

## 可释放 SO<sub>2</sub> 保鲜包装袋在荔枝保鲜中的应用

魏华, 李小东

(东莞职业技术学院, 东莞 523808)

**摘要:** **目的** 为了延长荔枝在常温下的货架期。**方法** 制备一种具有3层结构的可持续释放 SO<sub>2</sub> 杀菌剂的复合膜, 将复合膜热封成保鲜包装袋, 并以“桂味”荔枝为实验对象, 以裸放组和市售食品保鲜袋处理组为对照组, 研究保鲜包装袋在常温下对荔枝的保鲜效果。分析荔枝在贮藏期间的质量损失率、褐变指数、好果率、可溶性固形物含量及可滴定酸含量的变化。**结果** 在常温下, 裸放的荔枝和用市售保鲜袋包裹的荔枝在货架期第2—3天就会发生严重褐变, 失去商业价值。用自制的可释放适量 SO<sub>2</sub> 的保鲜袋贮藏荔枝时, 在货架期第6天时, 质量损失率仅为2.44%, 褐变指数仅为1.26, 可溶性固形物和可滴定酸质量分数分别为18.6%, 0.18%, 好果率仍达到88.33%。**结论** 可释放 SO<sub>2</sub> 的保鲜包装袋能减少荔枝水分损失, 抑制褐变, 保持荔枝的风味和口感, 提高荔枝的商业价值, 在常温下将荔枝的货架期延长至6 d左右。

**关键词:** 保鲜包装袋; SO<sub>2</sub>; 荔枝

中图分类号: TB484.3; TB487; TS206.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)03-0057-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.03.009

## Application of Fresh-keeping Packaging Bags with Releasable SO<sub>2</sub> in Litchi Preservation

WEI Hua, LI Xiao-dong

(Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China)

**ABSTRACT:** The work aims to extend the shelf life of litchi under room temperature. A composite film with a three-layer structure was prepared for sustainable release of SO<sub>2</sub> fungicide. The composite film was heat-sealed into the fresh-keeping packaging bags, and the "Guiwei" litchi was used as the experimental object. The naked group and the market food fresh-keeping bags were used as the control group. The effect of fresh-keeping packaging bags on litchi at room temperature was studied. The changes in mass loss rate, browning index, good fruit rate, soluble solids content and titratable acid content of litchi during storage were analyzed. The litchi exposed at room temperature and wrapped in market fresh-keeping bags would become browning severely and lose its commercial value during the shelf life of 2—3 days. When the litchi was stored in self-made fresh-keeping bags with releasable SO<sub>2</sub>, on the 6th day of the shelf life, the mass loss rate was only 2.44%, the browning index was only 1.26, the contents of soluble solids and titratable acid were 18.6% and 0.18%, respectively, and the good fruit rate was still 88.33%. The fresh-keeping packaging bags with releasable SO<sub>2</sub> can reduce water loss, inhibit browning, maintain the flavor and taste, improve the commercial value and extend the shelf life of litchi to about 6 days at room temperature.

**KEY WORDS:** fresh-keeping packaging bags; SO<sub>2</sub>; litchi

收稿日期: 2019-08-05

作者简介: 魏华(1983—), 女, 东莞职业技术学院讲师, 主要研究方向为印刷包装材料。

荔枝因其特殊的生理结构和特性,采摘后在1~2 d内会发生果皮褐变、果实腐烂等品质劣变问题。调查数据显示,每年会有占总产量20%以上的荔枝在运输和售卖过程中因保鲜不当而腐烂<sup>[1]</sup>,因此简便而有效的荔枝保鲜方法成为当前的研究热点之一。

国内外对将二氧化硫处理技术用于荔枝等水果的保鲜做了大量研究<sup>[2-5]</sup>。Liang等<sup>[6]</sup>研究表明,采用焦亚硫酸钠浸蘸荔枝可以减缓荔枝果皮褐变。黄海雄和黄育强<sup>[7]</sup>将微量二氧化硫缓释剂置于保鲜袋内,冷处理荔枝,在-2~0℃下贮藏100 d后果肉仍保持良好状态,能有效抑制果皮的褐变,并能快速复色,且果肉中二氧化硫的残留量低于国家标准。Schoeman等<sup>[8]</sup>研究发现,南非“Mauritius”荔枝在模拟出口条件(1℃,30 d),并结合货架期(13℃,12 d)下,使用标准智能缓释型二氧化硫保鲜纸,能够显著降低货架期的真菌感染风险,同时二氧化硫残留量不超过欧盟标准。虽然有了大量研究采用二氧化硫缓慢释放法进行荔枝保鲜,但已有成果中多是使用二氧化硫缓释剂结合冷藏进行保鲜处理,没有常温下使用的可以缓慢释放二氧化硫的薄膜材料,因此,文中拟制备出一种具有三层结构的可以缓慢释放SO<sub>2</sub>杀菌剂的复合膜,并将复合膜热封成保鲜包装袋,将其用于荔枝的常温保鲜,可以起到杀菌保鲜的作用。

## 1 实验

### 1.1 材料和仪器

主要材料:新鲜的“桂味”荔枝,采自东莞大岭山荔枝果园,荔枝果实成熟度一致、大小均匀,且无机机械损伤。实验室研制的具有三层结构的可以释放SO<sub>2</sub>杀菌剂的复合膜,外层膜为对SO<sub>2</sub>气体阻隔性良好的BOPP薄膜;中间层是SO<sub>2</sub>产生层,也是粘结层,为聚氨酯粘结剂与焦亚硫酸钠、亚硫酸钙的共混产物;内层膜是控制释放层,为LDPE树脂吹制而成。用涂布机将粘结层均匀的涂覆在外层膜上,将内层膜与外层膜对齐,用塑封机碾压2~3次,在常温下放置1~2 d后,用多功能真空包装机将复合膜热封成25 cm×35 cm的保鲜包装袋备用;市售食品保鲜袋(TOPVALU)尺寸为25 cm×38 cm,主要材料为高密度聚乙烯,永旺特慧优国际贸易(上海)有限公司。

主要仪器:亚太塑封机(YT-320A,永嘉县亚太办公设备厂);多功能真空包装机(DZ-280/2SB,广东省东莞市金桥科技电器制造有限公司);电子天平(DT-200B,常熟市金羊天平仪器厂);手持折射仪(PR-101α,日本Altago公司);气相色谱仪(GC112A,上海精密科学仪器有限公司)。

## 1.2 方法

### 1.2.1 样品处理

分别处理3组荔枝:A组,荔枝不做任何处理,裸放;B组,将荔枝放入市售食品保鲜袋内,用橡皮筋扎紧袋口;C组,将荔枝放入可以释放SO<sub>2</sub>杀菌剂的保鲜袋内,用橡皮筋扎紧袋口。

将荔枝随机分组,每组实验荔枝的质量为1 kg,以上各组做3次重复实验,在温度为(23±1)℃的条件下贮藏。每隔一段时间取样,测定1次荔枝的质量损失率、褐变情况、好果率、可溶性固形物含量及可滴定酸含量。

### 1.2.2 测定指标及测试方法

1) 自制保鲜包装袋释放SO<sub>2</sub>浓度的测定。参照魏华等<sup>[9]</sup>的方法,首先制备出不同浓度的SO<sub>2</sub>标准气体,用气相色谱仪测试SO<sub>2</sub>标准气体的峰面积。然后在保鲜包装袋内放入沾有柠檬酸溶液的脱脂棉,每隔一段时间抽取袋中的气体,用气相色谱仪进行测试。根据SO<sub>2</sub>标准气体的浓度和峰面积的关系计算出保鲜包装袋内SO<sub>2</sub>的释放浓度。

2) 质量损失率。用电子天平测量荔枝贮藏前的果实质量和每次取样分析时的果实质量,质量损失率为2次测量的差值与贮藏前果实质量的比值。

3) 褐变指数。采用分级法评价果皮褐变指数<sup>[10]</sup>,1级果为果实表面无褐变发生,表皮颜色正常;2级果为果皮表面出现轻度褐变,褐变面积低于1/4;3级果为中度褐变,褐变面积在1/4~1/2间;4级果为重度褐变,果实表面基本发生褐变,褐变面积大于果面的1/2;5级果为果面全褐或果汁外渗,无红色或呈暗红色。褐变指数用式(1)计算。

$$\text{褐变指数} = \frac{\sum(\text{褐变级数} \times \text{该级果数量})}{\text{总果数量}} \quad (1)$$

4) 好果率。好果率为1级果和2级果的果粒数与总果数量的比值,用式(2)计算。

$$\text{好果率} = \frac{\text{1级果数量} + \text{2级果数量}}{\text{总果数量}} \times 100\% \quad (2)$$

5) 可溶性固形物(TSS)含量。从每袋样品中随机抽取荔枝榨汁,取适量的荔枝汁用手持折射仪测定,每组样品测试3次,取平均值。

6) 可滴定酸(TA)含量。根据GB/T 12293《水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定》<sup>[11]</sup>进行测试,每组样品测量3次,取平均值。

7) SO<sub>2</sub>残留量。根据GB/T 5009.34—2003《食品中亚硫酸盐的测定》进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 包装袋内SO<sub>2</sub>的浓度

根据SO<sub>2</sub>标准气体的峰面积与浓度的关系计算

出自制保鲜包装袋内释放的 SO<sub>2</sub> 质量浓度，结果见图 1。由图 1 可知，制备的保鲜包装袋能够持续释放 SO<sub>2</sub> 达 16 d 以上，前 7 d 释放的质量浓度维持在 25~35 mg/L 之间，该浓度范围可以有效杀菌保鲜<sup>[8,12]</sup>。

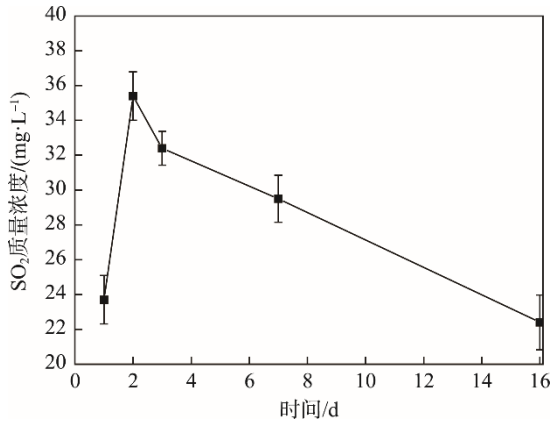


图 1 保鲜袋中释放 SO<sub>2</sub> 质量浓度与时间的关系  
Fig.1 Correlation between concentration of SO<sub>2</sub> released in fresh-keeping packaging bag and time

## 2.2 质量损失率的变化

荔枝采摘后，在蒸腾作用和呼吸作用的影响下，水分和营养物质不断消耗，荔枝的质量损失率随着货架期的延长而增大。荔枝质量损失率随时间的变化曲线见图 2。常温裸放的 A 组荔枝的质量损失率明显高于其余 2 组，在货架期第 6 天时，质量损失率为 21.22%；用市售食品保鲜袋包裹的 B 组荔枝的质量损失率相对较低，在货架期第 6 天时达到 8.65%；用实验室研制的保鲜包装袋包裹的 C 组荔枝的质量损失率最低，在货架期第 6 天时，质量损失率仅为 2.44%。由此可知，C 组荔枝用可释放 SO<sub>2</sub> 的保鲜袋包裹，抑制了水分损失，保证了荔枝果实的新鲜度，提高了其商品价值。

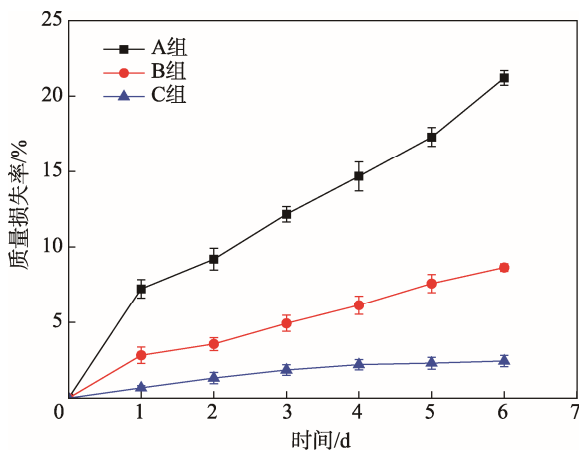


图 2 不同包装对荔枝质量损失率的影响  
Fig.2 Effect of different packaging on mass loss rate of litchi

## 2.3 褐变指数的变化

荔枝采后售卖过程中，果皮发生褐变是缩短货架寿命和降低商品价值的主要原因，褐变指数越大则荔枝的外观品质越差<sup>[13—15]</sup>。荔枝的褐变指数随时间的变化曲线见图 3，3 组荔枝的初始褐变指数为 1。常温裸放的 A 组荔枝褐变速度最快，在货架期 3 天时，褐变指数达到最大值，为 5，即 A 组荔枝常温裸放 3 d 就发生严重褐变而失去商业价值。B 组荔枝的褐变速度较慢，在货架期第 5 天时，褐变指数达到 5。C 组荔枝的褐变速度最慢，在货架期第 6 天时，褐变指数仅为 1.26。可见用实验室研制的保鲜包装袋包裹荔枝，可以显著减少荔枝褐变的速度，延长荔枝的货架期。

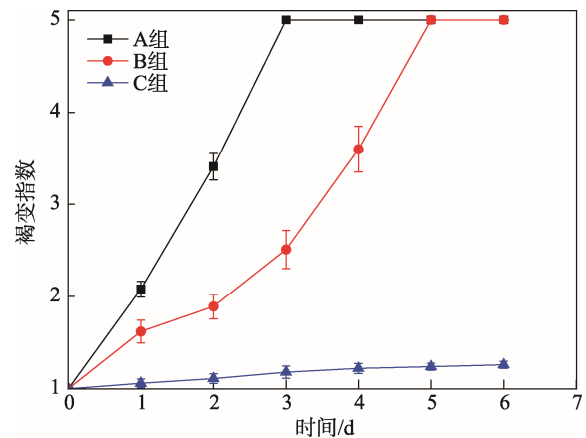


图 3 不同包装对荔枝褐变指数变化的影响  
Fig.3 Effect of different packaging on browning index of litchi

## 2.4 好果率的变化

好果率随时间的变化见图 4，3 组荔枝的好果率初始值为 100%。A 组和 B 组荔枝的好果率下降较快，A 组荔枝在货架期第 2 天时，好果率为 0；B 组荔枝在货架期第 3 天时，好果率为 21%，在货架期第 4 天时，好果率为 0；C 组荔枝的好果率下降缓慢，在货架期第 6 天时，好果率仍达 88.33%。由此可见，用自制的可释放 SO<sub>2</sub> 的保鲜袋包装贮藏荔枝时保鲜效果优异，保鲜袋不仅可以减少荔枝中水分的蒸发，还可以减轻荔枝褐变程度。

## 2.5 可溶性固形物含量的变化

可溶性固形物的主要物质是糖，是荔枝甜味的来源<sup>[1]</sup>。适宜的可溶性固形物含量可以赋予荔枝良好的风味，可溶性固形物含量是影响荔枝口感的一个重要指标<sup>[16—17]</sup>。荔枝自身的呼吸作用可以消耗可溶性固形物，果实水分的蒸发又会使可溶性固形物含量上升。可溶性固形物含量的变化见图 5，可知 3 组荔枝的可溶性固形物含量随时间的增长总体呈减小趋势。A 组荔枝的可溶性固形物质量分数下降最快，在

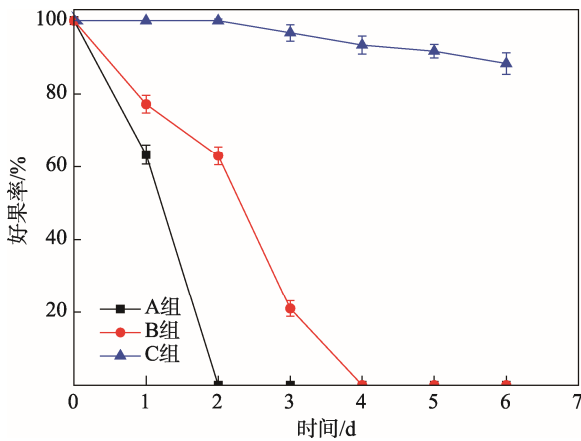


图4 好果率随时间的变化  
Fig.4 Changes in good fruit rate with time

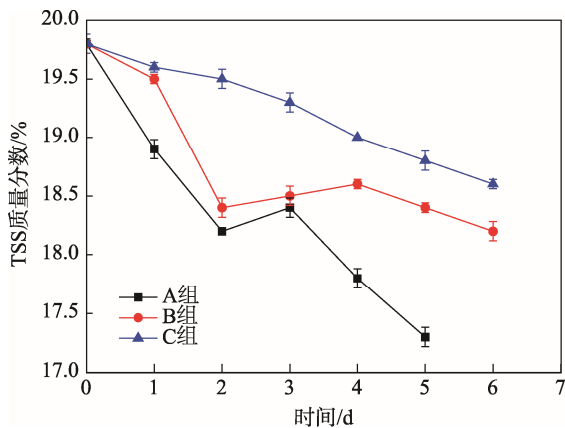


图5 可溶性固形物的含量的变化  
Fig.5 Changes in soluble solids content

货架期第5天时达到17.3% ;B组荔枝下降速度次之,在货架期第6天时为18.2% ;C组荔枝的可溶性固形物质量分数缓慢下降的趋势,在货架期第6天时仍为18.6%。上述明自制的保鲜袋中释放的SO<sub>2</sub>杀菌剂可以抑制荔枝自身的呼吸作用,从而减少对荔枝中可溶性固形物的消耗。

### 2.6 可滴定酸含量的变化

可滴定酸是荔枝酸味的来源,是影响果实风味品质的重要因素。可滴定酸含量的变化见图6,3组荔枝的可滴定酸质量分数初始值为0.2%,随着货架期的延长,3组荔枝的可滴定酸含量先降后升,然后再下降。A组荔枝在第3天时迅速下降至0.12%,第3—5天时又迅速上升,可能因为裸放荔枝一开始可滴定酸含量消耗较多,导致在货架期第3天时可滴定酸含量迅速下降,随后又因失水过多导致可滴定酸含量又迅速上升。B组与C组荔枝可滴定酸含量变化趋势基本一致,在货架期第4天时可滴定酸含量下降至最低,在第4—6天时,可滴定酸含量又有所回升。B组和C组荔枝在货架期第6天时,可滴定酸质量分数分别为0.15%,0.18%。上述说明用自制的保鲜包装

袋包裹荔枝能够使荔枝的可滴定酸含量维持在比较稳定的状态,能够较好维持荔枝原有的口感和风味,C组荔枝的保鲜效果较好。

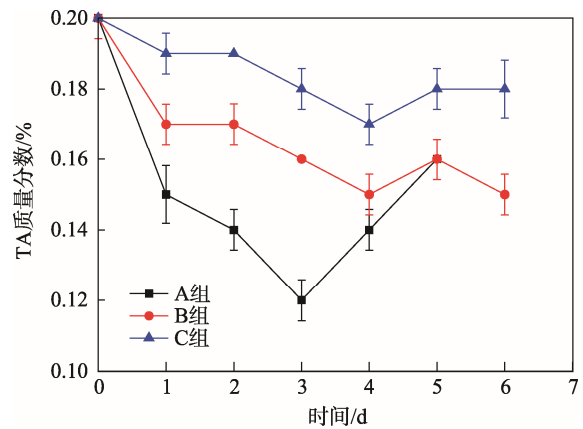


图6 可滴定酸含量的变化  
Fig.6 Changes in titratable acid content

### 2.7 SO<sub>2</sub>残留量测试

用可释放SO<sub>2</sub>的保鲜包装袋贮藏6d的荔枝果肉中SO<sub>2</sub>残留量经测试含量不足1.0 μg/g,未检出,远远低于我国食品添加剂使用卫生标准(GB 2760—86)中规定的SO<sub>2</sub>残留允许量(50 μg/g),这说明常温下用该实验制备保鲜包装袋贮藏的荔枝安全可靠。

## 3 结语

此研究在常温下采用实验室自制可释放适量SO<sub>2</sub>杀菌剂的保鲜包装袋对荔枝进行保鲜实验。结果表明,制备的保鲜包装袋前7d释放的SO<sub>2</sub>的质量浓度在25~35 mg/L间,该浓度范围可以有效杀菌保鲜。常温裸放的荔枝和用市售保鲜袋包裹的荔枝在货架期第2—3天就会发生严重褐变,失去商业价值。使用可释放SO<sub>2</sub>的保鲜包装袋贮藏荔枝时,可以减少荔枝的水分流失,抑制荔枝褐变,保持荔枝的风味和口感,常温下延长荔枝的货架期至6d左右,且安全可靠。

### 参考文献:

[1] 吕恩利, 陆华忠, 杨松夏, 等. 气调运输包装方式对荔枝保鲜品质的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(4): 156—160.  
LYU En-li, LU Hua-zhong, YANG Song-xia, et al. Effects of Packaging Methods on Fresh-keeping Quality of Litchi during Controlled Atmosphere Transport[J]. Modern Food Science and Technology, 2016, 32(4): 156—160.

[2] 姜艳茹, 付亚波, 李东立, 等. 不同薄膜材料对妃子笑荔枝自发气调保鲜效果的研究[J]. 农产品加工学,

- 2014(1): 19—21.
- JIANG Yan-ru, FU Ya-bo, LI Dong-li, et al. Effect of Different Packaging on Quality of Postharvest Litchi (Cv Feizixiao) Fruit[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2014(1): 19—21.
- [3] MAHAJAN B V C, SINGH N, SANDHU K S. Studies on the Maintenance of Color and Quality of Litchi Fruits under Cold Storage Conditions[J]. International Journal of Fruit Science, 2014, 14(1): 49—57.
- [4] LUO T, LI S S, HAN D M, et al. The Effect of Desulfurization on the Postharvest Quality and Sulfite Metabolism in Pulp of Sulfited "Feizixiao" Litchi (*Litchi Chinensis* Sonn) Fruits[J]. Food Science & Nutrition, 2019, 7(5): 1715—1726.
- [5] KUMAR S, MISHRA B B, SAXENA S, et al. Inhibition of Pericarp Browning and Shelf Life Extension of Litchi by Combination Dip Treatment and Radiation Processing[J]. Food Chemistry, 2012, 131(4): 1223—1232.
- [6] LIANG Y S, CHEN N L, KE L S. Influence of Dipping in Sodium Metabisulfite on Pericarp Browning of Litchi Cv. Yu Her Pau (Feizixiao)[J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 68: 72—77.
- [7] 黄海雄, 黄育强. 不同剂量SO<sub>2</sub>保鲜剂对冷处理护色荔枝贮藏安全品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2014, 14(2): 7—11.
- HUANG Hai-xiong, HUANG Yu-qiang. Effects of Different Doses of SO<sub>2</sub> Preservative on Safety Quality of Litchi after Cold Treatment and Color Protection[J]. Storage & Process, 2014, 14(2): 7—11.
- [8] SCHOEMAN M H, BOTHA F A, KRUGER F J. Evaluation of a Universal Slow Release Sulphur Dioxide Sheet for the South African Litchi Export Industry[J]. IV International Symposium on Lychee, Longan and Other Sapindaceae Fruits, 2014, 1: 331—336.
- [9] 魏华, 许文才, 李东立. 可释放SO<sub>2</sub>复合膜对葡萄保鲜性能的影响[J]. 包装工程, 2017, 38(9): 36—40.
- WEI Hua, XU Wen-cai, LI Dong-li. Effect of Composite Film Releasing SO<sub>2</sub> on the Preservation Performance of Grapes[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(9): 36—40.
- [10] 陆华忠, 李源泉, 吕恩利, 等. 不同温度和包装方式对荔枝保鲜品质的影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(10): 2330—2334.
- LU Hua-zhong, LI Yuan-quan, LYU En-li, et al. Effect of Different Temperature and Packing on Fresh-keeping Quality of Litchi[J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(10): 2330—2334.
- [11] GB/T 12293—1990, 水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定[S].
- GB/T 12293—1990, Fruit and Vegetable Products-determination of Titratable Acidity[S].
- [12] ZUTAHY Y, LICHTER A, KAPLUNOV T, et al. Extended Storage of 'Red Globe' Grapes in Modified SO<sub>2</sub> Generating Pads[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 50(1): 12—17.
- [13] 杨胜平, 谢晶, 钱韻芳, 等. 壳聚糖复合保鲜剂涂膜与MAP保鲜“妃子笑”荔枝[J]. 食品科学, 2013, 34(8): 279—283.
- YANG Sheng-ping, XIE Jing, QIAN Yun-fang, et al. Preservation of Litchi with Composite Chitosan Coating and Modified Atmosphere Packaging[J]. Food Science, 2013, 34(8): 279—283.
- [14] ENA B, VELAZQUEZ R C, CARDENAZ A V, et al. Effect of Storage Temperature and Time on Quality in Minimally Processed Litchi Fruit (*Litchi Chinensis* Sonn)[J]. Journal of Food Quality, 2010, 33(3): 299—311.
- [15] MAHAJAN P V, GOSWAMI T K. Extended Storage Life of Litchi Fruit Using Controlled Atmosphere and Low Temperature[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2004, 28(5): 388—403.
- [16] 杨松夏, 吕恩利, 陆华忠, 等. 荔枝气调贮藏时间对货架期品质变化的影响[J]. 现代食品科技, 2013, 29(9): 2068—2074.
- YANG Song-xia, LYU En-li, LU Hua-zhong, et al. Effects of Controlled Atmosphere Storage Time on Shelf Life Quality of Litchi[J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(9): 2068—2074.
- [17] 刘辉, 许文才, 李东立, 等. 常温下多功能气调包装在荔枝保鲜中的应用[J]. 北京印刷学院学报, 2016, 24(6): 17—21.
- LIU Hui, XU Wen-cai, LI Dong-li, et al. On the Application of Multi Function Integrated MAP in Litchi Preservation an Room Temperature[J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2016, 24(6): 17—21.