

牛舍饲养环境温度控制系统的研制及应用*

关伟¹, 李喜武², 孙宏宇², 张洪江², 杨连玉³, 刘庆福^{2**}

1. 广东农工商职业技术学院, 广州 510507; 2. 吉林农业大学工程技术学院, 长春 130118;
3. 吉林农业大学动物科学技术学院, 长春 130118

摘要: 基于 AT24C16 单片机嵌入式温度检测控制系统中关键部分的软件设计, 采用通用的单片机 C 语言编写, 主要包括嵌入式系统的初始化和检测程序。温度控制采用偏差控制法, 其原理是先求出实测温度与所需温度的偏差值, 再获得偏差值处理控制信号, 以调节温度控制装置的加热功率, 实现其对牛舍温度的控制。试验结果表明: 7~9 月份牛舍有无温度控制系统控制温度, 肉牛的采食量与日增重差异显著。

关键词: 牛舍; 饲养环境; 温度控制系统

中图分类号: S818.5

文献标识码: A

文章编号: 1000-5684(2011)

DOI: CNKI:22-1100/S.20110608.1535.001

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/22.1100.S.20110608.1535.001.html>

Experiment Research on Rearing and Environment Control System of Cattle Pen

GUAN Wei¹, LI Xi-wu², SUN Hong-yu², ZHANG Hong-jiang², YANG Lian-yu³, LIU Qing-fu²

1. Guangdong AIB Polytechnic College, Guangzhou 510507, China; 2. College of Engineering Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 3. College of Animal Science and Technology, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Abstract: This study is mainly aimed at the software design of the key parts in the temperature detection control system based on AT24C16 single-chip computer embedded system. The design, which mainly includes embedded system initialization and its detecting program, is written in general purpose C-language of single-chip computer. Temperature control uses the method of deviation control. The principle of deviation control is first to evaluate the deviation value of practical temperature and needed temperature, and then to process the deviation value in order to obtain the control signal which will be used to regulate the heating power of temperature regulation equipment. As a result, the temperature of cattle pen is realized. The results of this experiment show that whether there is temperature control system in July, August and September or not, the intake of beef cattle and the daily gain are significantly different.

Key words: cattle pen; rearing environment; temperature control system

设施养殖业是指在农业生产上通过改善自然环境的办法来获得畜禽最适宜生长条件的养殖业, 即用人工控制环境因素来满足动物最佳生长条件从而获得最大的经济效益。设施养殖业具有高投入、高品质、高产量和高效益等特点, 是现代养殖业发展史上的一次革命, 是由传统养殖业向现代化集约型养殖业转变的有效方式, 也是实现养殖业现代化的必由之路。

随着人口的增长, 需求的不断增加, 与此同时资源的不断减少, 自然环境的不断恶化, 发展设施养殖业有着巨大的经济意义和社会意义。发展设施养殖业对农业经济的发展有巨大的推动作用。为此, 本课题组设计了牛舍饲养环境温度控制系统(通风机), 并在吉林省内进行了试验研究, 现将结果报道如下。

* 基金项目: 吉林省教育厅十一五科技规划项目(2000612)

作者简介: 关伟, 男, 硕士, 副教授, 研究方向: 农业机械。

收稿日期: 2010-07-06

网络出版时间: 2011-06-08 15:35

** 通讯作者

1 牛舍温度控制模块

本系统通过单片机AT24C16 及其各种接口电路来实现温度的检测。其工作原理是电容式温度传感器的电容值随着温度的变化而线性地变化,通过信号检测和转换电路将变化的电容转换成与之对应的变化电压,再由A/D转换器把模拟电压信号转换为数字信号并送入到单片机中,单片机对采集到的信号进行滤波处理并通过查表得到实际测量的温度值,之后通过单片机的各外部接口电路显示该温度值,或通过其与上位机的接口把此值送入到上位机进行保存和打印等操作^[1-3]。

温度检测系统是一个智能化的系统,系统的软件所完成的功能主要包括① 采样:单片机AT24C16 能够控制PCF8563 正常工作采样的程序。② 显示:单片机AT24C16 把采样来的数据。经过滤波、二—十进制转换并以十进制 4 位精度显示的程序。③ 通信:单片机AT24C16 能够把显示的数据通过串行通信口传送到管理级的上位IBM-PC机,然后上位机把接收的数据进行处理^[4-9]。主程序流程图见图 1。



图 1 主程序流程图

Fig. 1. Main program diagram

2 温度控制系统的应用试验结果

为了验证该温度控制系统在生产条件下的使用效果,结合现有试验条件,于 2007 年 7 月 15 日至 8 月 10 日,应用本系统在长春皓月集团、榆树市五棵镇、梨树县郭家镇鑫弘牧业合作社、东辽县优质肉牛示范基地、吉林农业大学奶牛场等养牛场所进行了应用和试验研究。本试验分半开放式的有温度控制系

统的牛舍(A)和开放式的普通牛舍(B)两组进行试验。试验期间舍外环境温度平均达 27.5℃时, A、B 舍内温度分别为 25.5℃和 26.7℃,重点观测了不同环境下牛舍温度的差异、肉牛在不同温度条件下体质量的变化以及肉牛的进食情况。

2.1 温度控制系统(通风机)的降温效果

通风机每间隔 15 min 开启 5 min,测定时间为每次开启 5 min 后,测定点为牛舍内过道上两通风机等距一点。通风机未开启时舍外温度为 29.4℃,舍内比舍外低 1℃,开启 5 min 后舍内比舍外低 3.2℃,并且温差有逐渐升高趋势。当外界环境温度达到 31.8℃时,温差也达到最高值 5.2℃,平均为 4.1℃。

试验期间 A、B 牛舍内外环境温度变化明显。2007 年 7~8 月期间环境温度持续高,8:00~15:00 时舍外气温高于舍内,在 15:00 时舍外气温为 31.5℃,A 舍内气温为 29.5℃,B 舍内为 29.7℃,舍外环境温度比 A 舍内高 2℃,比 B 舍内高 1.8℃;到 22:00 时 A 舍内温度比舍外温度高 0.4℃,B 舍内、外温度基本平衡。8:00 时和 22:00 时,A 舍内温度均比舍外高。可见,温度控制系统对牛舍内的温度起到了调节作用。

2.2 牛舍内温度控制系统对肉牛体质量的影响

环境温度在环境因素中最重要,也是导致热应激的最重要因素,鼓膜温度与环境温度呈正相关。随着环境温度升高,肉牛体温升高,干物质采食量(DMI)下降,高温持续,DMI 下降幅度增加。环境温度对体温有一个滞后作用,而体温对采食量也有一个滞后作用,室内温度升高后一段时间,鼓膜温度(或瘤胃内环境)才开始下降,然后采食量下降。气温升高,肉牛体温与环境温差减少,辐射、传导和对流 3 种显热散热途径作用减弱,主要靠出汗和热性呼吸 2 种蒸发方式来散热,体内热量散发困难,不能及时把多余的热量散发,体温升高。肉牛的舒适温度(Comfort zone)为 5~25℃,当温度 > 26℃,肉牛便处于热应激,在热应激程度不是很严重的情况下,肉牛可以通过热量平衡机制来调节体温使其在正常温度范围内变化(±1℃)。环境温度升高,采食量下降是导致体质量下降的最主要原因。环境温度调控很大程度上减轻了炎热给肉牛造成的不利影响。环境温度因测量简单、准确而被采用,但是由于参考因素单一,不能全面反应环境变化,特别高温高湿地区,即使相同温度情况下,湿度不同,环境对肉牛影响程度也不同。

试验结果表明,在 7~8 月期间,肉牛的体质量增长缓慢,有的个体甚至出现负增长。其原因在于肉牛在夏季时其消化功能下降,原因主要是鼓膜温度(或瘤胃内环境)发生变化,因此其采食量减少,且在温度高的时候,肉牛增重受到极大限制。因此,一方面

我们要提高肉牛的采食量,另一方面还要保证肉牛在体质量上有所增长,这样才会避免由于温度的原因造成肉牛光吃不长的情况发生。因此,采用温度控制系统可以有效地解决上述问题(表 1,其中 I.无降温设施舍中牛日均进食量;II.有降温设施舍中牛日均进食量;III.无降温设施舍中牛体质量日均增量;IV.有降温设备舍中牛体质量日均增量。2007年7月15日至8月10日测定15头牛)。

当地饲养统计资料显示:3~9月牛每日增重1.1~1.5 kg。在2007年7月15日至8月10日试验期间,在无控温设施牛舍中(6号牛)的体质量呈负增长,而在有控温设施牛舍中(7号牛)的生长情况得到了明显的改善(表1和表2)。

利用 F 检验进行分析,结果表明试验组与对照组肉牛体质量差异极显著 ($P<0.05$),说明牛舍内采用温度控制系统对肉牛体质量有明显影响。

表1 肉牛在不同牛舍内的进食量和增重量

Table 1. The appetite and weight of cattle in general cowshed and that with auto control system

| 处理 Treatment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I | 3.50 | 3.70 | 3.90 | 3.60 | 3.40 | 4.00 | 3.90 | 3.70 | 3.40 | 3.70 | 3.40 | 3.60 | 4.00 | 4.50 | 3.80 |
| II | 8.60 | 9.30 | 9.80 | 7.80 | 6.70 | 9.80 | 7.80 | 8.70 | 8.50 | 8.90 | 9.60 | 9.70 | 8.70 | 9.10 | 8.60 |
| III | 0.80 | 0.60 | 0.50 | 0.70 | 0.40 | 0.20 | 0.10 | 0.30 | 0.80 | 0.50 | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.50 | 0.90 |
| IV | 1.02 | 0.90 | 1.00 | 1.10 | 0.87 | 0.90 | 1.20 | 1.11 | 0.80 | 1.11 | 0.95 | 0.80 | 0.90 | 0.80 | 1.10 |

表2 不同牛舍内肉牛的体质量

Table 2. Temperature control cowshed beef cattle body weight change curve

kg

| 组别 Group | 月份 Month | | | | | | |
|-------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| A | 310 | 346 | 385 | 421 | 463 | 479 | 512 |
| B | 361 | 389 | 432 | 474 | 499 | 497 | 535 |

3 成本和经济效益分析

本研究设计的牛舍饲养环境温度控制系统具有功率小、噪声低、运行平稳、耗电量少等优点,型号为SF4-4系列低噪声轴流通风机。具体参数:功率为

0.37 kW, 转速 1450 r/min, 风量 5870 m³/h, 全压 149 Pa, 噪声 73 dB, 经济效益分析结果见表3[注:肉牛售价 24 元/kg; 电费 1 元/(kW·h)]。

表3 经济效益分析结果

Table 3. Economic efficiency analysis

| 组别 Group | 25 d 总耗电量/(kWh) Total power consumption | 日耗电量/(kWh) Daily power consumption/ | 电耗总费用/元 Total expenses of power consumption | 精料费用/元 Concentrate expenses | 售牛收入/元 Cattle sales | 毛利/元 Gross profit |
|-------------|--|--|--|--------------------------------|------------------------|----------------------|
| A | 55.50 | 2.22 | 55.50 | 223.72 | 8736.00 | 8456.78 |
| B | — | — | — | 95.20 | 2900.00 | 2804.80 |

4 结论

在炎热季节,通过对不同牛舍(有温度控制系统的牛舍和无温度控制系统的普通牛舍)内肉牛的进食量和体质量进行比较研究,结果发现:试验期间即使在热应激最明显的鼓膜温度明显变化阶段,试验组肉牛也明显增重,而且发病率低,扣除电费支出后试验组每头牛平均利润比对照组高 376.79 元。这说明牛舍内采用温度控制系统后,能量利用率较好,能耗较低,

肉牛能够健康生长,发病率降低,经济效益显著提高。

参考文献:

- [1] 张友德, 赵志英. 单片微型机原理、实用与实验[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1995: 67-83.
- [2] 吴兴惠. 传感器与信号处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998: 156-183
- [3] 刘光斌, 刘冬, 姚志成. 单片机系统实用抗干扰技术 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [4] 张福学. 传感器应用及其电路精选[M]. 北京: 电子工业出版社, 1992.

- [5] 周建宁. 汇编语言如何动态分配内存[J]. 电子与电脑, 1995.9: 48-50.
- [6] 龚永彬. 采用单片机设计温湿度控制仪[J]. 今日电子, 2002 (2): 10.
- [7] 方佩敏. 新编传感器原理、电路详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 1994: 113-141.
- [8] 李喜武. 牛舍环境及自动供料控制系统研究[J]. 农业与技术, 2008, 28 (5): 93-97.
- [9] 孙宏宇. 牛舍环境及供料自动控制系统研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2008: 37-45.

