

文章编号:1673-1689(2006)02-0070-04

预湿润处理对白蘑菇真空预冷过程及贮藏品质的影响

陶菲¹, 张 懿¹, 余汉清²

(1. 江南大学 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡 214036; 2. 无锡市惠山区 农林局, 江苏 无锡 214174)

摘 要: 真空预冷是一种能提高果蔬贮藏品质并可延长其货架期的快速预冷方法。作者探讨了不同的预湿润处理, 水分添加量分别为实验样品质量4%、5%和6%时对白蘑菇真空预冷过程和贮藏品质的影响, 以失重率、水分质量分数、水分活度、可溶性固形物和色泽为考察指标, 结果表明当实验样品的质量为4 kg时, 预湿润处理的较佳添加水分量为实验样品质量的5%。

关键词: 真空预冷; 白蘑菇; 预湿润

中图分类号: TS 205.7

文献标识码: A

Effect of Pre-Wetting on Vacuum Cooled *Agaricus bisporus*

TAO Fei¹, ZHANG Min¹, YU Hang-qing²

(1. The Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Department of Agriculture, Huishan District, Wuxi 214174, China)

Abstract: Vacuum cooling has been used as a rapid cooling method for vegetable to enhance their quality and shelf life. In this study, experiments were carried out to evaluate the effects of different pre-wetting on the weight loss, content of water, water activity, soluble solids and color difference of mushrooms. In addition, the relevant cooling processes were also investigated. The results showed that, weight loss could be eliminated during cooling processes if spraying 5% water (vs mushroom weight) on 4 kg's mushroom prior to vacuum cooling.

Key words: vacuum cooling; *Agaricus bisporus*; pre-wetting

真空预冷(Vacuum Cooling)技术是目前国内外较先进的冷藏辅助技术^[1], 其基本原理是利用抽真空降压的方法, 使物料内水分在低压状态下蒸发, 在吸收自身热量的同时, 使食品内能减少和品温下降的一种冷却方式^[2-3]。

真空预冷技术可有效降低果蔬的呼吸强度, 抑制果蔬自身养分的消耗, 保持新鲜度, 延长果蔬有效贮藏期^[4]。在真空预冷大部分水都在外表面蒸

发, 但也有可能一部分水(自由水)在细胞之间蒸发。当果蔬水分蒸损失5%以上时, 它的商品价值将下降。为防止水分的过多损失, 提高冷却效率, 预冷前在果蔬的根、茎、叶部位喷洒部分水可以有效避免果蔬预冷后的水分的散失^[5-6]。

白蘑菇, 学名双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*), 是世界上栽培最广、产量最多、消费最普遍的一种食用菌^[7]。其色泽洁白纯净, 质地柔嫩细致, 营养丰

收稿日期: 2005-05-17; 修回日期: 2005-07-06.

基金项目: 江苏省科技攻关项目(BE2003349).

作者简介: 陶菲(1976-), 女, 湖南澧陵人, 食品科学与工程博士研究生.

富独特,味道鲜美^[8,9]。但因蘑菇水分含量高,组织柔嫩,表面无保护结构,易因病菌侵染和机械损伤引起腐烂变质。作者以白蘑菇为实验材料,研究了不同喷水量对白蘑菇预冷过程的影响,以及在冷藏过程中理化性质的变化。

1 材料与方 法

1.1 材料与设备

双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*, Monad, 2796); 无锡惠山区农林局提供,采后 1 h 内运送到作者所在实验室,2 h 内完成处理。

ZY0.1 真空预冷机;无锡市企虹制冷设备有限公司制造,其结构示意图见图 1;ZB-1.5 机械冷藏库;无锡市企虹制冷设备有限公司制造;MSI-水分活度仪;瑞士 Novasina 公司产品;WSC-C 色差计;上海精密科学仪器有限公司产品,WAY 阿贝折光仪;上海精密科学仪器有限公司产品。

1.2 方法

1.2.1 蘑菇预湿润方法 每个样品的质量均为 4 kg,加水量分别为样品质量的 4%、5% 和 6%,用喷壶向样品中均匀喷洒后,立即放入真空预冷机中进行处理,在预试验的基础上将预冷终温定为 5 ℃。每个处理有 3 个重复样品。

1.2.2 失重率计算 失重率=(损失质量/原始质量)×100%。

1.2.3 水分质量分数的测定 常压干燥法^[10]。

1.2.4 水分活度的测定 将样品均匀切碎放入到样品盒中,在 25 ℃ 恒温箱中保温 30 min,其读数即为被测样品的水分活度。

1.2.5 可溶性固形物的测定 阿贝折光仪法。

1.2.6 色差的测定 色泽的测定采用 WSC-C 型色差测定仪测定蘑菇表面的色泽(L, a, b)^[11]。

1.2.7 数据统计 应用 SPSS 多重比较分析。

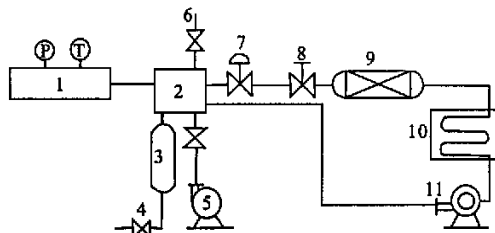


图 1 真空预冷机结构示意图

Fig. 1 The schematic of the research vacuum cooler

2 结果与讨论

2.1 不同预湿润处理真空预冷过程的降温曲线

真空预冷的原理是依据水随压力降低沸点也降低的物理性质,当压力达到一定数值时,果蔬表面的水分开始蒸发,吸收气化潜热,使果蔬自身被冷却^[12]。所以在预冷过程中,向样品中添加水分,就可以避免样品自身的水分的丧失从而提高了产品的质量;而且,外加水可以提 高制冷速率,从而缩短预冷时间^[5]。

白蘑菇的不同预湿润处理真空预冷过程的降温曲线见图 2。从图中可以看出,经预湿润处理的样品的预冷时间明显低于对照样品。水分添加量越多,其预冷时间就越短。未经预湿润处理的样品达到预冷温度所需时间为 390 s 左右,而水分添加量为 4%、5% 和 6% 的样品达到此温度的时间为 225 s、205 s 和 190 s,预冷时间缩短了约 50%,这就节省了大量的能源。

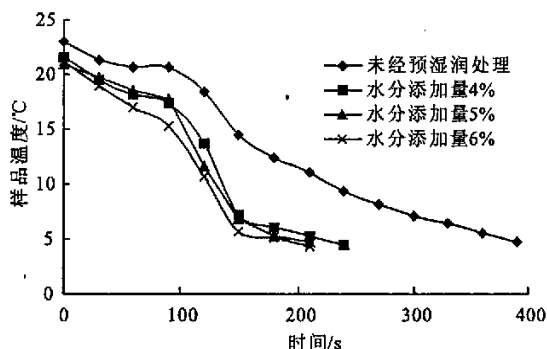


图 2 白蘑菇不同预湿润处理的降温曲线

Fig. 2 The effect of different pre-wetting treatment on cooling time

2.2 预冷过程及贮藏过程中白蘑菇失重率的变化

真空预冷的原理决定了样品经预冷处理后水分质量分数会减少,这是真空预冷技术的不足之处^{[6][13]},添加水分后就可以弥补这一不足^[14]。由图 3 可见,在预冷过程中,对照样品的质量分数的损失为 4.05%,水分添加量为 4% 的样品的质量分数损失为 0.25%,而水分添加量为 5% 和 6% 的样品的质量分数损失为 0。在随后的贮藏过程中,水分添加量为 6% 的样品的质量分数的损失逐渐超过了水分添加量为 5% 的样品的,其原因可能在于水分添加量为 6% 的样品,由于表面含水量过多,在预冷过程中样品表面出现了结冰现象,造成了表面组织的损伤,从而在随后的贮藏过程中呼吸强度急剧上升,导致质量分数的损失较大。由此可见,在真空预冷过程中水分的添加量并不是越多越好。

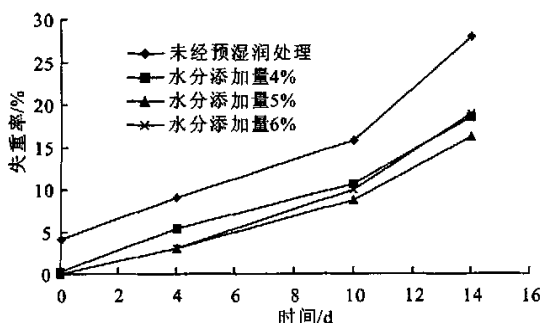


图3 白蘑菇贮藏过程中的失重率的变化

Fig. 3 The effect of different pre-wetting treatment on weight loss

2.3 白蘑菇水分质量分数的变化

从表1中可以看出,在真空预冷过程后,对照样和水分添加量为样品质量的4%与水分添加量为样品质量的5%的水分质量分数之间没有显著性差异,而与水分添加量为样品质量的6%的样品有显著性差异,而添加量为5%与6%的样品之间没有显著性差异;在贮藏初期,水分质量分数的差异逐渐减少;而后期4组间均有显著性差异。这说明在真空预冷过程中添加水分对样品的水分质量分数具有较显著的影响。

表1 不同预湿润处理对白蘑菇水分质量分数的影响 ($P < 0.05$)Tab. 1 The effect of different pre-wetting treatment on water content ($P < 0.05$) %

水分 添加量/%	t/d			
	0	4	10	14
0	91.52a	91.12a	90.97a	89.66a
4	91.65a	91.18a	91.07a	89.97b
5	91.68ab	91.51b	91.23a	90.60c
6	91.84b	91.29a	91.11a	90.01b

2.4 白蘑菇水分活度的变化

Noble^[15]对果蔬真空预冷的研究表明,大部分水都在外表面蒸发,但也有可能一部分水(自由水)在细胞之间蒸发。由表2可知,在贮藏初期,白蘑菇的水分活度虽有微小差异,但差异不显著($P < 0.05$);直到贮藏末期,4组样品之间才有显著的差异出现,对照样品与水分添加量为样品质量为4%和6%之间差异不显著($P < 0.05$),只与水分添加量为5%的样品有显著性差异($P < 0.05$)。这就说明,在预冷过程中,各样品间的自由水的损失量差距不大;但组内的水分活度前后变化有显著性差异。

2.5 白蘑菇的可溶性固形物质量分数的变化

不同预湿润处理条件下可溶性固形物质量分数的变化见图4。由图可知,4个样品的可溶性固

形物质量分数均表现为先升后降;对照样与水分添加量为4%的样品的可溶性固形物质量分数在第4d就达到高峰,而水分添加量为5%和6%的样品在第10d达到峰值,而后均迅速下降。在贮藏后期,添加量为6%的样品下降较4%的样品快可能与预冷过程中样品组织的损伤有关。经SPSS软件多重比较分析,4个样品间可溶性固形物质量分数的差异性均较显著($P < 0.05$)。

表2 不同预湿润处理对白蘑菇水分活度的影响 ($P < 0.05$)Tab. 2 The effect of different pre-wetting treatment on water activity ($P < 0.05$)

水分 添加量/%	t/d			
	0	4	10	14
0	0.979a	0.975a	0.975a	0.964a
4	0.979a	0.978a	0.977a	0.964a
5	0.98a	0.979a	0.977a	0.975b
6	0.982a	0.981a	0.977a	0.971ab

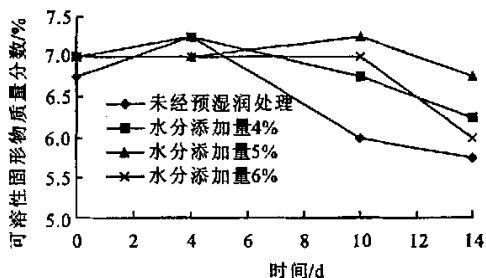


图4 不同预湿润处理对白蘑菇可溶性固形物质量分数的影响

Fig. 4 The effect of different pre-wetting treatment on soluble solids

2.6 色泽的变化

白蘑菇的色泽与其商品价值密切相关。在真空预冷过程中,由于其表面有部分水分散发,致使其组织被破坏,导致了褐变的发生。从图5可知,适当的预湿润处理可有效的降低白蘑菇的褐变程度。在开始时,各组间的色值L的差异并不显著($P < 0.05$);但在贮藏末期,4组间均有显著性差异($P < 0.05$)。

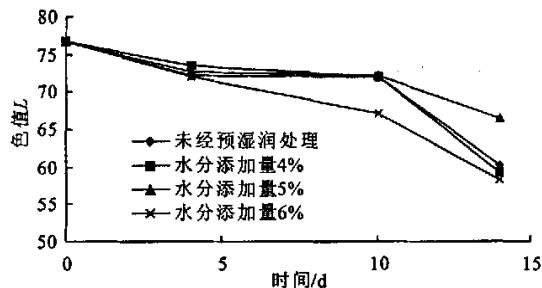


图5 预湿润对白蘑菇色差L值的影响

Fig. 5 The effect of different pre-wetting treatment on color

3 结 论

1) 预湿润处理可缩短白蘑菇的预冷时间,水分添加量为样品质量4%、5%和6%的样品,其预冷时

间仅为对照样的一半左右,预湿润处理不仅提高了产品质量而且节约了能源。

2) 样品处理量为4 kg时,综合考虑各项理化指标,水分添加量为样品总质量的5%时,样品的贮藏效果较好。

参考文献:

- [1] 石小琼,邓金星,张映斌. 真空预冷技术在子芋冷藏保鲜上的应用研究[J]. 农业工程学报,2001,(4):86-90.
- [2] 王海鸥,姜松. 真空冷却技术及其在食品工业的研究和应用[J]. 制冷,2004,(3):33-36.
- [3] Wang L J, Sun D W. Rapid cooling of porous and moisture foods by using vacuum cooling technology[J]. *Trends in Food & Technology*, 2001, 12, 174-184.
- [4] 邓东泉,孙恒,肖尤明,等. 真空预冷技术的现状和发展前景[J]. 食品工业科技, 2002,(7):73-75.
- [5] Tadhg B, Sun D W. Compensation for water loss in vacuum-precooled cut lily flowers[J]. *J agric Engng Res*, 2001, 79 (3),299-305.
- [6] 冯圣洪,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.
- [7] 蔡健,王薇. 蘑菇的营养保健作用和保鲜技术[J]. 中国食物与营养,2004,(3):20-21.
- [8] 张肇富. 蘑菇的细孔隙包装保鲜更佳[J]. 湖南包装,2000,(2):39.
- [9] 上官舟建. 双孢蘑菇的保鲜研究[J]. 中国食用菌,1994,(4):33-35.
- [10] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京:轻工业出版社,1989.
- [11] 徐艳阳,张懋,屠定玉,等. 真空冷冻与热风联合干燥毛竹笋[J]. 无锡轻工大学学报,2004,(6):27-32.
- [12] 韦公远. 果蔬真空预冷装置[J]. 保鲜与加工,2002,(3):31.
- [13] 陈羽白,林海英,赵华海,等. 菜心真空预冷效果的试验研究[J]. 农业工程学报,2003,(5):161-164.
- [14] Mc Donald K, Sun D W. Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review[J]. *Journal of Food Engineering*, 2000,45,55-65.
- [15] Noble R A. A review of vacuum cooling of mushrooms[J]. *Mushroom Journal*, 1985, 149, 168-170.

(责任编辑:朱明)

(上接第69页)

- [6] Colja Laane, Sjeff Boeren, Kees Vos. Rules for optimization of biocatalysis in organic solvents [J]. *Biotechnol Bioeng*, 1987, 30: 81-87.
- [7] Gorman L S, Dordick J S. Papain Kinetics in the presence of a water-miscible organic solvent[J]. *Biotechnol Bioeng*, 1991, 37: 967-972.
- [8] Nakamura K, Kondo S, Kawai Y. Asymmetric reduction of ketopantolactone by baker's yeast [J]. *Tetrahedron, Asymmetry*, 1993, 4: 1253-1254.
- [9] Nakanura K, Kondo S, Nakajima N. Mechanistic study for stereochemical control of microbial reduction of α -Keto esters in an organic solvent [J]. *Tetrahedron*, 1995, 51: 687-694.
- [10] 蒋南. 化学-酶法合成(R)-2-羟基-4-苯基丁酸乙酯的研究 [D]. 无锡:江南大学, 2004.
- [11] Dao H D, Kawai Y, Hida K, et al. Reduction of alkyl 2-Oxo-4-phenylbutyrate as precursors of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitors [J]. *Bull Chem Soc Jpn*, 1998, 71: 425-432.

(责任编辑:朱明)