

不同包装材料对草菇保鲜效果的影响

张松阳 (北京市农业技术推广站, 北京 100029)

摘要 为分析不同包装材料对草菇保鲜效果的影响, 分别采用普通塑料袋、纳米保鲜袋、微孔保鲜袋、物理活性保鲜袋 4 种包装袋进行处理, 在温度 (15±1) °C、贮藏环境相对湿度约 85% 的恒温柜内进行贮藏。以失重率、感官品质、硬度、维生素 C 含量等为考察指标, 探讨不同包装材料对草菇贮藏过程中保鲜效果的影响。结果表明, 采用微孔保鲜袋有效降低了草菇贮藏期间的失重率, 4 d 后失重率仅 2.86%, 新鲜度 0.56, 硬度 0.64 kg, 可溶性固形物及 V_C 含量均高于其他包装袋, 能够维持较高的营养价值, 提高贮藏品质, 延长贮藏时间, 其保鲜效果最佳。

关键词 草菇; 包装; 保鲜效果

中图分类号 TS205.9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)09-0173-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.09.050



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Influences of Different Package Materials on the Fresh-keeping Effect of *Volvariella volvacea*

ZHANG Song-yang (Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029)

Abstract In order to analyze the influences of different package materials on the fresh-preservation effect of *Volvariella volvacea*, *V. volvacea* were treated with common plastic bag, nano fresh-keeping bag, microporous fresh-keeping bag and physical activity fresh-keeping bag. And *V. volvacea* were stored in a thermostatic cabinet under the conditions of temperature (15±1) °C and the relative humidity of about 85%. Taking weight loss ratio, sensory quality, hardness, and content of V_C as observation indices, the influences of different package materials on fresh-keeping effect of *V. volvacea* during the storage process were discussed. The results showed that the weight loss ratio of *V. volvacea* during the storage process was effectively reduced by using microporous fresh-keeping bag, the weight loss ratio was only 2.86%, the freshness was 0.56, the hardness was 0.64 kg. The content of soluble solids and V_C treated with microporous fresh-keeping bag were higher than those packed with other package materials. Packing *V. volvacea* with microporous fresh-keeping bag could maintain higher nutritive value, improve the storage quality and prolong storage time. Therefore, microporous fresh-keeping bag had the best fresh-keeping effect.

Key words *Volvariella volvacea*; Package; Fresh-keeping effect

草菇是食用菌中最不易保鲜贮藏的菇类, 常温下采摘后 1~2 d 的菇体内水分就会大量丧失, 继而菇体褐变、自溶、发黏、风味变劣, 采摘后强烈的代谢作用影响着草菇的食用价值和外观品质^[1]。当采用较低温度(10 °C 以下)保存时, 其菇体细胞会发生自溶, 使菇体变褐、组织渗液; 当保存温度较高(25~30 °C)时, 组织新陈代谢旺盛, 菇体会伸长开伞, 降低商品价值, 高温还容易促进细菌和其他病原微生物的大量繁殖, 从而导致菇体腐烂发臭^[2-3]。随着草菇种植技术的提高和产量的快速增加, 研发相应的贮藏保鲜技术, 延长其贮藏保鲜时间很有必要。笔者通过研究普通塑料袋、微孔保鲜袋、纳米保鲜袋、物理活性保鲜袋 4 种包装材料对草菇的失重率、感官品质、维生素 C 含量等指标的影响, 探讨适合草菇保鲜包装的包装种类, 旨在为草菇保鲜包装提供理论依据。

1 材料与方

1.1 仪器 电子天平, 为 SQP 赛多利斯科学仪器有限公司产品; 离心机, 型号 TD5A, 为湖南赫西仪器装备有限公司产品; 硬度计, 型号 GY-4-J, 为浙江托普仪器有限公司产品; 数显折光仪, 型号 PAL-1, 为阳光亿事达仪器有限公司产品; 顶空气体检测仪, 型号 DK-4100, 为丹麦 Dansensor 产品; 紫外可见分光光度计, 型号 UA-8000A, 为上海元析仪器有限公司产品。

1.2 试验方法 供试材料来自北京市大兴区菌益农种植有限公司, 选择成熟度一致, 同批采收且采后前不喷水, 子实体

要求颜色大小均匀, 无病害无损伤, 当天采后运回北京市农业技术推广站。采用 4 种包装材料进行处理, 分别为普通塑料袋、纳米保鲜袋、微孔保鲜袋、物理活性保鲜袋。每个包装袋内装草菇 1 000 g 左右, 每个处理在 (15±1) °C、无光照的恒温贮藏柜内进行贮藏, 每个处理 3 次重复, 每天取样 1 次。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 失重率的测定。 每天称量测定样品的质量 W_n , 记录称重结果, 按以下公式计算失重率。

$$\text{失重率}(\%) = \frac{W_0 - W_n}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中, W_0 代表样品的原始质量(g); W_n 代表试验结束时样品的质量(g)。

1.3.2 感官品质评价。 感官品质评定主要从草菇的气味、色泽、形态、腐烂及质地进行评定, 评定指标见表 1。

1.3.3 硬度的测定。 每次从每个重复中随机取 3 个菇, 用硬度计进行测定, 从草菇顶部插入, 取平均值。硬度计枕头为圆筒形, 直径 5 mm, 长 10 mm, 单位为 kg/cm²。

1.3.4 品质指标的测定。 按以下公式计算软腐率、褐变率和黄变率:

$$\text{软腐率}(\%) = \frac{\text{子实体软腐个数}}{\text{处理子实体总数}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{褐变率}(\%) = \frac{\text{子实体褐变个数}}{\text{处理子实体总数}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{黄变率}(\%) = \frac{\text{子实体黄变个数}}{\text{处理子实体总数}} \times 100\% \quad (4)$$

1.3.5 气体成分的测定。 使用顶空气体测定仪测定气体

成分。

1.3.6 可溶性固形物含量的测定。使用数显折光仪测定可溶性固形物含量。

1.3.7 V_c 含量的测定。采用钼蓝比色法测定 V_c 含量;绘制标准曲线,根据样液的吸光值,利用标准曲线 $Y=Kx+b$ 计

算出样液中 V_c 的含量。

$$V_c \text{ 含量}(\text{mg/g}) = C \times V / W \quad (5)$$

式中, C 为测定用样液浓度, V 为测定用样液的体积, W 为样品质量。

表 1 草菇感官评价指标

Table 1 Sensory evaluation indices of *V. voluacea*

评分 Score	气味 Flavor	色泽 Color	形态 Morphology	腐烂程度 Decay degree	质地 Texture
>8~10	气味清香,无异味	有光泽	边缘整齐,无开伞菇朵	非常新鲜	坚挺,有弹性
>6~8	无清香味,无异味	无光泽	个别菇朵开伞且边缘裂开	轻微腐烂或稍微渗水或干缩	稍坚挺,略有弹性
4~6	有轻度异味	色泽暗淡,实体外缘有褐黄色斑块	半数菇朵开伞且边缘裂开	腐烂或稍微渗水或干缩	失去坚挺及弹性
<4	有明显异味	褐黄色斑块明显扩大成片	多数菇朵开伞且边缘裂开	严重腐烂或稍微渗水或干缩	明显变软

2 结果与分析

2.1 不同包装材料对草菇失重率的影响 由图 1 可知,4 种不同包装处理的草菇失重率均随贮藏时间的延长而不断增加。普通塑料袋包装草菇的失重率从初期的 0.82% 升至 3.93%,纳米保鲜袋包装草菇的失重率在 3 d 时达到 7.83%。这可能是由于采用纳米保鲜袋包装草菇失水严重,腐烂快,有害微生物快速繁殖导致。物理活性保鲜袋和微孔保鲜袋贮藏 4 d 草菇的失重率分别为 3.02% 和 2.86%,且贮藏过程中草菇的失重率低于普通塑料袋包装。采用包装材料处理能减缓菇体自身代谢,减少质量损失,其中微孔保鲜袋包装草菇贮藏 4 d 后失重率最低。

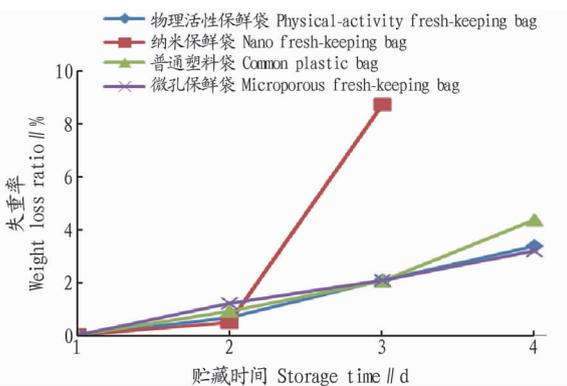


图 1 不同包装材料对草菇失重率的影响

Fig. 1 Influences of different packaging materials on the weight loss ratio of *V. voluacea*

2.2 不同包装材料对草菇感官品质的影响 感官品质是评价草菇采收后质量的重要品质指标,不同包装材料处理草菇的感官分值均随着贮藏时间的延长呈下降趋势。设定草菇保鲜度为贮藏不同时间的草菇感官品质分值与试验开始时的平菇感官品质分值之商,当保鲜度小于 0.5 时草菇失去商品价值。由表 2 可知,贮藏第 3 天经物理活性保鲜袋、纳米保鲜袋、普通塑料袋、微孔保鲜袋处理后的草菇的保鲜度分别为 0.72、0.40、0.56 和 0.68。第 3 天,纳米保鲜袋处理的平菇已失去商品价值,草菇子实体出现大面积褐变,菇体表面塌陷、软化,完全失去食用价值。物理活性保鲜袋和微孔保鲜袋包装草菇依然具有商品性,感官品质优于普通塑料袋包

装草菇。微孔保鲜袋贮藏 4 d 后新鲜度为 0.56。

2.3 不同包装材料对草菇硬度的影响 由图 2 可知,草菇贮藏过程中硬度随着贮藏时间的延长而下降,贮藏初期草菇平均硬度为 2.44 kg/cm²,贮藏第 3 天物理活性保鲜袋、纳米保鲜袋、普通塑料袋、微孔保鲜袋包装草菇的硬度分别为 1.04、0.55、0.97 和 1.04 kg/cm²,纳米保鲜袋包装草菇出现严重的渗水、腐烂的现象并失去食用价值。采用物理活性保鲜袋包装草菇的硬度下降最为缓慢,各处理草菇的硬度 2 d 后急剧下降,此后下降较为缓慢,在第 4 天降至最低值。贮藏 4 d 后微孔保鲜袋包装草菇的硬度为 0.64 kg/cm²。

表 2 不同包装材料对草菇感官品质的影响

Table 2 Influences of different packaging materials on sensory quality of *V. voluacea*

处理 Treatment	时间 Time//d			
	1	2	3	4
物理活性保鲜袋 Physical-activity fresh-keeping bag	50	41	36	22
纳米保鲜袋 Nano fresh-keeping bag	50	36	20	0
普通塑料袋 Common plastic bag	50	38	28	0
微孔保鲜袋 Microporous fresh-keeping bag	50	43	34	28

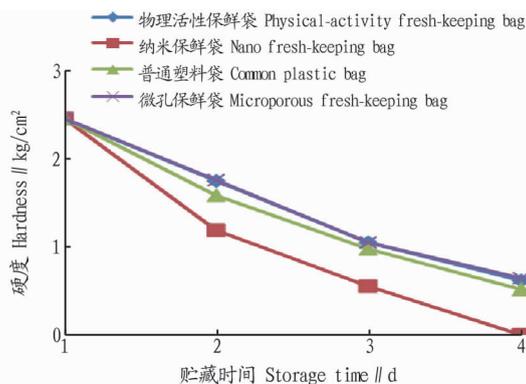


图 2 不同包装材料对草菇硬度的影响

Fig. 2 Influences of different packaging materials on the hardness of *V. voluacea*

2.4 不同包装材料对草菇品质的影响 由表 3 可知,草菇在贮藏第 3 天各处理均出现很大程度的褐变、软化、液化现象。其中纳米保鲜袋完全失去商品性,普通塑料袋软腐率达

到 64%，微孔保鲜袋与物理活性保鲜袋包装草菇的褐变程度优于其他处理。微孔保鲜袋包装草菇的软腐率为 48%，低于其他处理组。

表 3 不同包装材料对草菇品质的影响

Table 3 Influences of different packaging materials on the quality of *V. voluacea* %

处理 Treatment	软腐率 Soft rot rate	褐变率 Browning rate	黄变率 Yellowing rate
物理活性保鲜袋 Physical-activity fresh-keeping bag	53	60	80
纳米保鲜袋 Nano fresh-keeping bag	83	93	100
普通塑料袋 Common plastic bag	64	73	80
微孔保鲜袋 Microporous fresh-keeping bag	48	56	73

2.5 不同包装材料对草菇包装袋内 O₂ 含量的影响 O₂ 是生物有机体进行生命活动所必需的,但适当降低环境中 O₂ 的体积分数对于抑制采后生鲜农产品的呼吸强度、延长其贮藏寿命是有利的。草菇采收以后呼吸作用是其重要生理活动。呼吸过程是一个需氧过程,通过草菇自身的呼吸作用会改变包装内 O₂ 的含量。由图 3 可知,各个处理 O₂ 含量在第 2 天呈现下降的趋势,并在第 3~4 天趋于稳定,微孔保鲜袋由于袋上带有透气孔, O₂ 含量呈上升趋势,在第 4 天达到 4.13%。纳米保鲜袋 O₂ 含量在贮藏 2 d 后均为 0,说明其进入无氧呼吸,产生无氧氧害,加快了腐败。采用普通塑料袋、物理活性保鲜袋处理的草菇在贮藏 2 d 后的 O₂ 含量较为稳定,为 0.3%~1.8%。

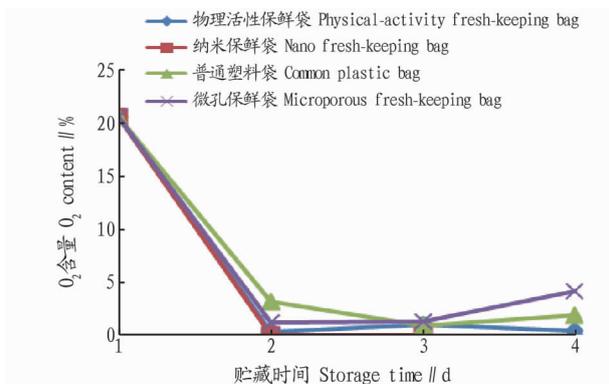


图 3 不同包装材料对草菇包装袋内 O₂ 含量的影响

Fig. 3 Influences of different packaging materials on O₂ content in packaging bags of *V. voluacea*

2.6 不同包装材料对草菇包装袋内 CO₂ 含量的影响 从图 4 可以看出,不同保鲜袋内 CO₂ 的含量均随着贮藏时间的延长而不断上升。在整个贮藏过程中,纳米保鲜袋包装内 CO₂ 含量均高于其他处理,在贮藏 3 d 后达到峰值,升至 22.67%。草菇呼吸过程中吸收氧气,释放 CO₂ 和水,若 CO₂ 浓度过高草菇就会进行无氧呼吸,产生乙醇、乙醛等挥发性物质,产生异味。微孔保鲜袋由于袋体带有微小透气孔,有助于改善包装内 CO₂ 的聚集和水蒸气的凝结,从而达到减缓草菇生理活动、提高贮藏品质的作用。

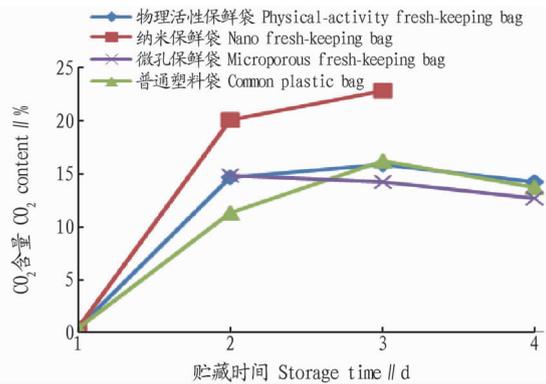


图 4 不同包装材料对草菇包装袋内 CO₂ 含量的影响

Fig. 4 Influences of different packaging materials on CO₂ content in packaging bags of *V. voluacea*

2.7 不同包装材料对草菇可溶性固形物含量的影响 在草菇的生长发育及采后成熟衰老过程中,可溶性固形物的变化与草菇组织生理代谢密切相关。由表 4 可知,4 种材料包装草菇的可溶性固形物含量在贮藏过程中均呈下降趋势。其中纳米保鲜袋和普通塑料袋在贮藏 3 d 后可溶性固形物分别损失 61.28% 和 50.81%。微孔保鲜袋包装草菇中的可溶性固形物损失最低(仅 36.05%),说明使用微孔保鲜袋能够较好地保持草菇中的可溶性固形物含量,保证草菇的营养品质。

表 4 不同包装材料对草菇可溶性固形物含量的影响

Table 4 Influences of different packaging materials on the content of soluble solids in *V. voluacea*

处理 Treatment	可溶性固形物含量 Content of soluble solids//%		损失百分比 Loss percentage//%
	1 d	3 d	
物理活性保鲜袋 Physical-activity fresh-keeping bag	8.6	5.33	38.02
纳米保鲜袋 Nano fresh-keeping bag	8.6	3.33	61.28
普通塑料袋 Common plastic bag	8.6	4.23	50.81
微孔保鲜袋 Microporous fresh-keeping bag	8.6	5.50	36.05

2.8 不同包装材料对草菇 V_C 含量的影响 由表 5 可知,新鲜草菇中 V_C 含量高,能增强人体新陈代谢功能,提高机体免疫力。鲜菇中 V_C 含量在 2.06 mg/g 左右,比西红柿、辣椒、石榴等果蔬高 2~8 倍。草菇贮藏期间各处理 V_C 含量变化

表 5 不同包装材料对草菇 V_C 含量的影响

Table 5 Influences of different packaging materials on the content of V_C in *V. voluacea*

处理 Treatment	V _C 含量 V _C content//mg/g		损失百分比 Loss percentage//%
	1 d	3 d	
物理活性保鲜袋 Physical-activity fresh-keeping bag	2.51	1.72	31.47
纳米保鲜袋 Nano fresh-keeping bag	2.51	1.63	35.06
普通塑料袋 Common plastic bag	2.51	1.68	33.07
微孔保鲜袋 Microporous fresh-keeping bag	2.51	1.78	29.08

升高到 200 MPa, 感官得分先增加后减少; 相同处理压力下, 随着处理次数的增加, 感官得分先增加后减少, 这是由于 UHPH 处理对感官品质有 2 个方面的影响: ①增加压力和次数, 果肉颗粒尺寸降低, 产品口感爽滑, 亮度增加; ②增加压力和次数, 超高压均质处理会造成果汁温度上升, 温度过高, 产生“蒸煮味”, 影响口感。因此, 150 MPa 处理 1 次的感官评价得分最好, 表明蓝莓汁需要在合适的压力和处理次数下进行处理。

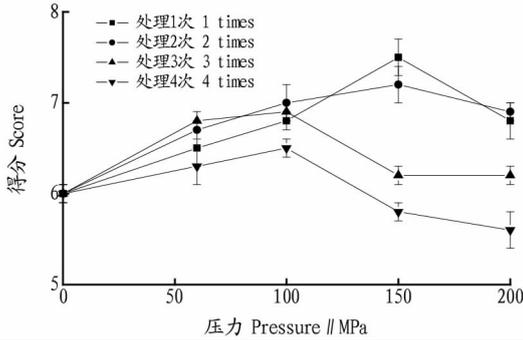


图 6 不同均质压力和次数对感官评价的影响

Fig. 6 Effects of pressure and treatment times on sensory evaluation

3 结论

随着均质压力的增大和处理次数的增加, 菌落总数减少, V_c 和花青素含量略有下降, 粒径显著降低, 总酸变化不

显著, 150 MPa 处理 1 次的感官评价得分最好。综合以上结果, 结合文献报道可知, UHPH 对蓝莓汁进行非热杀菌是可行的, 有替代热处理的潜力。

参考文献

- [1] 胡选萍, 秦公伟, 曹小勇. 蓝莓组织培养技术的研究进展[J]. 分子植物育种, 2018, 16(3): 960-965.
- [2] 李春霞, 刘伟, 陈凌云, 等. 有机硒营养液对蓝莓营养品质和抗氧化作用的影响[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(3): 179-185.
- [3] 韩斯, 孟宪军, 汪艳群, 等. 不同品种蓝莓品质特性及聚类分析[J]. 食品科学, 2015, 36(6): 140-144.
- [4] 李颖畅, 孟宪军, 孙靖靖, 等. 蓝莓花色苷的降血脂和抗氧化作用[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(10): 44-48.
- [5] 刘翼翔, 吴永沛, 陈俊, 等. 蓝莓不同多酚物质的分离与抑制细胞氧化损伤功能的比较[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2013, 39(4): 428-434.
- [6] 贺艳, 梁文斌, 李建挥, 等. 不同蓝莓品种果实抗氧化能力比较研究[J]. 湖南林业科技, 2016, 43(6): 12-17.
- [7] CALLIGARIS S, FOSCHIA M, BARTOLOMEOLI I, et al. Study on the applicability of high-pressure homogenization for the production of banana juice[J]. LWT-Food Sci Tech, 2012, 45(1): 117-121.
- [8] 周林燕, 关云静, 毕金峰, 等. 超高压均质技术在鲜榨果蔬汁加工中应用的研究进展[J]. 高压物理学报, 2016, 30(1): 78-88.
- [9] 帅希祥, 杜丽清, 徐行浩, 等. 高压均质对草莓汁中抗氧化成分与抗氧化活性的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(6): 96-100.
- [10] 关云静, 周林燕, 毕金峰, 等. 高压均质对芒果汁中大肠杆菌的杀菌动力学[J]. 食品科学, 2017, 38(10): 222-228.
- [11] PATRIGNANI F, VANNINI L, KAMDEM S L S, et al. Effect of high pressure homogenization on *Saccharomyces cerevisiae* inactivation and physico-chemical features in apricot and carrot juices[J]. Inter J Food Microbi, 2009, 136(1): 26-31.
- [12] 陶晓赞, 王寅, 陈健, 等. 高压脉冲电场对蓝莓汁杀菌效果及品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(7): 94-97.

(上接第 175 页)

无显著差异, 随着贮藏时间的延长, V_c 含量损失 29.08%~35.06%, 其中微孔保鲜袋 V_c 含量损失相对较少。

3 讨论与结论

环境微生物的侵染以及子实体在贮藏过程中发生酶促反应, 加快菇体褐变进程, 草菇采收后组织中仍在进行活跃的生理生化代谢活动, 随着贮藏时间的延长, 草菇的感官品质、失重率、包装内的气体成分等均会发生一系列的变化, 而这些变化都与草菇的新陈代谢、衰老程度有密切关系。草菇贮藏期间的劣变主要表现为自溶、渗水、软化、褐变、开伞等, 贮藏过程中失重率逐渐增加, 硬度逐渐下降。采摘后的果蔬仍在进行呼吸等生理活动, 在包装内维持适当的 O_2 、 CO_2 、水蒸气等气体的含量, 可以减缓果蔬成熟腐败的速率。当包装袋内 O_2 的含量小于 3% 或 CO_2 含量大于 10%, 果蔬就会进行无氧呼吸, 产生乙醇、乙醛等挥发性物质, 造成无氧氧害, 产生异味^[4]。产生的水滴会造成抽吸现象, 加快草菇水分的蒸发, 此外水珠滴落菇体表面容易造成子实体褐变腐烂。

该研究结果表明微孔保鲜袋在失重率和感官分值上均优于其他处理, 但与物理活性保鲜袋的保鲜效果无显著差异, 由于带有微孔有利于水分扩散, 袋内凝结水滴较少, 贮藏 3 d 时软腐程度为 48%, 低于物理活性保鲜袋; 微孔保鲜袋包装草菇的失重率比普通塑料袋低 27.2%, 比纳米保鲜袋低 63.4%。纳米保鲜袋草菇的贮藏期仅为 3 d, 子实体严重皱缩腐烂, 失去商品价值。综上所述, 微孔保鲜袋包装的草菇表现出较低的失重率、可溶性固形物含量损失相对较低, 能有效保持草菇的感官品质和营养价值, 延长贮藏时间, 优于其他处理, 说明微孔保鲜袋包装在草菇保鲜贮藏上具有一定的应用价值。

参考文献

- [1] 王富民, 宫秀荣, 高君辉, 等. 草菇保鲜生理研究[J]. 食用菌, 1990(6): 37-38.
- [2] 刘学铭, 廖森泰, 陈智毅. 草菇的化学特性与药理作用及保鲜与加工研究进展[J]. 食品科学, 2011, 32(1): 260-264.
- [3] 荣瑞芬, 叶磊, 李丽云. 草菇保鲜新技术研究及褐变机理初探[J]. 食品科学, 2009, 30(4): 282-285.
- [4] 段学武, 庞学群, 张昭其. 草菇低温贮藏及有关生理变化研究[J]. 热带作物学报, 2000, 21(4): 75-79.