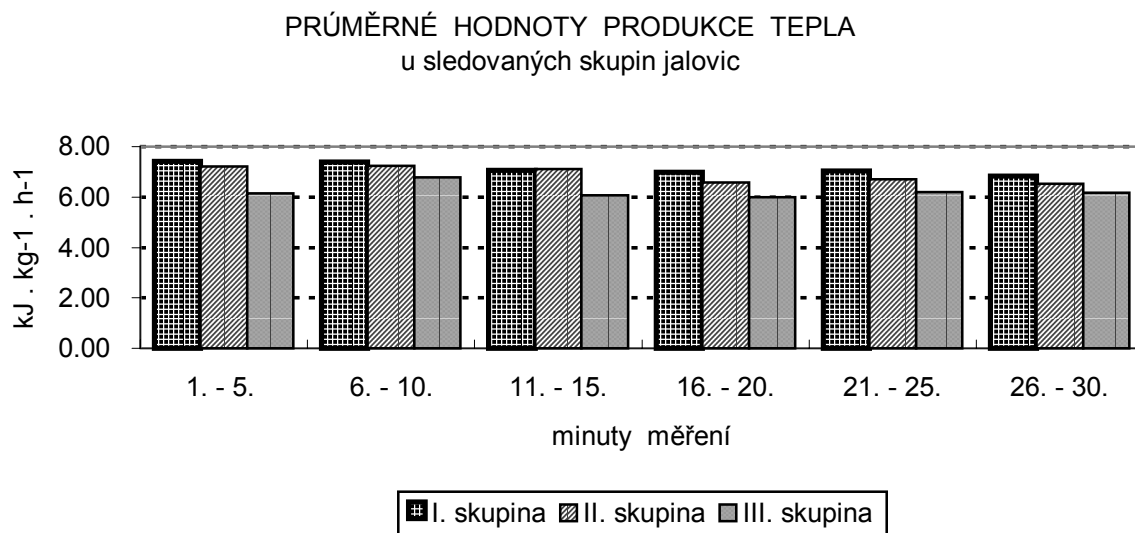


Poté nastal nárůst SPO_2 až na výchozí úroveň před rosením. K větším rozdílům došlo u jalovic II. skupiny, kde při ochlazování nastal nárůst SPO_2 o $0,34 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Po ochlazení SPO_2 poklesla o $0,74 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, ale hned po 2 min. nastal nárůst SPO_2 . Pravidelné krátké, ale nevýrazné změny SPO_2 následně přetrvávaly až do konce měření. U III. skupiny byly zaznamenány největší výkyvy v SPO_2 . Již před započítáním rosení byla SPO_2 u jalovic této skupiny nižší než u ostatních skupin, průměrně se hodnoty SPO_2 pohybovaly od 4,70 do $6,53 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. V průběhu rosení nastal nadměrný nárůst až o $1,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, ale do 4. minuty po ochlazení nastal stejně rychlý pokles až o $1,58 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Velmi nízké hodnoty SPO_2 se následně udržely až do konce měření. U jalovic nenavyklých na vysoké TV nastala po náhlé změně TV a RV výrazná stresová reakce se zapojením chemické termoregulace, která u jalovic přizpůsobených evaporač-

nímu ochlazování zaznamenána nebyla. U II. a III. skupiny byl pokles po ochlazení statisticky neprůkazný ($P < 0.05$).

Produkce tepla - PQ (graf 5)

Graf 5. The average heat production at watching groups of heifers in the measuring time



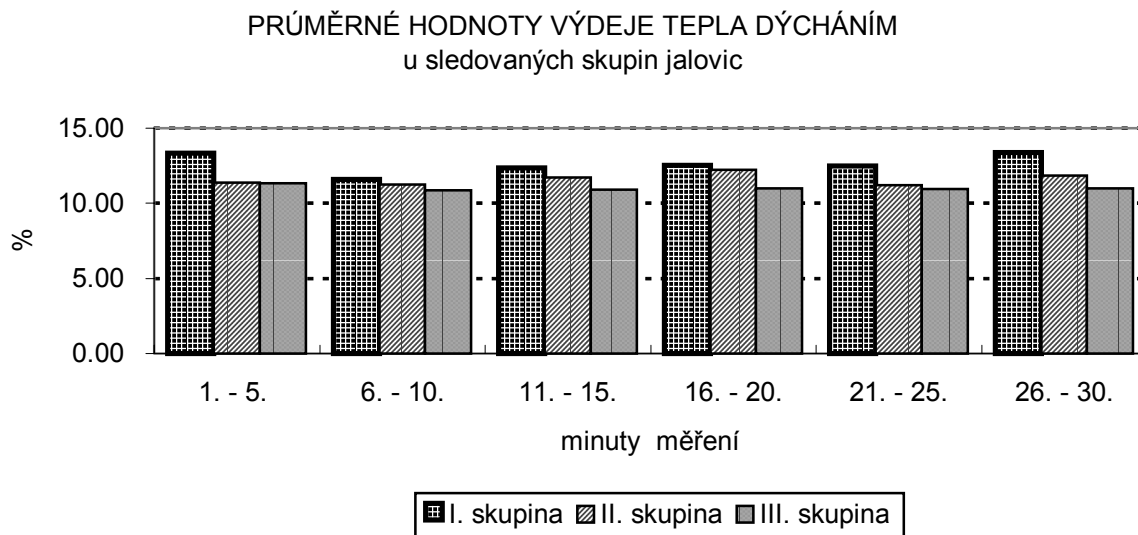
Průběh PQ je z důvodu odvození shodný s průběhem SPO_2 . Z grafu č. 5 je zřejmé, že pouze jalovice dlouhodobě přizpůsobené pravidelnému evapor. ochlazování při vysokých TV (I. skupina) snižují PQ již v průběhu ochlazování. PQ se u této skupiny pohybovala v rozmezí od 6,16 do 7,72 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$, pokles do 6 minut po ochlazení činil 1,51 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$. II. skupina reagovala na rosení zvýšenou PQ o 0,44 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$, kterou však opět po nárůstu TV ve stáji velmi rychle snížila. U jalovic přizpůsobených TV okolo 14°C (III. skupina) se hodnoty PQ pohybovaly od 5,74 do 8,08 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$. Po převedení do klimatizované stáje nastal výrazný pokles PQ. Při evaporačním ochlazování se jalovice velmi rychle přizpůsobily nižším TV vyšší PQ, kterou umožnila I. chemická termoregulace. Nárůst činil 1,99 $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{hod}^{-1}$. Po skončení ochlazování TV ve stáji opět vzrostla. Jalovice se této změně přizpůsobily poklesem PQ s využitím II. chemické termoregulace. Tyto náhlé změny vyvolaly u jalovic nezadaptovaných k evaporačnímu ochlazování a k vysokým TV tepelný stres.

Výdej tepla dýcháním - VQD (graf 6)

Zajímavé je sledování změn poměru VQD k celkové PQ v % (graf 6). Zatímco u I. skupiny se po ochlazení poměr snížil o 1,8% a výchozí hodnoty dosáhl až ke konci měření, u II. skupiny nastal pokles o 1,3% a opětný náhlý nárůst. Jalovice III. skupiny dosahovaly téměř stejného % poměru v průběhu celého měření, pokles po ochlazení činil 0,7%. Z těchto výsledků můžeme usuzovat, že efekt evaporačního ochlazování je nejvýznamnější u zvířat dlouhodobě adaptovaných k pravidelnému rosení, kde se evaporace podílí na odvodu přebytečného tepla z povrchu těla. Z výsledků rovněž vyplývá, že 1 minuta evaporačního ochlazování u I. skupiny jalovic kladně ovlivňovala výdej tepla z organismu po dobu následujících 20-25 minut po rosení. Tepelná energie, potřebná k ohřátí a odpaření vody z povrchu těla, snížila aktivní výdej tepla dýcháním. Po celkovém vyhodnocení pokusu lze konstatovat, že evaporační ochlazování je výhodné aplikovat pravidel-

ně v průběhu teplého letního období v mírném pásmu i u mladých zvířat dojných nebo kombinovaných plemen, neboť pozitivně stimuluje fyziologické funkce organismu a jeho zdravotní stav. To se následně projeví v celkové pohodě zvířat a v udržení, eventuelně ve zvýšení produkce. Důležité je zjištění, že 1 minuta rosení kladně ovlivňuje termoregulační funkce mladého skotu v průběhu následujících 20-25 minut.

Graf 6. The average values of heat flow by respiration watching groups in the measuring time in % from total heat production



ABSTRACT:

The aim of this experiment was to verify the effect of evaporative cooling procedure (ECP) at the temperatures above 25 °C on the organism of heifers reared in a three different temperature and humidity conditions of environment and to determinate how long one minute of ECP has a positive response of the termoregulation functions of heifers. Three groups were observed. First group was housed at the temperatures above 27 °C and had been accustomed to an ECP for the period of one month. Second group was kept under the same temperature conditions with no ECP. Third group temperature above 27 °C one hour before measurement. Changes of respiration rate and volume, oxygen consumption, production and flow of heat, pulmonary ventilation before, during and after ECP were measured in all the heifers. Heifers of I. group responded positively during and after ECP in all the observed respiratory functions and heat production. The ratio of the heat flow by respiration to the total heat flow decreased, the heat loss was mostly by passive flow through the mist particles. One minute of sprinkling positively affected thermoregulative functions of an organism for 20 - 25 minutes. At heifers reared at the high temperatures without ECP the response was positive - on the first sprinkling - in all observing functions just for a short period. Heifers long-term reared at the air temperatures about 14 °C and suddenly transferred to the environment with the temperatures above 27 °C reacted to ECP by the turning on a chemical thermoregulation.