

文章编号:1673-1689(2005)03-0039-05

不同真空预冷终温对双孢蘑菇保鲜的影响

陶菲¹, 张慙¹, 余汉清², 肖功年³, 孙金才³

(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. 惠山区农林局, 江苏无锡 214174; 3. 海通食品集团有限公司, 浙江慈溪 315300)

摘要:真空预冷技术应用于双孢蘑菇的预处理, 研究了双孢蘑菇在不同预冷终温过程中的温度、压力及品质的变化, 并在随后的贮藏过程中, 以呼吸强度、失重率和 VC 含量、细胞膜透性和感官品质为考察指标, 从而确定最佳的预冷温度为 5℃。经真空预冷处理的蘑菇的生理生化指标和感官品质均优于对照样。

关键词:真空预冷; 双孢蘑菇; 保鲜

中图分类号:TS 255.3

文献标识码:A

Effect of Different Temperature on Vacuum Cooled *Agaricus bisporus*

TAO Fei¹, ZHANG Min¹, YU Hang-qing², XIAO Gong-nian³, SUN Jin-cai³

(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; 3. Haitong Food Group Ltd. Co., Zhejiang, Cixi 315300, China)

Abstract: Vacuum cooling has been used as a rapid cooling method for *Agaricus bisporus*. In this study, experiments were carried out to evaluate the effects of different temperature on the respiration rate, weight loss, content of vitamin C, plasmic permeability and visual quality of mushrooms. The corresponding cooling processes were also investigated. The results showed that when setting temperature at 5℃, vacuum cooling could significantly extend the shelf life of the mushroom.

Key words: vacuum cooling; *Agaricus bisporus*; storage

双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*)俗称蘑菇, 白蘑菇、洋蘑菇、蘑菇菌等, 是世界上栽培最广、产量最多、消费最普遍的一种食用菌^[1]。它色泽洁白纯净, 质地柔嫩细致, 营养丰富独特, 味道鲜美, 蛋白质、氨基酸、维生素和矿物质种类多、含量高, 具有营养和保健功能^[2,3]。但因蘑菇水分含量高, 组织柔嫩, 表面无保护结构, 所以呼吸作用和蒸腾作用都较剧

烈, 易受病菌侵染和机械损伤引起腐烂变质。蘑菇在常温条件下采后 2 d 内即变色、变质、开伞, 降低食用品质和商品价值^[2]。采后蘑菇极其活跃的后熟过程影响了其商品质量和货架寿命, 给生产和贮运造成很大损失和制约。在我国, 蘑菇生产点分散, 运输、加工等环节跟不上, 保鲜问题更成为长期困扰菇农的焦点^[4,5]。

收稿日期: 2004-08-11; 修回日期: 2004-10-19。

基金项目: 江苏省科技攻关项目(BE2003349)资助课题。

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。

万方数据

真空冷却(Vacuum cooling)的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,使食品的品温快速下降的一种冷却方式,所以真空冷却又被称为“自我冷却”^[6,7]。真空预冷是迄今最快的一种制冷方式,可以在产地尽快地(约30 min)冷却刚采摘后的水果蔬菜,及时排除田间热和多余的水分,愈合采摘或搬运中产生的伤口,显著减少果蔬的质量损失,提高果蔬贮藏寿命和质量,增加经济效益^[8]。

发达国家为获得高品质的果蔬,真空预冷已作为果蔬采摘后的第一道工序,并作为果蔬入市前必须进行的标准化作业之一。目前我国真空预冷技术在果蔬保鲜上的应用普及率较低,加入WTO以后,为提高果蔬产品的市场竞争力,必须强化保鲜技术,预冷技术的提升将有助于果蔬保鲜期限的大幅

度延长,进而强化农产品内外销竞争力^[9]。

由于蘑菇的水分质量分数超过90%,而且其多孔性的结构,可使水分快速蒸发,所以适宜用真空预冷的方法进行冷却^[10]。本试验将真空预冷技术应用于双孢蘑菇的冷藏预处理,对不同预冷终温对双孢蘑菇保鲜效果的影响进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

双孢蘑菇:无锡市惠山区农林局提供,采后1 h内运送到实验室;ZY0.1真空预冷机:无锡市企虹制冷设备有限公司生产,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生产;DDS-11C电导率仪:上海雷磁仪器厂生产。

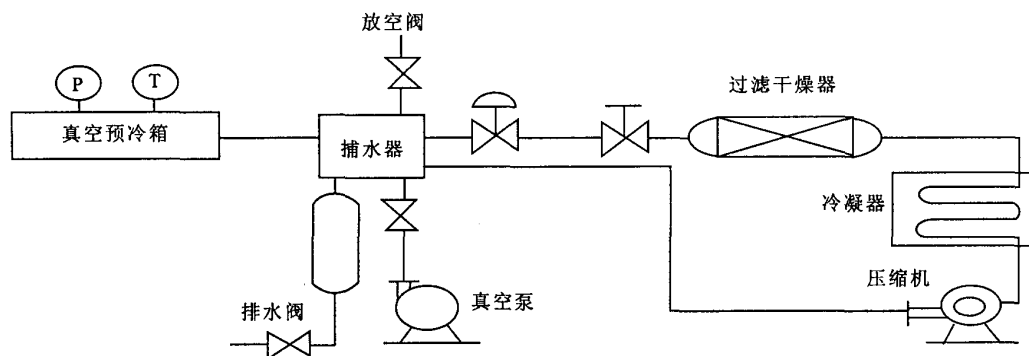


图1 真空预冷机结构示意图

Fig. 1 The schematic diagram of the vacuum cooler

1.2 方法

1.2.1 蘑菇真空预冷的操作方法 开机后,将温度调节到预定的温度,再将样品平铺于真空室中,将2个温度探头分别放置在蘑菇的表面和内部,最后紧闭室门,启动抽真空。到达指定的预冷温度后,机器将自行停止。

1.2.2 失重率计算 失重率=(损失质量/原始质量)×100%。

1.2.3 呼吸强度测定 静止法测定呼吸强度,以二氧化碳的变化量计。

1.2.4 维生素C的测定 2,6-二氯酚滴定法^[11],以每100 g样品的VC变化量计。

1.2.5 细胞膜透性的测定 用打孔器及切片器将样品制成厚薄均匀、大小一致的组织圆片,精确称取2 g,放在盛有20 mL蒸馏水的烧杯中,浸泡1 h;弃去浸泡液,用滤纸吸干附着的水分,放入装有蒸馏水的烧杯中,震荡1 h,用电导仪测定提取液电导

度(L_1);再将样品加热杀死组织圆片,冷却后再测提取液的电导度(L_0)。

$$\text{细胞膜渗透率}(L_e) = (L_1/L_0) \times 100\%$$

1.2.6 感官评定 根据Lukasse^[12]和张剑峰^[13]的方法稍加修改,感官评定等级标准见表1。主要评定样品的颜色、萎蔫程度和开伞情况,每项指标的最高分为6分,最低分为1分,利用加权法计算总分,色泽的加权系数为0.4,萎蔫程度为0.2,开伞情况为0.4。根据加权评分判定样品的优劣。

2 结果与讨论

2.1 真空预冷的降温和降压曲线

由图2可知,双孢蘑菇的降温降压过程主要分为3个阶段,首先是0~2 min的缓慢降温阶段。这段时间温度的下降幅度很小,而压力则迅速下降,从100 kPa下降到约0.5 kPa(压力表显示的量程为

100~0.01 kPa);其次是 2~6 min 的快速降温阶段,这个阶段样品的温度迅速从约 20 ℃下降到约 6 ℃,而压力变化不大,维持在约 0.3 kPa,这表明双孢蘑菇的饱和蒸汽压在 0.3 kPa 附近;最后阶段是温度和压力都在缓慢下降直到预冷过程结束.之所以列出 3 ℃ 的压力变化曲线,是因为各温度的压力下降曲线极其相似.

表 1 蘑菇的感官评定等级

Tab.1 Relation between visible quality of mushrooms and attributed score value

等级	颜色	萎蔫程度	开伞情况	分值
1	白	不萎蔫	完全不开伞	6
2	极轻微的变化	刚出现萎蔫趋势	在柄部出现开伞前兆	5
3	有些变化	有些萎蔫	10%~20% 的样品出现开伞	4
4	一半左右	一半左右萎蔫	20%~50% 的样品出现开伞	3
5	褐变明显	大多数样品萎蔫	大多数样品开伞	2
6	严重褐变	严重萎蔫	几乎全部开伞	1

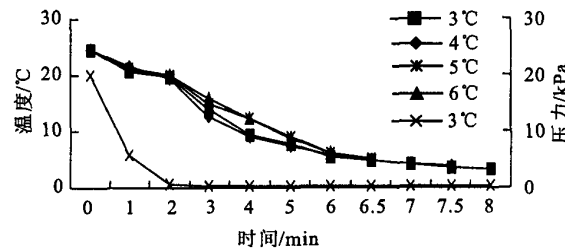


图 2 真空预冷过程中温度和压力随时间的变化

Fig.2 The reduction of temperature and pressure with cooling time

由于样品的个体差异导致温度的变化曲线稍有不同,但其大体趋势相近.从图 2 可以看出,设定的预冷温度越低所需时间就越长,终温为 6 ℃ 时所需时间为 6 min,而终温为 3 ℃ 时则需要 8 min.由于试验过程中原料处理量较小,仅为 2 kg,如果加大处理量时间的差异将更为显著.

2.2 不同预冷终温下预冷前后失重率的变化

双孢蘑菇真空预冷过程中的失重主要是水分蒸发造成的.一般情况下,真空预冷每蒸发样品质量分数 1% 水分,大约可使温度下降 5~6 ℃^[14,15].从图 3 可以看到,预冷温度越低质量损失就越大,每降低 1 ℃ 质量损失增加约 0.25%,因此,预冷温

度不是越低越好.

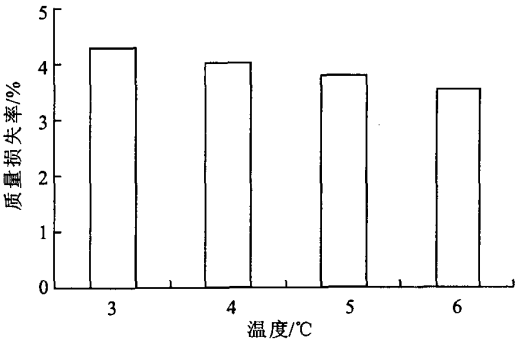


图 3 不同预冷终温的质量损失

Fig.3 The weight loss of different temperature

2.3 不同预冷终温对贮藏期双孢蘑菇品质的影响

2.3.1 呼吸强度的变化 图 4 显示了未经真空预冷处理与经过不同终温真空预冷处理的样品,在 6~8 ℃ 冷库贮藏过程中呼吸强度的变化情况.经不同终温真空预冷处理后,双孢蘑菇的呼吸强度分别从 180.28 mg/(kg·h) 下降到 122.35,124.05,147.76,161.82 mg/(kg·h),预冷的终温越低其呼吸强度的下降幅度就越大.在随后的贮藏过程中,预冷终温为 3 ℃ 和 4 ℃ 的样品的呼吸强度上升明显,甚至超过了对照样,这可能是在真空预冷过程中双孢蘑菇的内部结构受到破坏造成的.而预冷终温为 5 ℃ 和 6 ℃ 的样品始终维持了较低的呼吸强度,并推迟了呼吸高峰的到来.而且,由图 4 可知,蘑菇在贮藏过程中出现了 2 个呼吸高峰,第 1 个高峰与蘑菇在采摘时所受到的损伤有关,第 2 个高峰与蘑菇的贮藏性有关,这一结果与 Villaescusa^[16] 的研究相一致.

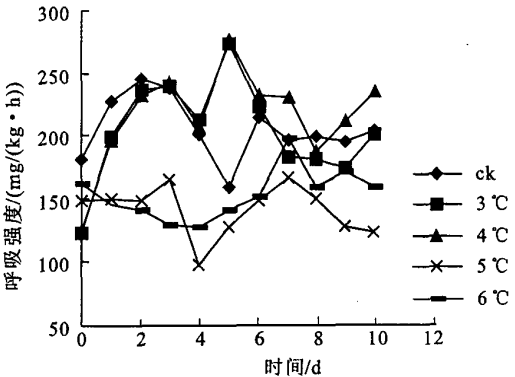


图 4 不同预冷终温呼吸强度的变化

Fig.4 Effect of different temperature on respiration rate

2.3.2 贮藏过程中的失重率变化 真空预冷的原

理决定了样品预冷处理后质量会减少,这是真空预冷技术的不足之处^[15,17]。但是,从图5可以看出,在预冷处理后的贮藏过程中,经真空预冷处理的样品的质量减少要低于对照样,这可能是由于预冷降低了其呼吸强度造成的。预冷终温为5℃的样品的质量损失最小。

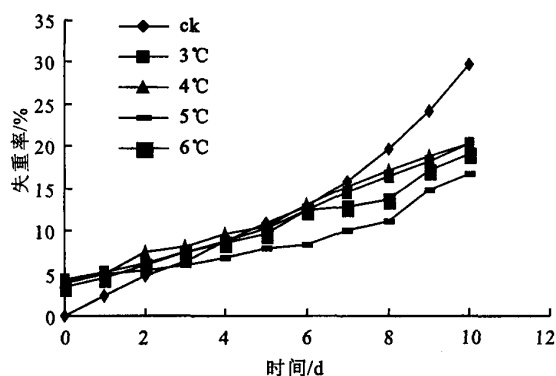


图5 不同预冷终温失重率的变化

Fig. 5 Effect of different temperature on weight loss

2.3.3 维生素C的变化 从图6可以看出,真空预冷过程中样品的VC有一定减少,在随后的贮藏过程中,各样品中的VC都是先减少后增加,然后再下降。VC的减少与细胞中碳水化合物的代谢作用有关,其含量增加可能与蘑菇在冷藏过程中的后成熟有关,这与上官舟建^[5]的研究结果相似,但这方面的研究还有待进一步证实。

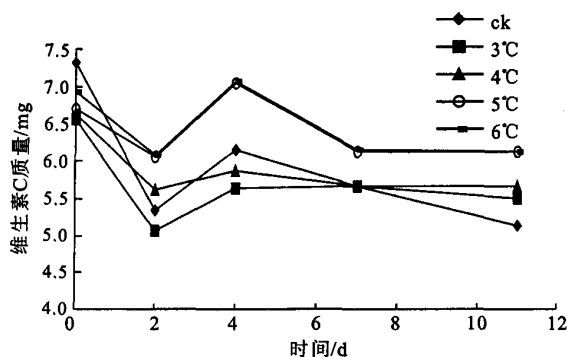


图6 不同预冷终温维生素C的变化

Fig. 6 Effect of different temperature on content of vitamin C

2.3.4 细胞膜透性的变化 在蘑菇贮藏过程中,细胞膜的渗透性加大,细胞中电解质向外渗透速度加快,影响了蘑菇的品质,加速了蘑菇的衰老和变质。因此,细胞膜电解质渗漏率可用于鉴别蘑菇劣变的程度。

从图7中可以看出,预冷温度为5℃的样品的万方数据

细胞膜透性上升速度最慢。其原因在于预冷终温为3℃和4℃的样品在预冷过程中失水较多,样品组织受损害较大,而6℃的样品残留的田间热的较5℃的多,所以细胞膜透性上升较快。

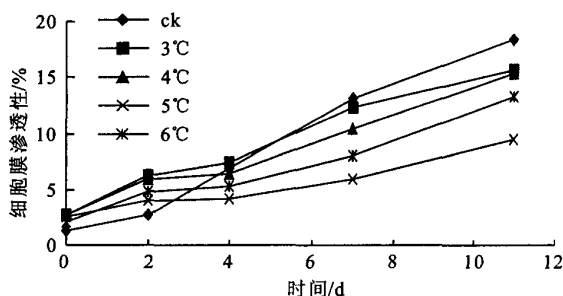


图7 不同预冷终温对细胞膜透性的影响

Fig. 7 Effect of different temperature on plasmic permeability of mushroom

2.3.5 贮藏过程中外观品质的变化 感官评定作为一个宏观的定性评价方法,具有综合性。不同预冷终温对蘑菇感官品质分值的影响见表2。

在实验过程中,当综合评定分值低于2.8分时,蘑菇不再具有商品价值,所以将2.8分作为贮藏过程的终点。

预冷后前两天的样品品质劣于对照样品的主要原因在于预冷过程中样品表面的结构被破坏,蘑菇细胞室内的酚与酪氨酸酶发生反应,从而导致蘑菇表面出现变色现象。预冷温度越低其结构破坏就越严重,在随后的贮藏过程中颜色变化也越显著。其次,预冷过程中样品的水分有一定的损失,预冷终温为3℃和4℃的样品中有少数表面出现萎蔫。

在随后的贮藏期间,由于预冷样品的田间热被快速排除,呼吸强度下降,其萎蔫程度和开伞情况都优于对照样品。所以,综合3个指标,预冷终温为5℃和6℃样品的感官指标明显好于未预冷样品。

3 结论

1)真空预冷处理可使蘑菇的温度迅速下降,在6~8 min内,温度由25℃下降到3~6℃;预冷过程中的蘑菇质量损失率约为4%。

2)采用真空预冷预处理后再冷藏,蘑菇的生化指标和感官品质的变化幅度都有所减少,货架期延长了4~5 d。在没采取预冷加湿处理的情况下,根据各项指标综合考虑,双孢蘑菇的预冷温度以5℃为宜。

表 2 不同预冷终温对蘑菇品质的影响
Tab.2 Effect of different temperature on scores of visual quality

预 冷 终温/℃	指标	保存时间/d										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ck	颜色	6	5	5	4	4	3	2	2	1	1	1
	萎蔫	6	6	6	5	4	4	2	2	2	1	1
	开伞	6	6	5	5	4	3	3	2	1	1	1
	综合	6	5.6	5.2	4.6	4.0	3.2	2.4	2.0	1.2	1.0	1.0
3	颜色	5	5	4	4	4	3	3	3	2	1	1
	萎蔫	4	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2
	开伞	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	3
	综合	5.2	5.2	4.8	4.2	4.0	3.6	3.2	3.2	2.4	2.0	2.0
4	颜色	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2
	萎蔫	4	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2
	开伞	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2
	综合	5.2	5.2	4.8	4.4	4.2	3.8	3.2	3.2	2.8	2.4	2.0
5	颜色	5	5	5	5	5	4	3	3	3	2	2
	萎蔫	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4
	开伞	6	6	6	5	5	4	4	3	3	3	3
	综合	5.6	5.6	5.4	5.0	4.8	4.0	3.6	3.2	3.2	2.8	2.8
6	颜色	5	5	5	5	5	4	3	3	3	2	2
	萎蔫	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4
	开伞	6	6	6	5	5	5	4	3	3	3	3
	综合	5.6	5.6	5.4	5.0	5.0	4.6	3.6	3.2	3.2	2.8	2.8

注:2.8分以下即失去商品价值.

参考文献:

[1] 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.

[2] 张肇富. 蘑菇的细孔隙包装保鲜更佳[J]. 湖南包装,2000,(2):39.

[3] 上官舟建. 双孢蘑菇的保鲜研究[J]. 中国食用菌,1994,(4):33—35.

[4] 刘超,徐宏青,王宏. 双孢蘑菇辐照保鲜研究[J]. 安徽农业科学,2002,(6):848—850.

[5] 上官舟建. 双孢蘑菇的保鲜研究[J]. 中国食用菌,1994,(5):41—42.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 崔秀华. 真空预冷保鲜及其应用前景[J]. 电子器件,1998,(1):53—57.

[9] 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—165.

[10] 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.

[11] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京:轻工业出版社,1989.

[12] Lukasse L J, Polderdijk J J. Predictive modeling of post-harvest quality evolution in perishables, applied to mushrooms [J]. Journal of Food Engineering, 2003,59:191—198.

[13] 张剑峰,张慙,陈黎明. 香菇的涂膜保鲜[J]. 无锡轻工大学学报,2004,(1):66—70.

[14] 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.

[15] 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.

[16] Villascusa R, Gil M I. Quality improvement of pleurotus mushroom by modified atmosphere packaging and moisture absorbers[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28:169—179.

[17] 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.