

柜外环境对立式冷藏陈列柜食品温度影响的研究

薛牡丹¹, 吕彦力², 石海军², 袁培², 王生软²

(1. 郑州轻工业学院食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002)

(2. 郑州轻工业学院机电工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 本文研究了环境温度、湿度及灯光照度相互之间对立式敞开式冷藏陈列柜食品温度的影响, 以期降低食品冷藏温度和提高冷藏食品的品质提供依据。实验发现立式敞开式冷藏陈列柜外环境温度、湿度以及灯光辐射对柜内食品温度的影响很大。随着柜外环境温度、湿度的升高, 柜内食品的温度逐渐升高; 随着柜外灯光照射强度的增加, 柜内食品温度也逐渐升高, 且当灯光强度达到一定程度时, 增加少量的灯光都会对食品温度产生较大的影响, 即降低环境温度及灯光照度有利于降低柜内食品温度, 能较好地保持好冷藏食品的品质, 并且在较低湿度下运行, 可以节省陈列柜能耗。

关键词: 冷藏陈列柜; 温湿度; 照度; 食品温度

中图分类号: TS205; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)12-0013-02

Study on the Influence of the External Environment of Vertical Refrigerated Display Cabinet on the Food Temperature

XUE Mu-dan¹, LV Yan-li², SHI Hai-jun², YUAN Pei², WANG Sheng-ruan²

(1. College of Food and Bioengineering, Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)(2. College of Electromechanical Science and Engineering, Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The influences of environmental temperature, humidity and light intensity of vertical open-refrigerated food display cabinet on the food temperature were studied. The results showed that the food temperature gradually rose with the increase of the environmental temperature, humidity and the light intensity. When the light intensity was raised to a certain level, a small extra increase in the light intensity may greatly influence the food temperature. So, lowering the environmental temperature, humidity and lighting intensity could decrease the temperature of the frozen food, maintain their qualities, and save the energy consumption of the food display cabinet.

Key words: refrigerated display cabinet; humidity and temperature; light intensity

1 试验

陈列柜测试实验室根据欧洲冷藏陈列柜测试标准 BS EN441-4 搭建^[1], 试验室内要求温度 (25±1) °C, 环境相对湿度 (60±3) %, 且房间的地面、地板以及天花板均为浅色, 保证在 25 °C 时的发射率为 0.9~1; 灯光安装在离地面 1 m 处, 照度为 600±100 lux。选用 AIRFLOW 机房专用恒温恒湿空调机组 AFX-102A, 总制冷量为 6.6 kW, 对试验室内环境进行降温和加湿, 使达到设定温湿度。本试验所用数据采集仪器为美国国家仪器公司 (National Instrument, 简称 NI) 提

收稿日期: 2007-07-15

基金项目: 河南省科技厅自然科学基金项目 (0411050300); 河南省科技攻关项目 (0423022100)

作者简介: 薛牡丹 (1982-), 女, 山西晋城人, 在读研究生。主要研究方向: 食品冷冻冷藏

供的虚拟仪器 (Virtual Instrument), 通过 Labview 软件编程对设定好的 DAQ 程序进行连接, 温度的采集频率为 1 min, 并进行自动记录和保存。

本实验选用型号为 DEI-107 的立式敞开式冷藏陈列柜, 内置四层搁板, 每层分三排六列摆放双层食品包, 本试验在第二层第二列食品包内部均插入 1 根热电偶。设定融霜周期 4 h, 当陈列柜运行稳定时, 开始实验及数据记录。

2 试验结果及分析

2.1 环境温度对陈列食品温度的影响

由图 1 可见, 在环境湿度为 60% 时, 随着环境温度的升高, 冷藏空间前后排食品温度逐渐升高。环境温度从 22 °C 上升到 26 °C 时, 食品温度升高了 2.5 °C 左右, 并且前排食品温度均高于中后排。从图中还可以看出, 环境温度从 22 °C 上升到 24 °C 的温升比从

24℃上升到26℃的温升大。

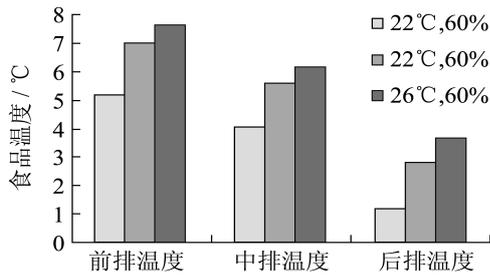


图1 相同湿度、不同环境温度下前后排食品的温度分布

由此说明，在环境湿度为60%的情况下，低温度时温度的变化对食品温度的影响较大，当温度从22℃上升到24℃时的食品温度平均变化率为环境温度每上升1℃，其温度上升0.81℃，前排食品温度上升幅度最大，为0.9℃；后排最小。而温度从24℃上升到26℃时的食品温度平均变化率为0.35℃/℃，变化幅度大致相同。这说明在相同环境湿度下，因前排食品最接近风幕，其温度最易受柜外温度上升的干扰。但是，环境温度与柜内食品温度并不呈直线线性关系，当环境温度高到一定程度，食品温度变化幅度反而会减小，这可能与环境湿度有关。

2.2 环境湿度对陈列食品温度的影响

由图2可见，在环境温度为22℃时，随着环境湿度的升高，冷藏空间前后排食品温度逐渐升高。当环境湿度从55%上升到65%时，食品温度升高约3℃。环境湿度对食品温度的影响不同于环境温度，湿度从55%升至60%时，中排食品温升最小，为0.2℃，后排温升最大，为2.1℃；湿度从60%升至65%时，湿度的变化对食品温升稍大于湿度从55%升至60%的食品温升，中排食品温升最大，约2.4℃，而后排温升最小，约0.5℃。这说明在同一环境温度下，低湿度对食品温度影响比高湿度时较大^[2]，因此我们应进行适当通风或开启减湿装置，保证食品的冷藏温度。

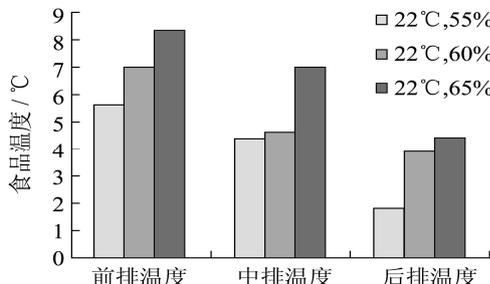


图2 相同温度、不同环境湿度下前后排食品的温度分布

2.3 灯光照度对陈列食品温度影响

试验室共有8盏日光灯，每盏灯装有2个功率为40W的灯管，分别测量打开4盏灯、6盏灯、8盏灯时第2层冷藏空间前后排食品温度的变化情况。

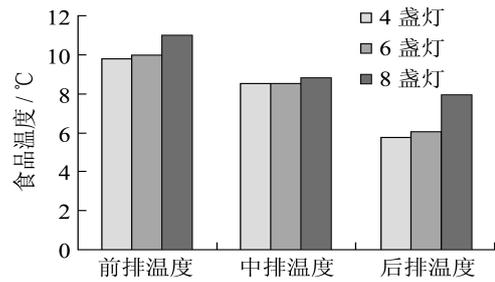


图3 不同灯盏数时前后排食品的温度分布

由图3可见，随着照明灯数量的增加，前后排食品温度逐渐升高。开启4盏灯和6盏灯时，食品温升幅度大致相同，温度变化率较小，平均温升为0.17℃，当灯光增至8盏时，食品温度变化幅度较大，平均温升为1.06℃。这说明当灯光辐射到达一定程度时，增加少量的灯光都会对食品温度产生很大的影响。因此从节约能耗出发，在不影响超市美观购物环境前提下，可以考虑增减灯管数量减弱其对陈列食品温度的影响，因为柜内顶部一般会有两排带透明套的灯管会对柜内第一、二层陈列食品照明，所以我们可以考虑在冷藏陈列柜上部和后上方部增加灯光照射，在陈列柜前上方部适当减少灯管数量，并在离柜1m处再增加灯管数量。

3 结论

立式敞开式陈列柜外环境温度、湿度以及灯光辐射对柜内食品温度的影响很大。随着柜外环境温度、湿度的升高，柜内食品的温度逐渐升高；随着柜外灯光照射强度的增加，柜内食品温度也逐渐升高，且当灯光强度达到一定程度时，增加少量的灯光都会对食品温度产生较大的影响，即降低环境温湿度及灯光照度有利于降低柜内食品温度，能较好保持好冷藏食品的品质，并且在较低湿度下运行，可以节省陈列柜能耗^[3]。但是，为了维护周围环境空气相对较低的湿度，商场中空调系统的能耗将会相应的增大。如何在节省陈列柜和空调能耗的情况下，降低冷藏食品温度，这有待于在今后做更深层次的研究。

参考文献

[1] Ramin Farnrzi P E. Efficient display case refrigeration [J].ASHRAEJournal,1999,11:46-54
 [2] Howell R H. Effects of store relative humidity on refrigerated display case performance[J].ASHRAETrans, 1993,1:667-670
 [3] David Stribling,Savvas A.Tassou,Douglas Marriott. A two-dimensional CFD model of a refrigerated display case[Z].ASHRAETrans. 1996