

新鲜蔬菜真空预冷实验分析

陈 威, 丁伟华

(上海海事大学热能与动力工程教研室, 上海 200135)

摘 要: 本研究针对三种不同类型的新鲜蔬菜进行了真空预冷实验。比较了白菜、卷心菜、土豆不同深度处温度在真空预冷过程中随时间的变化, 真空室内压力高低对叶菜类和非叶菜类蔬菜真空预冷的影响; 分析了蔬菜表面洒水对其在真空预冷中的失重和预冷效果的影响。

关键词: 真空预冷; 蔬菜

Study on Vacuum Pre-cooling Experiment inside Fresh Vegetables

CHEN Wei, DING Wei-hua

(Department of Power Engineering, Shanghai Maritime University, Shanghai 200135, China)

Abstract: In this experiment, the vacuum pre-cooling experiments on the three types of vegetables have been conducted and the comparisons of temperatures among Chinese cabbage, cabbage and potato at different inside depths versus time and the effects of the pressure in vacuum container on vacuum pre-cooling for different vegetables have been carried out. Besides, the effects of the vegetables covered with water or not on the weight loss of vegetable has also been assayed.

Key words vacuum pre-cooling vegetable

中图分类号: TS205.7

文献标识码 A

文章编号: 1002-6630(2007)12-0494-05

新鲜蔬菜采收后, 存在田间热, 及其自身呼吸、蒸发等因素加速其萎焉、黄化, 致使质量风味尽失。真空制冷技术是一种对农产品进行迅速预冷处理的有效方法。具有快速、均匀冷却等特点, 使产品的质量、鲜度和营养价值得到保证^[1-2]。真空制冷装置特别适合在果、蔬和鲜花集中产地长期连续操作运行, 使产品预冷后进入低温流通渠道^[3-4]。影响食品真空预冷效果的主要因素有食品种类、温度和真空压力等, 本研究针对

白菜、卷心菜、土豆三种蔬菜进行了真空预冷实验和分析。

1 实验装置及方法

1.1 实验装置及其主要部件

如图 1 所示, 真空预冷试验装置主要由真空预冷装置和测试系统组成。真空槽、真空泵、捕水器和制冷系统为真空预冷装置的主要部件, 温度和压力传感器、

收稿日期: 2006-10-26

基金项目: 上海市教委科研项目(05FZ05); 上海海事大学重点专业建设资助项目(XL0103)

作者简介: 陈威(1968-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为食品冷藏冷冻。

- [11] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 154-155.
- [12] 李家庆. 果蔬保鲜手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 121-122.
- [13] 李学文. 新疆哈密瓜果实潜伏侵染的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 1998.
- [14] 赵艺泽. 采后热处理对苹果贮藏品质的影响以及贮期主要病害的控制[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [15] 李正国, 罗爱民, 岳红, 等. 采后热处理对果蔬贮藏的效应[J]. 四川果树, 1997, (1): 27-28
- [16] 黄万荣, 白景云, 韩涛, 等. 采后热处理对桃果实贮藏效应的影响[J]. 果树科学, 1993, 10(2): 73-76.
- [17] CHAN H T, TAM S Y, SEO S T, et al. Papaya pnygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit[J]. JFoodSci, 1981, 46: 190-191; 197.
- [18] 郭时印, 谭兴和, 李清明, 等. 热处理技术在果蔬贮藏中的应用[J]. 河南科技大学学报: 农学版, 2004, 24(2): 54-58.
- [19] LURIE S, KLEIN J D. Heat treatment of ripening apples; differential physiology and biochemistry[J]. Physiol Plant, 1990, 78: 181-186.
- [20] MILLER W R, MCDONALD R E, SHARP J L. Quality change during storage and ripening of Tommy Atkins' -mangoes treated with heated forced air[J]. Hort Sci, 1991, 26: 395-399.
- [21] MILLER W R, MCDONALD R E, HALLMAN G, et al. Condition of Florida grapefruit after exposure to vapor heat quarantine treatment[J]. Hort Sci, 1991, 26: 42-44.

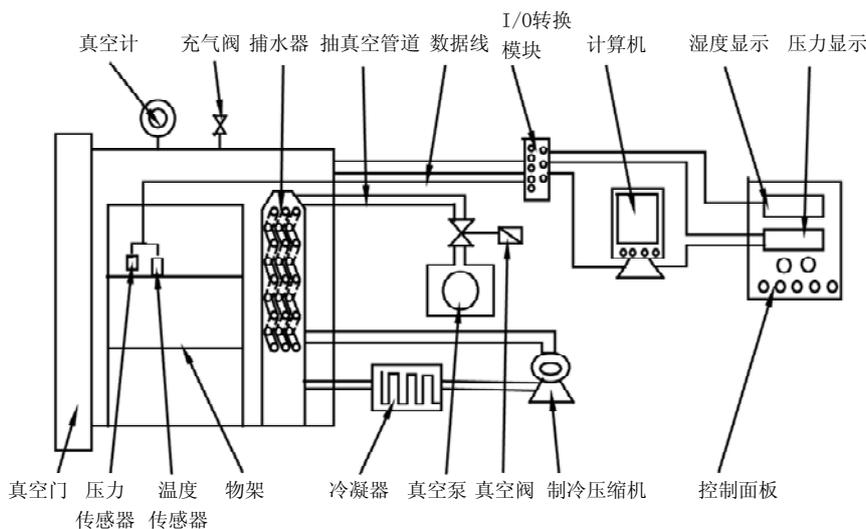


图1 真空预冷实验装置

Fig.1 Vacuum pre-cooling experimental equipment

数模转换模块、计算机组成测试采集系统，电子天平。实验中，真空预冷装置采用的主要部件如下。

真空槽：真空槽的材料采用符合国家食品卫生要求的不锈钢板，内置机械抛光，外壁用碳钢材料加强。箱体和箱门之间由硅橡胶圈密封。箱体上装有1个电磁板阀，控制真空箱内压力恢复常压与否，一个手动挡板阀，备做手动复压或冲入其他气体用。

捕水器：防止水分进入真空泵而乳化润滑油，损坏真空泵组件。本装置的捕水器为内置式，捕水器及其部件置于真空箱里。捕水器蒸发管材料为直径12mm紫铜管，冷凝面积约1m²，捕水量大于1.8kg/h，壳体为薄型不锈钢板，内设5块折流板。捕水器的出气口由真空泵抽气，在压差的作用下，真空箱内的水蒸气流入捕水器被低温蒸发管捕集冷凝成水或冰，实验结束复压后将贮存于捕水器底部的水通过放水阀排出。

真空泵：真空泵为真空系统的关键部件，本实验机采用XD-020单极旋片真空泵，抽气速率20m³/h，极限压力200Pa。

制冷机组：本实验采用134a制冷剂，蒸发温度0~25℃。在-5℃时的制冷量为1870W。

1.2 方法

选取市场采购的土豆、卷心菜、大白菜。经简单处理后，将称量后的目标蔬菜放入真空槽内置物架上，分别在距离蔬菜外表面8、30、50mm蔬菜处插入铂电阻温度传感器测温。压力传感器和湿度传感器置入真空槽中，通过计算机每2s采集一次数据。启动计算机测试程序和抽真空系统，同时开始测试采集。每次预冷实验结束后，取出蔬菜称重，改变压力重复实验。

2 真空预冷实验结果及分析

2.1 不同蔬菜在不同深度处温度随时间变化

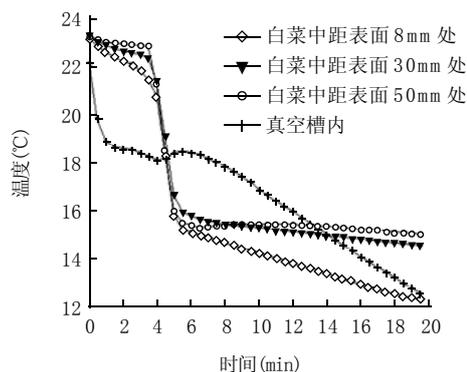


图2 真空预冷中，白菜不同深度处温度随时间的变化

Fig.2 Changes of Chinese cabbage temperature at different inside depth versus time in vacuum pre-cooling experiment

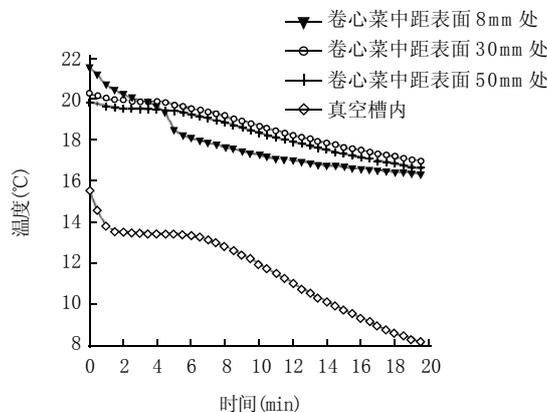


图3 真空预冷中，卷心菜不同深度温度随时间的变化

Fig.3 Changes of cabbage temperature at different inside depth versus time in vacuum pre-cooling experiment

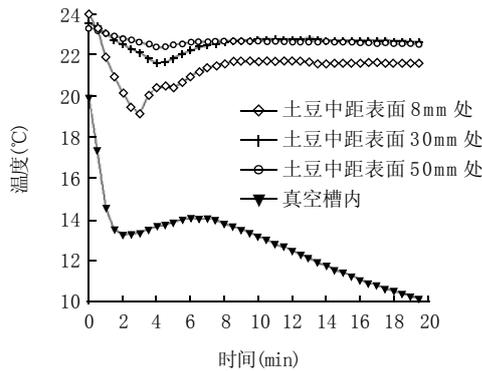


图4 真空预冷中, 土豆不同深度温度随时间变化

Fig.4 Changes of potato temperature at different inside depth versus time in vacuum pre-cooling experiment

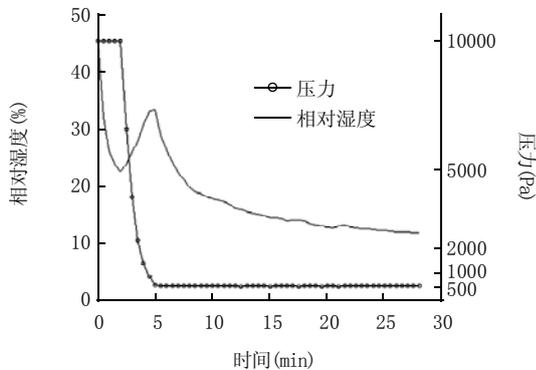


图5 真空预冷中, 真空槽内压力和相对湿度的随时间的变化

Fig.5 Changes of air pressure and relativity humidity inside vacuum container versus time in vacuum pre-cooling experiment

真空预冷中, 真空槽中温度、压力和相对湿度, 白菜、卷心菜和土豆不同深度处温度随时间的变化如图2~5所示。真空预冷初期6min, 随着真空槽中的压力由1个大气压下降至550帕左右, 白菜不同深度处的温度由23°C下降至16°C, 温度下降幅度达7°C; 距外表面8、30、50mm卷心菜内的温度分别下降6、1和1°C; 距外表面8mm土豆内的温度由24°C下降至19°C, 后又上升至21°C, 距外表面30、50mm土豆内的温度变化较小。真空槽中的温度和相对湿度也迅速下降。真空预冷超过6min后, 真空槽中的压力维持在550Pa左右, 距外表面8mm白菜温度继续下降, 温度变化幅度远低于预冷前6min的温度变化, 距外表面30、50mm白菜温度变化较小, 白菜内外温差加大; 卷心菜温度变化幅度减

小, 卷心菜内部温度趋于一致; 土豆不同深度处的温度几乎没有变化。

由此可见, 随着真空槽内压力下降, 蔬菜内的水分迅速蒸发, 蒸发所需的热量来自蔬菜本身和环境, 导致真空槽内和蔬菜的温度下降, 蔬菜温度由外表面向内逐渐升高, 因而受真空槽内压力的影响由外表面向内逐渐降低。不同蔬菜的分子结构和热物性不同导致真空预冷效果不同。真空预冷初期, 真空槽内压力急剧下降, 土豆外表面有一致密质子皮层, 自由水分含量较低, 仅有极少量的水蒸发, 土豆温度下降2~3°C; 真空槽内维持稳定的550Pa低压状态, 土豆温度变化较小。白菜和卷心菜同属叶菜类, 白菜结构相对比较蓬松, 水分的蒸发扩散阻力相对较小, 随真空槽内压力下降至白菜内水分的闪蒸点, 白菜内外温度迅速下降。真空槽内维持550Pa低压时, 白菜外表面温度继续下降, 内部温度趋于稳定。与白菜相比较, 卷心菜物理结构和分子结构相对紧密, 水分蒸发量相对较少, 温度下降相对较慢; 真空槽内维持550Pa低压时, 卷心菜的内外温度继续下降, 外部温度下降幅度减小。

由真空预冷槽内的温度的变化曲线可见, 预冷开始时, 环境温度飞快下降, 大约100s以后开始迅速上升后呈下降趋势。真空预冷初期, 蔬菜内的水分在低压下蒸发, 吸收其自身和真空槽内的热量, 因而槽内和蔬菜的温度都迅速下降。水蒸汽进入真空槽内, 后被泵抽入捕水器中而被捕获冷凝下来, 在真空槽停留时, 水蒸汽自身的热量传递给槽内的空气。因而真空槽内的温度短时间内有所上升, 槽内温度的与水蒸汽的含量与产生量以及产生速率由极大关系。

2.2 真空室内压力对蔬菜真空预冷实验的影响

真空室内压力对蔬菜真空预冷实验的影响主要体现在: 真空槽内压力的变化对蔬菜失重和温度的影响。

在实验中, 卷心菜、白菜、土豆三种不同蔬菜随着真空压力的不断下降, 其失重情况的对比如表1所示, 随着压力上升, 白菜和卷心菜的失重比均呈下降趋势, 失重比例在3%以内。总体看, 白菜的失重比远高于卷心菜和土豆的失重比, 卷心菜的失重比高于土豆失重比, 土豆的失重比较少且随真空槽内压力变化而几乎不变。对比图2~5和表1, 蔬菜温度的下降与蔬菜失重比成正比。真空预冷对叶菜类蔬菜较适合, 对

表1 实验蔬菜在不同真空压力的失重比较

Table 1 Comparison of vegetable weight losses at different pressures in vacuum pre-cooling experiment

实验压力 (Pa)	卷心菜			白菜			土豆		
	预冷前重量(g)	预冷后重量(g)	失重比(%)	预冷前重量(g)	预冷后重量(g)	失重比(%)	预冷前重量(g)	预冷后重量(g)	失重比(%)
550	638.71	627.89	1.69	964.65	938.75	2.68	271.65	271.49	0.06
1000	563.91	555.7	1.46	522.34	515.13	1.38	271.47	271.25	0.08
1500	622.4	618.59	0.61	765.22	758.61	0.86	271.82	271.65	0.06

非叶菜类蔬菜, 如土豆等表面有一致密质子皮层的蔬菜和水果需要进行试验分析, 确定是否采用真空预冷方式来快速冷却, 以达到快速降温的目的, 而不损害蔬菜的品质和风味。

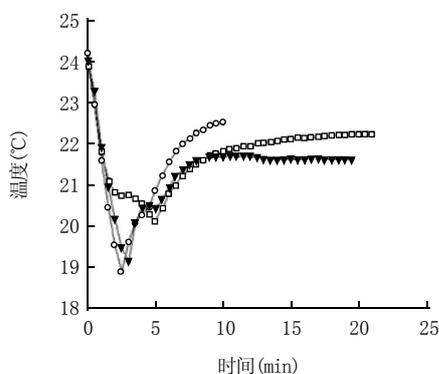


图6 真空槽内不同稳定压力, 距外表面8mm土豆内的温度
 图6 Temperatures at 8mm inside potato at different steady pressure in vacuum container versus time

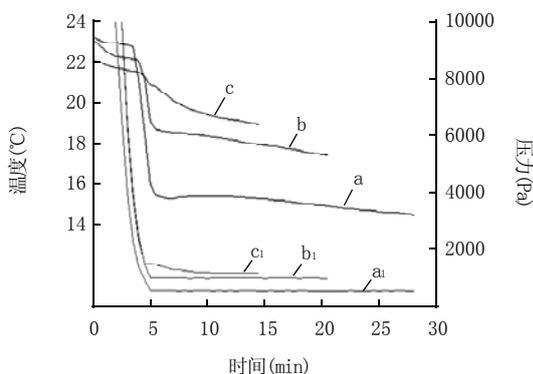


图7 真空槽内不同稳定压力, 距外表面50mm白菜内的温度对应曲线
 Fig.7 Temperatures at 50mm inside Chinese cabbage at different steady pressure in vacuum container versus time

随着压力下降, 失水速度加快。这是因为一方面压力越低, 水分的蒸发沸点越低, 实验蔬菜本身所含有的水分自内向外迁移的速度加快, 失水速度也随着加大。另一方面, 物料与环境间进行物质交换的时候存在着一个物质交换阻力层, 当压力低到一定程度时, 物质突破阻力层的阻挡, 向外扩散能力增强。压力一方面是决定水分蒸发的制约因素, 另一方面也是决定物料内部水分向外迁移速度的决定因素。

从图6~7可见, 真空槽内压力分别维持在550、1000、1500Pa左右时, 土豆和白菜真空预冷的温度变化。随着真空槽内设定稳定低压的降低, 预冷槽达到稳定低压后白菜内温度降低且温度维持稳定; 土豆内温度变化相对较小。土豆外表面一层致密质子皮对真空预冷效果影响较大。对白菜, 可以根据真空预冷温度的要求设定真空槽内的稳定压力, 从而满足要求。

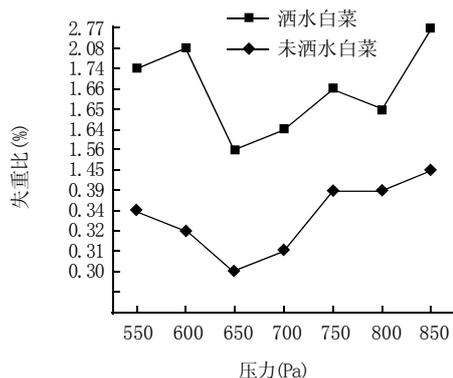


图8 表面洒水对白菜真空预冷效果影响
 Fig.8 Effects of Chinese cabbage surface covered with water on vacuum pre-cooling

2.3 叶菜类蔬菜表面洒水对蔬菜真空预冷的影响

如图8所示, 洒水对叶菜类蔬菜的影响很明显。真空预冷中蔬菜的失重来自其水分的散失。洒水蔬菜的总水分含量包含覆盖在蔬菜表面的洒水量和蔬菜内的水分含量。覆盖在蔬菜表面的洒水易于蒸发、吸热, 因而蔬菜本身的温度快速降低, 洒水蔬菜总失重量相对未洒水的蔬菜大, 主要来自其表面的洒水量, 而洒水蔬菜内水分含量散失相对减少。

3 结论

通过对食品冷却过程进行实验验证, 分析了冷却压力、食品物性、蔬菜表面洒水等对食品预冷过程中食品失重比及冷却速率的影响。压力越低, 食品失水速度越快。压力一方面是决定水分蒸发的制约因素, 另一方面也是决定物料内部水分向外迁移速度的决定因素。可根据真空预冷要求, 设定真空槽内压力, 还需考虑蔬菜的失重比。因为食品物性不同, 不同的食品其冷却速率和失重情况是不一样的。另外, 蔬菜表面洒水对食品预冷过程有较大的影响。食品表面自由水越多, 水分蒸发速度越快, 冷却速度越快。因此, 在实际真空预冷过程中, 应根据不同的物料物性, 确定相应的预冷压力和适当的喷水量, 以达到最好的预冷效果, 保证预冷物的品质要求。

参考文献:

乳过氧化物酶体系在冷却猪肉保鲜中的应用研究

李 诚, 肖 岚, 谷安超, 辛松林, 陈代文
(四川农业大学食品科学系, 四川 雅安 625014)

摘 要: 为了评定乳过氧化物酶体系对冷却猪肉的保鲜效果, 对冷却鲜猪肉分别采用浓度为 3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的乳过氧化物酶体系(LPS)、4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的LPS、40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的乳酸链球菌素(Nisin)、3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的LPS+40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的Nisin、4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的LPS+40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的Nisin等5组不同保鲜剂处理, 以蒸馏水处理做对照, 测试猪肉在 $3 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 保存条件下感官指标、理化指标和细菌总数的变化。结果表明: 经LPS处理的冷却猪肉在贮藏过程中的感官指标、理化指标和细菌总数的变化比对照组缓慢, 差异达到极显著水平 ($p < 0.01$), LPS可有效延长冷却猪肉的保鲜期; LPS处理比Nisin处理的保鲜效果更好, 差异达到显著水平 ($p < 0.05$); 当LPS与Nisin复配时, 可以达到更好的保鲜效果, 猪肉的保鲜期可达20d以上; Nisin可以减轻LPS导致的猪肉脂肪氧化。

关键词: 冷却猪肉; 保鲜; 乳过氧化物酶系统(LPS); 乳酸链球菌素(Nisin)

Application of Lactoperoxidase System on Preservation of Chilled Fresh Pork

LI Cheng, XIAO Lan, GU An-chao, XIN Song-lin, CHEN Dai-wen
(Department of Food Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: The purpose of this study is to evaluate the preservation effects of lactoperoxidase system(LPS) on chilled fresh pork. Six groups of fresh pork were treated with several preservatives respectively as follows: distilled water (as control), 3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ LPS, 4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ LPS, 40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ Nisin, 3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ LPS+40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ Nisin and 4 $\mu\text{g}/\text{ml}$ LPS+40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ Nisin. Then stored at $3 \pm 0.5^\circ\text{C}$. During refrigeration storage, sensory quality, physical-chemical quality and total bacterial accounts were determined. The results showed that: All of the measured values of the chilled pork treated with LPS preservative show slower change than the control group with the difference achieving extreme significance level ($p < 0.01$). LPS can significantly prolong storage life of the chilled fresh pork; the preservative effect of LPS is better than Nisin with the difference achieving significance level ($p < 0.05$). The preservation effects are much better when both of LPS and Nisin are used at the same time. The preservation time can achieve over 20 days; Nisin can also lessen the oxidation of pork fat caused by LPS.

Key words chilled fresh pork; preservation; lactoperoxidase system(LPS); Nisin

中图分类号: TS251.51

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)12-0498-05

乳过氧化物酶体系(LPS)是鲜牛奶中固有的一种天然抗菌活性体系, 由乳过氧化物酶(LP)、硫氰酸盐(SCN^-)、

过氧化氢(H_2O_2)三部分组成, 且这三部分共同存在时才具有抗菌活性。在实际应用中, 若体系的某一组分浓

收稿日期: 2006-10-31

基金项目: 科技部“十五”攻关项目(2001BA501A35)

作者简介: 李诚(1964-), 男, 副教授, 博士研究生, 主要从事动物性食品加工与卫生安全研究。

[1] 洪圣洪, 张国强, 陈在康, 等. 果蔬真空预冷技术及其应用分析[J]. 食品科技, 2001(6): 21-22.

[2] 孙恒, 张洁, 祁照岗, 等. 真空预冷工艺的实验研究[J]. 贮运保鲜, 2002(2): 38-40.

[3] 张朝涵, 周国勇. 真空冷却的理论模拟与试验研究[J]. 真空与低温, 2002, 12(4): 218-221.

[4] 周国勇, 刘海鑫. 食品减压冷藏传热传质模拟研究[J]. 农业机械学报, 2004(1): 108-111.