

薄膜包装冷藏对鸡腿蘑采后生理变化的影响*

刘志芳^{1,2}, 张玮³, 武治昌^{1,2}, 冯九海^{1,2}, 李君兰^{1,2}

1(河西学院农学系, 甘肃 张掖, 734000) 2(河西学院河西绿洲农业研究所, 甘肃 张掖, 734000)

3(延安大学西安创新学院, 陕西 西安, 710100)

摘 要 以人工栽培的新鲜鸡腿蘑为试材, 研究了薄膜包装冷藏对鸡腿蘑采后生理变化的影响。结果表明: 鸡腿蘑具有明显的呼吸高峰, 属于呼吸跃变型蔬菜。在 $(1 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 的冷藏温度下, 厚度为 0.05 mm 的聚乙烯薄膜袋包装, 既推迟了鸡腿蘑呼吸高峰的到来又降低了峰值, 且有效控制了鸡腿蘑失重率、褐变度、膜透性和 PPO 活性的增加, 从而延缓了鸡腿蘑的衰老进程, 有利于其贮藏保鲜。

关键词 鸡腿蘑, 薄膜包装, 贮藏温度, 代谢生理

鸡腿蘑 (*Coprinus comatus*), 学名毛头鬼伞, 在分类学上隶属于真菌门, 担子菌亚门, 层菌纲, 伞菌目, 鬼伞科, 鬼伞属^[1]。因其菇体洁白如玉, 肉质细腻, 口感滑嫩, 清香味美, 在国际市场上十分畅销。

鸡腿蘑含水量很高, 组织非常细腻, 但由于菇体表面无明显的保护结构, 采后极易失水萎蔫, 常温下 1~2 d 就会出现失重、萎缩、开伞、菌柄伸长、褐变甚至腐烂现象, 严重降低甚至丧失其商品价值和食用价值。目前关于鸡腿蘑保鲜的研究报道较少且多是关于贮藏环境温湿度对其保鲜效果的影响。本文将普通冷藏与薄膜包装相结合对新鲜鸡腿蘑进行薄膜包装冷藏, 以研究其保鲜效果, 并从菇体的生理变化及相关酶活性的变化方面探讨其作用机制, 为有效控制鸡腿蘑的成熟衰老, 延长其贮藏寿命和货架期, 建立和完善鸡腿蘑冷藏保鲜技术体系提供理论依据和技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为人工栽培的新鲜鸡腿蘑 (*Coprinus comatus*), 采自甘肃省张掖市梁家墩镇食用菌栽培基地。采后立即运至河西学院农学系实验室, 挑选菇体完整、色泽洁白、菌柄与菌盖结合紧密、未开伞、无病虫害、菇高 45~55 mm 的子实体, 刮去菌盖上的鳞片 and 表面的泥土后放入 $(3 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 的冷库内预冷 10~12 h。包装材料聚乙烯 (PE) 薄膜购自国家农产品保鲜工程研究中心, 自封袋, 规格为 50 cm×40 cm。

第一作者: 硕士, 讲师。

* 甘肃省教育厅科研项目 (0609B-07)

收稿日期: 2008-12-16, 改回日期: 2009-02-16

1.2 试验处理

1.2.1 薄膜厚度的选择

在前期实验的基础上^[2], 将鸡腿蘑贮藏温度为 $(1 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 90%~95% 的条件下, 设置对照 (CK, 不包装)、0.03、0.05 和 0.07 mm 的 PE 袋包装共 4 个处理, 每处理 2 kg, 重复 3 次。每天随机取样测定各指标, 平行测定 3 次, 结果取其平均值。测定指标为失重率、褐变度、细胞膜渗透率。

1.2.2 薄膜包装冷藏效应试验

在 $(1 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 的贮温下, 相对湿度为 90%~95%, 设对照 (CK, 不包装) 和 0.05 mm PE 袋包装处理, 考察薄膜包装冷藏对鸡腿蘑的保鲜效应。每处理 2 kg, 重复 3 次。每天随机取样测定各指标, 平行测定 3 次, 结果取其平均值。测定指标为呼吸强度、失重率、褐变度、多酚氧化酶活性。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 呼吸强度的测定

静置法测定^[3], 单位 $\text{CO}_2 \text{ mg}/[\text{kg} (\text{FW}) \cdot \text{h}]$ 。

1.3.2 失重率的测定

$$\text{失重率}/\% = \frac{\text{贮前质量} - \text{贮后质量}}{\text{贮前质量}} \times 100$$

1.3.3 褐变度的测定

待测鸡腿蘑 0.5 g 与冷却蒸馏水按质量比 1:10 混合冰浴研磨后以 1 000 r/min 冷冻离心 10 min, 取上清液在 25℃ 下保温 5 min, 记录波长 400 nm 处吸光值 A 在 5 min 内的变化, 以 $10 \times A$ 表示鸡腿蘑褐变度 (BD) 的值。

1.3.4 组织细胞膜渗透率的测定

电导仪法^[4]。

1.3.5 酶液提取及多酚氧化酶 (PPO) 活性的测定

取 5.0 g 鸡腿蘑切碎放入研钵,加入适量预冷的 0.05 mol/L (pH=5.7)磷酸缓冲液,冰浴研磨,以 10 000 r/min 冷冻离心 20 min,上清液全部转入 25 mL 容量瓶中定容至刻度作为酶提取液,低温保存备用。

PPO 活性采用邻苯二酚法测定^[5]。

2 结果与分析

2.1 不同厚度薄膜包装对鸡腿蘑贮藏效果的影响

表 1 不同厚度薄膜包装对鸡腿蘑贮藏效果的影响

薄膜厚度/mm	褐变度		细胞膜渗透率/%		失重率/%	
	3 d	8 d	3 d	8 d	3 d	8 d
0.03	0.46	0.61	36.23	73.84	0.31	0.43
0.05	0.43	0.50	32.99	60.26	0.16	0.28
0.07	0.44	0.58	34.77	67.94	0.15	0.21
CK	0.61	0.89	46.06	91.73	0.79	1.64

褐变度是判别鸡腿蘑贮藏品质的重要指标之一。表 1 表明,不同厚度 PE 袋包装的鸡腿蘑,其褐变度存在明显差异。厚度为 0.05 mm 的包装袋保鲜效果最好,贮藏 8d 后褐变度由原来的 0.4 上升为 0.5,增加率为 25%。而 0.03 mm 和 0.07mm 包装的鸡腿蘑褐变度分别增长了 53%和 45%。褐变度上升幅度最大的是 CK 处理,贮藏第 8 天增长率为 122.5%。整个贮藏期间,4 种处理的细胞膜渗透率都呈上升趋势,但 3 种包装处理的增加幅度均小于 CK 处理。贮藏第 8d,与贮前相比细胞膜渗透率增加幅度最小的是 0.05 mm 包装,增加值为 35.04,其次为 0.07 mm、0.03 mm 的包装。相比之下 0.07 mm 薄膜袋的保湿性能最好,贮藏至第 8d,菇体失重率仅为 0.21%,此时 CK 处理已达到了 1.64%。可见薄膜袋厚度与鸡腿蘑的失水量呈负相关,即薄膜厚度越大,保水性越好,菇体失重率越小。

选择适宜厚度的薄膜袋包装鸡腿蘑能够延缓其贮藏过程中的后熟衰老,起到提高贮藏效果,延长贮藏期的作用。本试验表明,在(1±0.5)℃下,采用厚度为 0.05 mm 的 PE 袋包装贮藏鸡腿蘑的综合效果最好。故采用该厚度的 PE 袋包装鸡腿蘑,并贮藏于(1±0.5)℃的温度条件下,以研究其贮藏保鲜效果并探讨其作用机制。

2.2 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑贮藏效果的影响

2.2.1 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑呼吸强度的影响

PE 膜具有一定的阻透性,可使袋内保持相对稳定的低 O₂ 高 CO₂ 的气体状态,抑制菇体的呼吸作用。图 1 可见,CK 处理和薄膜包装的鸡腿蘑在贮藏期间均有呼吸高峰。采摘当天,鸡腿蘑的呼吸强度高达到 716.3CO₂ mg/[kg (FW) · h],这主要是采收和修整时对其造成了一定的机械损伤,菇体必须通过旺

盛的呼吸来促进伤口愈合以阻止病菌的侵染。同时,旺盛的呼吸产生大量的呼吸热,致使贮藏温度升高,反而又加强了呼吸。通过 10~12 h 的预冷,菇体各种新陈代谢活动减弱,呼吸强度降低。图 1 显示,整个贮藏期间,CK 处理的呼吸强度明显高于薄膜包装处理。在贮藏第 6d CK 处理出现了呼吸高峰,峰值为 503.8CO₂ mg/[kg (FW) · h],而包装处理的鸡腿蘑在第 8d 达到呼吸高峰,峰值为 335.4CO₂ mg/[kg (FW) · h],比 CK 处理降低了 168.4 CO₂ mg/[kg (FW) · h]。说明薄膜袋包装即可推迟呼吸高峰的出现,还能降低呼吸峰值,从而延缓了鸡腿蘑的后熟衰老,提高了保鲜效果。

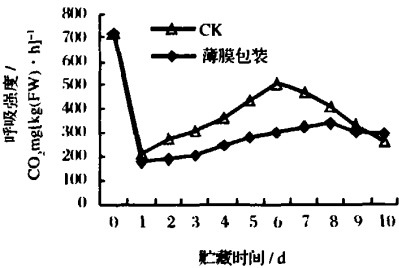


图 1 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑呼吸强度的影响

2.2.2 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑失重率的影响

蒸腾失水是果蔬产品采后失重的主要原因,当失水达到自身质量的 5% 以上时,产品就会出现萎蔫现象。同时,失水还会引起产品风味和质地的下降。图 2 显示,随着贮藏时间的延长,鸡腿蘑的失重率逐渐增大,但薄膜袋包装的失重率显著低于 CK 处理。贮藏第 10 天,包装处理和 CK 处理的失重率分别为 0.32% 和 1.83%,CK 处理是包装处理的 5.7 倍。PE 袋包装可有效抑制鸡腿蘑的采后失水,原因是其具有较好的保湿作用。

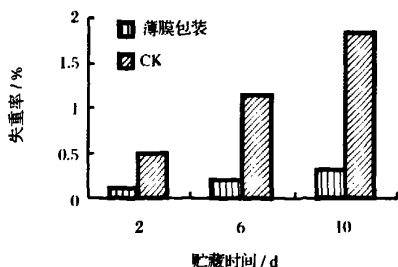


图2 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑失重率的影响

2.2.3 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑多酚氧化酶(PPO)活性的影响

PPO是导致果蔬褐变的主要酶,其活性越大,组织的褐变速度越快,褐变程度越严重。鸡腿蘑贮藏期间PPO活性的变化如图3所示,随着贮藏时间的延长,PPO活性不断增强,但包装处理的鸡腿蘑PPO活性一直处于较低水平,并且呈缓慢上升趋势。贮藏第10d,由原来的 $4.65 \text{ U} / [\text{min} \cdot \text{g}(\text{FW})]$ 增至 $6.91 \text{ U} / [\text{min} \cdot \text{g}(\text{FW})]$,此时CK处理的PPO活性已上升为 $16.97 \text{ U} / [\text{min} \cdot \text{g}(\text{FW})]$,是薄膜包装的2.5倍。可见,PE袋包装有助于保持鸡腿蘑PPO的低活性。

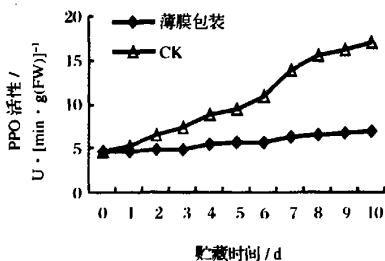


图3 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑PPO活性的影响

2.2.4 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑褐变度的影响

鸡腿蘑贮藏期间褐变度的变化趋势如图4所示。与PPO活性的变化相似,整个贮藏期间,褐变度不断上升。但PE袋包装的鸡腿蘑褐变度始终明显低于CK处理,且上升缓慢。贮藏第6d包装处理的褐变度由原来的0.4上升到0.46,增加幅度为15%,此时CK处理的褐变度为0.73,较原来升高了82.5%。

2.3 讨论

2.3.1 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑呼吸强度的影响

薄膜包装贮藏(MA)是利用薄膜包装袋内产品自身的呼吸作用,形成一种高 CO_2 、低 O_2 浓度的微环境抑制果蔬产品的代谢作用,延缓其成熟和衰老,从而达到延长贮藏寿命的效果。研究表明,薄膜包装

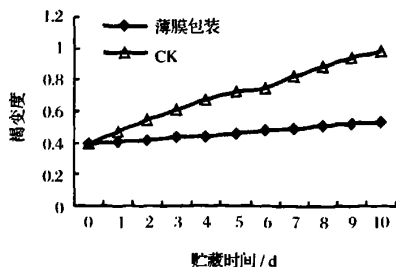


图4 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑褐变度的影响

冷藏可明显抑制双孢蘑菇^[6]、金针菇^[7]、猕猴桃^[8]、香蕉^[9]等果蔬产品的呼吸速率,使其能在较长时间内保持良好的品质。

呼吸作用是鸡腿蘑采后新陈代谢的主导过程。菇体的成熟度、贮藏温度和环境的气体成分等是影响鸡腿蘑呼吸作用的主要因素。在贮藏实践中,确定鸡腿蘑的呼吸类型对确定其适宜的贮藏条件和保鲜方法有一定的指导意义。本试验表明:鸡腿蘑属于典型的呼吸跃变型产品,采用适宜厚度的聚乙烯薄膜袋包装并冷藏,可降低其呼吸强度,推迟呼吸高峰的出现。适宜于鸡腿蘑冷藏的PE袋厚度为0.05 mm,因其具有较高的限气性,使袋内气体成分起到了降低鸡腿蘑呼吸强度的作用。与CK处理相比,它使鸡腿蘑的呼吸高峰推迟2d出现,峰值降低了 $168.4 \text{ CO}_2 \text{ mg} / [\text{kg}(\text{FW}) \cdot \text{h}]$,具有很好的保鲜效果。

2.3.2 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑失重率的影响

鸡腿蘑采后随着新陈代谢的不断进行,自身营养物质也在不断消耗。水分含量是衡量鸡腿蘑新鲜程度的重要指标之一。失水超过5%时子实体即萎蔫变软,新鲜程度下降,甚至失去商品价值。菇体萎蔫时,原生质脱水,会促进水解酶活性增强,加速水解作用,从而破坏正常的代谢。鸡腿蘑子实体重量的降低除小部分为新陈代谢消耗外,主要由蒸腾失水造成。因此控制鸡腿蘑的失水是延缓衰老、延长贮藏期的关键因素之一。本研究发发现适宜厚度的薄膜包装冷藏可显著减轻鸡腿蘑采后的水分损耗,这与双孢蘑菇^[10]、板栗^[11]、枇杷^[12]的研究结果一致。

2.3.3 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑PPO活性的影响

PPO是蛋白酶,其活性部位三维结构的完整性对保持酶的活力是必要的,任何影响酶三维结构完整性的因素都将影响其活性。其中,温度是一个重要因素。PPO最适反应温度为 25°C ,当温度升高时酶蛋白会逐渐变性而失活;温度降低时,酶活性也会降低,但PPO不会受到破坏,当温度回升时,酶的催化活性

又随之恢复。本试验中 PPO 活性随贮藏时间的延长而呈上升趋势,而且薄膜包装的鸡腿蘑 PPO 活性一直处于较低水平,上升幅度明显低于 CK 处理。可见,薄膜包装冷藏能有效抑制鸡腿蘑 PPO 活性的升高。

2.3.4 薄膜包装冷藏对鸡腿蘑褐变度的影响

褐变是鸡腿蘑在贮藏保鲜中常见的质量问题。果蔬褐变主要是许多酚类物质在 PPO 作用下被氧化成醌,进而聚合成黑色素。据报道,在香菇^[13]和双孢蘑菇^[6]的采后褐变中 PPO 起着关键性作用。菇体的褐变与 PPO 活性高低有密切相关,PPO 活性越强,褐变度越大。薄膜包装冷藏能有效抑制鸡腿蘑 PPO 活性的增加而抑制了菇体褐变度的上升。

3 结论

采后鸡腿蘑在贮藏期间具有明显的呼吸高峰,是典型的呼吸跃变型蔬菜。在 $(1\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 的冷藏温度下,适宜于鸡腿蘑保鲜的 PE 膜厚度为 0.05mm,此条件有利于鸡腿蘑衰老过程的控制,可起到良好的贮藏效果。厚度为 0.05mm 的 PE 袋,温度为 $(1\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 的薄膜包装冷藏条件能有效控制鸡腿蘑采后失重率、PPO 活性和褐变度的增加,既推迟了呼吸高峰的出现,又降低了呼吸峰值,从而延缓了鸡腿蘑的衰老进程,延长了货架期。

参 考 文 献

1 胡昭庚,曾长华,肖建京. 名贵食用菌[M]. 上海:上海科

学普及出版社,2000

- 2 刘志芳,饶景萍,李君兰,等. 贮藏温度对鸡腿蘑采后生理和品质的影响[J]. 西北农业学报,2007,16(1):201~203
- 3 陕西省仪社农业学校主编. 果蔬贮藏加工学[M]. 北京:中国农业出版社,1990
- 4 杨艳芬,张彩珍,胡亮,等. 臭氧处理与低温对双孢蘑菇保鲜效果的影响[J]. 江西农业大学学报,2005,27(1):29~32
- 5 李合生主编. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000
- 6 王娟. 双孢菇采后生理及贮藏保鲜技术的研究[D]. 淄博:山东理工大学硕士学位论文,2004
- 7 王伟明,陈斌,陈敏. 不同厚度聚乙烯薄膜对金针菇贮藏效果的影响[J]. 中国食用菌,1997,16(4):34~35
- 8 Reid MS,David AH,Pratt HK. Seasonal patterns in chemical composition of fruit of *Actinidiachinensis*[J]. J Amer Soc Hort Sci,1982,107(2):316~319
- 9 Burdon JN,Dori S,Lomaniec E,et al. The post-harvest ripening of waterstressed banana fruit[J]. Journal of Hort Sci,1994,69(5):799~804
- 10 石启龙,王相友. 双孢蘑菇 MA 保鲜技术研究[J]. 农业机械学报,2004,35(6):144~147
- 11 陈建明. 药剂处理与包装对贮藏板栗失水与霉变的影响[J]. 福建果树,2005,(3):29
- 12 章伯元,谢立群,朱军贞,等. 蚕茧在枇杷保鲜中的应用研究[J]. 蚕业科学,2005,31(4):501~503
- 13 李文香,刘树堂,李经道. 香菇采后褐变机理及加工过程中控制方法的研究.[J]. 莱阳农学院学报,1998,15(1):56~59

Effect of Film Packing and Cool Storage on Postharvest Physiology of *Coprinus comatus*

Liu Zhifang^{1,2}, Zhang wei³, Wu Zhichang^{1,2}, Feng Jiu hai^{1,2}, Li Junlan^{1,2}

1(Department of agriculture science,Hexi University ,Zhangye 734000,China)

2(Hexi oasis agricultural research institute. Hexi University , Zhangye 734000,China)

3(Xian Creation College of Yan'an University, Xian 710100,China)

ABSTRACT Effects of different film packaging and temperatures on the postharvest physiology of *Coprinus comatus* were studied. The results showed that;*Coprinus comatus* had typical respiration peak. The treatment with 0.05mm PE film packing at $(1\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ could delay the appearance of respiration peak and lower the respiration rate. During storage, the weight loss, browning degree, cell membrane permeability and PPO activity were effectively controlled, and thus extending the freshness of *Coprinus comatus*.

Key words *Coprinus comatus*, PE film packing, storage temperature, physiological metabolism