

敞篷牛舍接力送风及饲料添加铬改善肉牛生产性能

蔡景义^{1,2}, 冯堂超³, 师筑俊^{1,2}, 廖阔遥^{1,2}, 易宗容⁴

(1. 四川农业大学动物营养研究所, 成都 611130; 2. 四川省牛低碳养殖与安全生产高校重点实验室, 成都 611130;
3. 四川宜宾市畜产品安全检测中心, 宜宾 644000; 4. 四川宜宾职业技术学院, 宜宾 644000)

摘要: 为了解肉牛舍安装接力送风和饲料中添加烟酸铬对肉牛生长性能、肉牛生理和牛舍环境的影响, 研究了南方夏季安装接力送风机和饲料添加铬对拴系敞篷饲养肉牛舍热环境及对肉牛日增质量的影响。试验采用双因素设计, 选取 36 头平均体质量为 392.8 kg 的西杂肉牛, 随机分成 4 个处理, 处理 1 组牛舍安装风机, 并在饲料中添加烟酸铬; 处理 2 安装风机, 饲料中不添加烟酸铬; 处理 3 组不安装风机, 但饲料中添加烟酸铬; 处理 4 (对照组) 不安装风机, 不添加烟酸铬。铬的添加量为 800 $\mu\text{g/kg}$, 进行为期 30 d 生长试验。试验分别测定了牛舍的环境指标、肉牛生理指标和肉牛日增质量, 并对经济效益进行了分析。结果如下: ①安装接力送风机牛舍 14:00 平均室温可降低 1.9℃ ($P<0.01$), 风速增加 5.6 倍 ($P<0.01$), 降低温湿指数 (temperature and humidity index, THI) 5.65% ($P<0.01$); ②饲料添加铬降低热应激肉牛呼吸频率 2.37 次/min ($P<0.01$), 降低直肠温度 0.18℃ ($P<0.01$), 安装风机降低呼吸频率 6.97 次/min ($P<0.01$), 安装风机和饲料添加铬对肉牛呼吸频率和直肠温度无交互作用。③ 处理 1 组肉牛平均日增质量比处理 2、处理 3 和对照组分别提高了 44.16% ($P<0.05$)、35.37% ($P<0.05$) 和 79.03% ($P<0.05$)。处理 2 组和处理 3 组比对照组平均日增质量提高了 24.19% ($P>0.05$) 和 32.26% ($P>0.05$)。处理 1 组比对照组增加毛利 8.72 元/(头·d)。表明南方夏季肉牛舍安装风机和饲料中添加铬 800 $\mu\text{g/kg}$ 均缓解了肉牛湿热应激, 提高了平均日增质量和经济效益, 二者结合使用效果较好。

关键词: 热应激; 降温; 风机; 肉牛; 牛舍; 铬

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.15.026

中图分类号: S823.9⁺2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2015)-15-0191-05

蔡景义, 冯堂超, 师筑俊, 廖阔遥, 易宗容. 敞篷牛舍接力送风及饲料添加铬改善肉牛生产性能[J]. 农业工程学报, 2015, 31(15): 191—195. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.15.026 <http://www.tcsae.org>
Cai Jingyi, Feng Tangchao, Shi Zhujun, Liao Kuoyao, Yi Zongrong. Fanning in open-topped cowshed and chromium added to diet improving growth performance of heat-stressed beef cattle[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(15): 191—195. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.15.026 <http://www.tcsae.org>

0 引言

中国南方地区夏季湿度大、温度高, 湿热应激已成为影响动物健康和生产性能的普遍性问题。有关热应激对动物的影响研究主要集中在肉蛋鸡^[1-3]和奶牛^[4-6]上, 研究发现热应激降低动物采食量, 降低动物生产性能, 而热应激在肉牛上的研究较少。缓解肉牛湿热应激的措施包括选育耐热品种、改善牛舍环境条件、营养调控等。目前, 采用牛舍遮阴、安装风机、喷雾系统降温, 肉牛日粮中添加脂肪酸、铬制剂、中草药等添加剂是缓解湿热应激有效措施。郭立永等^[7]研究发现夏季采用喷雾冷风机对敞棚式牛舍进行降温通风, 缓解了高温对肉牛造成的热应激, 提高了肉牛日增质量, 增加了饲养肉牛的经济效益。孙凯佳等^[8]在热应激肉牛日粮中每头添加烟酸铬 33 mg/d, 显著提高了肉牛平均日增质量。关于结合牛舍接力风机降温和肉牛饲料添加铬对缓解肉牛热应激的研

究还未见报道。本试验从环境控制和饲料添加剂的角度, 研究肉牛舍安装接力送风和饲料中添加烟酸铬对肉牛生长性能、肉牛生理和牛舍环境的影响, 以期缓解南方地区夏季高温高湿条件下肉牛的湿热应激提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物和试验牛舍

试验在四川宜宾屏山县高欣肉牛养殖农民专业合作社肉牛养殖场进行, 时间为 2014 年 7 月 17 日—2014 年 8 月 15 日, 为期 30 d。从肉牛场选择 36 头年龄、体质量相近 (平均体质量 392.8 kg), 来源地、性别相同、生长状况良好的西杂肉牛, 随机分为 4 组, 每组 9 头, 4 组牛随机分配到 4 个处理。

采用两因子试验设计, 分 4 个处理, 分别为处理 1 采用接力送风进行降温, 并在饲料中添加烟酸铬处理; 处理 2 采用接力送风进行降温, 饲料中不添加烟酸铬; 处理 3 不采用接力送风系统, 但饲料中添加烟酸铬; 处理 4 (对照) 为自然状态, 不采用降温, 也不添加烟酸铬处理。

肉牛分别饲养在环境条件相似的 2 栋双列敞篷式牛舍, 拴系式饲养。处理 1 和处理 2 饲养于 1 栋 (处理舍),

收稿日期: 2015-05-15 修订日期: 2015-07-14

基金项目: 农业部公益性行业科研专项 (201303145)

作者简介: 蔡景义, 男, 土家族, 重庆酉阳人, 副研究员, 博士, 硕士生导师, 研究方向为饲料高效利用。成都 四川农业大学动物营养研究所, 611130。Email: jycai2004@aliyun.com

处理 3 组和对照组饲养于 1 栋（对照舍）。牛舍长度约 60 m，跨度 10 m，檐高 3.8 m，顶棚采用彩钢瓦。试验 1 组和试验 2 组牛舍安装接力送风系统，每间隔 6 m 安装 1 台风机，接力送风机采用 RNF-1000（1 100 mm×1 100 mm×500 mm），功率 400 W，转速 80 r/min，通风量 19 800 m³/h，安装高度为距地面 2 900 mm，风机与地面夹角为 70°，风机吹风位置为牛的颈部和背部。每天 13:00~17:30 对试验组牛舍进行接力送风降温。根据孙凯佳等^[8]和覃智斌^[9]研究结果，结合本试验肉牛精料饲喂量，确定肉牛精料中铬的添加量为 800 μg/kg。

试验阶段肉牛日粮精粗比约为 20:80，精饲料组成为玉米 35%，麦麸 44.8%，豆粕 5%，菜籽粕 10%，石粉 1.5%，食盐 1.2%，碳酸氢钠 1.5%，复合预混料 1%。粗料组成为白酒糟和青草。每日 08:00 和 16:00 人工定量饲喂，自由饮水，人工清粪。

1.2 测定指标及方法

1.2.1 牛舍环境指标

牛舍环境指标包括舍内外温度、湿度、温湿度指数和风速。在试验舍和对照舍两侧牛床上方离地面 1.8 m 高处悬挂温度计和干湿温度计，每栋牛舍设置 6 个测定点。牛舍外距地面 1.8 m 高处悬挂温度计和干湿温度计，设置 3 个测定点。每天 08:00、14:00、20:00 采用温湿度计记录温度、湿度，并根据公式计算温湿度指数（temperature humidity index, THI）： $THI=0.72(T_d+T_w)+40.6$ ，式中， T_d 为湿球温度，℃； T_w 为干球温度，℃。风速采用 TES1340 型电子微风仪记录距离风机 2 m，距离地面高 1.5 m 地方的风速。

1.2.2 生理指标

肉牛生理指标包括直肠温度和呼吸频率。每天 14:00 采用兽用玻璃体温计测定直肠温度，采用人工秒表连续 3 min 计数肉牛侧腹起伏次数记录为呼吸频率。

1.2.3 生产性能和经济效益

生产性能和经济效益包括增质量、日增质量和每天每头毛盈利。试验开始和结束采用地磅称肉牛空腹体质量，计算试验期内肉牛的增质量和平均日增质量。记录试验期总耗电量，计算所需电费。根据肉牛增质量盈利和饲料消耗费用及额外增加的电费计算肉牛每头每天毛盈利。

1.3 数据分析

采用 SPSS19.0 软件对牛舍环境指标采用单因素方差分析，对肉牛生理指标和生产性能指标采用两因素方差分析，差异显著者采用 Duncan 法进行多重比较，以 $P<0.05$ 为差异显著， $P<0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 接力送风降温和饲粮添加铬对牛舍环境的影响

由表 1 可见，从 14:00—20:00 平均温度均超过 28℃，在 14:00，处理舍极显著低于对照舍和舍外（ $P<0.01$ ）。相对湿度：牛舍内外在 08:00、14:00、20:00 无显著差异，但 08:00 和 20:00 相对湿度超过 81%。风速：处理舍极显著高于对照舍和舍外，分别是其 6.57 倍（ $P<0.01$ ）和 5.33 倍（ $P<0.01$ ）。THI：在各时刻点均大于 77，在 14:00，处理舍 THI 极显著低于对照舍（ $P<0.01$ ），对照舍极显著低于舍外（ $P<0.01$ ），表明接力送风显著改善了牛舍湿热应激环境。

表 1 肉牛舍内外不同时刻的环境指标

Table 1 Environmental indices of inner and outside beeflot barn at different times

项目 Items	测定时间点 Time point	温度 Temperature/℃	相对湿度 Relative humidity/%	温湿度指数 Temperature humidity index THI	风速 Velocity/(m·s ⁻¹)
处理舍 Treatment	08:00	25.78±1.74	87.91±3.67	77.25±2.28	-
对照舍 Control	08:00	26.15±1.57	88.78±4.33	77.59±2.21	-
舍外 Outside cowshed	08:00	25.95±1.76	88.85±3.17	77.40±2.34	-
处理舍 Treatment	14:00	32.92±3.10Aa	56.71±12.85	81.50±2.46A	3.09±1.22A
对照舍 Control	14:00	34.78±2.37Bb	58.57±13.33	83.61±2.83B	0.47±0.37B
舍外 Outside cowshed	14:00	36.29±2.46Bc	53.62±13.59	85.61±3.60C	0.58±0.70B
处理舍 Treatment	20:00	28.32±1.94	83.07±6.86	79.66±2.53	-
对照舍 Control	20:00	28.58±1.77	82.47±12.30	80.65±2.33	-
舍外 Outside cowshed	20:00	28.83±2.06	81.27±7.16	80.77±2.70	-

注：相同测定时间点同列数据后标不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ），标不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ）。

Note: Different capital letters after data in the column mean extremely significant difference ($P<0.01$) at the same measurement time points; different small letters after data in the column mean significant difference ($P<0.05$) at the same measurement time points.

2.2 接力送风降温和饲粮添加铬对肉牛生理指标的影响

由表 2 可见，安装风机和饲粮添加铬对肉牛呼吸频率都有显著影响（ $P<0.05$ ），饲粮添加铬对肉牛直肠温度有极显著影响（ $P<0.01$ ），安装风机和饲粮添加铬对肉牛呼吸频率和直肠温度无交互作用。安装风机比不安装风机肉牛呼吸频率降低 6.97 次/min（ $P<0.01$ ）；饲粮添加铬比不添加铬呼吸频率降低 2.37 次/min（ $P<0.01$ ），直肠温度降低 0.18℃（ $P<0.01$ ）。

2.3 接力送风降温和饲粮添加铬对肉牛生产性能的影响

由表 3 可见，肉牛处理前初始体质量差异不显著，经过 30 d 热应激、接力送风和饲粮添加铬处理，肉牛增质量和日增质量差异显著。牛舍安装风机和饲粮添加铬均显著提高肉牛增质量和日增质量（ $P<0.01$ ），但牛舍安装风机和饲粮添加铬无交互效应。从多重比较结果看，处理 1 平均日增质量显著高于处理 2、处理 3 和对照，平均日增质量分别提高了 44.16%（ $P<0.05$ ）、35.37%（ $P<0.05$ ）和 79.03%

($P<0.05$)。处理 2 和处理 3 比对照平均日增质量提高了 24.19% ($P>0.05$) 和 32.26% ($P>0.05$)。

表 2 不同处理肉牛呼吸频率和直肠温度

Table 2 Respiratory rate and rectal temperature of beef cattle in different treatment groups

项目 Items	处理 Treatments	呼吸频率 Respiration rate/(次·min ⁻¹)	直肠温度 Rectal temperature/°C
风机 Fans	处理 1	46.30a	38.72
	处理 2	50.48b	38.82
无风机 No fans	处理 3	55.05c	38.55
	对照 Control	55.61c	38.80
平均标准误 SEM		±0.72	±0.039
P 值 P value	风机 Fans	<0.001	0.106
	Cr chromium	0.021	0.002
	风机×Cr		
	Fans×chromium	0.076	0.186

注：处理1为安装风机日粮加铬，处理2为安装风机日粮不加铬，处理3为不安装风机日粮加铬，对照组为不安装风机日粮不加铬。同列数据后标不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下同。

Note: In treatment 1, fans were installed and chromium nicotinate was added to beef cattle dietary. In treatment 2, fans were only assembled. In treatment 3, chromium nicotinate was only added to dietary. In the control, beef cattle were raised in barn without fan and without chromium nicotinate in dietary. Different small letters after data in the column mean significant difference($P<0.05$). The same as below.

表 3 不同处理单头肉牛增质量和日增质量

Table 3 Average daily weight gain of single beef cattle in different treatment groups

项目 Items	处理 Treatments	初始体 质量 Initial body weight/kg	最终体 质量 Final body weight/kg	增质量 Weight gain/kg	日增 质量 Daily weight gain/ (kg·d ⁻¹)
风机 Fans	处理 1 Treatment 1	391.44	424.78	33.33a	1.11a
	处理 2 Treatment 2	401.89	425.22	23.33b	0.77b
无风机 No Fans	处理 3 Treatment 3	392.11	410.22	24.33b	0.82b
	对照 Control	385.89	410.89	18.78b	0.62b
平均标准误 SEM		±4.69	±5.19	±1.67	±0.055
P 值 P value	风机 Fans	0.256	0.058	0.007	0.007
	Cr Chromium	0.218	0.940	0.002	0.001
	风机×Cr				
	Fans×Chromium	0.752	0.988	0.352	0.364

2.4 接力送风降温 and 饲料添加铬对经济效益的影响

根据肉牛采食量、日增质量、耗电量计算每头肉牛每天毛盈利，结果见表 4。

表 4 不同处理单头肉牛生产经济效益

Table 4 Economic profit of single beef cattle in different treatment groups

处理 Treatments	平均日增体 质量收入 Average daily gain income/ (元·头 ⁻¹ ·d ⁻¹)	平均日粮 消耗支出 Output of feed/ (元·头 ⁻¹ ·d ⁻¹)	电耗		毛盈利 Gross profit perheat per day/ (元·头 ⁻¹ ·d ⁻¹)
			日耗电量 Electricity consumption/ (kWh·头 ⁻¹ ·d ⁻¹)	日耗电支出 Amount/ (元·头 ⁻¹ ·d ⁻¹)	
处理 1 Treatment 1	19.98	11.65	0.36	0.36	7.97
处理 2 Treatment 2	13.86	11.91	0.36	0.36	1.59
处理 3 Treatment 3	14.76	11.65	0	0	3.11
对照 Control	11.16	11.91	0	0	-0.75

注：按肉牛价格18.00元/kg；电价1.00元/(kWh)计算。

Note: Price of beef cattle per kg is 18 yuan; Price of electricity is 1 yuan/(kWh).

精料日平均采食处理 1 和处理 3 均为 3.95 kg，处理 2 和对照组均为 4.06 kg；白酒糟日平均采食处理 1 和处理 3 均为 6.59 kg，处理 2 和对照均为 6.77 kg；青草日平均采食处理 1 和处理 3 均为 7.89 kg，处理 2 和对照均为 8.10 kg。精料价格不加铬日粮为 2.2 元/kg，加铬日粮为 2.215 元/kg。白酒糟价格按 0.26 元/kg，青草价格按 0.15 元/kg 计算。接力送风机功率 400 W。从表 4 可以看出，毛盈利处理处理 1 组最优，分别是处理 2 组和处理 3 组的 5.01 倍和 2.56 倍，对照组亏本 0.77 元/(头·d)。可见，接力送风降温 and 饲料添加铬能大幅度提高肉牛饲养的经济效益。

3 讨 论

3.1 接力送风降温对牛舍环境的影响

肉牛舍温度和湿度是影响肉牛生长的重要因素，高温高湿会造成肉牛湿热应激，根据温湿度计算的 THI 是衡量热应激的常用指标。一般认为，牛舍 THI<72 时，表示未遭受热应激；72≤THI≤79 时为轻度热应激；79<THI≤88 时中度热应激；THI>88 时为高度热应激^[6]。本研究发现，南方夏季牛舍 08:00—20:00 THI>77，14:00 THI>82，表明肉牛均处于轻度或中度热应激状态。牛舍安装接力送风机提高了牛舍风速达 5.6 倍，显著降低了牛舍温度和 THI，改善了产生热应激的环境条件。郭立永等^[7]研究也发现喷雾冷风机降低了敞棚式牛舍温度和 THI，缓解了肉牛热应激，与本结果一致。

3.2 接力送风降温 and 饲料添加铬对肉牛生理指标的影响

呼吸频率和直肠温度是衡量肉牛生理状况的重要指标，可以反映肉牛遭受热应激的程度。夏季当牛舍温度随舍外环境温度升高，超过最适温度区，肉牛会通过提高呼吸频率散热。虽然肉牛是恒温哺乳动物，但由于热应激的影响，肉牛的直肠温度也会上升^[10]。本研究发现，牛舍接力送风和饲料添加铬显著降低肉牛呼吸频率，接力送风对肉牛直肠温度无显著影响，而饲料添加铬显著降低肉牛直肠温度。本研究接力送风降低呼吸频率效果与 Berman 等^[11]和孙凯佳等^[8]的结果一致。孙凯佳等^[8]也发现吹风对肉牛直肠温度无影响。在饲料中添加铬制剂对肉牛生理影响方面研究结果有一定差异。覃智斌等^[9]在饲料添加酵母铬和烟酸铬均极显著降低热应激期肉牛的呼吸频率、直肠温度，李新建等^[12]在奶牛上应用铬制剂也得到一致结论。但孙凯佳等^[13]发现烟酸铬提高了肉牛呼吸频率，对直肠温度无影响。究其结果不一致原因，可能与肉牛热应激状态、铬来源和添加量、日粮类型和肉牛采食量等不同有关。

3.3 接力送风降温 and 饲料添加铬对肉牛生长和经济效益的影响

南方夏季高湿高热，易造成动物严重湿热应激。报道表明，热应激使肉牛干物质采食量下降，生长性能降低^[14-15]。寻求减少肉牛湿热应激的措施是提高增质量的重要手段。本研究结合环境控制和饲料营养研究了可行性，结果表明，牛舍安装风机和饲料添加铬均显著提高热应激状态下肉牛增质量，二者结合使用效果最好，可提高日增质量 79.03%，增加毛利 8.72 元/(头·d)。结合本研

究的环境状态、肉牛生理指标可反映出肉牛生长性能提高是与牛舍安装风机和饲料添加铬缓解湿热应激直接相关,一方面接力送风从外部改善肉牛生活环境,另一方面饲料添加铬从提高物质代谢,特别是葡萄糖代谢来缓解湿热应激。贾亚伟等^[16]、覃智斌等^[9]研究发现饲料添加铬可提高肉牛采食量和日增质量,孙凯佳等^[8]、郭立永等^[7]发现安装风机改善了肉牛日增质量。本试验进一步证实结合安装风机和饲料添加铬对热应激肉牛有更好的效果。

4 结 论

1) 南方夏季高温,牛舍安装接力送风机显著降低了温室环境,可有效降低 14:00 平均室温 1.9℃,降低 THI 5.65% ($P<0.01$)。

2) 安装风机和饲料添加铬均有效缓解肉牛热应激。饲料添加铬极显著降低热应激肉牛呼吸频率达 2.37 次/min ($P<0.01$),降低直肠温度 0.18℃ ($P<0.01$),安装风机极显著降低呼吸频率 6.97 次/min ($P<0.01$),但安装风机和饲料添加铬对肉牛呼吸频率和直肠温度无交互作用。

3) 牛舍安装风机和饲料中添加铬均提高了肉牛平均日增质量和经济效益,二者结合使用效果较好。二者结合使用提高肉牛平均日增质量 0.49 kg,增加毛利 8.72 元/(头·d)。

【参 考 文 献】

- [1] Zhang Z Y, Jia G Q, Zuo J J, et al. Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat[J]. *Poultry Science*, 2012, 91(11): 2931—2937.
- [2] Quinteiro-Filho W M, Ribeiro A, Ferraz-de-Paula V, et al. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens[J]. *Poultry Science*, 2010, 89(9): 1905—1914.
- [3] Mignon-Grasteau S, Moreri U, Narcy A, et al. Robustness to chronic heat stress in laying hens: A meta-analysis[J]. *Poultry Science*, 2015, 94(4): 586—600.
- [4] Wolfenson D, Thatcher W W, Badinga L, et al. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle[J]. *Biology of Reproduction*, 1995, 52(5): 1106—1113.
- [5] West J W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle[J]. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86(6): 2131—2144.
- [6] Berman. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows[J]. *Journal of Animal Science*, 2005, 83(6): 1377—1384.
- [7] 郭立永, 刘继军, 王美芝, 等. 喷雾冷风机降温对肉牛舍热环境指标及肉牛增重的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2009, 45(23): 64—67.
Guo Liyong, Liu Jijun, Wang Meizhi, et al. Effects of cooling by spray cooling fan on thermal environment index and weight gain of beef cattle[J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2009, 45(23): 64—67. (in Chinese with English abstract)
- [8] 孙凯佳, 高腾云, 潘军, 等. 喷淋与吹风对热应激肉牛生产性能及生理指标的影响[J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2011, 39(11): 59—70.
Sun Kaijia, Gao Tengyun, Pan Jun, et al. Effects of sprinkling and fanning on growth performance and physiological indices of heat-stressed beef cattle[J]. *Journal of Northwest A and F University: Nat Sci Ed*, 2011, 39(11): 59—70. (in Chinese with English abstract)
- [9] 覃智斌. 铬制剂对夏季肉牛生产性能及生理生化指标的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
Qin Zhibing. Influence of the Chromium on Performance, Physiological and Biochemical Indicators of Beef Cattle in Summer[D]. Chongqing: Southwestern University, 2008. (in Chinese with English abstract)
- [10] Brown-Brandl T M, Eigenberg R A, Hahn G L, et al. Analysis of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves[J]. *International Journal of Biometeorol*, 2005, 49(5): 285—296.
- [11] Berman A. Increasing heat stress relief produced by coupled coat wetting and forced ventilation[J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91(12): 4571—4578.
- [12] 李新建, 高腾云, 常智留, 等. 烟酸和烟酸铬对热应激奶牛产奶性能和血液激素水平的影响[J]. *华中农业大学学报*, 2006, 25(4): 411—415.
Li Xinjian, Gao Tengyun, Chang Zhiliu, et al. Effects of niacin and chromium nicotinate on dairy performance and serum hormone levels of heat-stressed dairy cows[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2006, 25(4): 411—415. (in Chinese with English abstract)
- [13] 孙凯佳, 高腾云, 廉红霞, 等. 烟酸铬与氯化钾对热应激肉牛生理及生产性能的影响[J]. *江苏农业学报*, 2011, 27(3): 550—555.
Sun Kaijia, Gao Tengyun, Lian Hongxia, et al. Effects of chromium nicotinate and potassium chloride on physiological and growth performance of heat-stressed beef cattle[J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2011, 27(3): 550—555. (in Chinese with English abstract)
- [14] Mader T L. Environmental stress in confined beef cattle[J]. *Journal of Animal Science*, 2003, 81(Suppl): 110—119.
- [15] O'Brien M D, Rhoads R P, Sanders S R, et al. Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle[J]. *Domestic Animal Endocrinology*, 2010, 38(2): 86—94.
- [16] 贾亚伟, 董国忠, 王芳, 等. 甜菜碱和酵母铬对高温环境中肉牛生产性能的影响[J]. *中国饲料*, 2011(14): 26—28.
Jia Yawei, Dong Guozhong, Wang Fang, et al. Effect of betaine and chromium yeast on production performance of beef cattle in the high temperature environment[J]. *China Feed*, 2011(14): 26—28. (in Chinese with English abstract)

Fanning in open-topped cowshed and chromium added to diet improving growth performance of heat-stressed beef cattle

Cai Jingyi^{1,2}, Feng Tangchao³, Shi Zhujun^{1,2}, Liao Kuoyao^{1,2}, Yi Zongrong⁴

(1. Animal Nutrition Institute, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;

2. Key Laboratory of University in Cattle Breeding and Low Carbon Production Safety in Sichuan Province, Chengdu 611130, China;

3. Livestock Product Safety Testing Center in Yibin City in Sichuan Province, Yibin 644000, China;

4. Yibin Vocational and Technical College, Yibin 644000, China)

Abstract: There are high moisture and temperature in summer in the Southern China, and moisture and hot stress impact the feed intake of livestock, further impact the production properties of cattle. Many measurements such as overshadowing on top of the barn, fanning, and spraying cooling, additive in diet etc, were used to relief the hot stress of livestock. To improving the production properties of cattle, fanning in open-topped cowshed combining with chromium added to diet were investigation. A 2×2 factorial trial was conducted to determine the effects of fanning and chromium added to diet on thermal environment, physiological indexes and growth performance of beef cattle in summer in the Southern China. Thirty-six Simmental crossbred beef cattle (average body weight 392.8 kg) were chosen and randomly divided into 4 groups, and were raised in open feedlot barn for 30 days. In treatment 1 (T1), fans were installed and chromium nicotinate was added to beef cattle diet; In treatment 2 (T2), fans were only assembled; In treatment 3 (T3), chromium nicotinate was added to diet; In the control treatment (T4), the beef cattle were raised in feedlot barn without fans and without chromium nicotinate in diet. The dosage of chromium was $800 \mu\text{g/kg}$. The indexes such as environmental factors, temperature-humidity index, rectal temperature, respiration rate, average daily gain and economic benefits were collected. The results showed as following: 1) Compared with the control barn without fan, average room temperature was lower by 1.9°C ($P < 0.01$), wind speed was increased by 5.6 times ($P < 0.01$), THI reduce by 5.65% ($P < 0.01$) in 14:00 in treatment barn with fan. 2) For the cattle suffered from the heat stress, the respiration rate was reduced by 2.37 times ($P < 0.01$), and rectal temperature were reduced by 0.18°C ($P < 0.01$) by chromium supplementation, and the respiration rate was reduced by 6.97 times ($P < 0.01$) by fanning. No interaction effects on respiration rate and rectal temperature was obtained between chromium supplementation and fanning. 2) The average daily gain of beef cattle in T1 were increased by 44.16% ($P < 0.05$), 35.37% ($P < 0.05$) and 79.03% ($P < 0.05$) than that in T2, T3, and T4, respectively. Gross profit in rearing beef cattle in T1 was increased by 8.72 yuan per head per day than that in T4. In conclusion, both cooling by fans in feedlot barn and chromium supplementation relieved the heat stress of beef cattle, and the average daily weight gain was improved, and finally the economic benefits was increased. However, the combination use of the two measures leads to better results.

Key words: heat resistance; cooling; fans; beef cattle; beeflot barn; chromium