

套袋处理提高‘妃子笑’荔枝果实耐贮性

胡桂兵* 王惠聪 黄辉白

(华南农业大学园艺系, 广州 510642)

摘 要: 对‘妃子笑’荔枝果实进行采前无纺布套袋处理, 采后置于常温、无任何药剂处理和纸皮包装的条件下, 其耐贮性明显优于无套袋对照, 坏果率较低、果皮失水较慢、pH 值相对较低。套袋果实果皮的蛋白质含量增多, 过氧化物酶 (POD) 活性降低, 但多酚氧化酶 (PPO) 活性无明显不同; 果皮蜡质层较对照厚, 海绵状组织有大型薄壁细胞分布。套袋后的变化有利于增强果皮的保水能力和延迟衰老, 从而推迟失水褐变出现的时间, 延长果实的贮藏寿命。

关键词: 荔枝; 套袋; 果实; 耐贮性; 过氧化物酶; 多酚氧化酶; 果皮显微组织结构

中图分类号: S 667.1 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2001) 04 0290-05

荔枝果实不耐贮藏, 采后变褐是一个严重问题。历来对果实贮藏性和延长贮藏寿命的研究很少涉及采前栽培技术等, 荔枝也不例外。为解决荔枝果实贮运的难题, 前人相继采用塑料包装^[1, 2]、涂蜡^[3]、药物^[2]和辐射处理等措施, 均取得了一定的效果。近年来在药物杀菌、薄膜包装和低温贮藏等综合措施方面也取得了突破性进展, 但由于所需设备和投入资金大, 这些采后技术措施的推广运用受到很大限制。我们发现采前套袋不仅可促进果实着色^[4], 而且还能延长果实采后的货架寿命。这一发现可望进一步提高荔枝果实贮藏性和延长贮藏期及货架寿命。

张昭其等^[5]认为果皮变褐的前期原因主要是果皮的迅速失水。失水导致果皮 pH 值提高, 加速果皮变褐。适当保湿可减慢这一过程。前人经过多年研究认为荔枝果皮褐变与皮内多酚氧化酶活性有关^[6~8]。过氧化物酶活性的高低, 可以作为果实成熟和衰老的一个生化指标^[9]。作者从采前果穗套袋入手, 研究该措施对采后果实贮藏性的影响并探讨其原因, 以期改进荔枝果实保鲜技术提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

在增城万田农场选取花期一致 (4 月 7 日)、生长势良好的 10 年生‘妃子笑’荔枝 5 株, 4 月 25 日在树冠的不同方向选择坐果良好的果穗进行无纺布套袋, 每株树套 10 个袋, 套袋后每 4~5 d 采套袋果和对照果各 10 个, 置入冰壶中带回实验室测定果皮蛋白质含

收稿日期: 2000-11-08; 修回日期: 2001-02-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39770529); 广东省自然科学基金资助项目 (980156); 华南农业大学推广基金资助项目 (K00070)

* 浙江大学在职博士生。

量、多酚氧化酶 (PPO) 和过氧化物酶 (POD) 活性。果实成熟时采套袋果和对照果各约 15 kg, 去除病虫果后各分成 3 份 (3 次重复) 装箱后置于常温下进行贮藏试验, 此后每 1 ~ 2 d 统计坏果率并取样测定果实的乙烯释放量、果皮水分含量和果皮 pH 值。在果实成熟时和贮藏过程中取果皮进行石蜡切片和电镜观察。1999~ 2000 年两年的试验结果基本一致, 本文主要采用 1999 年的数据并适当补充部分 2000 年的相关数据。

1.2 方法

- 1.2.1 坏果率调查 以果皮的褐斑面积占全果 10% 左右时为坏果的标准统计坏果率。
- 1.2.2 果皮 pH 值和果皮含水量测定 从 5 个果的果皮中混合取样 3 g, 加入 30 mL 双蒸水, 匀浆后用 Beckman Ø240 pH 计测定果皮的 pH 值。剩下的果皮材料用于测定干、鲜样质量, 计算果皮的含水量。
- 1.2.3 乙烯释放量测定 各处理取果实 5 个, 置入已知体积的容器中, 用橡皮塞塞紧后置于室温, 1 h 后取 1.0 mL 气样, 用气相色谱仪测定乙烯释放量。
- 1.2.4 蛋白质含量、PPO 和 POD 活性的测定 按 Bradford^[10] 的方法测定蛋白质的含量。PPO 活性测定参照莫长耕等^[11] 的方法进行。POD 活性参照张志良^[12] 提供的方法进行。两种酶的活性以吸光值变化 0.001 为一个单位。试验重复 3 次。
- 1.2.5 透射电镜观察和石蜡切片观察 参照张景强等^[13] 介绍的方法进行透射电镜的切片。石蜡切片用 FAA 固定液固定, 苏木精整染, 采用普通石蜡切片法进行制片和切片, 厚度为 8~ 10 μm。

2 结果与分析

2.1 采前套袋对果实采后耐贮性的影响

荔枝套袋果实在常温和没有任何药剂处理的条件下, 可延长采后贮藏天数达 2~ 3 d。试验结果表明 (表 1): 无纺布套袋能显著降低果实采后的坏果率, 提高果皮的含水量并减缓果皮水分的散失, 这在贮藏的中后期表现得更为突出。套袋果实在贮藏过程中果皮的

表 1 采前套袋对荔枝果实采后的坏果率、乙烯释放量、果皮含水量和果皮 pH 的影响

Table 1 Effect of bagging on litchi fruit decay rate, ethylene production, water content and pericarp pH value					
处 理 Treatment	贮藏天数 Days after storage (d)	坏果率 Decay rate (%)	果皮含水量 Pericarp water content (%)	果皮 pH 值 Pericarp pH value	乙烯释放量 Ethylene production (ng·h ⁻¹ ·g ⁻¹ FW)
套 袋 Bagging	0	0 a	77.9 a	4.4 a	14.3 a
对 照 Control	0	0 a	76.5 a	4.5 a	12.5 a
套 袋 Bagging	2	1.9 a	74.9 a	4.5 a	15.2 a
对 照 Control	2	3.4 a	71.9 b	4.6 a	18.3 b
套 袋 Bagging	4	13.8 a	66.6 a	4.6 a	16.5 a
对 照 Control	4	27.3 b	64.3 b	4.8 b	17.1 a
套 袋 Bagging	5	11.9 a	63.8 a	4.7 a	21.0 a
对 照 Control	5	40.7 b	57.0 b	4.9 b	22.6 a
套 袋 Bagging	6	26.0 a	58.4 a	4.8 a	18.5 a
对 照 Control	6	72.6 b	52.6 b	4.9 b	20.1 a

注: t 测验, 不同字母表示两个处理之间存在显著性差异 (P= 0.05)。
Note: Different letters between bagging and control represent significant difference at 5% level, t test.

pH 值较对照低, 但对果实采后乙烯的释放量没有显著的影响。

2.2 套袋对果皮可溶性蛋白质含量、POD 和 PPO 活性的影响

无纺布套袋能显著地提高果皮可溶性蛋白质含量 (图 1)。在整个套袋时期中, 套袋果实的果皮中蛋白质含量明显高于对照果实, 成熟采收时套袋果实果皮蛋白质含量为 $0.39 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$, 而对照仅为 $0.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$ 。无纺布套袋能明显降低 POD 活性 (图 2), 果实成熟采收时 POD 活性比对照低 23%, 但对 PPO 活性却没有明显的影响 (图 3)。

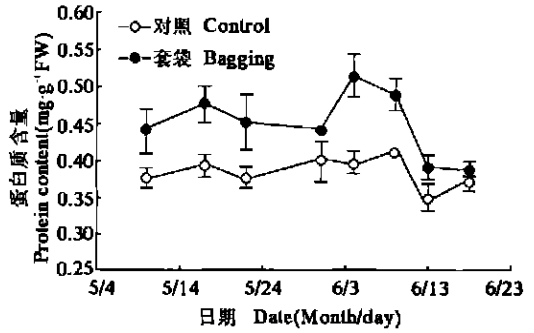


图 1 套袋处理对果皮可溶性蛋白质的影响

Fig. 1 The effect of bagging on soluble protein content in litchi pericarp

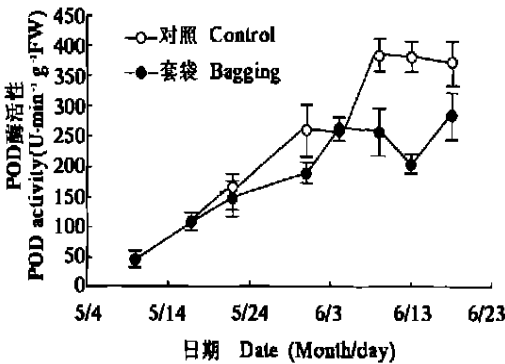


图 2 套袋处理对荔枝果皮 POD 酶活性的影响

Fig. 2 The effect of bagging on the activity of POD in litchi pericarp

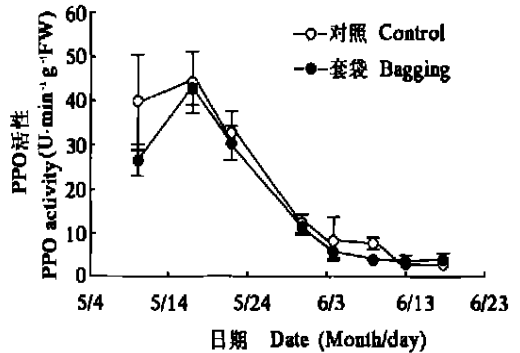


图 3 套袋处理对荔枝果皮 PPO 活性的影响

Fig. 3 The effect of bagging on the activity of PPO in litchi pericarp

2.3 套袋对果皮组织结构的影响

电镜下观察, 无纺布套袋果实外果皮的蜡质层明显增厚。通过石蜡切片观察 (图版, 1~ 6), 套袋果皮海绵状组织有大型的薄壁细胞分布, 而对照果皮则没有发现。在果实贮藏过程中果皮由于失水, 首先是果皮的海绵状组织变形皱缩, 并随着贮藏天数的增加逐渐加重, 贮藏后期果皮组织严重变形。套袋果实在贮藏过程中果皮海绵状组织皱缩变形的速度明显比对照慢。

3 讨论

荔枝果实采后容易褐变。一般认为果皮褐变的主要原因是: 在果皮细胞受到伤害的情况下, 液泡膜发生破裂, 多酚物质流入细胞质, 经过酶促氧化变成醌, 醌缩合形成棕色的物质。虽然多酚的氧化作用也能在健康的未受损的植物细胞中进行, 但这些植物组织不变黑, 那是因为液泡膜的存在使得经过液泡膜进入细胞质的多酚数量受到限制^[14]。在这种情况下, 多酚氧化成羧酸, 生成 CO_2 和水作为氧化的最终产物。可见, 细胞的区隔化受到破坏才是植物组织褐变的最直接原因。由于荔枝果皮有突出来的龟裂片, 造成表皮面积

大, 在采后的短时间内能够大量地失水, 致使果皮细胞膜透性受到严重损害, 从而使褐变成为可能。

显然, 只要能延缓果皮细胞衰老和保持果皮结构的完整便可以阻延其褐变发生的时间, 从而延长果实采后的贮藏期和减少坏果率。无纺布套袋能明显增加果皮可溶性蛋白的含量, 且能增厚外果皮的蜡质层, 使中果皮内海绵状组织出现大型薄壁细胞。这些变化均有助于果皮保水能力的提高, 减缓水分散失的速率, 保持荔枝果皮较高的含水量, 从而提高代谢活性。套袋还能减少外界环境各种不良的影响, 从而降低果皮 POD 活性。这可能就是套袋处理降低果实采后坏果率的主要原因。

参考文献:

- 1 李沛文. 荔枝的气调贮藏. 见: 广东农林学院主编. 山地果树栽培研究. 上海: 上海科学技术出版社, 1966. 100 ~ 112
- 2 Scott K J, Brown B I, Willcox M E, et al. The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic film. *Sci. Hort.*, 1982, 16: 253~ 262
- 3 Gary R C, Ram H B. Effect of different concentrations of wax emulsion on the storage behavior of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Prog. Hort.*, 1972, 3: 33~ 39
- 4 陈大成, 李 平, 胡桂兵, 等. 套袋对妃子笑荔枝果实着色的影响. 华南农业大学学报, 1999, 20 (4): 65~ 69
- 5 张昭其, 庞学群, 季作梁, 等. 采后荔枝果实褐变研究. 热带作物学报, 1997, 18 (2): 53~ 57
- 6 李明启, 严君灵. 荔枝果皮多酚氧化酶的研究. 植物学报, 1963, 11 (4): 329~ 337
- 7 陈维信, 苏美霞, 李沛文. 荔枝气调贮藏的研究. 华南农学院学报, 1982, 3 (3): 54~ 61
- 8 张昭其, 季作梁. 我国荔枝龙眼贮藏保鲜研究的现状、存在的问题及对策. 见: 马小万, 黄金祥, 石文川主编. 两高一优农业研究. 北京: 中国商业出版社. 1996. 1300~ 1305
- 9 莫开菊. 过氧化物酶在园艺植物研究中的应用. 四川果树, 1993, (2): 25~ 28
- 10 Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.*, 1976, 72: 248~ 254
- 11 莫长耕, 王 梅. 荔枝、龙眼酚氧化酶活性的测定. 中国果品研究, 1986, (3): 22
- 12 张志良. 植物生理学实验指导 (第二版). 北京: 高等教育出版社, 1990. 154~ 155
- 13 张景强, 朴英杰, 蔡福筹, 等. 生物电子显微技术 (第二版). 广州: 中山大学出版社, 1993. 43~ 62
- 14 梅特利茨基. 水果和蔬菜的生物化学基础. 刘慕春, 唐崇钦, 贾志旺译. 北京: 科技出版社, 1976. 112~ 122

Bagging Improves Storability of ‘Feizixiao’ Litchi

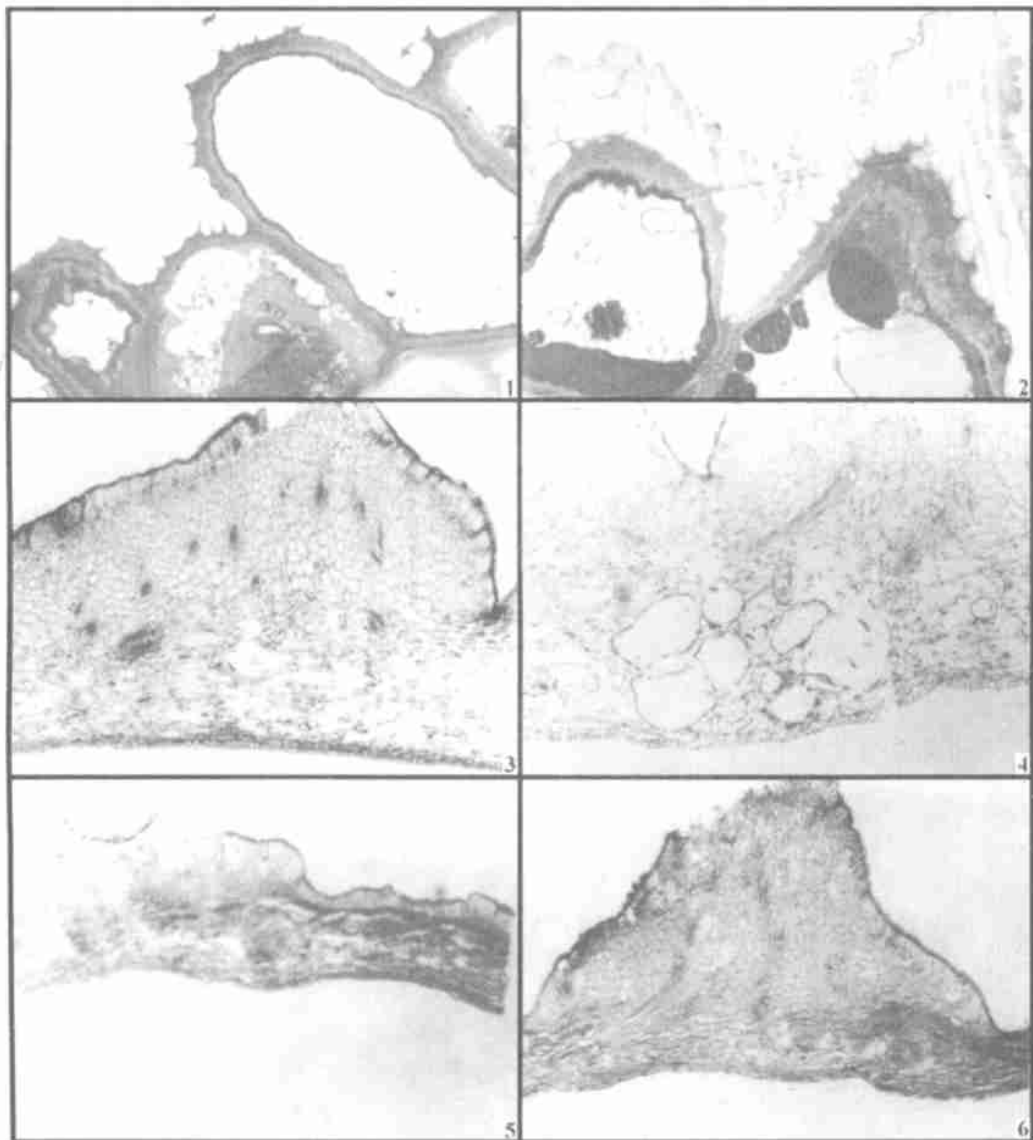
Hu Guibing, Wang Huicong, and Huang Huibai

(Department of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642)

Abstract: This study aimed at clarifying the effect of pre-harvest fruit cluster bagging on post harvest fruit storability. Adhesive bonded fabric bags were used to cover ‘Feizixiao’ litchi fruit. The effects were observed under room temperature, without any chemical treatment and paper box packing. Higher water content and lower pH value in the pericarp were observed in bagged fruit with reduced fruit decay rate. Fruit bagging was shown to increase protein content and decrease peroxidase

(POD) activity in the pericarp. Thicker waxy layer was seen on the exocarp of bagged fruit and larger cells appeared in the spongy tissue of mesocarp. These changes seemed to prevent the pericarp from losing water and subsequent decay, to delay browning process and thus prolong the storage life.

Key words: *Litchi chinensis* Som.; Bagging; Fruit; Microscopic structures; Peroxidase; Polyphenol oxidase; Storability



图版说明 1. 对照果外果皮蜡质层, $\times 3\ 000$; 2. 套袋果外果皮蜡质层, $\times 3\ 000$; 3. 对照果果皮, $\times 33$; 4. 套袋果果皮, $\times 33$; 5. 对照果贮藏 4 d 后果皮, $\times 33$; 6. 套袋果贮藏 4 d 后果皮, $\times 33$ 。

Explanation of plates 1. Waxy layer of control exocarp, $\times 3\ 000$; 2. Waxy layer of bagging fruit exocarp, $\times 3\ 000$; 3. Pericarp of control fruit, $\times 33$; 4. Pericarp of bagging fruit, $\times 33$; 5. Pericarp of control fruit 4 days after storage, $\times 33$; 6. Pericarp of bagging fruit 4 days after storage, $\times 33$.