

分阶段 SO₂ 缓释剂处理结合冰温对 龙眼贮藏效果的影响

庞学群¹, 张辉玲^{2,3}, 龚家贱², 张昭其²

(1 华南农业大学 生命科学学院, 广东 广州 510642; 2 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; 3 广东省农业科学院 科技情报研究所, 广东 广州 510640)

摘要:以‘石硖’龙眼 *Dimocarpus longan* Lour. ‘Shixia’为材料,研究了分阶段 SO₂ 缓释剂处理结合冰温贮藏技术对龙眼果实的贮藏效果. 结果表明:与 3 ℃ 对照果实相比,分阶段 SO₂ 缓释剂结合冰温贮藏技术提高了果皮的 *h* 值,改善了果皮色泽,降低了果实呼吸强度,显著抑制了果皮 PPO 活性,提高了果皮细胞膜透性,贮藏 48 d 好果率为 91.15%,较好地维持了果肉品质和维生素 C(Vc)、可滴定酸(TA)和可溶性固形物(TSS)含量,与直接 SO₂ 缓释剂结合冰温贮藏技术相比,该技术显著降低了果肉 SO₂ 残留量.

关键词:龙眼; 分阶段 SO₂ 缓释剂处理; 冰温贮藏

中图分类号:S667.2

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2007)03-0011-04

Effect of Stage SO₂ Releaser Combined with Ice-Temperature on Storage Life of Longan Fruit

PANG Xue-qun¹, ZHANG Hui-ling^{2,3}, GONG Jia-jian², ZHANG Zhao-qi²

(1 College of Life Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 2 Guangdong Key Lab for
Postharvest Science, College of Horticulture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;
3 Sci-Tech Information Institute of Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Effects of stage treatment of SO₂ releaser combined with Ice-temperature storage (SSR-IT) on storage life of longan (*Dimocarpus longan* Lour. ‘Shixia’) fruit were studied. Compared to the fruit in traditional 3 ℃ storage, the pericarp colour of the SSR-IT fruit was improved significantly, which was represented by the increase of *h* value. The respiration rate was inhibited dramatically, the PPO activity was reduced and the membrane permeability was enhanced remarkably. A high good fruit rate with 91.15% in 48 days was reached and the good quality of pulp was maintained, and the contents of Vc, TSS and TA were maintained at high level as well. Compared to the fruit stored at ice-temperature plus SO₂ releaser, the SO₂ residue in pulp of SSR-IT fruits was much lower.

Key words: longan fruit; stage SO₂ releaser treatment; ice-temperature storage

龙眼 *Dimocarpus longan* Lour. 为我国南方名果,深受人们喜爱,但极不耐贮运. 熏硫处理是国际上应用最广泛、研究最深入的龙眼保鲜技术,优点是果皮色泽漂亮,货架期长,但是熏硫处理的设备投资大、质量管理体系复杂,易导致果肉 SO₂ 残留量超标^[1].

为此,我们进行了 SO₂ 缓释剂处理在龙眼保鲜上的应用研究,探讨了 SO₂ 缓释剂的用量和处理技术^[2-3]. 笔者最近的研究表明,龙眼果实的冰点温度在 -3 ℃ 左右,龙眼冷害主要表现在果皮褐变,冰温对果肉风味无任何不良影响,相反具有更好的保持

收稿日期:2006-11-13

作者简介:庞学群(1968—),女,博士,副教授;通讯作者:张昭其(1965—),男,博士,教授, E-mail: zqzhang@scau.edu.cn

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

品质的作用,从而提出了冰温结合 SO_2 缓释剂处理的龙眼保鲜技术^[4]。在上述研究基础上,为了进一步降低龙眼果肉 SO_2 残留量,延长龙眼保鲜期,本文探讨了分阶段 SO_2 缓释剂处理结合冰温贮藏的龙眼保鲜技术,该技术是将龙眼果实在 $3 \sim 5^\circ\text{C}$ 下贮藏一定时间后(即在果皮出现不可逆褐变前),放入 SO_2 缓释剂处理并转入冰温贮藏,以减少龙眼与 SO_2 的接触时间,降低果肉 SO_2 残留量。通过对果实外观、生理生化变化、果肉品质和 SO_2 硫残量的分析比较,认为该技术具有较强的可行性与优越性。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

供试材料为‘石硖’龙眼 *Dimocarpus longan* Lour. ‘Shixia’, 于2004和2005年分别购自从化和东莞商业性生产果园。采后当天8 h内入库预冷,选取成熟度一致、无病虫害和机械伤的果实,用 $600 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 漂白粉和 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 施保功分别浸泡2 min,晾干,进行如下处理:(1)冰温 SO_2 处理:用质量分数为0.4%的 SO_2 缓释剂(焦亚硫酸钠的用量为果实质量的0.4%)处理并用0.03 mm厚的聚乙烯薄膜袋(PE袋)密封包装后将果实置于 $(-1.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 下贮藏;(2)分阶段 SO_2 处理:先将果实用PE袋密封包装放在 $(3.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 恒温箱中贮藏,12 d后取出果实用质量分数为0.4%的 SO_2 缓释剂处理,并用PE袋密封包装再将果实置于 $(-1.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 下贮藏;(3)对照:按常规方法用PE袋密封包装置于 $(3.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 贮藏作为对照。

1.2 调查项目与测定方法

果皮色泽 h 值采用日本产 MinoltaCR-300 型全自动测色色差计测定;PPO活性的测定参照曾韶西^[5]的方法;膜透性采用相对电导率法;呼吸强度参照季作梁等^[6]的方法;维生素C(Vc)含量采用2,6-二氯酚靛酚滴定法;可滴定酸(TA)含量采用氢氧化钠滴定法;可溶性固形物(TSS)含量采用手持测糖仪测定; SO_2 残留量采用盐酸付玫瑰苯胺比色法^[7]测定;好果率参照周云等^[8]的方法。果肉品质指标Vc、TA、TSS、 SO_2 残留量和果实好果率于贮藏48 d时测定,其他指标每6 d测定1次。重复3次。试验数据均用Excel 2000和SPSS 10.0进行统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 果皮 h 值的变化

由图1可见, 3°C 对照贮藏的龙眼,在18 d前 h 值下降很少,随后果皮颜色逐渐加深(h 值逐渐减

小)。冰温 SO_2 处理的龙眼果实,果皮 h 值一直呈不断上升的趋势,表明龙眼果皮颜色逐渐变浅。分阶段 SO_2 处理的果实,在前期贮藏中与对照一样,果皮颜色变化缓慢,放入 SO_2 缓释剂并转入冰温后,果皮 h 值迅速提高,表明果皮颜色得到改善,并在后期接近冰温 SO_2 处理。这说明在龙眼果皮发生不可逆褐变前采用 SO_2 缓释剂处理,也能改善果皮颜色。

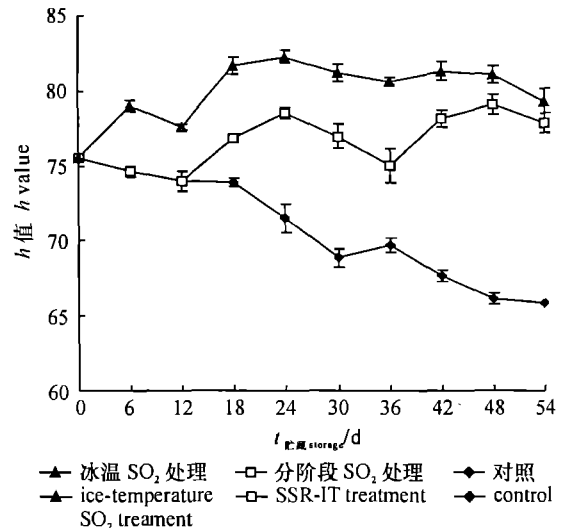


图1 不同处理对龙眼果实颜色 h 值的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on h value of longan pericarp

2.2 果皮 PPO 活性的变化

由图2可知, 3°C 对照果实果皮 PPO 活性在贮藏期均维持在较高水平,冰温 SO_2 处理迅速抑制了果皮 PPO 活性并维持 PPO 活性在低水平,分阶段 SO_2 处理的果实,在加入 SO_2 缓释剂并转入冰温后,果皮 PPO 活性也迅速降低。可见,冰温结合 SO_2 缓释剂处理强烈抑制了果皮 PPO 活性,从而防止果皮褐变。

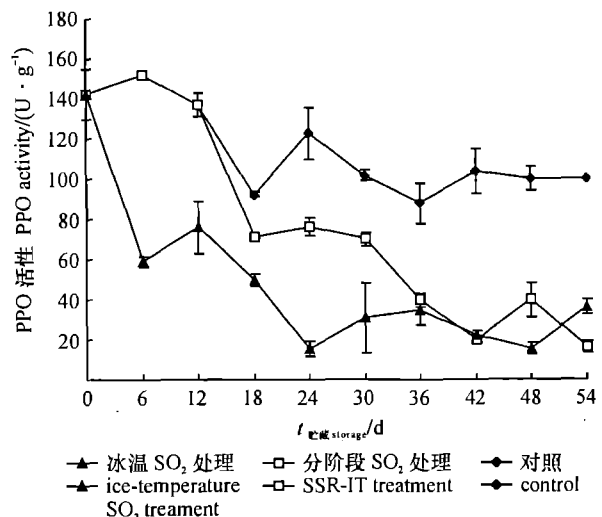


图2 不同处理对龙眼果皮 PPO 活性的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on PPO activity of longan pericarp

2.3 果皮膜透性的变化

由图 3 可知,3℃对照果实的果皮膜透性在 24 d 前处于比较低水平,24 d 之后急剧上升. 冰温 SO₂ 处理果实的果皮膜透性迅速提高,第 6 d 时即已超过 50%,并维持在高水平. 分阶段 SO₂ 处理果实在放入 SO₂ 缓释剂后,果皮膜透性也迅速上升,达到冰温 SO₂ 处理的水平. 可见,冰温和 SO₂ 缓释剂处理对果皮细胞膜有破坏作用.

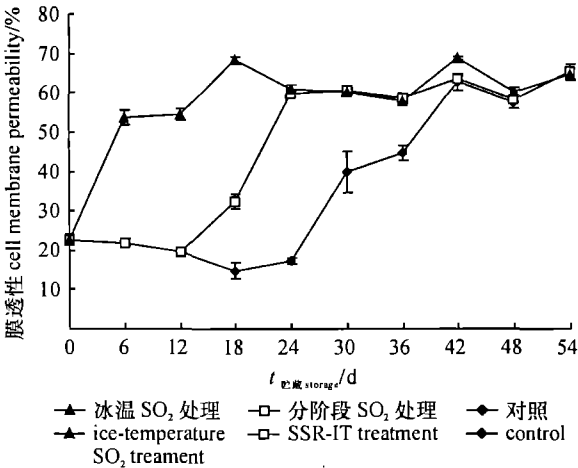


图 3 不同处理对龙眼果皮膜透性的影响
Fig. 3 Effect of different treatments on cell membrane permeability of longan pericarp

2.4 果实呼吸强度的变化

由图 4 可知,龙眼在低温贮藏过程中,呼吸强度逐渐降低,冰温 SO₂ 缓释剂处理和分阶段 SO₂ 处理的果实呼吸强度一直低于 3℃对照,可见冰温结合

SO₂ 处理对果实呼吸强度具有较强的抑制作用,可以更好地延长贮藏寿命.

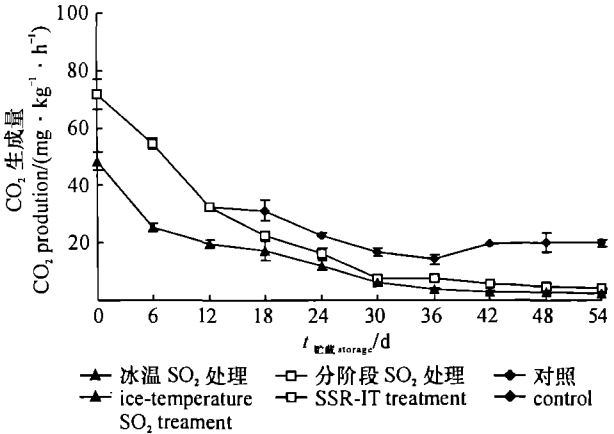


图 4 不同处理对龙眼果实呼吸强度的影响
Fig. 4 Effect of different treatments on respiration rate of longan fruit

2.5 不同处理对龙眼果实贮藏品质的比较

由表 1 可见,贮藏 48 d 后,3℃对照果实已经全部褐变,而冰温 SO₂ 处理和分阶段 SO₂ 处理的好果率仍然在 90% 以上. 果肉 Vc 含量、TSS 含量和 TA 含量均得到较好保持. 从果肉 SO₂ 残留量来看,冰温 SO₂ 处理果实达到 138 mg · kg⁻¹,大大超过了国家标准(50 mg · kg⁻¹),而分阶段 SO₂ 处理在贮藏 48 d 时果肉 SO₂ 残留量仅为 29.2 mg · kg⁻¹. 可见,分阶段 SO₂ 处理不仅能保持较高的好果率,较好地保持果肉营养成分,而且能使果肉 SO₂ 残留量维持在低水平.

表 1 不同处理对龙眼果肉品质的影响(贮藏 48 d)¹⁾
Tab. 1 Effect of different treatments on pulp quality of longan fruit (48th day after storage)

处理	好果率	w(Vc)	w(TSS)	w(TA)	SO ₂ 残留量
	good fruit rate/%	/(mg · kg ⁻¹)	/%	/%	SO ₂ residues/(mg · kg ⁻¹)
贮藏前 before storage	100.00 ± 0.00a	798.9 ± 27.1a	22.87 ± 0.34a	0.103 ± 0.010b	0c
对照 control	0c	327.8 ± 14.5bc	20.38 ± 0.31b	0.100 ± 0.003b	0c
冰温 SO ₂ 处理 ice-temperature SO ₂ treatment	92.71 ± 3.70b	254.5 ± 20.2c	21.93 ± 0.06a	0.147 ± 0.021a	138.00 ± 6.29a
分阶段 SO ₂ 处理 SSR-IT treatment	91.15 ± 4.36b	356.3 ± 5.0b	22.00 ± 0.00a	0.110 ± 0.002b	29.20 ± 1.88b

1): $\bar{x} \pm SE, n = 15 \sim 30$; 同列数据后标有相同字母者,表示采用 LSD 检验在 0.05 水平上差异不显著

3 讨论

冰温贮藏与常规的低温贮藏相比,能更有效地保持果蔬固有风味和新鲜度,已在多种果蔬上应用^[9]. 例如,经过护色处理的荔枝果实在 -1℃冰温下贮藏 60 d 甚至更长时间均未发生病变,果肉风味正常^[10]. 草莓可以在 -2℃冰温下贮藏 60 d 以上,

品质与鲜果无明显差异^[11]. 笔者的研究表明,龙眼果实的冰点温度在 -3℃左右,而且龙眼冷害主要表现在果皮褐变,冰温对果肉风味无任何不良影响,相反具有更好的保持品质的作用^[4],从而提出了冰温结合 SO₂ 缓释剂处理的龙眼保鲜技术. 然而,即使在冰温条件下,龙眼果实与 SO₂ 接触时间过长,仍然会导致果肉 SO₂ 残留量超标^[4]. 为了进一步降低

龙眼果实的硫残留量,本试验探讨了分阶段 SO_2 处理结合冰温龙眼保鲜技术的可行性,即将龙眼果实放在 $3 \sim 5^\circ\text{C}$ 下贮藏一定时间后(即在果皮出现不可逆褐变前),放入 SO_2 缓释剂并转入冰温贮藏,目的是减少龙眼与 SO_2 的接触时间,降低 SO_2 硫残留量. 本试验结果表明,分阶段 SO_2 处理结合冰温贮藏的龙眼果实,其果肉 SO_2 残留量比采后直接 SO_2 缓释剂处理结合冰温贮藏的果实要低得多,说明果实与 SO_2 的接触时间对果肉 SO_2 残留量的影响很大.

硫处理的优点之一是能显著改善龙眼果皮颜色,但易导致果肉硫残留超标,而常规的防腐处理最大缺点即是龙眼果皮颜色暗淡,特别是出库后果皮迅速褐变,但果肉无硫残留^[1]. 本试验的研究发现,龙眼果实在常规冷藏一段时间、果皮尚未出现不可逆褐变之前进行 SO_2 缓释剂处理并转入冰温贮藏,仍然能较好地改善龙眼果皮颜色,效果与冰温 SO_2 处理的基本一致,但大大降低了果肉 SO_2 残留量. 从龙眼果皮 PPO 活性变化来看, SO_2 缓释剂处理显著抑制了果皮 PPO 活性,从而抑制了果皮酶促褐变的发生. SO_2 缓释剂和冰温处理大大促进了龙眼果皮细胞膜透性的提高,这可能是由于 SO_2 和冰温对龙眼果皮的破坏作用而造成的,并不是果实衰老的象征. 龙眼采后呼吸强度很大,低温贮藏能有效地降低呼吸强度,延长贮藏寿命. 胡位荣等^[10]发现 -1°C 下贮藏 30 d 的荔枝果实呼吸速率比 3°C 果实降低了 61.2%. 硫处理也可以显著降低龙眼果实的呼吸强度,延缓呼吸强度的回升^[12]. 本研究表明, SO_2 处理结合冰温贮藏显著抑制了采后龙眼的呼吸作用,较好地保持了龙眼果肉品质.

参考文献:

- [1] 郭红辉,王燕华,贾克功. 龙眼果实的贮藏特性与保鲜技术研究进展[J]. 中国农业科技导报,2005,7(2): 21-23.
- [2] 张昭其,庞学群,季作梁. SO_2 对龙眼贮藏期生理生化影响[J]. 热带作物学报,1998,19(4): 23-28.
- [3] 李雪萍,庞学群,张昭其,等. SO_2 对龙眼的冷藏效果及货架寿命的影响[J]. 华南农业大学学报,1999,19(1): 52-57.
- [4] 张辉玲,胡位荣,庞学群,等. 冰温结合 SO_2 缓释剂对龙眼贮藏效果的影响[J]. 园艺学报,2006,33(6): 1325-1328.
- [5] 曾韶西. 低温光照下与黄瓜子叶叶绿素降低有关的酶促反应[J]. 植物生理学报,1991,17(2): 171-182.
- [6] 季作梁,张昭其,王燕,等. 芒果低温贮藏及其冷害的研究[J]. 园艺学报,1994,21(2): 111-116.
- [7] 刘莲芳. 食品添加剂分析检验手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999: 69-71.
- [8] 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.
- [9] 张辉玲,刘明津,张昭其. 果蔬采后冰温贮藏技术研究进展[J]. 热带作物学报,2006,27(1): 101-105.
- [10] 胡位荣,张昭其,蒋跃明. 采后荔枝冰温贮藏的适宜参数研究[J]. 中国农业科学,2005,38(4): 797-802.
- [11] 林向东,荆仕聪. 草莓微冻保鲜方法的研究[J]. 冷饮与速冻食品工业,2004,10(1): 11-15.
- [12] 张昭其,庞学群,季作梁,等. SO_2 释放剂对龙眼贮藏效果及采后生理的影响[J]. 热带作物学报,1999,20(1): 54-58.

【责任编辑 柴 焰】