

龙眼果实聚乙烯薄膜袋包装和贮藏的研究*

陈艺晖 瓮红利 林河通 陈莲 梁毅

【摘要】 针对龙眼果实采后易失水、果皮褐变和果实腐烂等品质劣变问题,研究了0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装和低温贮藏对龙眼果实品质的影响。结果表明:聚乙烯薄膜袋密封包装可显著减少果实失重、果皮失水和果皮叶绿素、类胡萝卜素和花色素苷含量下降,抑制果皮褐变的发生。聚乙烯薄膜袋密封包装结合(4±0.5)℃低温贮藏,可抑制病原菌的生长,延缓龙眼果实衰老,抑制果皮褐变和果肉自溶,减少龙眼果实的失重,保持较高的果肉营养成分,延长果实贮藏期。

关键词: 龙眼果实 果皮褐变 果肉自溶 低温贮藏 聚乙烯薄膜袋

中图分类号: TS255.3; S667.2 **文献标识码:** A

引言

龙眼(*Dimocarpus longan* Lour.)果实成熟于高温酷暑季节,采后易失水、褐变和腐烂。果皮褐变是龙眼果实采后品质劣变最为突出的问题,严重影响果实的外观品质和商品价值,是限制龙眼长期贮藏和远距离运销的主要因素^[1]。龙眼果实是对失水引起的果皮褐变最为敏感的水果之一^[2]。前人研究认为,用薄膜袋包装可有效减少果蔬失水、延长果蔬保鲜期;龙眼果实的冷藏适温为3~4℃,低温冷藏可以减少龙眼果皮褐变、延长果实保鲜期^[3~7]。但目前有关聚乙烯薄膜袋包装对龙眼果实失水、果皮褐变和果实贮藏品质影响的研究报道尚少。本文以福建省主栽龙眼品种“福眼”果实为材料,研究聚乙烯薄膜袋包装对龙眼果实贮藏品质的影响。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

以大约九成熟的福建省主栽龙眼品种“福眼”果实为材料。供试材料采自福建省南安市龙眼科技示范场,采收当天运至实验室(福州),选择大小均匀、色泽一致、无病虫、无损伤的健康果实进行试验。果实实用戴挫霉杀菌剂浸果3 min,晾干后备用。

1.1.1 聚乙烯薄膜袋包装对龙眼果实品质的影响

(1) 包装处理:果实实用0.015 mm厚的聚乙烯

薄膜袋密封包装,每袋装果50个。

(2) 无包装(对照):果实盛于透气的塑料框内,相互间隔2 cm放置。

经过处理的龙眼果实在(10±1)℃、相对湿度50%下贮藏,每一处理用果10 kg。定期取样观察和测定龙眼果实失重、果皮失水、果皮褐变指数和果皮色素含量等品质指标。

1.1.2 聚乙烯薄膜袋包装低温贮藏对龙眼果实品质的影响

果实实用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装,每袋装果1 kg,在(4±0.5)℃下贮藏,处理用果20 kg。定期取样观察和测定龙眼果实贮藏品质指标。

1.2 果实品质指标测定

1.2.1 果实失重率

果实失重率的计算公式为

$$\alpha = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\%$$

式中 α ——龙眼果实失重率, %

m_0 ——贮前龙眼果实质量, g

m ——不同贮藏期测定时龙眼果实质量, g

1.2.2 果皮失水率

随机选取20个果实,用真空干燥法测定龙眼果皮的含水量。果皮失水率的计算公式为^[8]

收稿日期:2006-04-27

* 国家自然科学基金资助项目(项目编号:30200192、30671464)、福建省自然科学基金资助项目(项目编号:B9910016、B0210021、F0310023、B0510019)、福建省重点科技项目(项目编号:2006S0003)和福建省博士后基金项目(项目编号:010329)

陈艺晖 福建农林大学食品科学学院 硕士生, 350002 福州市

瓮红利 福建省福安市人民政府农业办公室, 355000 福安市

林河通 福建农林大学食品科学学院 教授 博士生导师 通讯作者

陈莲 漳州职业技术学院食品与生物工程系 讲师 博士生, 363000 福建省漳州市

梁毅 福建农林大学食品科学学院 硕士生

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_2} \times 100\%$$

式中 X ——龙眼果皮失水率, %

m_2 ——贮前龙眼果皮的含水量, g

m_1 ——不同贮藏期龙眼果皮的含水量, g

1.2.3 果皮褐变评价

每次随机取 50 个果实, 按照果皮内表面褐变面积和整个果皮内表面面积比值 S 把果皮褐变程度分为 6 级: 1 级褐变面积为零; 2 级为 $S < 1/4$; 3 级为 $1/4 \leq S < 1/2$; 4 级为 $1/2 \leq S < 3/4$; 5 级为 $S \geq 3/4$; 6 级为全部褐变^[4]。

果皮褐变指数为

$$B_I = \sum_{i=1}^6 S_i t_i / T_B$$

式中 S_i ——果皮褐变级数

t_i ——果皮褐变级数为 i 时对应的果实个数

T_B ——测定果皮褐变时果实总个数

1.2.4 果皮叶绿素和类胡萝卜素含量测定

从 10 个果实中取果皮 1 g, 参照文献^[9]的方法分别提取和测定果皮叶绿素和类胡萝卜素干基质量比, 以 $\mu\text{g/g}$ 表示。

1.2.5 果皮花色素苷含量测定

从 10 个果实中取果皮组织 2 g, 加入适量体积分数为 1% HCl 的甲醇溶液, 在冰浴中研磨成匀浆。将匀浆液全部转入试管中, 经体积分数为 1% HCl 的甲醇溶液抽提 2 h, 然后将抽提液过滤。稀释定容至 100 mL, 在波长 600 nm、530 nm 处测定稀释液光密度(OD)值。以波长 600 nm 和 530 nm 时光密度差值为 0.1 作为一个花色素苷单位(U), 以 U/g 表示^[2]。

1.2.6 果肉自溶评价

每次随机取 50 个果实, 按照果肉自溶面积与整个果肉面积比值 A 把果肉自溶程度分为 5 级: 0 级为果肉有弹性、无自溶; 1 级为果肉变软, $A < 1/4$; 2 级为果肉变软、流汁, $1/4 \leq A < 1/2$; 3 级为果肉变软、流汁, $1/2 \leq A < 3/4$; 4 级为果肉糜烂, $A \geq 3/4$ ^[6]。

果肉自溶指数为

$$A_I = \sum_{i=0}^4 A_i t_i / T_A$$

式中 A_i ——果肉自溶级数

t_i ——果肉自溶级数为 i 时对应的果实个数

T_A ——测定果肉自溶时果实总个数

1.2.7 果肉营养成分测定

还原糖、蔗糖和总糖含量用斐林试剂滴定法测定; 可溶性固形物(TSS)含量用手持折光仪测定; 可滴定酸(TA)含量用 0.1 mol/L NaOH 滴定法测定, 以柠檬酸计^[6]。

除了果肉可溶性固形物重复 10 次外, 其余均重复 3 次, 取其平均值并进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 果实失重率、果皮失水率和果皮褐变指数

龙眼果实采后极易失水、失重和果皮褐变, 无包装的对照龙眼果实失重率、果皮失水率和果皮褐变指数随着贮藏时间的延长而增加(图 1)。龙眼果实(10±1)℃、相对湿度 50% 下贮藏 1 d 时, 果实失重率为 5.84%, 果皮失水率为 13.59%, 果皮开始褐变。贮藏 1.5 d 时, 果实失重率为 7.76%, 果皮失水率为 14.89%, 果皮出现明显的褐变症状。贮藏 2 d 时, 果实失重率为 10.37%, 果皮失水率为 26.40%, 大部分果皮发生褐变。此后果实失重率和果皮失水率进一步增加, 而果皮褐变指数变化不大, 但已经褐变的部分其褐变程度还会进一步加深。贮藏 6 d 时, 果实失重率和果皮失水率分别高达 23.98% 和 42.50%, 果皮已经完全发生褐变, 果皮褐变指数为 5.72(图 1)。相关分析表明, 果皮褐变指数与果实失重率、果皮失水率都呈极显著正相关($P < 0.01$)。而用 0.015 mm 厚的聚乙烯薄膜袋密封包装能极显著($P < 0.01$)地减小采后龙眼果实失重率、果皮失水率和果皮褐变指数。贮藏 6 d 时, 果实失重率为 0.55%, 果皮失水率为 0.49%, 果皮褐变指数为 1.63, 表明用 0.015 mm 厚的聚乙烯薄膜袋密封包装能有效地减缓采后失水所引起的龙眼果皮褐变。

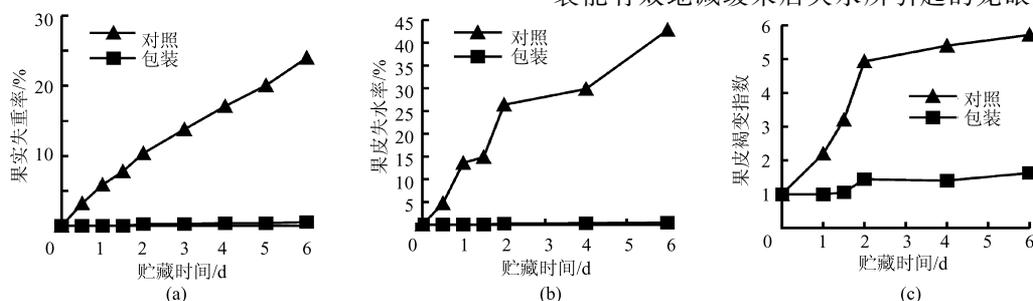


图 1 聚乙烯薄膜袋包装对贮藏龙眼果实品质的影响曲线

(a) 果实失重率 (b) 果皮失水率 (c) 果皮褐变指数

2.2 果皮色素含量

果实外观颜色是构成果实感观品质的最重要属性,与果品的商品价值及外观品质密切相关^[9]。叶绿素、类胡萝卜素和花色素苷是果实中的主要色素^[10]。图2表明,无包装的对照龙眼果实果皮叶绿素和类胡萝卜素干基质量比随着贮藏时间的延长和果皮失水率的增加而快速下降,采后6 d内分别下降64.10%和71.67%。采后失水引起龙眼果实果皮

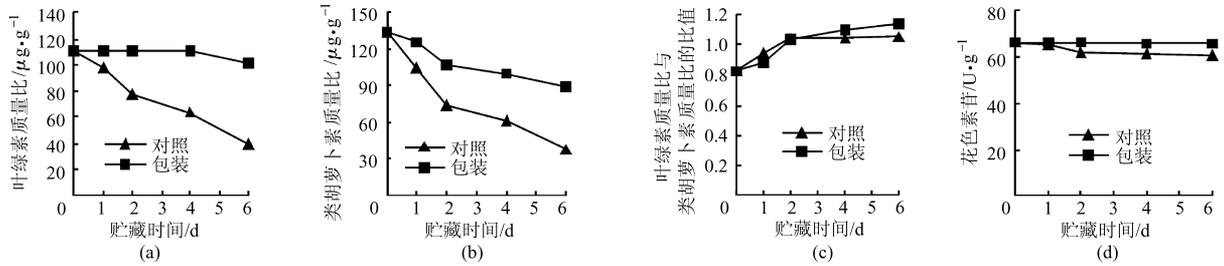


图2 聚乙烯薄膜袋包装对贮藏龙眼果实果皮色素含量的影响

(a) 叶绿素 (b) 类胡萝卜素 (c) 叶绿素与类胡萝卜素含量的比值 (d) 花色素苷

图2d表明,无包装的对照龙眼果实果皮花色素苷含量随着贮藏时间的延长和果皮失水率的增加而下降,采后6 d内下降8.61%。而用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装的龙眼果实果皮花色素苷含量则无明显变化,采后6 d内仅下降0.33%,两者差异达显著($P < 0.05$)水平。

2.3 低温贮藏

2.3.1 果皮褐变、果肉自溶和果实失重

我国龙眼果实成熟于高温季节,采后极易果皮褐变、果肉自溶和果实腐烂而使果实迅速劣变,货架期很短,常温下只有3~4 d的采后寿命。由于采后

类胡萝卜素干基质量比下降的程度大于叶绿素干基质量比下降的程度,因而叶绿素质量比与类胡萝卜素质量比的比值上升(图2c),说明类胡萝卜素的稳定性较叶绿素差。而用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装则能极显著($P < 0.01$)地减小采后龙眼果实果皮叶绿素和类胡萝卜素干基质量比的下降,采后6 d内,其叶绿素和类胡萝卜素干基质量比仅分别下降8.41%和33.64%(图2a,图2b)。

寿命短,因此严格限制了龙眼果实的贮运、销售和消费^[1~2,10]。适宜的低温贮藏能降低龙眼果实呼吸强度,减少营养成分消耗,抑制病原菌生长,延长果实保鲜期^[3,6~7]。图3表明,龙眼果实用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装结合低温贮藏可以抑制病原菌的生长,延缓龙眼果实衰老,抑制果皮褐变和果肉自溶,减少贮藏期间龙眼果实的失重。龙眼果实在 $(4 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 下贮藏25 d时,果皮尚未出现褐变,果肉仍有弹性,果实好果率为100%,失重率仅为1.82%。而在25~30 d贮藏期间,果皮褐变和果肉自溶加速。

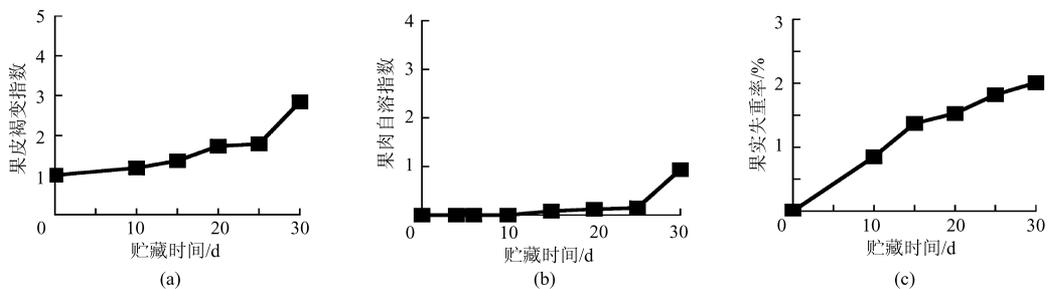


图3 低温贮藏对龙眼果实品质的影响

(a) 果皮褐变指数 (b) 果肉自溶指数 (c) 果实失重率

2.3.2 果肉营养成分

刚采收的龙眼果实果肉糖分以蔗糖为主,占总糖的70.03%,是还原糖质量分数的2.34倍(表1)。龙眼果实用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装并结合 $(4 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 低温贮藏能有效地延缓龙眼果肉总糖和蔗糖含量的下降及还原糖的变化(表1),这与低温抑制龙眼果实呼吸作用及减少糖分的转化有关^[6]。

表1表明,龙眼果实用0.015 mm厚的聚乙烯

薄膜袋密封包装并结合 $(4 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 低温贮藏能有效地延缓龙眼果肉可溶性固形物(TSS)质量分数的下降,保持较高的TSS质量分数。但龙眼果肉的滴定酸(TA)质量比在贮藏前期快速下降, $(4 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 下贮藏10 d时,TA质量比下降了52.55%,这与酸首先作为呼吸基质而被消耗有关^[6];之后TA质量比缓慢下降,贮藏25 d时,龙眼果肉质地较好,无果肉自溶及龙眼酸腐病发生。龙眼果肉固酸比值表现为先上升后下降,这是由于贮藏期间,虽然糖分和酸

都作为呼吸基质而酸却首先被消耗^[6],从而导致固酸比值上升;但随着贮藏时间的延长,当酸作为呼吸基质被消耗后,糖分则作为主要的呼吸基质,因此固酸比值又有所下降。

表1 聚乙烯薄膜袋包装龙眼果实低温贮藏期间果肉营养成分的变化

贮藏时间/d	总糖质量分数/%	蔗糖质量分数/%	还原糖质量分数/%	可溶性固形物质量分数/%	可滴定酸质量比/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	固酸比值
0	9.61	6.73	2.88	12.00	1.37	87.59
10	9.52	6.56	2.96	11.60	0.65	178.50
15	9.46	6.32	3.14	11.25	0.47	239.40
20	8.65	6.08	2.57	9.45	0.42	225.00
25	8.39	5.93	2.46	9.37	0.43	218.00
30	7.76	5.43	2.33	9.90	0.47	210.60

3 结论

(1) 龙眼果实采后极易失水和失重,采后失水导致龙眼果实外观迅速失色和果皮褐变;在龙眼果实果皮失水褐变过程中,果皮叶绿素、类胡萝卜素和花色苷含量下降,且类胡萝卜素下降速度高于叶绿素下降速度。而用0.015 mm厚的聚乙烯薄膜袋密封包装可极显著($P < 0.01$)地减少果实失重和果皮失水,显著($P < 0.05$)地减少采后龙眼果实果皮叶绿素、类胡萝卜素和花色苷含量下降,抑制龙眼果实果皮褐变的发生。

(2) 龙眼果实用0.015 mm厚聚乙烯薄膜袋密封包装并结合 $(4 \pm 0.5) \text{C}$ 低温贮藏,可以抑制病原菌的生长,延缓龙眼果实衰老,抑制果皮褐变和果肉自溶,减少贮藏期间龙眼果实的失重和保持较高的果肉营养成分。龙眼果实在 $(4 \pm 0.5) \text{C}$ 下贮藏25 d时,果实好果率为100%,而失重率仅为1.82%。

参 考 文 献

- 1 Lin H T, Chen S J, Chen J Q, et al. Current situation and advances in postharvest storage and transportation technology of longan fruit [J]. *Acta Horticulturae*, 2001(558):343~351.
- 2 林河通,席■芳,陈绍军. 龙眼果实采后失水果皮褐变与活性氧及酚类代谢的关系[J]. *植物生理与分子生物学学报*, 2005,31(3):287~297.
- 3 Lin H T, Chen S J, Hong Q Z. A study of the shelf-life of cold-stored longan fruit [J]. *Acta Horticulturae*, 2001(558):353~357.
- 4 林河通,陈绍军,席■芳,等. 龙眼果皮微细结构的扫描电镜观察及其与果实耐贮性的关系[J]. *农业工程学报*, 2002, 18(3):95~99.
- 5 郑永华,席■芳. 枇杷薄膜包装贮藏效果研究[J]. *食品科学*, 2000,21(9):56~58.
- 6 赵云峰,林河通,林娇芬,等. 龙眼果实采后呼吸强度、细胞膜透性和品质的变化[J]. *福建农林大学学报:自然科学版*, 2005,34(2):263~268.
- 7 周云,季作梁,林伟振. 龙眼冷藏适温及其冷害的研究[J]. *园艺学报*, 1997, 24(1): 13~18.
- 8 Underhill S J R, Simons D H. Lychee pericarp desiccation and the importance of postharvest micro-cracking [J]. *Scientia Horticulturae*, 1993, 54(4):287~294.
- 9 林河通,陈绍军,洪启征,等. 橄榄果实成熟和贮藏期间果皮色素的变化[J]. *福建农林大学学报:自然科学版*, 2002, 21(3):397~400.
- 10 林河通. 龙眼果实采后果皮褐变机理和采后处理技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2003.