

冰温与 SO₂ 缓释剂对龙眼贮藏的影响

张辉玲^{1,4} 胡位荣² 庞学群³ 张昭其^{1*}

(¹ 华南农业大学园艺学院广东省果蔬保鲜重点实验室, 广东广州 510642; ² 广州大学生命科学学院, 广东广州 510006;

³ 华南农业大学生命科学学院, 广东广州 510642; ⁴ 广东省农业科学院科技情报研究所, 广东广州 510640)

摘要: 研究了 4 个龙眼品种果实的结冰点及其影响因素, 比较了 -1℃ 冰温和 3℃ 低温贮藏对石硪龙眼贮藏效果的差异, 探讨了冰温贮藏龙眼时 SO₂ 缓释剂的最适用量。结果表明, 龙眼果实的结冰点在 -2.04 和 -3.49℃ 之间, 考虑到生产上库温的实际波动, 冰温贮藏的适宜温度以 -1℃ 为妥。龙眼果实结冰点的高低与果实的 TSS 含量呈负相关, 与果实大小无明显关系。尽管龙眼果实在 -1℃ 下果皮迅速褐变, 但果肉风味没有受到不良影响。在冰温贮藏中, 以占果实质量 0.4% 的 SO₂ 缓释剂处理能保持较高的好果率和较低的 SO₂ 残留, 果肉风味良好。

关键词: 龙眼; 果实; 结冰点; 冰温贮藏; SO₂ 缓释剂

中图分类号: S 667.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 06-1325-04

Effect of Ice Temperature Technique and SO₂ Releaser on Storage of Longan Fruits

Zhang Huiling^{1,4}, Hu Weirong², Pang Xuequn³, and Zhang Zhaoqi^{1*}

(¹ Guangdong Key Lab for Postharvest Science of Horticultural Department, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China; ² School of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006, China; ³ School of Life Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China; ⁴ Institute of Scientific and Technical Information, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

Abstract: The freezing point of longan fruits and its affecting factors were determined in four cultivars. The effects of ice temperature (-1℃) storage and normal low temperature (3℃) storage and different dosage of SO₂ Releaser on fruit quality were investigated in this paper. The results showed that the freezing points of four cultivars fruits ranged from -2.04 to -3.49℃, therefore, the suitable ice temperature for the storage of longan fruits was recommended as -1℃, considering the fluctuation of temperature in practical storage room. There was an obviously negative relationship between the freezing points and TSS content. However, no significant relationship was found between the freezing points and single fruit mass. The pericarp of longan fruits in -1℃ browned more rapidly than that in 3℃ due to chilling injury, however, the flavor of pulp was as normal as in 3℃. The fruits treated with 0.4% dosage of SO₂ Releaser maintained a higher rate of good fruits and a lower SO₂ residue, compared to the lower rate of good fruits with 0.2% dosage of SO₂ Releaser and a higher SO₂ residue with 0.6% dosage of SO₂ Releaser.

Key words: Longan; Fruit; Freezing point; Ice temperature storage; SO₂ Releaser

1 目的、材料与方法

目前国内龙眼 (*Dioscarpus longan* Lour.) 的贮运主要采用防腐保鲜剂结合自发气调的技术, 贮藏期仅 30 d 左右, 货架寿命一般不超过 24 h^[1]。SO₂ 对龙眼贮藏期间果皮褐变有明显的抑制作用^[2], 但容易造成果肉 SO₂ 残留量超标。冰温贮藏技术能长期有效地保持果实的固有风味和新鲜度, 在

收稿日期: 2006-02-02; 修回日期: 2006-05-27

基金项目: 广东省重点新产品计划项目 (2001); 广东省自然科学基金团队项目 (06200670)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zqzhang@scau.edu.cn)

桃^[3]、草莓和葡萄^[4,5]等保鲜上已经取得成功。有研究表明, 3℃以下的冷害温度会促进龙眼果皮褐变, 但是对果肉品质没有任何影响, 龙眼果肉在 0℃下也能保持很好的风味和质地^[6]。因此, 只要能控制果皮褐变, 就可进一步降低贮藏温度以达到更长时间保鲜的效果。作者测定了石硖、储良、大乌圆和古山二号 4 个龙眼品种果实的结冰点及其影响因素, 比较了 -1℃冰温和 3℃低温对石硖龙眼贮藏效果的差异, 探讨了冰温贮藏龙眼时 SO₂ 缓释剂的最适用量, 目的在于对龙眼的硫处理贮藏保鲜技术作进一步优化, 使之既达到良好的保鲜效果, 又能使硫残量符合国家卫生标准。

首先称取龙眼单果质量, 把 WMY-01 数字温度计探针从果蒂处贴着果核插入果实中部, 用 0.03 mm 厚薄膜袋包装果实并放入冰箱 (最低温度为 -20℃) 中, 测定果实的冰点。然后解冻果实, 研碎果肉测其可溶性固形物 (TSS) 含量, 每品种至少测定 15 个果。观察石硖果实在 (-1±0.2℃) 和 (3±0.2℃) 下的贮藏效果, 测定果皮色度、细胞膜透性, 果肉维生素 C、总酸和 TSS。观察不同用量 SO₂ 缓释剂 (以焦亚硫酸钠计算, 加入的 SO₂ 释放剂分别为果实质量的 0.2%、0.4%、0.6%) 处理并贮藏 (-1±0.2℃) 下的龙眼果实, 以未经任何处理的果实置于 (-1±0.2℃) 贮藏作为对照, 统计好果率, 测定前述指标和 SO₂ 残留量。果皮色度采用日本产 NR-3000 型全自动测色色差计测定, 膜透性采用相对电导率法, 维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法, TA 含量采用氢氧化钠滴定法, TSS 含量采用手持测糖仪测定, 好果率的测定参考季作梁等^[7]的方法, SO₂ 残留量采用盐酸副玫瑰苯胺比色法测定。所有的测定重复 3 次。

2 结果分析与讨论

2.1 龙眼果实的冰点温度及其影响因素

从表 1 可以看出, 龙眼不同品种果实的过冷点和结冰点存在差异, 过冷点变化范围为 -2.51 ~ -5.56℃, 结冰点的变化范围为 -2.04 ~ -3.49℃。其中古山二号和大乌圆的过冷点和结冰点较高, 而且这两个品种的过冷点和结冰点之差均小于 0.55℃; 而石硖和储良的过冷点和结冰点虽均较低, 但过冷点与结冰点之差均大于 1.5℃。

对同一龙眼品种而言, TSS 含量与结冰点呈负相关, 即果实的 TSS 含量越高, 果实的结冰点越低 (图 1); 而单果质量与结冰点并不呈现明显的相关性 (图 2), 即果实大小对龙眼结冰点的影响不大。考虑到生产上库温的实际波动, 我们认为龙眼的冰温贮藏温度以 -1℃为宜, 还可根据龙眼品种的不同稍作调整。

表 1 不同品种龙眼的过冷点和结冰点的比较

Table 1 Supercooling point and freezing point of different longan cultivars

品种 Cultivar	过冷点 Super-cooling point (°C)	结冰点 Freezing point (°C)	可溶性固形物 TSS (%)
石硖 Shixia	-5.08 ±0.25	-3.49 ±0.13	22.24 ±0.58
储良 Chuliang	-5.56 ±0.21	-3.03 ±0.12	21.57 ±0.37
古山二号 Gushan 2	-3.14 ±0.18	-2.63 ±0.09	18.33 ±0.54
大乌圆 Dawuyuan	-2.51 ±0.16	-2.04 ±0.11	13.88 ±0.45

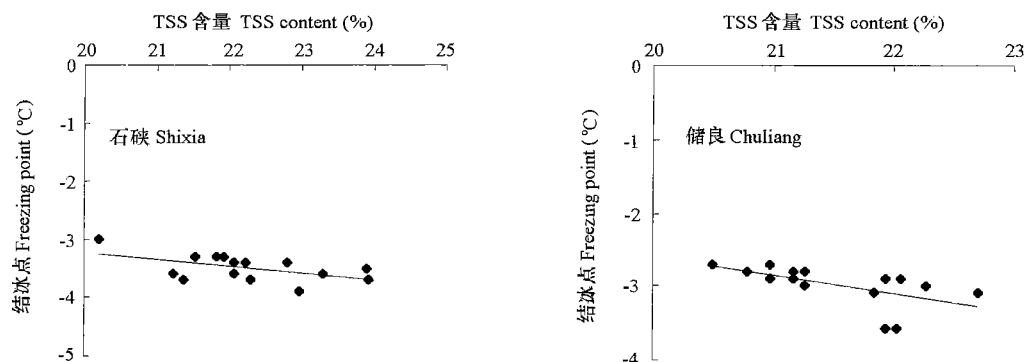


图 1 龙眼果实结冰点与 TSS 含量的关系

Fig. 1 Correlation of freezing point and TSS content of longan fruit

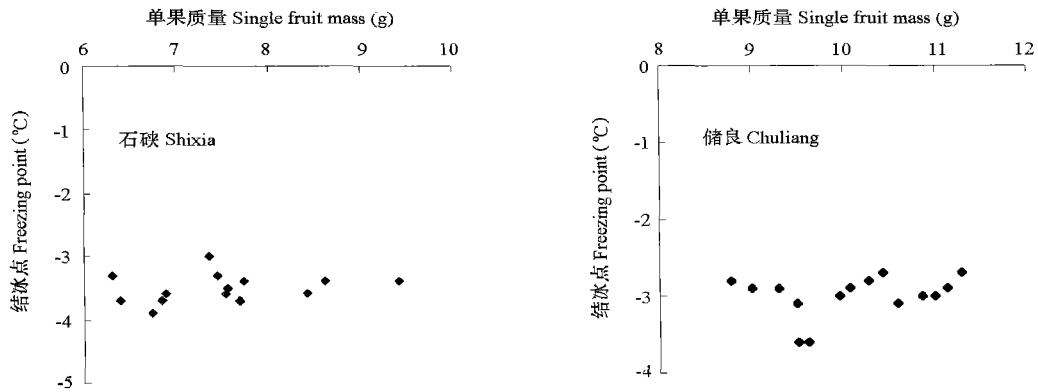


图 2 龙眼果实结冰点与单果质量的关系

Fig 2 Correlation of freezing point and single fruit mass of longan fruit

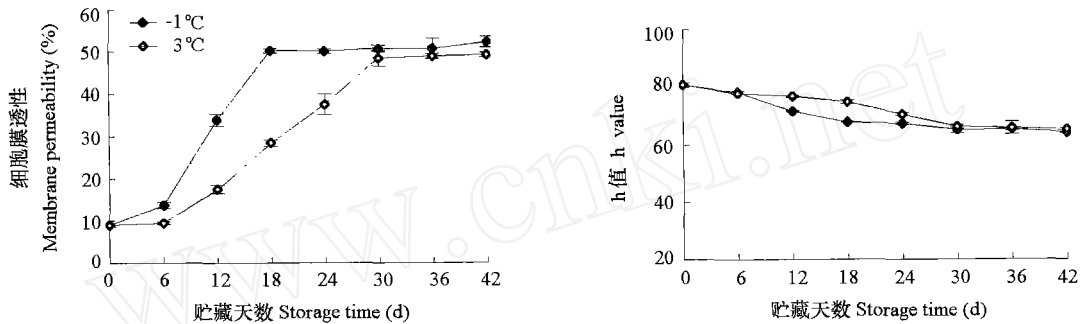


图 3 不同低温贮藏对龙眼果皮膜透性和色泽 h 值的影响

Fig 3 Effect of low temperature storage on cell membrane permeability and h value of longan pericarp

2.2 石硖龙眼在零上低温和冰温下贮藏效果的比较

由图 3 可知,无论是在 -1 还是 3 下,龙眼果实细胞膜透性都随贮藏时间的延长而增大,贮藏 18 d 前后,两个温度处理差异较大, -1 下的果实已达到 50%,而在 3 处理仅为 27% (30 d 时才达到 50%)。-1 和 3 下的果皮颜色 h 值先是下降,18 d 前后差异较大,但 30 d 后差异变小,这与细胞膜透性的变化相对应,与外观上的褐变变化也一致。由此可见,冰温明显引起了细胞膜透性增加,导致褐变提前发生。

不管是 3 低温还是 -1 冰温贮藏,龙眼果实的维生素 C 含量下降很快, TSS 和总酸含量变化较小 (表 2),这与 Jiang^[8]的研究结果一致。-1 下贮藏的果实维生素 C 含量与 3 贮藏差别不大,但 TSS 和总酸含量比 3 贮藏的高,总体来说营养成分比 3 的下降慢。试验中还发现,冰温下虽然果皮出现冷害,但果肉结构正常,这是由于果肉的冰点温度比贮藏温度低,果肉组织没有因结冰而遭到破坏。

2.3 SO₂ 缓释剂结合冰温对龙眼的贮藏效果

本试验冰温条件下,0.2%和 0.6%的 SO₂ 缓释剂处理虽然可以较好地保持龙眼果实的营养成分,但是都有缺陷 (表 3)。0.2%处理可能由于 SO₂ 浓度太低不足以完全杀死病菌,导致贮藏后期果实发

表 2 不同低温贮藏对龙眼果肉品质的影响 (贮藏 42 d)

Table 2 Effect of different low temperature on pulp quality of longan fruit after 42 days

处理 Treatment	维生素 C Vitamin C (mg · kg ⁻¹)	TSS (%)	总酸 Total acidity (%)
贮藏前 Before storage	697.1 ±25.8	19.32 ±0.38	0.098 ±0.002
3	337.0 ±14.1	17.36 ±0.42	0.067 ±0.003
-1	335.8 ±13.6	17.85 ±0.47	0.075 ±0.003

生霉变,贮藏第36天好果率仅为65.2%;而0.6%处理 SO_2 残留量太高($49.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),影响其食用价值。0.4% SO_2 缓释剂处理既能很好地改善果实的外观,保持较高的好果率(92.8%),又能保持较高的维生素C和TSS含量,总酸含量也没有因为经 SO_2 处理而升高,而且 SO_2 残留量也得到了很好地控制,仅为 $2.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。因此认为0.4% SO_2 缓释剂是冰温条件下贮藏龙眼的适宜用量。

表3 不同用量的 SO_2 缓释剂处理对龙眼果实品质的影响(-1贮藏36d)

Table 3 Effect of different dosage of SO_2 Releaser on pulp quality of longan fruit after 36 days at -1

处理 Treatment	好果率 Good fruit rate (%)	h值 h value	维生素C Vitamin C ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	TSS (%)	总酸 Total acidity (%)	SO_2 残留 SO_2 residue ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
贮藏前 Before storage	100.00 \pm 0.00 a	83.04 \pm 0.83 b	79.85 \pm 2.87 a	22.03 \pm 0.29 a	0.123 \pm 0.002 c	0.00 \pm 0.00 c
对照 Control	12.70 \pm 0.20 d	69.32 \pm 0.34 c	59.47 \pm 2.34 b	20.85 \pm 0.41 b	0.096 \pm 0.003 a	0.00 \pm 0.00 c
0.2% SO_2	65.20 \pm 1.32 c	84.95 \pm 1.47 b	53.11 \pm 2.16 c	20.10 \pm 0.35 c	0.106 \pm 0.005 a	2.90 \pm 0.12 bc
0.4% SO_2	92.80 \pm 3.45 b	86.36 \pm 0.69 b	58.48 \pm 2.08 b	20.95 \pm 0.37 b	0.099 \pm 0.005 a	5.70 \pm 0.48 b
0.6% SO_2	95.60 \pm 3.98 b	89.90 \pm 0.55 a	57.68 \pm 1.89 b	21.63 \pm 0.28 a	0.138 \pm 0.006 b	49.40 \pm 3.57 a

注:同列内标有相同字母表示在0.05水平上差异不显著(n=3, LSD检验)。

Note: The same letters in the same column mean no difference at 0.05 level (n=3, LSD test).

参考文献:

- 1 庞学群, 张昭其. 龙眼的贮藏保鲜技术. 中国果品研究, 1997 (2): 16~18
Pang X Q, Zhang Z Q. The storage and fresh-keeping technology of longan fruit. China Fruit Research, 1997 (2): 16~18 (in Chinese)
- 2 吴振先, 韩冬梅, 季作梁, 陈维信. SO_2 对贮藏龙眼果皮酶促褐变的影响. 园艺学报, 1999, 26 (2): 91~95
Wu Z X, Han D M, Ji Z L, Chen W X. Effect of sulphur dioxide treatment on enzymatic browning of longan pericarp during storage. Acta Horticulturae Sinica, 1999, 26 (2): 91~95 (in Chinese)
- 3 薛文通, 李里特, 赵凤敏. 桃的“冰温”贮藏研究. 农业工程学报, 1997, 13 (4): 216~220
Xue W T, Li L T, Zhao F M. The storage of peach at ice temperature. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1997, 13 (4): 216~220 (in Chinese)
- 4 冷平. 冰温贮藏水果、蔬菜等农产品保鲜的新途径. 中国农业大学学报, 1997, 2 (3): 79~83
Leng P. Controlled freezing-point storage — a new approach for fresh-keeping fruits and vegetables. Journal of China Agricultural University, 1997, 2 (3): 79~83 (in Chinese)
- 5 邹延军, 陶谦, 王海鸥. 巨峰葡萄的冰温高湿保鲜及出库. 无锡轻工大学学报, 2000, 19 (1): 26~30
Huan Y J, Tao Q, Wang H O. The ice-temperature-high-humidity preservation and out-store tests of Jufeng grapes. Journal of Wuxi University of Light Industry, 2000, 19 (1): 26~30 (in Chinese)
- 6 Jiang Y M, Zhang Z Q. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Diospyros longan* Lour.). Postharvest Biology and Technology, 2002, 26: 241~252
- 7 季作梁, 韩冬梅, 吴振先. 龙眼 SO_2 采后保鲜作用及其残留量问题研究. 热带作物学报, 1999, 20 (3): 36~40
Ji Z L, Han D M, Wu Z X. Effect of sulphur dioxide fumigation on postharvest longan fruit (cv. Shixia) and its residues. Chinese Journal of Tropical Crops, 1999, 20 (3): 36~40 (in Chinese)
- 8 Jiang Y M. Low temperature and controlled atmosphere storage of fruit of longan (*Diospyros longan* Lour.). Trop. Sci, 1999, 39: 98~101