

# 硅窗大小对气调包装保鲜贮藏茶树菇的影响

李铁华<sup>1,2</sup>, 张鹏

(1. 江南大学食品学院教育部食品科学与安全重点实验室, 江苏无锡214036; 2. 中南林业科技大学资源与环境学院, 湖南长沙410004)

**摘要** 通过检测茶树菇贮藏过程中气调包装盒内的O<sub>2</sub>、乙醇、乙烯的气体浓度和茶树菇蛋白质含量的变化, 探讨硅窗大小对气调保鲜贮藏茶树菇的效果及适宜的贮藏条件。结果表明: 贮藏温度为3℃和初始气体浓度5% O<sub>2</sub>、10% CO<sub>2</sub>时, 硅窗面积0.9 cm<sup>2</sup>, 能保证在整个贮藏期间包装盒内的O<sub>2</sub>浓度在1%以上, 茶树菇不出现厌氧呼吸; 乙烯气体不在盒内大量积累, 避免了茶树菇的蛋白质含量迅速下降。

**关键词** 硅窗; 气调包装; 贮藏; 茶树菇; 乙醇; 蛋白质含量

中图分类号 TS205.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)04-0115-02

**Effect of MAP with Different Sizes of Silicon Gum Film Windows on Stored *Agrocybe chaxingu***

LI Tie-hua et al (Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214036)

**Abstract** The gas concentration of O<sub>2</sub>, ethanol and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> in the modified atmosphere packages and the protein content of *Agrocybe chaxingu* were assayed. And the effect of MAP with different silicon gum film windows and optimum conditions for storing *Agrocybe chaxingu* were evaluated. The results showed that while the packages with a 0.9 cm<sup>2</sup> silicon gum film window at 3℃ in the 5% O<sub>2</sub>, 10% CO<sub>2</sub> for storing *Agrocybe chaxingu*, the concentration of O<sub>2</sub> was kept above 1% and the anaerobic respiration did not occur during storage. And the ethylene did not accumulate so as to avoid the sharp dropping of the protein content of *Agrocybe chaxingu*.

**Key words** Silicon gum film window; Modified atmosphere package; Storage; *Agrocybe chaxingu*; Ethanol; Protein content

茶树菇 (*Agrocybe chaxingu*) 又名杨树菇、茶薪菇、柳松茸等, 是一种食用价值很高的伞菌, 还具有一定的药用价值<sup>[1-3]</sup>。近年来, 由于种植量迅速增加和人们对其鲜食的需求增长, 对它进行贮藏保鲜就有了迫切的要求。气调保鲜, 即是采用低浓度O<sub>2</sub>、高浓度CO<sub>2</sub>, 以N<sub>2</sub>作为平衡气体而形成的混合气体贮藏保鲜新鲜水果、蔬菜及食用菌等的一种方法<sup>[4-6]</sup>。硅窗气调保鲜贮藏, 则是在气调保鲜贮藏的基础上, 采用1片硅橡胶膜作为窗口, 利用硅橡胶膜良好的透气性进行气体交换, 期望控制合适的气体成分比例, 以保证被贮藏的产品总是处在适宜的环境中, 避免厌氧呼吸的发生及CO<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>等有害气体的累积。目前, 茶树菇保鲜贮藏的报道很少, 用硅窗气调保鲜贮藏茶树菇则未见报道, 笔者探讨在不同硅窗大小时, 茶树菇在气调贮藏过程中呼吸特性的变化、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>的累积及蛋白质的分解变化。

## 1 材料与方 法

**1.1 植物材料** 茶树菇购自江苏省无锡市青山市场, 茶树菇在采后3 h以内运到试验室, 到试验室后立即进行处理, 在2 h内处理完毕。

**1.2 气调包装** 气调包装设备是ADFMV3000型气调包装机, 由江苏省连云港市恒忠包装机械有限公司生产。包装盒为聚苯乙烯盒(上海中央化学公司生产), 盒子的规格为18 cm×12 cm×4 cm, 采用的气体浓度为5% O<sub>2</sub>、10% CO<sub>2</sub>和85% N<sub>2</sub>, 每盒中装新鲜茶树菇115 g左右, 然后用35 μm厚的聚丙烯膜覆盖再热封边, 贮藏环境温度为3℃, 相对湿度均为85%。共分3组, 每组都是24盒。第1组: 硅窗面积0(对照); 第2组: 在盒子侧壁上开0.5 cm<sup>2</sup>小窗; 第3组: 在盒子侧壁上开0.9 cm<sup>2</sup>小窗。这一窗口用FG8硅橡胶膜(中科院兰州物理化学所生产)在四周粘牢而覆盖便于气体交换。

**1.3 气体分析** 盒中顶空部分的O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>浓度用气体分析

仪(CYES II, 上海学联分析仪器有限公司生产)进行检测。乙醇检测用气相色谱仪(Agilent GC6890A, 美国)检测。色谱条件为检测器FID; 分析柱pp-20000; 汽化室温度200℃; 检测器温度200℃; 柱温100℃; 载气N<sub>2</sub>, 流量2 ml/min。C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>用气相色谱仪(Shimadzu GC2010)检测, 色谱条件为检测器FID; 分析柱DB-130MI.D. 0.53 mm×1.5 μm; 汽化室温度200℃; 检测器温度260℃; 柱温40℃保持3 min后开始按10℃/min升温, 升至100℃保持2 min; 载气N<sub>2</sub>, 流量10 ml/min。

**1.4 蛋白质含量分析** 采用凯氏定氮法<sup>[7]</sup>。

**1.5 统计分析** 重复3次, 以3次的平均值进行分析。

## 2 结果与分析

**2.1 O<sub>2</sub>浓度的变化** 新鲜茶树菇在贮藏时是有生命活动的, 需要进行呼吸作用。茶树菇被包装在一封闭的包装盒内, 由于包装盒和膜的透气性有限, 因呼吸消耗盒内的O<sub>2</sub>浓度逐渐下降(图1)。从图1可知, 在包装后的最初12 h, O<sub>2</sub>浓度都快速下降, 全部降到了1.8%以下。随着时间的延长, O<sub>2</sub>浓度继续下降, 到贮藏4 d, 基本达到平衡, 这一平衡维持到贮藏结束。图1还显示, 随着硅窗面积的增加, 平衡时包装

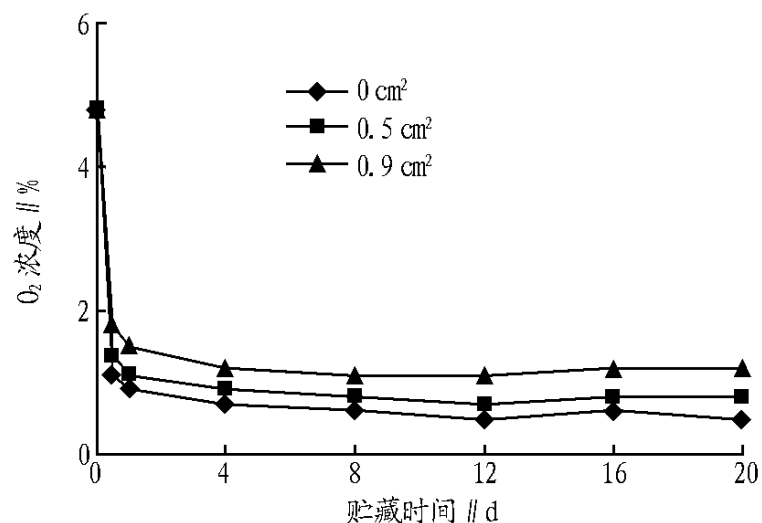


图1 不同大小硅窗包装盒内O<sub>2</sub>浓度的变化

盒内的O<sub>2</sub>浓度是逐渐升高的, 但只有硅窗面积为0.9 cm<sup>2</sup>时, O<sub>2</sub>浓度始终保持在1.1%以上。这一结果说明, 硅窗具有良好的透气性, 随着硅窗面积的增加, 它的O<sub>2</sub>透入量也增加, 并能在某一水平上达到相对平衡。通过调节硅窗的大

基金项目 江苏省农业技术攻关项目的部分内容(BE2002320)。

作者简介 李铁华(1964-), 男, 湖南衡东人, 博士研究生, 研究方向: 农产品贮藏与加工。

收稿日期 2006-10-29

小,能稳定 $O_2$ 浓度在某一适宜茶树菇贮藏的水平。

**2.2 茶树菇呼吸性质的变化** 新鲜茶树菇的呼吸作用,将导致包装盒内 $O_2$ 消耗而使 $O_2$ 浓度逐渐下降,这一低氧的气体环境能降低茶树菇的呼吸强度,有利于其贮藏品质的保存。然而,当 $O_2$ 浓度过低超过茶树菇所能忍受的最低极限

时,厌氧呼吸就会发生,而在保鲜贮藏过程中,应力求避免厌氧呼吸的发生。厌氧呼吸将产生乙醇及乙醛等气体,研究中将通过探测包装内是否存在乙醇气体来确定厌氧呼吸发生的 $O_2$ 浓度条件。乙醇气体在包装盒内的产生情况如表1所示。

表1 不同贮藏天数、硅窗面积包装盒内乙醇浓度的变化  $\mu\text{L}$

硅窗面积 $\text{cm}^2$	3 d	4 d	8 d	12 d	16 d	20 d
0	0.16 $\pm$ 0.01	0.35 $\pm$ 0.02	0.64 $\pm$ 0.03	0.79 $\pm$ 0.04	0.86 $\pm$ 0.04	0.93 $\pm$ 0.05
0.5	0	0.06 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.01	0.22 $\pm$ 0.02	0.29 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.02
0.9	0	0	0	0	0	0

注:表中数据为3次试验的平均值 $\pm$ 标准差,下同。

从表1可知,没有硅窗的包装盒内在贮藏的第3天出现乙醇气体,且随着贮藏时间的延长,乙醇气体的浓度逐渐提高;而有 $0.5\text{cm}^2$ 硅窗的包装盒内在贮藏的第4天出现乙醇气体,且随着贮藏时间的延长,乙醇气体的浓度也逐渐提高,但其乙醇气体的浓度比前者要低得多; $0.9\text{cm}^2$ 硅窗的包装盒内没有检测到乙醇气体。

对图1、表1进行综合分析发现,只有当包装盒内的 $O_2$ 浓度低于1%时,贮藏的茶树菇才会改变其呼吸性质,从有氧呼吸变成厌氧呼吸而产生乙醇,这说明茶树菇在贮藏时能忍受的最低 $O_2$ 浓度为1%。Lopez-Biories G等研究认为贮藏蘑菇的适宜 $O_2$ 浓度是1%~2%<sup>[8]</sup>,Kupferman E和Saltveit ME研究认为是贮藏苹果和某些蔬菜的最低 $O_2$ 浓度为1%<sup>[9-10]</sup>。这与研究结果相似。

**2.3 乙烯浓度的变化** 果蔬、食用菌等在贮藏过程中,将会产生内源乙烯并向外释放,环境中乙烯浓度增大又会反过来促进果蔬、食用菌等的呼吸代谢,加速了被贮藏物品的衰老。整个贮藏期间、乙烯的产生及其浓度的变化情况如表2所示。

表2 不同贮藏天数、硅窗面积包装盒内乙烯浓度的变化  $\mu\text{L}$

硅窗面积 $\text{cm}^2$	4 d	8 d	12 d	16 d	20 d
0	0	0.79 $\pm$ 0.07	81.41 $\pm$ 3.67	219.04 $\pm$ 9.37	221.81 $\pm$ 10.9
0.5	0	0.36 $\pm$ 0.04	20.47 $\pm$ 0.98	46.32 $\pm$ 2.17	51.27 $\pm$ 3.27
0.9	0	0.17 $\pm$ 0.02	6.73 $\pm$ 0.35	16.21 $\pm$ 0.73	18.54 $\pm$ 1.03

从表2可知,在贮藏的0~8d,茶树菇的乙烯释放量及乙烯在包装盒内的累积都是非常低的,而从第8d后,乙烯在包装盒内的浓度迅速上升,且随着贮藏时间的延长,乙烯在包装盒内的累积越来越多。从3个处理的比较来看,没有硅窗的包装盒内乙烯浓度上升迅速;有硅窗的包装盒内乙烯浓度也增加,但增加的速度低得多,且随着硅窗面积的增加,乙烯浓度增加的速度降低。到贮藏结束时,浓度最高的包装盒内(0硅窗)的乙烯浓度是浓度最低的包装盒内( $0.9\text{cm}^2$ 硅窗)乙烯浓度的12倍。这些表明硅窗对乙烯也具有较好的透性,能通过气体交换及时排出乙烯,避免乙烯在包装盒内积累,在一定程度上延缓了茶树菇在贮藏过程中的衰老。

**2.4 蛋白质含量的变化** 茶树菇在贮藏过程中,蛋白质含量将随着茶树菇的代谢而发生变化,茶树菇蛋白质的变化情况如图2所示。

从图2可知,随着贮藏时间延长,茶树菇的蛋白质含量

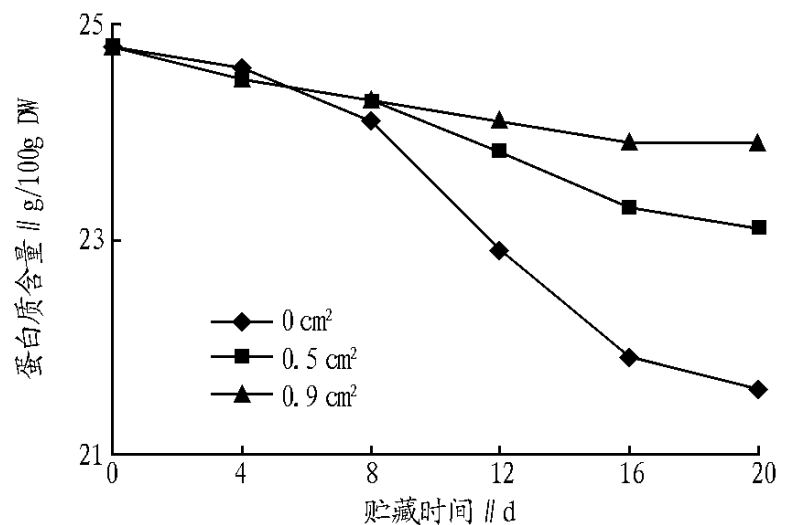


图2 不同大小硅窗包装盒内茶树菇蛋白质含量的变化 逐渐下降,而从第8天开始下降速度明显增加。比较3个处理,包装盒上没有硅窗的茶树菇的蛋白质含量下降最快,到贮藏结束,蛋白质含量下降了12.9%;随着硅窗面积的增加,茶树菇的蛋白质含量下降逐渐变慢,硅窗面积 $0.9\text{cm}^2$ 的包装贮藏的茶树菇的蛋白质下降最慢,到贮藏结束,蛋白质含量仅下降3.6%。

据Hla和Weaver等研究,乙烯能增加水解酶类的活性,导致蛋白质分解而引起衰老<sup>[9-10]</sup>。综合分析表2、图2,包装盒上没有硅窗的,盒内乙烯浓度最高,茶树菇的蛋白质含量下降最快,当乙烯大量出现的时候(8d贮藏后),蛋白质含量下降速度相应增加,这也说明乙烯促进了贮藏的茶树菇的蛋白质分解而使其蛋白质含量下降。

### 3 结论

(1) 硅窗气调包装能改善茶树菇贮藏的气体环境,调整包装盒内 $O_2$ 浓度。贮藏温度为3℃时,要求硅窗面积 $0.9\text{cm}^2$ 以上,才能保证 $O_2$ 浓度在1%以上。这一 $O_2$ 浓度是茶树菇能忍受的最低浓度,低于这一浓度,就将导致茶树菇的厌氧呼吸而产生乙醇。

(2) 硅窗对乙烯气体有良好的透气性,能避免乙烯气体在包装盒内的积累。到结束时,没有硅窗的的包装盒内的乙烯浓度是有 $0.9\text{cm}^2$ 硅窗的包装盒内的乙烯浓度的12倍。

(3) 随着贮藏时间的延长,茶树菇的蛋白质含量因分解而逐渐下降,具有 $0.9\text{cm}^2$ 硅窗的包装盒内乙烯浓度最低,盒内茶树菇的蛋白质含量下降最慢,到贮藏结束,其蛋白质含量仅下降3.6%;而对照的蛋白质含量下降了12.9%。

### 参考文献

- [1] 夏志兰. 茶树菇[J]. 湖南农业, 2001(11): 11-12.
- [2] 张彩菊, 张鵬. 茶树菇超微粉体性质[J]. 无锡轻工大学学报, 2004, 23

( 上接第1116 页)

- ( 3) :92 - 94 .
- [ 3] 邓超, 邬敏辰. 茶树菇深层发酵培养基的优化[ J] . 食品工业科技, 2005 ,26( 8) :104 - 106 .
- [ 4] OHSSON T. Minimal processing-preservation methods of the future: an overview[ J] . Trends Food Sci , Technol , 1994 ,5 :341 - 344 .
- [ 5] AHVENAINEN R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables[ J] . Trends Food Sci Technol , 1996 ,7 :179 - 187 .
- [ 6] JACXSENS L, DEVLIEGHERE F, DEBEVERE J. Validation of a systematic approach to design Equilibrium Modified Atmosphere packages for

freshcut produce[ J] . Lebensm Wiss U Technol , 1999 ,32 :425 - 432 .

- [ 7] 黄伟坤. 食品检验与分析[ J] . 北京: 轻工业出版社, 1989 .
- [ 8] LOPEZ BRIONES G, VAROQUAUX P, CHAMBROY Y. et al . Storage of common mushroom under controlled atmospheres[ J] . International Journal of Food Technology , 1992 ,27 :493 - 505 .
- [ 9] ELLA L, ZIONO A, NEHEMIA A, et al . Effect of the ethylene action inhibitor 1 - methylcyclopropene on parsley leaf senescence and ethylene biosynthesis[ J] . Postharvest Biol . Technol . 2003 .30 :67 - 74 .
- [ 10] WEAVER L M, GANS, QURINO B, et al . A. Comparison of the expression patterns of several senescence-associated genes in response to stress and hormone treatment[ J] . Plant Mol Biol . 1998 ,37 :455 - 469 .