

低温贮藏和薄膜贮藏对沙田柚果实品质的影响

刘 萍^{1,2}, 黄 春 霞², 邓 光 宙^{1,2}, 丁 萍^{1,2}, 娄 兵 海^{1,2}, 牛 英^{1,2}

(1. 广西柑橘生物学重点实验室, 广西 桂林 541004; 2. 广西特色作物研究院, 广西 桂林 541004)

摘 要:以沙田柚为试材,利用分光光度法,研究了低温和薄膜贮藏对沙田柚果实外观、失重率、还原糖、总糖、有机酸、维生素 C、可溶性固形物等营养指标和商品品质的影响。结果表明:薄膜贮藏的果实还原糖、总糖、可溶性固形物和维生素 C 含量最低,低温贮藏和室温贮藏相比差异不显著,但低温贮藏果实有机酸含量最高,糖酸比最低。3 种贮藏方式相比,不包膜室温贮藏果实失重最快,贮藏 30 d,失重率为 11.42%;低温贮藏果实在贮藏后 60 d 果顶部开始转绿,沙田柚采后贮藏方式以薄膜室温贮藏最佳,但贮藏时间不宜超过 75 d。

关键词:沙田柚(*Citrus grandis* Osbeck);室温贮藏;低温贮藏;薄膜室温贮藏;品质

中图分类号:S 666.309⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0114-04

沙田柚(*Citrus grandis* Osbeck)属芸香科(Rutaceae)柑橘属(*Citrus* L.),原产广西容县沙田村。其风味独特,果实营养丰富,具有清热润肺,凉血降压等功效,适合于高血压、心血管疾病和肥胖症等患者食用,被誉为柚中佳品^[1]。广西在融安、融水、阳朔、恭城等地均有种植沙田柚,已成为广大果农致富的支柱产业之一。

常温下果实后熟速度快,易发生腐败变质,为延长采后果实的贮藏期,通常采用低温冷藏法。而薄膜包装(MAP, modified atmosphere package)由于能抑制果实失水,并且在一定范围内调节气体成分对果实起到延缓衰老、延长保鲜的作用^[2],且具有成本低、操作简单、效果明显等优点。薄膜贮藏已被广泛使用,但存在袋内 CO₂ 浓度偏高,无氧呼吸增强,影响果实风味等问题^[3]。该试验研究了低温贮藏和薄膜贮藏对沙田柚品质的影响,以期为采后沙田柚贮藏保鲜方式的选择提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为 15 年生酸柚砧沙田柚(*Citrus grandis*

Osbeck),种植密度 4 m×5 m。11 月中旬采收成熟商品果实,当天运回实验室。

1.2 试验方法

试验于 2012—2014 年在广西融安县沙田柚生产基地进行。沙田柚预贮 3 d 后分别设置不包膜室温贮藏(A)、薄膜(0.02 mm 聚乙烯薄膜袋,35 cm×25 cm)室温贮藏(B)和 4℃低温贮藏(C)处理,贮藏期 90 d。贮藏期间每隔 15 d 每处理随机选取 5 个果实进行测定。

1.3 项目测定

1.3.1 外观评价 每隔 15 d 对各处理果实进行果实色泽、果皮光滑度及新鲜饱满度记录。

1.3.2 营养指标、失重率及可食率测定 还原糖和总糖含量采用 3,5-二硝基水杨酸法测定;有机酸采用酸碱滴定法;维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚法测定^[4];可溶性固形物含量采用 ATAGO 数显糖度计测定;每处理标记 10 个果实,每 15 d 称量重量,计算失重率;可食率以汁胞占果实重量百分比计算。

1.4 数据分析

应用 Excel 进行数据处理和标准曲线的绘制,应用 DPS 软件做差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏条件外观品质变化

由表 1 可知,室温不包膜袋贮藏的果实,在贮藏 30 d 后开始皱缩,且逐渐失去光泽;4℃低温贮藏的果实在贮藏过程中果面光滑新鲜饱满,但在贮藏后 60 d,果顶部开始部分转绿;薄膜贮藏的果实在贮藏过程中外观品质良好。

第一作者简介:刘萍(1983-),女,山西左权人,硕士,助理研究员,现主要从事采后生物技术等研究工作。E-mail:liupingsmile@126.com

责任作者:邓光宙(1966-),男,广西梧州人,本科,高级农艺师,现主要从事柑桔品种及无病毒繁育等研究工作。E-mail:dgz66@126.com

基金项目:广西特色作物研究院基本业务专项资助项目(2012-J-002);国家现代农业产业技术体系广西创新团队建设专项资金资助项目(桂农业发[2011]33 号);广西柑橘工程技术研究中心培育资助项目(2013CXJHA08);广西自然科学基金资助项目(2012GXNSFAA053040)。

收稿日期:2015-06-02

表 1 不同贮藏条件外观评价

Table 1 Ocular estimate at different storage conditions

| 采收贮藏天数 Days after storage/d | 外观色泽、光泽度 Appearance color and gloss | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------|
| | A | B | C |
| 0 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 |
| 15 | 黄色、果面略有光泽、比较皱缩 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 |
| 30 | 黄色、果面无光泽、开始皱缩 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 |
| 45 | 黄色、果面无光泽、皱缩 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 | 黄色、果面光滑、新鲜饱满 |
| 60 | 黄色、果面无光泽、皱缩 | 黄色、果面较光滑、比较饱满 | 果蒂开始转绿、果面光滑、新鲜饱满 |
| 75 | 黄色、果面无光泽、皱缩 | 黄色、果面略有光泽、比较饱满 | 果蒂转绿、果面光滑、新鲜饱满 |
| 90 | 黄色、果面无光泽、皱缩 | 黄色、果面略有光泽、比较饱满 | 果蒂转绿、果面有光泽、比较饱满 |

2.2 不同贮藏条件失重率、可食率变化

由表 2 可知,随着贮藏时间的增加,各处理果实失重率增加。室温不包薄膜袋贮藏的果实,失重最快,贮

表 2 不同贮藏条件下果实失重率、可食率

Table 2 The weight loss and edible rate at different storage

| 采收贮藏天数 Days after storage/d | 失重率 Weight loss/% | | | 可食率 Edible rate/% | | |
|--------------------------------|-------------------|------|------|-------------------|--------------|--------------|
| | A | B | C | A | B | C |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 48.93±0.57a | 48.93±0.57a | 48.93±0.57a |
| 15 | 6.46 | 1.01 | 0.80 | 53.32±4.38a | 45.38±0.97b | 50.08±1.37ab |
| 30 | 11.42 | 2.02 | 1.88 | 49.14±2.70a | 48.43±2.16a | 47.20±3.31a |
| 45 | 15.24 | 2.91 | 2.78 | 51.01±1.67a | 48.85±2.79a | 45.88±4.14a |
| 60 | 20.08 | 3.95 | 3.58 | 51.10±3.55a | 45.82±2.51a | 46.80±6.53a |
| 75 | 26.35 | 5.12 | 4.74 | 50.64±3.16a | 45.63±3.11ab | 43.36±1.45b |
| 90 | 32.85 | 6.36 | 6.01 | 50.03±4.07a | 43.66±0.69a | 44.56±2.10a |

注:不同处理间不同字母表示数据差异显著(P<0.05),下同。

Note: Different letters show significant difference at 0.05 level.

表 3 不同贮藏条件下总糖、还原糖含量变化

Table 3 The total sugar content and reduct sugar content in *Citrus grandis* at different storage conditions

| 采收贮藏天数 Days after storage/d | 总糖含量 Total sugar content/% | | | 还原糖含量 Reduct sugar content/% | | |
|--------------------------------|----------------------------|-------------|--------------|------------------------------|------------|-------------|
| | A | B | C | A | B | C |
| 0 | 11.21±0.65a | 11.21±0.65a | 11.21±0.65a | 2.50±0.15a | 2.50±0.15a | 2.50±0.15a |
| 15 | 11.23±0.38a | 10.49±0.42a | 10.34±0.19a | 3.10±0.20a | 2.75±0.18a | 2.23±0.05a |
| 30 | 11.69±0.39a | 11.44±0.13a | 11.36±0.56a | 2.55±0.18a | 2.67±0.12a | 3.09±0.21a |
| 45 | 11.45±0.35a | 10.49±0.05a | 11.22±0.45a | 3.39±0.28a | 3.00±0.22a | 2.79±0.35a |
| 60 | 11.78±0.49a | 10.87±0.10a | 11.37±0.40a | 3.72±0.24a | 3.43±0.11a | 3.55±0.37a |
| 75 | 11.60±0.53a | 9.89±0.20b | 11.38±0.35a | 3.66±0.49a | 2.38±0.23b | 3.45±0.24ab |
| 90 | 11.48±0.66a | 9.59±0.13b | 10.75±0.41ab | 3.83±0.18a | 3.07±0.29a | 3.72±0.61a |

2.4 不同贮藏条件可溶性固形物、维生素 C 含量变化

由表 4 可知,果实的可溶性固形物和维生素 C 的含量呈波动变化,但总体上,室温贮藏和 4℃ 低温贮藏果实,可溶性固形物含量在贮藏过程中逐渐上升,维生素 C

表 4 不同贮藏条件下可溶性固形物、维生素 C 含量变化

Table 4 TSS content and vitamin C content in *Citrus grandis* at different storage conditions

| 采收贮藏天数 Days after storage/d | 可溶性固形物含量 TSS content/% | | | 维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg·(100g) ⁻¹) | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------|--------------|---|--------------|--------------|
| | A | B | C | A | B | C |
| 0 | 12.37±0.47a | 12.37±0.47a | 12.37±0.47a | 89.42±1.43a | 89.42±1.43a | 89.42±1.43a |
| 15 | 12.60±0.40a | 12.07±0.42a | 11.67±0.64a | 86.30±0.13a | 81.60±5.02a | 84.25±1.74a |
| 30 | 12.27±0.61a | 11.90±0.26a | 12.40±0.10a | 80.50±6.53a | 87.67±2.52a | 84.67±2.85a |
| 45 | 14.03±0.47a | 12.93±0.12b | 13.13±0.31b | 96.93±7.36a | 84.69±1.09ab | 77.00±8.99b |
| 60 | 14.27±0.31a | 12.77±0.06b | 13.23±0.50b | 102.16±3.83a | 94.00±3.67ab | 91.80±2.03b |
| 75 | 13.37±1.04a | 11.77±0.74a | 12.67±0.32a | 99.83±11.78a | 85.34±6.26a | 100.54±1.97a |
| 90 | 15.07±0.32a | 12.57±0.21b | 13.87±0.81ab | 104.33±4.46a | 77.94±5.44c | 91.50±4.56b |

藏 15 d,失重率为 6.46%,贮藏 45 d,失重率达 15.24%。薄膜贮藏和低温贮藏果实失重较慢,在贮藏 90 d,失重率分别为 6.36%和 6.01%;在贮藏前 30 d,不同贮藏条件沙田柚可食率在 49%上下浮动,在贮藏后期包膜室温贮藏和低温贮藏果实的可食率低于不包膜袋室温贮藏果实,这主要因为不包膜室温贮藏沙田柚果皮失水最快。

2.3 不同贮藏条件总糖、还原糖含量变化

在贮藏过程中,果实的总糖和还原糖的含量呈波动变化,但总体上,薄膜贮藏的果实总糖逐渐下降,还原糖先上升后下降;室温贮藏和 4℃ 低温贮藏果实总糖和还原糖在贮藏 30 d 略有上升,这是沙田柚果实后熟现象。3 种贮藏方式,薄膜室温贮藏的果实总糖和还原糖含量最低(表 3),但差异不显著。

含量先下降后上升;薄膜贮藏的果实可溶性固形物含量低于不包膜室温 and 4℃ 低温贮藏果实。贮藏 45 d 后薄膜贮藏和低温贮藏果实可溶性固形物和维生素 C 含量显著低于不包膜室温贮藏。

2.5 不同贮藏条件有机酸、糖酸比变化

薄膜贮藏的果实,贮藏过程中有机酸含量在贮藏前期略有上升,贮藏 75 d 后有机酸含量急剧下降;不包膜室温贮藏果实有机酸含量变化规律与薄膜贮藏相同,但

后期有机酸含量下降较缓;4℃低温贮藏的果实有机酸含量逐渐上升。薄膜贮藏和未包膜室温贮藏果实贮藏过程中糖酸比先下降后上升,4℃低温贮藏果实糖酸比波动下降,3 种贮藏方式相比,4℃低温贮藏果实糖酸比最低。

表 5 不同贮藏条件下有机酸、糖酸比变化

Table 5 The organic acid content and sugar-acid ratio in *Citrus grandis* at different storage conditions

| 采收贮藏天数 Days after storage/d | 有机酸含量 Organic acid content/% | | | 糖酸比 Sugar-acid ratio | | |
|--------------------------------|------------------------------|------------|------------|----------------------|-------------|-------------|
| | A | B | C | A | B | C |
| 0 | 0.29±0.03a | 0.29±0.03a | 0.29±0.03a | 39.08±6.94a | 39.08±6.94a | 39.08±6.94a |
| 15 | 0.35±0.01a | 0.29±0.05a | 0.29±0.05a | 32.15±2.46a | 36.78±5.40a | 36.27±5.15a |
| 30 | 0.29±0.05a | 0.30±0.02a | 0.36±0.02a | 41.52±6.33a | 38.66±2.59a | 31.35±3.45a |
| 45 | 0.33±0.04a | 0.32±0.02a | 0.35±0.01a | 34.98±3.46a | 32.56±2.34a | 31.78±1.86a |
| 60 | 0.33±0.01a | 0.32±0.05a | 0.32±0.07a | 35.32±1.56a | 34.13±5.20a | 37.06±8.31a |
| 75 | 0.31±0.03ab | 0.25±0.02b | 0.34±0.03a | 37.53±2.20ab | 40.17±1.74a | 33.22±1.49b |
| 90 | 0.29±0.03ab | 0.25±0.03b | 0.39±0.06a | 39.42±5.28a | 39.16±3.60a | 28.26±4.69b |

3 讨论与结论

果蔬贮藏期间,糖、酸、维生素 C 等营养物质含量变化会影响到果蔬风味品质。薄膜贮藏和低温贮藏可通过改变果实贮藏环境,影响果实呼吸作用,从而影响果实品质。糖通常作为呼吸作用底物^[5],可滴定酸含量是果实贮藏状态的重要指标^[6],而维生素 C 在果实活性氧代谢平衡中起着重要的作用。有研究表明,低温贮藏可保持柑橘^[7]、梨^[8]、菠萝^[9]等果实品质,延缓糖、有机酸、维生素 C 等降解。该试验结果显示,不包膜室温贮藏和低温贮藏果实贮藏过程中还原糖、总糖、可溶性固形物及维生素 C 含量差异不显著,这与弓德强等^[10]研究不一致。这可能因为沙田柚具有较厚的果皮做保护层,耐储运,自身可缓解果实糖分的降解。而低温贮藏果实有机酸含量高于室温贮藏,这与弓德强等^[10]研究一致。与室温贮藏和低温贮藏相比,薄膜贮藏的果实还原糖、总糖、可溶性固形物以及维生素 C 含量较低,这可能因为薄膜处理营造的微环境可改变 O₂和 CO₂浓度,从而影响沙田柚果实呼吸作用,而呼吸作用所需的能量主要来自糖的分解,这与刘丹等^[11]和李家政等^[12]的研究结果不一致,这可能因为贮藏保鲜效果因保鲜膜材料、厚度和果实种类不同而异。

果实外观是评价果实品质的重要指标之一,且直接影响到果实的商品价值。该试验结果表明,不包膜室温贮藏果实失水最快,贮藏后期严重皱缩;低温贮藏果实贮藏后 60 d,果蒂部开始转绿,其原因需要进一步研究;薄膜贮藏果实可有效缓解果实失重。

综上所述,3 种贮藏方式相比,低温贮藏果实糖酸比

最低且成本较高,且贮藏后期果蒂开始转绿;不包膜室温贮藏果实失水严重直接影响果实商品价值。沙田柚采收后贮藏方式以薄膜室温贮藏最佳,但在贮藏后 75 d,还原糖、总糖、有机酸和维生素 C 含量急剧下降,贮藏时间不宜过长。

参考文献

- [1] 区善汉,廖奎富,肖远辉,等. 白花结果沙田柚品种“桂柚 1 号”选育初报[J]. 广西农业科学,2010,41(1):4-6.
- [2] LIU S,ZHANG H G,ZHENG S F. Effect of pressure precooling room pre-cooling and cold storage on quality of sweet corn[J]. Acta Horticulture, 2012,934:1247-1254.
- [3] 庄卫东. 不同保鲜薄膜袋包装对“松风木”龙眼果实低温贮藏效果的影响[J]. 热带作物学报,2013,34(10):2031-2037.
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [5] 余芳,邵姓锋,许凤,等. 果实低温贮藏期间糖代谢变化研究进展[J]. 果树学报,2014,31(1):125-131.
- [6] 周先艳,朱春华,李进学,等. 果实有机酸代谢研究进展[J]. 中国南方果树,2015(1):120-125,132.
- [7] 孙晓华. 柚果实采收后贮藏期间有机酸代谢的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2013.
- [8] 王志华,姜云斌,王文辉,等. 不同低温贮藏对砀山酥梨货架期组织褐变和品质的影响[J]. 园艺学报,2014,41(12):2393-2401.
- [9] 张鲁斌,贾志伟,谷会,等. 低温贮藏对货架期菠萝黑心病发生和果实品质维持的影响[J]. 果树学报,2013(4):675-680,728.
- [10] 弓德强,谢江辉,张鲁斌,等. 低温贮藏对控制菠萝黑心病和保持品质的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(1):365-369.
- [11] 刘丹,聂青玉,林俊杰,等. 不同厚度聚乙烯薄膜包装对枇杷贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工,2012(4):14-16.
- [12] 李家政,毕大鹏. 微孔膜包装对鸭梨贮藏品质的影响[J]. 果树学报,2010,27(1):57-62.

Influence of Storage Temperature and Film Packaging on Quality of Shatian Pomelo

LIU Ping^{1,2}, HUANG Chunxia², DENG Guangzhou^{1,2}, DING Ping^{1,2}, LOU Binghai^{1,2}, NIU Ying^{1,2}

(1. Guangxi Key Laboratory of Citrus Biology, Guilin, Guangxi 541004; 2. Guangxi Academy of Idiomatrical Crops Research, Guilin, Guangxi 541004)

多糖/黄酮-壳聚糖/海藻酸钠保鲜膜的性能研究

刘玉环, 焦 扬, 李梦桃, 张丽萍

(河西学院 农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000)

摘 要:以“黑比诺”葡萄籽/皮为试材,采用将葡萄籽多糖/黄酮及葡萄皮多糖加入以壳聚糖和海藻酸钠为主要原料制备而成的保鲜膜,研究了加入相同浓度的葡萄籽多糖/黄酮及葡萄皮多糖,对壳聚糖膜和海藻酸钠膜的同一性能的影响。结果表明:葡萄籽多糖对壳聚糖膜的拉伸率和透湿性的影响较为显著;葡萄皮多糖对壳聚糖膜吸湿率和海藻酸钠膜拉伸率和透湿性的影响较为显著;3种天然提取物对壳聚糖膜和海藻酸钠膜的阻油性能没有显著影响。

关键词:多糖;黄酮;壳聚糖;海藻酸钠;保鲜膜

中图分类号:S 609⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0117-05

随着人们生活水平的不断提高,人们对食品质量的要求越来越高。其中,食品保鲜越来越受到人们的重视。由于用天然提取物对果蔬进行保鲜能有效减少化学合成保鲜剂对人体健康的不良影响,因此,它的重要性日益受到关注^[1]。葡萄皮和葡萄籽提取物中含有大量的多酚、黄酮和多糖类物质,具有抗氧化和抗菌活性,能有效抑制有害微生物的生长^[2-3]。合理利用葡萄渣提取物,不仅为葡萄废弃物的综合利用开辟了新的途径,还可以建立一种简便、安全的保鲜方法。

可食性膜是以天然可食性物质,如蛋白质、多糖、纤维素及衍生物为原料,通过不同分子间相互作用形成的具有多孔网络结构的薄膜^[4]。壳聚糖(chitosan, CTS)是一种天然碱性多糖,具有安全、无毒、可食、廉价、抗菌和成膜等特点,是目前广为使用的一种涂膜保鲜剂^[5]。海

藻酸钠作为一种安全环保的天然食品保鲜剂^[6],因其成本低廉已被广泛应用于各类水果的保鲜^[7]。由于海藻酸钠来源广,普遍存在于褐藻类植物中,具有良好的分散性、保湿性、抗菌性、成膜性和透气性等特点,可以有效延长果蔬的保鲜期^[8-13]。

该研究以壳聚糖单一膜为对照,多糖/黄酮-壳聚糖/海藻酸钠膜为试验材料,探讨了多糖/黄酮-壳聚糖/海藻酸钠保鲜膜的外观特性、拉伸率、透湿率、吸湿率和透油率,以期多糖/黄酮-壳聚糖膜/海藻酸钠膜应用于果蔬涂膜保鲜提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:“黑比诺”葡萄籽/皮(甘肃张掖国风葡萄酒公司提供);壳聚糖、甘油、柠檬酸、海藻酸钠、苯甲酸和蔗糖均为食品级。

仪器:722 分光光度计(上海光谱仪器有限公司);TGL-16G 离心机(上海安亭科学仪器厂);JA5003 上皿

第一作者简介:刘玉环(1963-),男,甘肃武威人,本科,副教授,研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail:lyh_456@163.com。

基金项目:河西学院校长科研基金资助项目(XZ2012-07)。

收稿日期:2015-06-04

Abstract: Taking Shatian pomelo as test materials, the effect of 4°C storage temperature and film packaging on nutritional indexes and marketable qualities of Shatian pomelo, such as sensory evaluation, weight loss rate, total suagr, reduct sugar, organic acid, the contents of soluble solid and vitamin C were studied. The results showed that the contents of total suagr, reduct sugar, vitamin C and soluble solid of fruit under film packaging room storage were the lowest. There was no significant difference between 4°C without film and ambient temperature without film. The contents of organic acid were the highest under 4°C without film storage, while sugar-acid ratio were the lowest. Compared three different storage methods, the fruits of ambient temperature without film weightlessness was the quickest, on the 30th day, weight loss rate was 11.42%. On the 60th day, fruit top began to turned green under 4°C without film storage. Film packaging was the best for Shatian pomelo storing, while time not to exceed 75 days.

Keywords: Shatian pomelo (*Citrus grandis* Osbeck); ambient temperature storage; low temperature storage; film packaging storage; quality