

贮藏温度对微孔膜包装茶树菇的保鲜效果影响

赵彬^{1,2,3}, 黄美娜^{1,2,3}, 袁毅^{1,3}, 崔爽³

(1.制造装备机构设计与控制重庆市重点实验室, 重庆 400067; 2.重庆市特色农产品加工储运工程技术研究中心, 重庆 400067; 3.重庆工商大学, 重庆 400067)

摘要: **目的** 研究贮藏温度对微孔膜包装的茶树菇品质的影响。**方法** 采用微孔保鲜膜包装茶树菇, 并在4, 6, 9, 14, 20 ℃等5个温度条件下贮藏, 评价其感官质量, 并测试茶树菇的质量损失率、硬度、粗蛋白和顶空气体等指标。**结果** 在4, 6, 9, 14, 20 ℃条件下, 随着时间推移, 茶树的新鲜度下降, 质量损失率逐渐增大, 硬度逐渐降低, 粗蛋白含量也有一定程度减少。在20, 14, 9, 6, 4 ℃贮藏条件下, 贮藏期分别为2, 6, 9, 12, 15 d。**结论** 在4 ℃贮藏条件下, 微孔膜包装茶树菇能实现更长时间的保鲜。

关键词: 茶树菇; 保鲜; 贮藏温度; 微孔膜;

中图分类号: TB485.2; TS206.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)09-0041-05

Effect of Storage Temperature on Agrocybe Aegerita Packaged with Micro-porous Film

ZHAO Bin^{1,2,3}, HUANG Mei-na^{1,2,3}, YUAN Yi^{1,3}, CUI Shuang³

(1.Chongqing Key Laboratory of Manufacturing Equipment Mechanism Design and Control, Chongqing 400067, China; 2.Chongqing Engineering Research Center for Processing, Storage and Transportation of Characterized Agro-Products, Chongqing 400067, China; 3.Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effect of storage temperature on the quality of agrocybe aegerita packaged with micro-porous film. The agrocybe aegerita was packaged with micro-porous fresh-keeping film and stored at 4, 6, 9, 14, 20 ℃. The perceptual quality of agrocybe aegerita was evaluated and its mass loss rate, hardness, crude protein, head-space gas and other indicators were tested. At 4, 6, 9, 14, 20 ℃, with time passing by, the freshness of agrocybe aegerita decreased, the mass loss rate gradually increased, the hardness gradually reduced and the crude protein content also decreased to some extent. At 20, 14, 9, 6, 4 ℃, the storage periods were respectively 2, 6, 9, 12, 15 days. It is concluded that the storage period of aegerita packaged with micro-porous film and stored at 4 ℃ can be extended.

KEY WORDS: agrocybe aegerita; preservation; storage temperature; micro-porous film

茶树菇(Agrocybe aegerita)又名茶薪菇、杨树菇等, 味道鲜美、盖肥柄脆、气味浓郁, 营养丰富, 含有多人体必需的氨基酸、丰富的B族维生素和多种矿物质^[1-3]。同时茶树菇具有清热、平肝、明目、利尿和健脾的功效, 甚至有研究认为, 茶树菇含有激活人体免疫功能、抑制癌细胞活性的成分^[4]。可以说, 茶树菇是一种高蛋白、低脂肪, 集营养、保健、食疗于一身的食用菌。另一方面, 茶树菇采后1~2 d会失水、褐变, 发出异味, 失去商品价值。普通包装易造成缺O₂、高CO₂的气体环境, 导致茶树菇无氧呼吸,

产生乙醇、乙醛等物质, 从而降低其新鲜程度。微孔膜上有许多微小的气孔, 孔径约0.01~10 μm, 具有很高的透气性, 能防止封闭环境内产生过多的CO₂, 可以对果蔬起到保鲜作用^[5]。STEWART等采用微孔膜包装香蕉, 通过抑制香蕉的呼吸速率使货架寿命延长到42 d^[6]。吴珊珊等发现微孔膜有利于黄瓜保持水分和硬度, 减缓叶绿素的降解, 对黄瓜具有一定的保鲜效果^[7]。

目前对食用菌的贮藏保鲜研究集中在传统的化学保鲜、气调保鲜、辐照保鲜、微波保鲜等领域^[8-12]。

收稿日期: 2017-01-10

基金项目: 重庆工商大学科研基金(1552012)

作者简介: 赵彬(1974—), 女, 博士, 重庆工商大学机械学院高工, 主要研究方向为包装材料与包装工艺、食品包装保鲜等。

文中采用微孔包装膜对茶树菇进行包装并在不同温度条件下贮藏,以比较贮藏温度对微孔膜包装茶树菇的保鲜效果影响。

1 实验

1.1 材料

PE 微孔薄膜袋由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供,厚度为 15 μm 。20 $^{\circ}\text{C}$ 条件下 O_2 和 CO_2 渗透率分别为 2.83×10^{-5} 和 2.92×10^{-5} $\text{mL}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ 。在相对湿度为 50% 的条件下,透湿率为 13.4 $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。微孔孔径为 5~15 μm ,孔密度为 36 个/ mm^2 ,规格为 90 $\text{cm} \times 60 \text{ cm}$,使用时裁剪成 30 $\text{cm} \times 25 \text{ cm}$ 。在温度为 113 $^{\circ}\text{C}$,压力为 0.05 MPa 的热封条件下封袋使用,热封时间为 3 s。茶树菇购于重庆市南岸区回龙湾农贸市场,是从南岸区鸡冠石镇食用菌种植基地采摘后,2 h 内运抵回龙湾农贸市场并运往实验室,随后在 2 h 内完成相应的处理。实验挑选的茶树菇为同批采摘,无病害、菌体完整无机械伤、色泽正常、长短适中,大小基本一致。

1.2 仪器与设备

FA-2004B 电子天平由上海佑科仪器仪表有限公司生产,HST-H3 热封仪由济南兰光机电技术有限公司生产,SC-390 冷藏柜由青岛海尔特种冷藏柜有限公司生产,SCY-2A 气体测定仪由上海昕瑞仪器仪表有限公司生产,英国 TA-XT Plus 质构仪由英国 Stable Micro System 公司生产,凯氏定氮仪由上海洪纪仪器设备有限公司生产,热封仪 HST-H3 由济南兰光机电技术有限公司生产。

1.3 方法

1.3.1 预处理及样品制备

首先对茶树菇进行预冷处理,在 $(4 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 下冷藏 4 h,再清理残渣,除去残次品,装入微孔薄膜袋,每袋 (60 ± 5) g,分别置于 4, 6, 9, 14, 20 $^{\circ}\text{C}$ (温差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$) 的冷柜中贮藏。贮藏期内的 0 (即贮藏当天,保存 3 h 后立即取出测试), 1, 2, 3, 6, 9, 12, 15 d 分别取 3 个样品进行各项指标的测定,测试在茶树菇完全失去商品价值时结束。

1.3.2 测定指标及方法

测试指标主要包括感官质量评价、质量损失率、硬度、包装袋内 O_2 和 CO_2 含量以及蛋白质含量。感官质量参照 LUCASSE 等的方法^[13],将色泽很好,没有任何腐烂斑,质地丰满有弹性,没有异味的记为等级 1,评分为 9;将色泽好,没有任何腐烂斑,质地较为丰满,弹性稍差,有轻微异味的记为等级 2,评分为 7;将色泽一般,20%样品有 2 个以下的腐烂斑,一半左右变软,有中等异味的记为等级 3,评分为 5;

将色泽差,50%样品有 3—6 个腐烂斑,多数样品变软,有较重异味的记为等级 4,评分为 3;将色泽极差,布满腐烂斑,严重软烂,有强烈异味的记为等级 5,评分为 1。由 10 位经过培训的评估人员评分,利用加权法计算总分,其中外观质量、质地和气味的加权系数分别为 0.4, 0.4, 0.2,根据总分评定感官品质的优劣,总分低于 5 分则认为茶树菇失去商品价值。质量损失率测定采用称量法,计算见式(1)。

$$\text{质量损失率} = \frac{\text{贮前质量} - \text{贮后质量}}{\text{贮前质量}} \times 100\% \quad (1)$$

硬度由英国 TA-XT Plus 质构仪测定,切取菇柄的中下部横放在操作台上,选用探头种类为 P/36R 不锈钢探头,测试前、中和后速度均为 1 mm/s ,测试模式采用挤压,下压距离为 40%,触发力为 5.0 g,通过计算机系统处理得出硬度指标,每个样品的测定重复至少 6 次,单位为 g。采用气体分析仪测定包装袋内 O_2 和 CO_2 的含量,检测时探针位置必须置于包装袋中心部,测试结果以百分比表示。蛋白质含量采用凯氏定氮法^[14],先将茶树菇切碎并充分研磨,取 1 g (精确到 0.001 g) 置于 100 mL 三角瓶中,加入 0.1 mol/L 盐酸 20 mL,置于 60 $^{\circ}\text{C}$ 的恒温水浴锅中,水浴浸提 2 h,4000 r/min 离心 15 min 以后。取上清液在 4 $^{\circ}\text{C}$ 下保存备用。测试前,用 0.02 mol/L 盐酸稀释,经 0.45 μm 滤膜过滤,取 1~2 mL 滤液,利用定氮仪进行分析,外表定量,自动进样,进样体积为 20 μL ,离子交换柱分离氨基酸,柱温箱温度为 75 $^{\circ}\text{C}$,反应柱温度为 135 $^{\circ}\text{C}$ 。

2 结果与分析

2.1 不同温度条件下茶树菇感官品质变化

外观质量是消费者判断产品质量的首要且直观的指标,颜色或者气味不正常都会让消费者认为不新鲜,拒绝购买,茶树菇在贮藏过程中会产生斑点、萎蔫以及异常的气味。实验对茶树菇感官质量评分结果见图 1。随着贮藏时间推移,茶树菇外观质量逐渐变差,20, 14 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,茶树菇外观质量分别在第 2 天和第 6 天开始明显变差,得分均在 5 左右;9, 6 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,茶树菇外观质量分别在第 9 天和第 12 天开始明显变差,得分在 5 左右,按照标准接近于合格的边缘;4 $^{\circ}\text{C}$ 条件下茶树菇第 9 天的得分大于 8,没有明显的变化;9 d 以后逐渐变差,但是在第 15 天外外观评分依然在 5.8 左右,说明新鲜度还基本合格。在 6, 9 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,在第 15 天的时候,感官评分分别是 4.8 和 3.5,感官质量不合格,此条件下能维持合格外观质量的时间分别是 12 和 9 d。而在 14 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,在第 6 天的时候感官评分是 5.2,在 20 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下,在第 3 天的时候感官评分是 4.9。可以看出,从对外观质量的保护方面,4 $^{\circ}\text{C}$ 具有更好的保鲜效果。

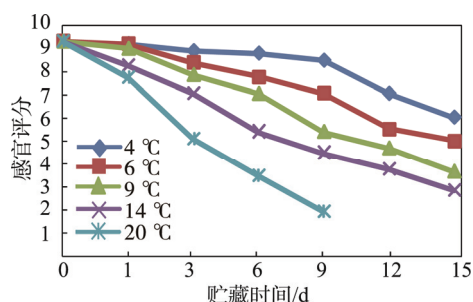


图 1 不同温度条件下茶树菇的外观质量随贮藏时间的变化

Fig.1 Change of the appearance quality of agrocybe aegirit under different temperature conditions during the storage period

2.2 不同温度条件下茶树菇质量损失率变化

采后贮藏期间茶树菇仍然进行呼吸和蒸腾作用而失水,水分减少到一定程度茶树菇会萎蔫变软进而降低茶树菇的新鲜度,所以质量损失率也是茶树菇保鲜的一个重要指标。茶树菇质量损失率随贮藏时间的变化见图 2,可以看出,整个贮藏过程中质量损失率在不断增加,4 °C 的质量损失率比其他温度条件下的变化都要小,在 6, 9, 14, 20 °C 下,质量损失率在第 12, 9, 6 天和第 2 天就分别达到或者接近 5%,而 4 °C 微孔膜包装的茶树菇的质量损失率在第 15 天达到最高值 4.5%。根据 BEIT 的研究,大部分果蔬的质量损失率达到 3%~6%时,其质量会明显下降^[15]。结合茶树菇的感官评分结果,可以看出,微孔膜包装的茶树菇在 4 °C 能够保鲜至少 15 d,而 6, 9, 14, 20 °C 的保鲜期大概在 12, 9, 6, 2 d。

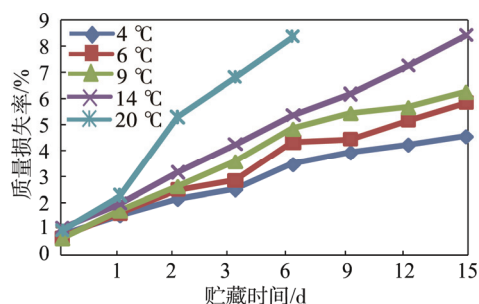


图 2 茶树菇质量损失率随贮藏时间的变化

Fig.2 Change of the weight loss rate of agrocybe aegirit during the storage period

2.3 不同温度条件下茶树菇硬度变化

茶树菇硬度随贮藏时间的变化见图 3,可以看出,茶树菇的硬度在贮藏过程中逐渐减小,这与其失去水分发生萎蔫的现象是一致的。同时茶树菇内的原果胶会在酶的作用下水解,生成水溶性果胶,这也会大大降低菌柄的硬度^[16]。相比之下,4 °C 条件下微孔膜包装的茶树菇硬度下降比较慢,6, 9, 14, 20 °C 条件下则比较快,4 °C 时微孔膜包装的茶树菇在第 15 天的硬度维持在 1100 g 左右,这 6, 9, 14, 20 °C 条件下的第

12, 9, 6 和第 2 天的水平基本相当。证明 4 °C 条件下微孔膜包装具有良好的保鲜能力。

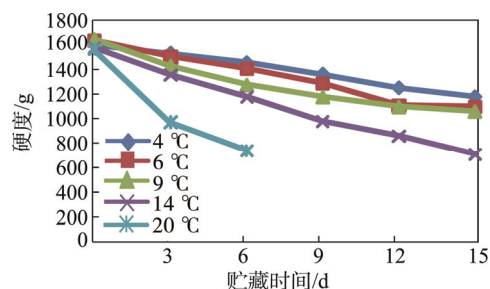


图 3 茶树菇硬度随贮藏时间的变化

Fig.3 Change of the hardness of agrocybe aegirit during the storage period

2.4 贮藏过程中茶树菇气体含量的变化

贮藏过程的呼吸作用会消耗 O_2 , 产生 CO_2 , 包装袋内 O_2 和 CO_2 含量变化见图 4a 和 4b。在各个温度条件下,最初, O_2 含量比较高,茶树菇会发生有氧呼吸。而袋内气体的浓度变化还和膜的透气性有关,微孔膜的存在会促使外界 O_2 和 CO_2 和包装袋内气体进行交换。4, 6, 9, 14, 20 °C 条件下, O_2 的最低值分别在贮存期的第 3, 2, 2, 1 和 0.5 天实现,之后进入平稳阶段,同时, CO_2 的含量则分别在同样的时间达到最高值,之后在波动中基本保持稳定。分析原因,茶树菇的呼吸作用和微孔膜的透气作用在气体含量达到峰值以后逐渐调整,进入一个新的平衡阶段,而随着时间的推移,呼吸强度也逐渐减弱,气体含量没有太大的变化。从气体含量的绝对值来看,温度越高, CO_2 的量越少,而 O_2 量相对较高,这和低温下呼吸作用受到抑制是一致的。

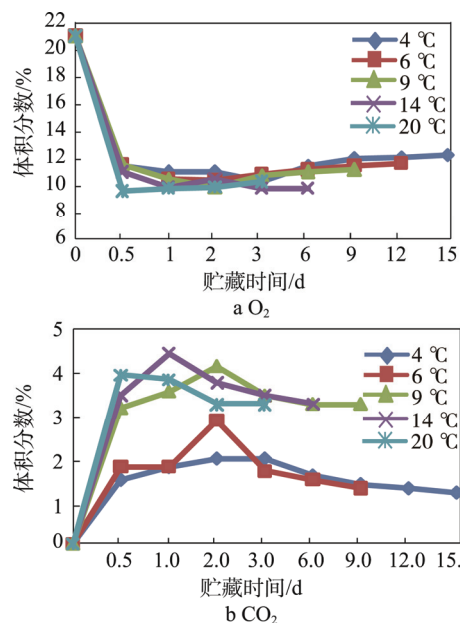


图 4 包装袋内气体含量随贮藏时间的变化

Fig.4 Oxygen content in packaging bag during the storage period

2.5 贮藏过程中茶树菇粗蛋白含量的变化

茶树菇是蛋白质含量比较高的菌种,在贮藏过程中随着各种生理变化,其蛋白质含量也出现一些变化。茶树菇蛋白质含量随贮藏时间的变化见图5,在贮藏的第12,9,6,3天开始,6,9,14和20℃条件下,蛋白质含量开始明显减少,而4℃条件下则没有明显变化,直到贮藏期结束的第15天,蛋白质的质量分数从最初的24.5%减少到23.5%,变化不大。

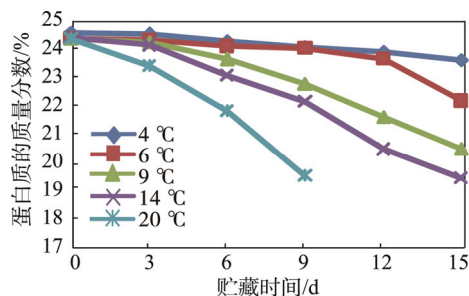


图5 茶树菇蛋白质含量随贮藏时间的变化
Fig.5 Change of protein content of agrocybe aegerita during the storage period

2.6 不同贮藏期内袋内O₂和CO₂含量变化和温度的关系

在贮藏进入第3,6,9天后,贮藏温度与气体含量的关系见图6,4℃时,随贮存期从3d增加到6和9d,O₂含量逐渐下降,CO₂含量逐渐增加,另一方面,在保质期终止时,O₂或者CO₂的含量达到极限值或者进入平稳阶段。这和茶树菇的呼吸过程吸收O₂,释放CO₂是一致的。说明了温度影响了茶树菇的呼吸速率,进而影响了其保鲜期限,4℃下保鲜效果最好。

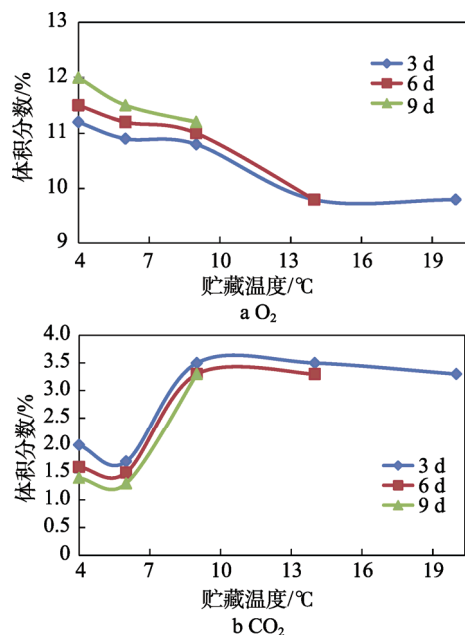


图6 不同贮藏期内包装袋内气体含量和贮藏温度的关系
Fig.6 Relationship between CO₂ content and storage temperature in different storage periods

3 结语

从感官质量、气体含量、质量损失率、硬度和粗蛋白等指标变化看,低温下茶树菇呼吸更慢,感官质量更好,而4℃下微孔膜的保鲜效果最好。4℃下,15d的贮藏期结束时只有质量损失率的变化较多地影响了茶树菇的品质,而感官评价分是合格的,所有温度条件下随着时间推移,茶树菇的硬度都下降,但是4℃下下降最慢,而该温度下粗蛋白的含量变化也不显著,说明微孔膜保鲜结合低温贮藏能够延长茶树菇的保质期限,不失为一种很好的保鲜方法。

参考文献:

- [1] 梁凤龙. 茶树菇发酵酒[J]. 酿酒, 2014(4): 106—107.
LIANG Feng-long. Agrocybe Cylindracea Wine[J]. Liquor Making, 2014(4): 106—107.
- [2] 赵金凤. 茶树菇富硒生理特性的研究及硒多糖发酵条件的筛选[D]. 重庆: 西南大学, 2014.
ZHAO Jin-feng. Study on Screening and Physiological Characteristics of Selenium Rich Selenium Agrocybe Aegerita Polysaccharide Fermentation[D]. Chongqing: Southwestern University, 2014.
- [3] 包辰. 茶树菇多酚提取及其功能学特性的研究[D]. 福建: 福建农林大学, 2013.
BAO Chen. Study on the Extraction and Functional Properties of Agrocybe Aegerita Polyphenol[D]. Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2013.
- [4] 梁一, 郭莲仙, 孙慧. 茶树菇活性蛋白组分的体内抗肿瘤活性研究[J]. 现代食品科技, 2014(7): 1—5.
LIANG Yi, GUO Lian-xian, SUN Hui. Study on the Antitumor Activity of Agrocybe Proteins in Vivo[J]. Modern Food Science and Technology, 2014(7): 1—5.
- [5] 周斌. 果蔬保鲜膜的研究进展[J]. 包装学报, 2012(4): 16—20.
ZHOU Bin. Research Progress of Fruit and Vegetable Preservation Film[J]. Journal of Packaging, 2012(4): 16—20.
- [6] STEWART O J, RAGHAVAN G S V, GOLDEN K D, et al. Storage of Cavendish Bananas Using Silicone Membrane and Diffusion Channel Systems[J]. Post-harvest Biology and Technology, 2005, 35: 309—317.
- [7] 吴珊珊, 李善菊, 孙晓侠, 等. 微孔保鲜膜对黄瓜贮藏保鲜效果的影响[J]. 蚌埠学院学报, 2014(2): 21—23.
WU Shan-shan, LI Shan-jv, SUN Xiao-xia, et al. The Influence of Microporous Film on Storage and Keep Fresh Effect of Cucumber[J]. Journal of Bengbu College, 2014(2): 21—23.
- [8] 赵东方, 魏丹, 周晓庆, 等. 复合吸湿剂对高氧气调包装香菇品质的影响[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 14—19.

- ZHAO Dong-fang, WEI Dan, ZHOU Xiao-qing, et al. Effect of Mixed Absorbers on Quality of Stored Mushrooms in High Oxygen Modified Atmosphere[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 14—19.
- [9] FERNANDES A, ANTONIO A, OLIVEIRA M, et al. Effect of Gamma and Electron Beam Irradiation on the Physic-Chemical and Nutritional Properties of Mushrooms: A Review[J]. Food Chemistry, 2012, 135(2): 641—650.
- [10] 王洪霞, 张敏. 高氧气调包装对金针菇保鲜品质的影响[J]. 包装工程, 2013, 34(9): 18—23.
- WANG Hong-xia, ZHANG Min. Influence of High Concentration Oxygen Modified Atmosphere Packaging on Flammulina Velutipes Preservation Quality[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(9): 18—23.
- [11] GUAN W, FAN X, YAN R. Effect of UV Treatment on Inactivation of Escherichia Coli O157: H7, Microbial Loads and Quality of Button Mushrooms[J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 64(1): 119—125.
- [12] 肖菲. 微波杀菌对香菇品质影响研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- XIAO Fei. Effect of Microwave Sterilization on Quality of Mushroom[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2012.
- [13] LUKASSE L, POLDERDIJK J. Predictive Modeling of Post-Harvest Quality Evolution in Perishables, Applied to Mushrooms[J]. Journal of Food Engineering, 2003, 59(2): 191—198.
- [14] GB/T 15673—2009, 食用菌中粗蛋白含量的测定[S]. GB/T 15673—2009, Determination of Crude Protein Content in Edible Fungi[S].
- [15] BEIT H I, MANNHEIM C H. Is Modified Atmosphere Packaging Beneficial for Fresh Mushrooms[J]. LWT-Food Science and Technology, 1992(25): 426—432.
- [16] 李铁华, 张慙. 硅窗气调包装保鲜贮藏茶树菇呼吸特性与贮藏品质的研究[J]. 食品与机械, 2007(1): 39—43.
- LI Tie-hua, ZHANG Min. Study on the Respiration and Quality Change of the Stored Agrocybe Chaxingu with Silicon Gum Film Window for Modified Atmosphere Packaging[J]. Food & Machinery, 2007(1): 39—43.