包装对半干型荔枝干贮藏品质的影响

刘源，黄苇，胡卓炎，郑润鑫
（华南农业大学食品学院，广东广州 510642）

摘要：为了抑制半干型荔枝干在贮藏过程中果肉褐变、微生物生长，本试验研究了半干型荔枝干水分含量分布及其水分活度情况，探讨了不同包装技术，不同包装材料对半干型荔枝干贮藏效果的影响。结果表明：试验用荔枝干果肉平均含水量为 36.51%，平均 Aw>0.73。脱氧包装技术对延缓半干型荔枝干果肉褐变效果显著，并表现出良好的抑菌效果，保鲜剂与脱氧剂对荔枝干褐变的抑制具有协同作用，包装材料的遮光性对果肉褐变的影响不明显；普通包装方式下，荔枝干果肉褐变快，不同包装材料间荔枝干的贮藏效果相差不大，因此采用普通包装时，包装材料的选择以经济、美观为标准即可。

关键词：半干型荔枝干；包装；菌落总数；贮藏品质

文章篇号：1673-9078(2013)5-973-977

Influence of Packaging Methods on the Preserve Quality of Hemi-dried Litchi Fruits

LIU Yuan, HUANG Wei, HU Zhuo Yan, ZHENG Run-xin
(College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: In order to inhibit browning and microbial growth during the storage of the hemi-dried litchi fruits, the moisture content distribution and water activity of hemi-dried litchi fruits were investigated to explore the effect of packaging processes and materials on the storage of hemi-dried litchi fruits. The results showed that the average moisture content of hemi-dried litchi fruits was 36.51%, and the average a_w >0.73. Deoxidizing packaging technology can inhibit enzymatic browning effectively and had significant bacteriostatic effect. It was found that there was a synergetic effect between preservative and deoxidizer and the opacity of packaging materials have no obvious influence on browning. Using common packing technology, hemi-dried litchi fruit browning was fast and similar storage effect was found between different packing materials. Therefore, the cost and appearance can be used as the standards to choose the packaging materials when using common packaging.

Key words: hemi-dried litchi fruits ; packaging; total plate count; storage quality

荔枝是广东省大宗特色水果，其季节性强、采后极易褐变、腐烂[1]，保鲜贮藏困难，将荔枝加工成荔枝干是一个行之有效的手段[2]。荔枝干分为传统荔枝干和半干型荔枝干，传统荔枝干含水量 25%以下(通常为 15~20%)，果香味较差，口感硬实；半干型荔枝干水分含量在 35%左右，原果风味浓，果肉呈黄亮棕色或金黄色，果肉组织紧密，售价比传统荔枝干高 30%以上[3]。半干型荔枝干在常温下极易褐变、变质，其货架期不能满足广大消费者的需求。因此抑制半干型荔枝干在贮藏时的褐变、变质是有待解决的问题。

本实验采用不同包装技术和包装材料对荔枝干实施包装贮藏，在 37 ℃、RH=90%条件下进行破坏性试验，对半干型荔枝干果肉的 L 值、菌落总数进行跟踪测定，并对荔枝干贮藏品质进行感官指标评分，研究包装对半干型荔枝干贮藏品质的影响，从而优选适当的包装技术和材料。

收稿日期：2012-12-20
基金项目：国家荔枝龙眼产业技术体系（CARS-33145）
作者简介：刘源（1988-），研究生，研究方向为食品加工、包装与保藏
通讯作者：黄苇（1967-），教授，研究方向为食品加工、包装与保藏

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

琼脂（BR），葡萄糖（BR），酵母浸膏（BR），NaCl（AR），白胨（BR），pH 试纸，PA/PE 袋，PE/Al/PE 袋，KOP 袋，A、B、D 材料薄膜。TL006 脱氧剂、TL003 保鲜剂，东莞市天丽食品添加剂实业有限公司。

BTY-B1 透气性测试仪，济南兰光机电技术有限公司；CHY-C1 测厚仪，济南兰光机电技术有限公司；DZ400 多功能真空包装机，南通彩星包装机械有限公司；X-rite-SP60 积分球式分光光度计，爱色丽（上海）色彩仪器商贸有限公司；DHG-9240A 数显电热恒温干

燥箱，上海一恒科学仪器有限公司；LHS-250SC 恒温恒湿箱，上海齐欣科学仪器有限公司；SW-CJ-1F 型单人双面净化工作台，苏州净化；AL204 电子天平，梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司；SYQ-DSX-280B 型手提式不锈钢压力蒸汽灭菌锅，上海申安医疗器械厂；佳能 EOS 60D 单镜头反光镜相机，佳能（中国）有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 包装材料厚度与透气性测定

利用 CHY-C1 测厚仪对每种包装材料的厚度进行测定，求出每种包装材料的平均厚度。

采用 GB/T1038-2000《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法 压差法》测定包装材料的透气性。

1.2.2 荔枝干贮藏试验

用不同包装技术和包装材料对样品进行包装，每个包装袋内放入 40±3 g 荔枝干（约 8 粒），在 37 ℃、RH=90%恒温恒湿条件下进行破坏性试验，探究合适的荔枝干的包装方式。

1.2.3 半干型荔枝干水分含量的测定

采用 GB 5009.3-2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》。

1.2.4 半干型荔枝干菌落总数的测定

采用 GB/T4789.2-2010《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》。

1.2.5 半干型荔枝干果肉表面色泽的测定

试样中随机取四粒荔枝干，剥壳、去核，利用 X-rite-SP60 积分球式分光光度计进行 L 值的测定。[4]

1.2.6 半干型荔枝干感官评定

表 1 荔枝干感官质量评分标准

Table 1 Sensory quality standard for evaluation of hemi-dried lit chi fruits

得分	色泽	气味	组织状态
10	色泽均匀、呈浅褐色、有光泽	果香浓郁、无酒精发酵味	硬度适中、不黏手
8	色泽较均匀、呈褐色、光泽较暗	果香较浓、无酒精发酵味	稍软、不黏手
6	色泽不均匀、呈棕色、光泽暗淡	果香味淡、稍有发酵味	软、稍粘手
4	呈深棕色、无光泽	果香味较淡、有发酵味	较软、较粘手
2	近似黑色、无光泽	近乎无果香味、酒精味较浓	很软、很黏手

荔枝干贮藏效果感官质量评分标准列于表。10 人组成评定小组，将被测样品置于检验盘上，于自然光下，用眼看、鼻嗅、手感等方法对荔枝干贮藏后的色泽、气味、组织状态进行感官评分，再利用加权法计算总分，色泽加权系数为 0.4，气味加权系数为 0.3，组织状态加权系数为 0.3。

计算公式：总分=色泽评分×0.4+气味评分×0.3+组织状态评分×0.3

1.2.7 数码相机对荔枝干色泽的记录

佳能 60D 配合 18~200 mm EF IS 镜头拍摄。拍摄时使用实验室内的日光灯为光源。

2 结果与分析

2.1 包装材料厚度与透气性测定结果分析

对不同包装材料的厚度与透气度测定，结果如下：

表 2 不同包装材料的厚度与透气度

Table 2 Thickness and porosity of different packing material

指标	KOP	PA/PE	PE/Al/PE	材料 A	材料 B	材料 D
厚度/μm	46	74	73	63	37	53
透气度/[cm^3/(m^2·24h·0.1MPa)]	0.603	1.950	1.960	7.530	42.433	8117.590

注：材料 A、B、D 为商家提供，未说明材料结构。

从表 2 可知，KOP、PA/PE、PE/Al/PE 铝塑复合材料、材料 A 对氧气都有较好的阻隔性能；材料 B 的阻隔性能相对较低，而材料 D 对氧气的阻隔性很差。从试验结果可将 KOP、PA/PE、PE/Al/PE 划分为高阻隔材料；材料 A、材料 B 为中阻隔材料；材料 D 为低阻隔材料。

2.2 半干型荔枝干贮藏试验结果分析

2.2.1 半干型荔枝干果肉水分含量

含水量的高低对果肉褐变速率和菌落的生长有重要影响[5]。测定 70 粒荔枝干果肉的水分含量，其结果见图 1。

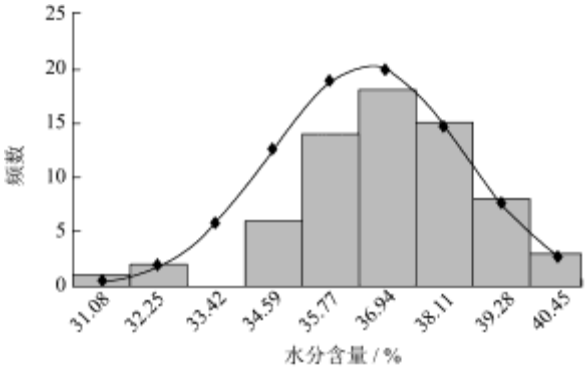


图 1 荔枝干果肉水分含量分布图

Fig.1 Moisture content distribution of hemi-dried litchi fruits

荔枝干果肉水分含量分布在 31.08~40.43%之间，70 粒荔枝干果肉的平均含水量为 36.51%，标准偏差为 1.96%。水分含量介于 35.77~39.28%之间的占总量

的 71.43%，整体接近正态分布。

荔枝干果肉中的水分含量对其货架期有很重要的影响，因为在固形物组分一定时，水分含量和水分活度有着直接的关系，当水分含量增加时水分活度也增加[6]，水分活度决定微生物在食品中萌发的时间，生长速率及死亡。当荔枝干果肉含水量为25%时其果肉的水分活度为 0.73[7]。微生物的生长要求有一定最低限度的 Aw，大多数细菌为 0.94~0.99，大多数霉菌为 0.80~0.94，耐干燥霉菌和耐高渗透压酵母为 0.60~0.65，当 Aw<0.6 时绝大多数微生物不能生长[8]。Aw<0.9 时，食品的微生物腐败主要是由酵母菌和霉菌引起的，Aw<0.8 的糖浆、蜂蜜、浓缩果汁的败坏主要是由酵母菌引起的[9]，而酵母菌属于兼性厌氧菌，在有氧或缺氧条件下，以不同的方式获得能量，有氧时进行有氧呼吸，在缺氧环境下酵母菌将糖发酵成乙醇，从而使长期贮藏的食品产生酒味[10]。本试验测定的荔枝干果肉含水量大多数超过 35%，其果肉的水分活度远超过 0.73 以上，加之含糖量高，推测常温贮藏过程中酵母菌是其变质的重要原因。

2.2.2 贮藏过程中半干型荔枝干果肉表面 L 值的变化

2.2.2.1 包装技术对荔枝干果肉 L 值的影响

采用高阻隔性包装材料 KOP、PA/PE 和 PE/AL/PE 对荔枝干进行包装，于温度 37 ℃、RH=90%条件下贮藏，比较不同包装技术对荔枝干果肉褐变的影响。

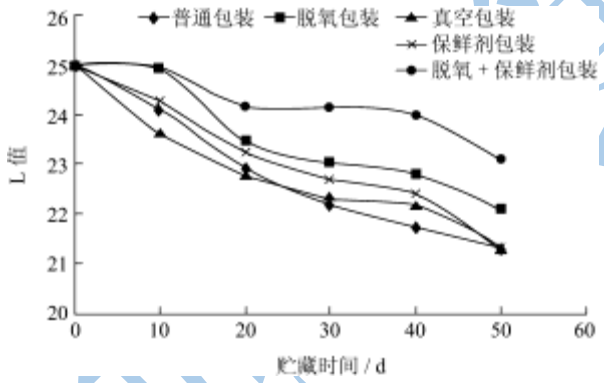


图 2 KOP 袋内荔枝干果肉 L 值变化

Fig.2 L trend of hemi-dried litchi fruits packed by KOP

由图 2 和图 3 可见，随贮藏时间延长各包装技术条件下荔枝干果肉的 L 值均呈现下降趋势，但脱氧包装和脱氧+保鲜剂包装的 L 值下降较缓慢，并表现出脱氧+保鲜剂包装的 L 值高于脱氧包装的趋势。

图 4 可见，贮藏过程中，在铝箔材料包装条件下，脱氧包装的荔枝干果肉 L 值下降缓慢，并且各阶段果肉 L 值明显高于普通包装，由此进一步表明：贮藏过程中脱氧包装是有效延缓荔枝干果肉褐变的方法。

图 5 可见，经 50 d贮藏，采用脱氧包装和脱氧+保鲜剂包装技术的果肉仍然呈较亮的褐色，其他的（真空包装、保鲜剂包装、普通包装）则为深褐色甚至黑色。由此表明脱氧可以有效的延缓贮藏过程中荔枝干果肉的褐变，保鲜剂与脱氧剂能产生协同作用，加强对荔枝干褐变的抑制作用。

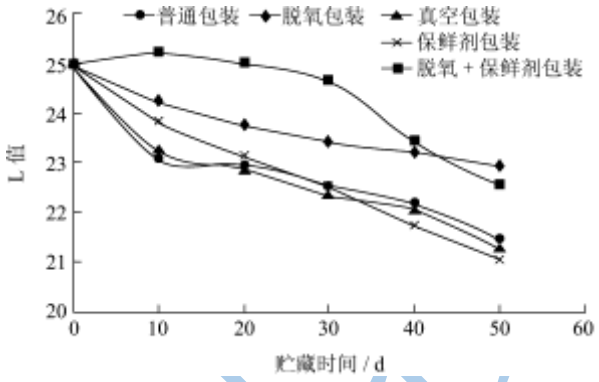


图 3 PA/PE 袋内荔枝干果肉 L 值变化

Fig.3 L trend of hemi-dried litchi fruits packed by PA/PE

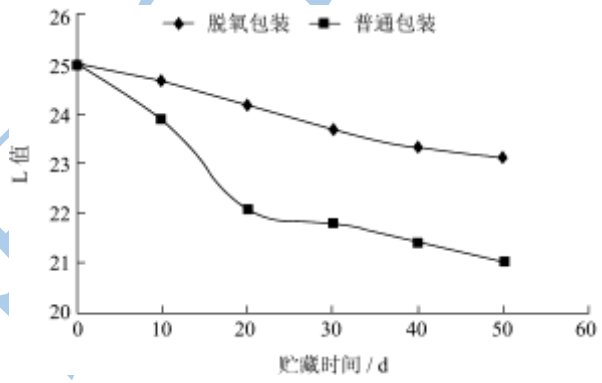


图 4 PE/Al/PE 袋内荔枝干果肉 L 值变化

Fig.4 L value trend of hemi-dried lit chi fruits packed by PE/Al/PE



图 5 贮藏 50 d KOP 包装的荔枝干果肉

Fig.5 Hemi-dried lit chi fruits in KOP bag for 50 days

2.2.2.2 包装材料对荔枝干果肉 L 值的影响

在采用脱氧包装技术条件下，利用 PE/Al/PE 铝塑复合材料、PA/PE 材料对荔枝干进行包装。贮藏期间 L 值的变化如图 6 所示。

经 50 d贮藏后，PE/Al/PE 铝塑复合材料与 PA/PE 材料包装的荔枝干果肉 L 值差异不明显、变化趋势相

近，图 7 中也可以看出贮藏 50 d 时利用 PE/Al/PE 与 PA/PE 材料包装的荔枝干色泽相近，呈较亮的褐色，本实验采用的 PE/Al/PE 与 PA/PE 材料同属于高阻隔性的包装材料，前者遮光，而后者透明，表明是否避光对荔枝干果肉 L 值变化的影响不大，对延缓褐变效果不显著。

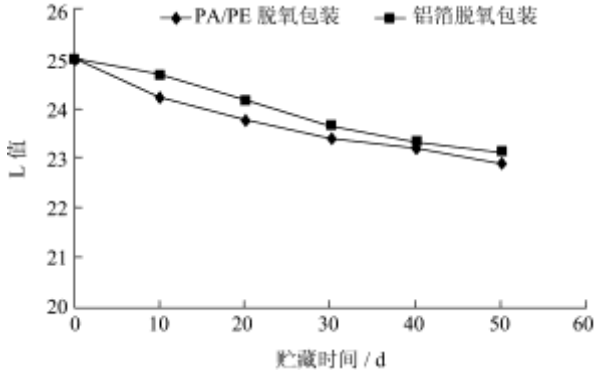


图 6 脱氧包装下铝塑、PA/PE 袋内荔枝干果肉 L 值变化

Fig.6 L value trend of deoxidizer packaged hemi-dried litchi fruits in aluminum-plastic and PA/PE



图 7 贮藏 10、50 d 后 PA/PE、PE/Al/PE 脱氧包装的荔枝干果肉对比图

Fig.7 The contrast diagram of deoxidizer packaged hemi-dried litchi fruits in PA/PE and PE/Al/PE after 10 and 50 days

选取高、中、低阻隔性的 4 种包装材料 PA/PE、材料 A、材料 B 和材料 D 制作的包装袋，将荔枝干放入袋中直接封口，进行贮藏。

由图 8 可见：4 种不同氧气阻隔性的材料，在普通包装技术条件下，荔枝干果肉的 L 值均呈快速下降的趋势，50 d 后果肉 L 值介于 21.1~21.6 之间，不同材料间的贮藏效果差别不大。

综上，使用氧气高阻隔性的包装材料对荔枝干实施包装，脱氧包装技术对延缓半干型荔枝干果肉褐变效果显著。包装材料的遮光性，对果肉褐变的影响不显著。不同氧气阻隔性包装材料，采用普通包装技术，荔枝干果肉褐变快，不同包装材料间贮藏效果差异不明显，因此采用普通包装技术时，包装材料的选择以经济、美观为标准即可。

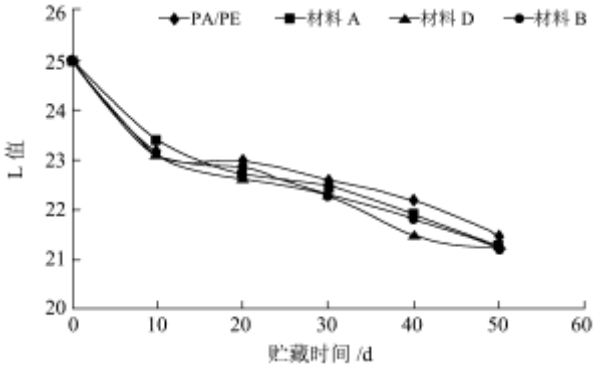


图 8 普通包装的荔枝干果肉 L 值变化

Fig.8 L value trend of common packaged hemi-dried litchi fruits

2.2.3 半干型荔枝干果肉感官评定结果分析

由 10 人组成的专门评定小组，定期对荔枝干的贮藏效果进行感官评定，评定方法如表 1。评定结果见图 10~12。

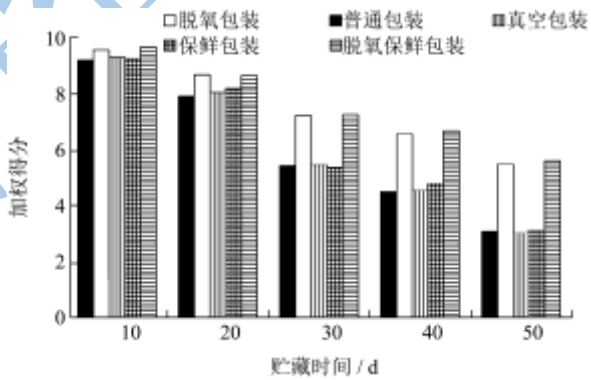


图 9 KOP 包装材料下不同包装方法的感官评定得分

Fig.9 Sensory score of the hemi-dried litchi fruits using different packaging methods with KOP

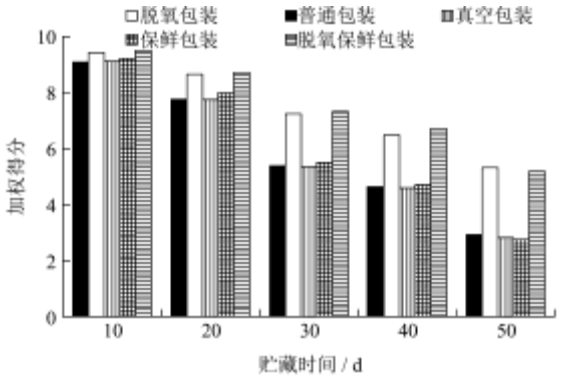


图 10 PA/PE 包装材料下不同包装方法的感官评定得分

Fig.10 Sensory score of the hemi-dried litchi fruits using different packaging methods with PA/PE

从图 10 可见，随着时间推移，荔枝干果肉的色泽加深、香味减弱、质地变软、果肉甚至会出现流糖现象。而在同一时期，特别是在第 40 d、第 50 d，脱氧包装与脱氧+保鲜剂包装的果肉感官评分比其他的包装技术的明显高出很多，并且在 50 d 时果肉感官评分分别为 5.47 分、5.58 分。表明脱氧包装能有效的延缓荔枝干果肉褐变、变质。

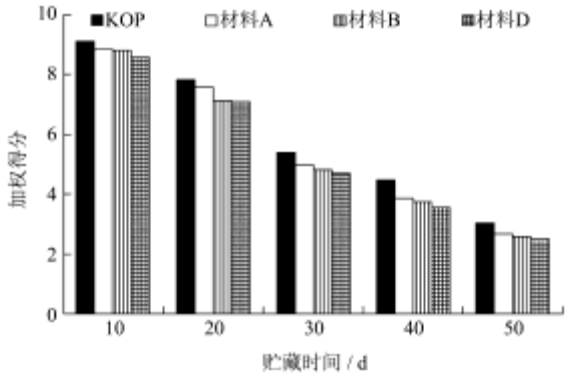


图 11 普通包装方法下不同包装材料的感官得分

Fig.11 Sensory score of the hemi-dried litchi fruits with different packaging materials by ordinary packing method

图 11 中，比较了高阻隔性材料 KOP；中阻隔性材料 A、B；低阻隔性材料 D 在普通包装下的荔枝干果肉的感官品质的变化。材料的阻隔性能越低，荔枝干的感官评分也相应越低，但是各材料包装的荔枝干果肉的感官评分下降趋势差别不大。表明不同阻隔性包装材料的贮藏效果相差不明显。

感官评定结果与贮藏藏过程中半干型荔枝干果肉表面 L 值的变化一致，且荔枝干果肉褐变越快，果肉的香味减弱的也越迅速，50 d 后果肉的质地越软、越粘，流糖现象也越严重。

2.2.4 贮藏过程中荔枝干果肉菌落总数的变化

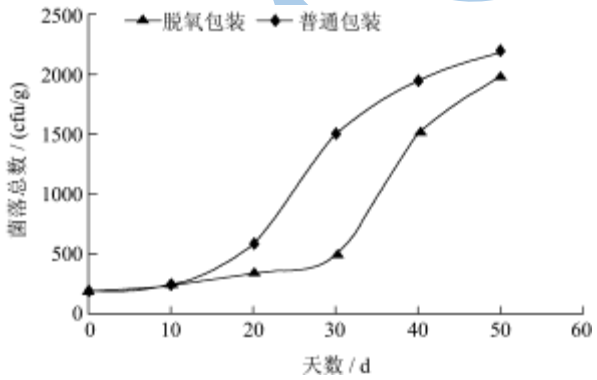


图 12 PA/PE 袋中荔枝干果肉菌落总数的随时间的变化

Fig.12 Colony count trend of hemi-dried li chi fruits packaged by PA/PE overtime

从图 12 知，随贮藏时间的延长，不同包装技术条件下果肉的菌落总数均呈上升的趋势，普通包装比脱氧包装菌落总数增长快，脱氧包装表现出良好的抑菌效果，尤其是 30 d 前菌落总数增长缓慢，说明脱氧包装在一定程度上抑制了微生物的生长。按照 NY/T 709-2003 要求，荔枝干产品菌落总数≤750 cfu/g。显示即便高阻隔性材料配合脱氧包装技术，在温度 37 ℃，RH=90%条件下贮藏大约 33 d，微生物依然会出现超标情况。原因是脱氧包装可以有效脱除包装内的氧气，从而抑制好氧菌的生长，但厌氧性和兼性厌氧菌不受控制。本实验所用的荔枝干果肉水分含量较高，水分含量介于 35.77~39.28%之间的占总量的 71.43%，水分活度在 0.73 以上，厌氧菌和兼性厌氧菌（如：酵母菌）仍能进行正常的生长繁殖，导致贮藏过程中荔枝干果肉菌落总数超标。因此半干型荔枝干储运保鲜，单依靠脱氧包装技术还不足以达到理想的货架期，为了取得更好的抑菌效果，在包装前对荔枝干进行臭氧、微波杀菌等处理值得进一步探讨[11]。

3 结论

3.1 半干型荔枝干果肉水分含量分布在 31.08~40.43%之间，平均含水量为 36.51%，水分含量介于 35.77~39.28%之间的占总量的 71.43%，果肉的水分活度平均在 0.73 以上，水分含量及水分活度均较高，因此在贮藏过程中较传统荔枝干(含水量通常为 15~20%)易褐变、变质。

3.2 利用氧气高阻隔性材料对荔枝干实施包装条件下，脱氧包装技术对延缓半干型荔枝干果肉褐变效果显著，保鲜剂与脱氧剂对荔枝干褐变的抑制具有协同作用。包装材料的遮光性，对果肉褐变的影响不明显。普通包装方式下，荔枝干果肉褐变快，不同氧气阻隔性包装材料间贮藏效果差异不大；因此采用普通包装技术时，包装材料的选择以经济、美观为标准即可。

3.3 脱氧包装比普通包装表现出良好的抑菌效果，但单依靠脱氧包装技术还不足以达到理想的货架期，在包装前对荔枝干进行臭氧、微波杀菌等处理值得进一步探讨。

参考文献

[1] LinHetong, Chen Shaojum, Xi Yufang. Commercial postharvest handling and storage technology of litchi fruit [J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(5): 126-134

[2] 蔡长河,郭际,曾庆孝.荔枝在干制过程中非酶褐变的研究[J].食品科学,2006,10:158-161

[3] 蔡长河,张爱玉,袁沛元,等.半干型荔枝干的加工技术研究[J].福建果树,2003,4:32-33

[4] 张友胜,徐玉娟,吴继军,等.荔枝干颗粒重与果肉水分活度-微生物等指标相关性分析[J].广东农业科学,2010,10:29-30

[5] 沈夏筠.荔枝热风干燥及包装储藏技术研究[D].福建农林大学,2010

[6] 谢爱英,张富新,陈颖.发酵香肠的pH值、水分含量与水分活度(Aw)的关系及其对制品贮藏性的影响[J].食品与发酵工业,2004,11:143-146

[7] CAI Chang-he, GUO Ji, ZENG Qing-xiao. Effect of Storage on Non-enzymatic Browning of Hemi-dried Litchi Fruit [J]. Food Science, 2007, 28 (10): 526-532

[8] 曹玉兰.水分活性对控制食品安全和质量的稳定作用[J].食品研究与开发,2006,4:165-166

[9] 阚建全,谢笔钧.食品化学(第二版)[M].中国农业大学出版社,2008

[10] 孙万儒.酵母菌[J].生物学通报,2007,43(11):5-10

[11] 杨家蕾,董全.臭氧杀菌技术在食品工业中的应用[J].食品工业科技,2009,30(5):353-356

现代食品科技