

葡萄差压通风预冷实验研究

王强 西安交通大学能动学院制冷与低温工程系 西安 710049

刘凤珍 中南大学机电学院制冷教研室 长沙 410075

连添达 天津商学院制冷与空调工程系 300400

摘要 本文根据差压通风预冷的原理建立了实验台,对一定位置圆形开孔的葡萄差压预冷包装箱在五种不同开孔面积、五种不同压差工况下的葡萄冷却速度分别进行了测试,并绘制了2.5h内的葡萄温降曲线。结果表明,合理地选择压差以及包装箱开孔大小对葡萄的冷却速度、冷却均匀性起着关键的作用。

关键词 葡萄 差压通风预冷 压差 开孔大小

Abstract According to the principle of pressure pre-cooling, an experimental device has been set up. The experimental cooling velocity has been conducted in five different test conditions of different air vent holes and five different test conditions of different air pressures. The curve of temperature decrease has been drawn during 2.5 hours. The results of this test proved that the reasonable choice of pressure and air vent hole was the critical element for cooling velocity and cooling uniformity.

Key words Grape Pressure pre-cooling Pressure Size of vent hole

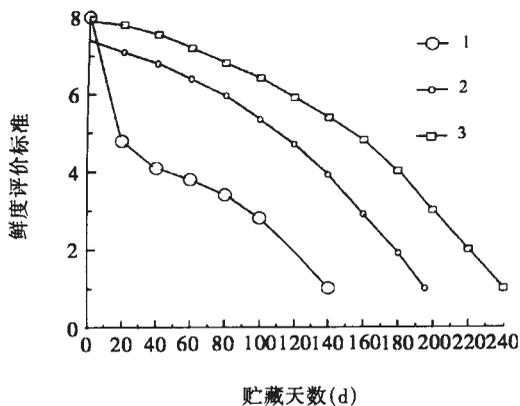
在日本、美国等发达国家,新鲜水果、蔬菜的产地预冷已成为低温冷藏链中一个重要的环节。我国果蔬预冷虽起步较晚,但已引起了国人的关注。1997年国家计委推出了“九五”科技攻关重点项目—生鲜食品物流冷链果蔬产地预冷关键技术及综合示范工程。这大大推动了我国预冷技术的发展。目前,常用的预冷方法有:强制通风预冷,差压通风预冷,真空预冷以及冷水预冷。差压通风预冷以其降温快,冷却均匀,成本低等特点已被国外广泛采用。比较显示:对葡萄而言,差压通风预冷较其他

方法预冷后的贮藏、保鲜效果更佳,如图1。为更好地掌握葡萄差压通风预冷的内在规律,本文做了进一步的实验研究。

1 实验材料

1.1 实验用葡萄采自天津市郊,品种为巨峰。选用的葡萄鲜艳,颗粒饱满、均匀,并去除了坏死、腐烂颗粒。

1.2 实验用葡萄差压预冷包装箱为加固纸箱,其外形及结构如图2所示,箱子的长、宽、高分别为



贮藏天数 (d)

1、不预冷直接进冷库贮藏 2、强制通风预冷24h后进冷库贮藏 3、差压通风预冷5h后进冷库贮藏

鲜度评价标准 8、新鲜 6、鲜度稍有下降 4、鲜度下降 2、鲜度明显下降(商品性界限) 1、无商品性

图1 三种不同处理方式下葡萄品质随贮藏日期变化的曲线

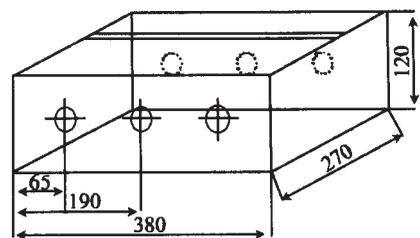


图2 葡萄差压预冷包装箱外形图

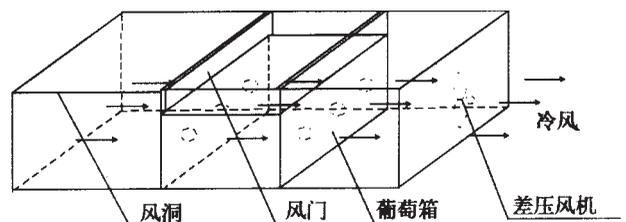


图3 葡萄差压预冷实验原理图

380 × 270 × 140mm。

2 实验原理

在葡萄包装箱的两侧开孔，箱顶部设置挡风板，利用安装在一侧的差压风机的抽吸作用造成箱子两侧的差压，迫使冷空气从包装箱中通过，直接与葡萄的表面接触，从而实现快速冷却，如图3。

3 实验装置

考虑到实验的稳定性及实验精度，依据差压通风预冷的原理，特设计如图4所示的实验装置。

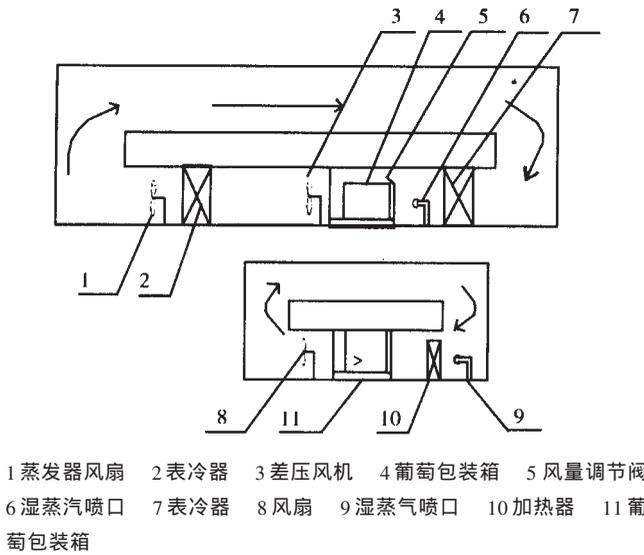


图4 实验装置图

4 热电偶的布置

考虑到包装箱沿长度方向左右两侧的对称性，为减少工作量只在一侧布置热电偶，具体布点位置

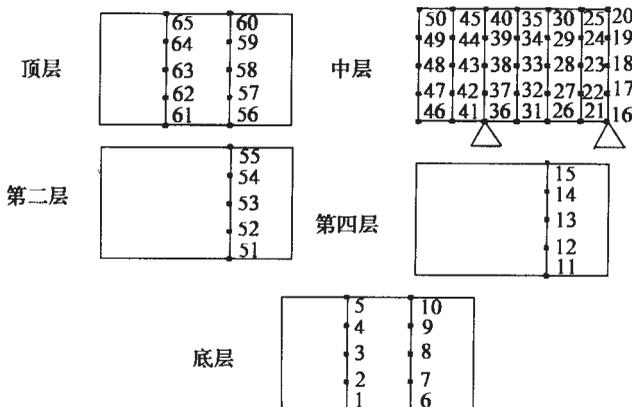


图5 热电偶布置图

如图5所示：实验中共设置热电偶70个，此外，包装箱的进出口处也设置了热电偶，温度由FLUCK自动采集，并15min打印一次。

5 实验过程

实验过程中保持送风温度为 $1 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，每次葡萄在送冷却室前由加热部分加热至统一温度 (25°C 左右)，然后进入试验段。

本实验共进行了五种不同压差 ($\Phi = 24、26、28、30、32\text{mm}$)；五种不同压差 ($\Delta P = 6、8、10、12、14\text{mmH}_2\text{O}$) 工况下的葡萄预冷过程测试。实验开始前，先让风机1运转，表冷器2工作，冷空气在风道内循环一段时间，以获得理想的实验进口风温，然后将加热至 25°C 度左右的葡萄装入实验段，风机和表冷器2停止工作。运转差压风机3，用变频器调节差压风机的转速，以满足不同压差要求，葡萄箱顶端的风门用来旁通空气，以保证低压下的穿过葡萄箱的空气流量。进口风温由温控器控制电磁阀，通过调节蒸发器2中的冷媒的流量来保证进口

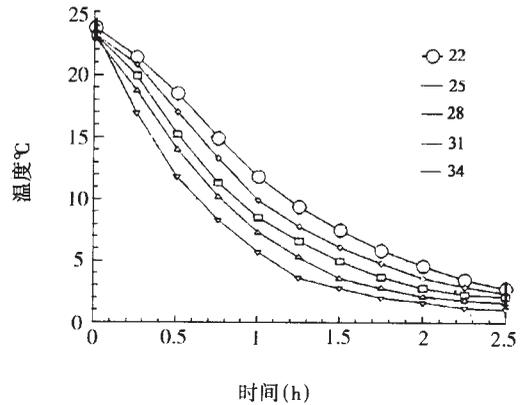


图6 压差 $\Delta P = 12\text{mmH}_2\text{O}$ 时五种开孔面积工况下 28 点温降过程曲线

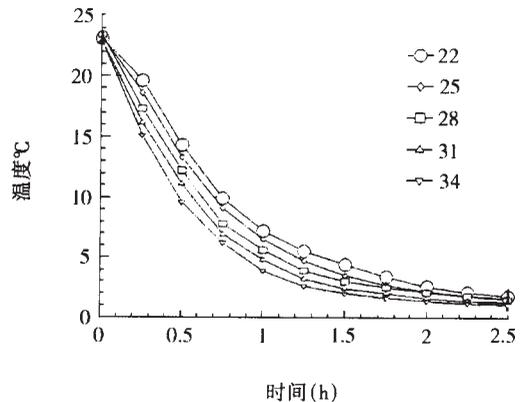


图7 压差 $\Delta P = 12\text{mmH}_2\text{O}$ 时五种开孔面积工况下 38 点温降过程曲线

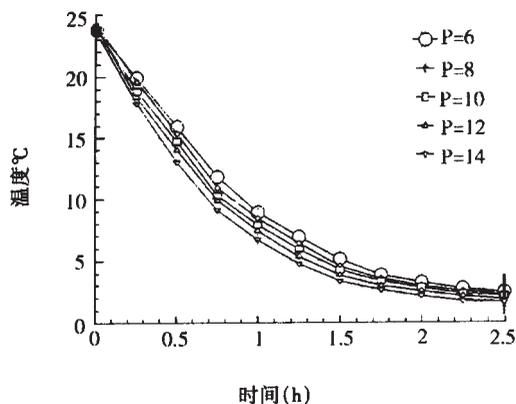


图8 开孔面积 $\Phi = 28\text{mm}$ 时五种压差工况下 28 点温降过程曲线

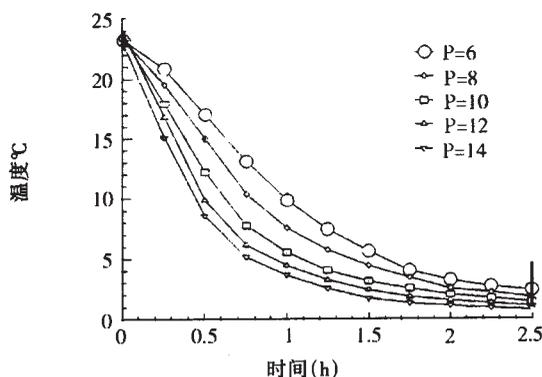


图9 开孔面积 $\Phi = 28\text{mm}$ 时五种压差工况下 38 点温降过程曲线

风温在一定范围内 ($1 \pm 0.5^\circ\text{C}$)。为减少预冷过程中的干耗,用超声波加湿器对循环空气加湿,以获得 80% 左右的空气相对湿度。

6 实验结果分析

6.1 不同开孔面积对箱内各点葡萄温降过程的影响

以 28、38 两点为例,压差 $\Delta P = 12\text{mmH}_2\text{O}$ 时五种不同开孔面积工况下的测试结果如图 6、图 7 所示,由图 6、7 可以看出,对于 28 点,一定压差下 ($\Delta P = 12\text{mmH}_2\text{O}$),随着开孔面积的增大,冷却过程中对应时刻的葡萄温度差别较大;而对于 38 点,一定压差下 ($\Delta P = 12\text{mmH}_2\text{O}$),随着开孔面积的增大,冷却过程中对应时刻的葡萄温度差别不大。这说明随着压差开孔面积的增大,冷风的横向扩散性影响要强于其纵向渗透性影响。

6.2 不同压差对箱内各点温降过程的影响

以 28、38 两点为例,开孔面积 $\Phi = 28\text{mm}$ 时五种不同压差工况下的测试结果如图 8,图 9 所示。

由图 8、9 可以看出,对于 28 点,一定开孔面积 ($\Phi = 28\text{mm}$),随着压差的增大,冷却过程中对应时刻的葡萄温度差别不大;而对于 38 点,同样开孔面积 ($\Phi = 28\text{mm}$),随着压差的增大,冷却过程中对应时刻的葡萄温度差别较大。这说明随着压差的增大,冷风的纵向渗透性影响要强于其横向扩散性影响。

7 结论

五种不同开孔面积和五种不同压差工况下的实验测试温度响应曲线表明:开孔面积主要影响冷风在葡萄箱内的横向扩散性,压差主要影响冷风在葡萄箱内的纵向渗透性。因此,开孔面积越大、压差越大,冷却越快、冷却越均匀。但考虑到增大开孔面积和差压,必然造成预冷后贮运过程中的温升加快和差压风机功率的加大,从而带来初投资和运行费用的提高。因而,要提高葡萄预冷的冷却速度和冷却均匀性必须合理地选择压差及预冷包装箱开孔大小。在保证箱子码垛强度要求的基础上, $60 \times 60\text{mm}$ 见方上建议中心开孔直径在 28mm 左右;单列摆放两侧压差 ΔP 在 $10\text{mmH}_2\text{O}$ 左右。

参考文献

- 1 王强. 葡萄差压预冷包装箱内气流与温度分布理论及实验研究[D]. 天津商学院. 2000 A.
- 2 M. T. Talbot, C. C. Oliver. Pressure and Velocity distribution for Air Flow Through Fruits Packed in Shipping containers Using Porous Media Flow Analysis[J]. Transactions of the ASAE. 1996, vol 39(6): 1950 - 1955.
- 3 Gakwaya., S. O. sadfa. Study of Parameters Affecting Cooling Rate and Temperature Distribution in Forced - Air Precooling of Strawberry[J]. transactions of the ASAE. 1996, vol 39(6): 1950 - 1955.
- 4 J. J. gaffeny, D. E. Pressure and Velocity distribution for air Flow Through Fruits Packed in shipping containers Using Porous Media Flow Analysis[J]. ASHAPE. Transactions. 1988, Vol. 86, Part 1: 530 - 535.