

常温加冰贮藏对荔枝果皮超微结构的影响

林国辉¹ 王育林² 彭永宏^{2*}

(1. 华南师范大学分析测试中心, 广东 广州 510631; 2. 华南师范大学生物技术研究所, 广东 广州 510631)

摘要: 以成熟度85%的淮枝果实为材料,用0.05 mm塑料薄膜袋包装7.5 kg果实,贮于密封的泡沫箱内,袋的四周加不同比率的冰块,贮藏72 h后,取出果实,室温下放置24 h。应用扫描电镜观察果皮的超微结构,结果表明:加冰能有效维持果皮的完整性,延缓果皮组织的崩塌。成熟度较低的果皮的小突起表面光滑,成熟度较高的果皮的小突起表面褶皱。小突起受到破坏后,果面崩塌形成皱褶的蜂窝状凹陷。分析了加冰比率和贮藏时间对果实温度的影响,讨论了荔枝果皮结构与果实保鲜的关系。

关键词: 冰藏; 荔枝; 果皮; 超微结构

中图分类号: Q944.59

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2001)03-0209-04

EFFECTS OF STORAGE WITH ICE AT ROOM TEMPERATURE ON THE CHANGES IN LITCHI PERICARP ULTRASTRUCTURE

LIN Guo-hui¹ WANG Yu-lin² PENG Yong-hong^{2*}

(1. Analysis and Determination Center, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. Biotech Research Institute, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: The fruits of *Litchi chinensis* Sonn. cv. Huaizhi at maturity of 85% were used in the experiment. 7.5 kg of fruits were packed by 0.05mm plastic film and stored in sealed foam boxes, in which different weights of ice were added surrounding the fruit package. After 72 hours of storage, the fruits were taken out and placed for 24 hours at ambient temperature. Pericarp of the fruits was observed by SEM. The results showed that ice addition could effectively maintain the integrity of pericarp and postpone the breakdown of pericarp tissue. The surface of small emergences on pericarp of less mature fruits was smooth, while that of more mature fruits was rugate. Rugate honeycomb-like concavity appeared on pericarp of collapsing fruits after the small emergences being destroyed. The effects of ice-addition percentages and storage duration on the changes in fruit temperature were analyzed. The relationship between pericarp structure and preservation of litchi fruits is discussed.

Key words: Ice stowage; Litchi; Pericarp; Ultrastructure

荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 是著名的岭南佳果。在自然条件下,荔枝采收后迅速失水、褐变、

收稿日期: 2000-11-06

基金项目: 广东省自然科学基金(980032); 广东省“千百十”优秀人才基金(粤高教[2000]6号)资助项目

* 通讯作者 Corresponding author

腐烂,色香味全失,极不耐贮藏。当前,国内外有关荔枝保鲜的研究大多集中于减少果实失水,以保持果皮颜色,但迄今均未能获得商业上可行的解决办法。彭永宏等^[1]和潘润操等^[2]对不同品种荔枝果皮的超微结构进行比较观察,认为荔枝极易失水、不耐贮藏与其独特的果皮结构密切相关。常温下泡沫箱密封加冰运输技术普遍应用于我省荔枝的北运,可有效延长荔枝的运输与货架寿命,保持更好的品质^[3,4]。本文报道加冰及其比率对荔枝果皮超微结构影响的结果。

1 材料和方法

材料与处理细节 材料为淮枝 (*Litchi chinensis* Sonn. cv. Huaizhi) 果实,采自广州市郊区果园,成熟度约85%。采果后,随即运回实验室内,剪除枝叶,清除小果、病虫果和机械伤害果,清水洗净、用700 $\mu\text{g ml}^{-1}$ 的特克多杀菌,凉干。试验共设5个处理:对照(Control,不加冰包装)、加冰量[加冰重量/(冰重+果重) $\times 100\%$]分别为20%、40%、50%以及2 h内降温至5 $^{\circ}\text{C}$ 的处理。每个处理设3个7.5 kg果实的重复,用0.05 mm厚的塑料袋包扎后,置于2 cm厚40 cm \times 30 cm \times 22 cm规格的泡沫箱中央,四周围加冰袋,用塑料包扎胶纸密封上下箱盖,置于常温室內。

温度测定 箱内果实温度采用数显式温度测定仪测定,探头预先埋于袋内果实中央部位,每隔8 h记录一次。

扫描电镜样品的制备与观察 果实在泡沫箱内放置72 h后,取出转入常温室內放置24 h以模拟货架期。选取有代表性的果实,切取长宽约为5 mm \times 2 mm的果皮,以0.1 mol/L磷酸缓冲液配制的pH6.8的戊二醛溶液固定3 h以上。经相应的磷酸缓冲液漂洗后,用梯度酒精分5级脱水,HCP-2临界点干燥仪干燥,IB-3型离子溅射仪镀膜,KYKY-1000B型扫描电镜观察拍照。基于同一果实果皮不同部位着色程度(成熟度)的差异,对成熟度较低与成熟度较高的果皮超微结构也进行了比较观察。

2 结果和分析

2.1 果实温度变化规律

从图1可见,对照和5 $^{\circ}\text{C}$ 降温处理的果实温度一直上升,72 h后温度分别为33.5 $^{\circ}\text{C}$ 和33 $^{\circ}\text{C}$,均高于室温(29–31 $^{\circ}\text{C}$)。两处理达到室温的时间分别为24 h与48 h,以5 $^{\circ}\text{C}$ 降温处理升温最快。加冰处理的果实温度先下降,至最低点后回升,加冰20%、40%、50%贮藏的果实达到的最低温度分别为13 $^{\circ}\text{C}$ 、9 $^{\circ}\text{C}$ 与6 $^{\circ}\text{C}$,72 h后的温度分别为31 $^{\circ}\text{C}$ 、29 $^{\circ}\text{C}$ 与27 $^{\circ}\text{C}$,都低于对照与5 $^{\circ}\text{C}$ 降温处理的果实温度。

2.2 加冰对果皮结构的影响

新鲜、保持完好的果皮表面细胞连接较紧密(图版 I:1)。然而,由于荔枝在田间及采后极易受到枝叶擦伤、日灼、风害、果皮失水、果实衰老等各种胁迫与伤害,因此果皮表面会受到不同程度的破坏(图

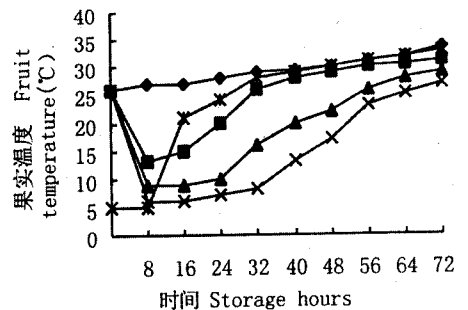


图1 加冰对荔枝果实温度变化规律的影响
Fig. 1 Effects of ice-added storage on the change in fruit temperature

加冰比率指冰/(冰+果) Ice percentage means ice weight percentage of the ice plus fruit weight:

◆对照 Control; ■加冰 20%, 20% ice; ▲加冰 40%, 40% ice; ×加冰 50%, 50% ice; *降温至 5 $^{\circ}\text{C}$, Cooling to 5 $^{\circ}\text{C}$ in refrigerator

版 I : 2-6)。贮藏72 h后, 对照(图版 I : 2)和5℃降温处理(图版 I : 3)果实的果皮表面均受到严重破坏, 且后者受破坏程度较前者严重, 几乎整个果面形成蜂窝状凹陷。贮藏72 h后, 加冰处理(图版 I : 4-6)在一定程度上起到保护果皮结构的作用, 表现为果皮完整性保持较好, 其中以加冰50%的处理(图版 I : 6)效果最显著, 果面保持最完整, 只有少量蜂窝状凹陷组织。

2.3 荔枝果皮结构的某些特征

与以前荔枝果皮结构的观察结果相比^[1,2], 本研究观察到荔枝超微结构的某些新的特征。

小突起与褶皱 肉眼可见的龟裂片由许多小突起构成(图版 I : 7-10), 这些小突起即外果皮细胞向外突出的部分^[2]。成熟度较低的果皮的小突起表面光滑(图版 I : 7), 小突起受破坏后形成凹陷腔; 成熟度较高的果皮的小突起表面呈不规则的褶皱状(图版 I : 9, 10)。图版 I : 8指示光滑突起与褶皱状突起的过渡。有的小突起向外突出较明显(图版 I : 9), 其表面褶皱呈明显凸起的网状; 有的小突起向外突出不明显(图版 I : 10), 其表面褶皱呈皱波状褶皱。小突起受破坏, 表面形成网状的脊, 凹陷的网眼呈褶皱状褶皱(图版 I : 11)。

长条形结构 在连接突起与凹陷的部位观察到长条形结构(图版 I : 12), 但并不是在所有连接突起与凹陷的部位都能观察到这种长条形结构。长条形结构的特征及其生理意义有待深入研究。

表面崩塌 由于受到各种自然的或人为的逆境条件以及果实自身衰老等因素的影响, 外果皮细胞向外突出的部分容易遭到破坏而发生崩塌, 形成凹陷的蜂窝状组织(图版 I : 13)。表面崩塌后, 可见一些碎片残留在果皮表面上(图版 I : 14)。果实表面凹凸不一致, 凸出的部位似乎更易遭受破坏形成凹陷的蜂窝状组织, 凹陷部位由于不易受破坏而保持得较为完整, 两者之间的分界线有时非常明显(图版 I : 15)。

3 讨论

荔枝成熟正值高温高湿的夏季, 常温下果实采后极易褐变、霉烂, 并丧失其特有的色香味。Scott等研究指出, 果皮褐变与果实失水密切相关^[5], 陈文军等的研究结果进一步表明, 失水主要集中在果皮^[6]。失水导致花色素苷流失与受到破坏, 从而产生果皮褐变。旨在降低果实失水从而抑制果皮褐变的研究迄今未能取得突破性进展, 这与果皮特殊的结构有关。潘洵操等曾对淮枝果皮结构进行观察, 认为果皮具有明显的叶性结构, 外果皮仅有一层薄壁细胞, 外壁薄, 防止水分散失的能力差^[2]。荔枝果皮表面由凹凸不平的峰谷组成, 峰谷又由许多不规则的小突起构成, 且小突起的表面与蜂窝状组织的凹陷腔表面均呈不规则条纹网状, 大大增加了果皮的总表面积, 水分更易散失。扫描电镜观察表明: 类似图版 I : 1所示的完整果皮表面比较少见, 不同程度表面崩塌的现象较为常见(图版 I : 12, 13)。本研究发现, 凸起部位首先受到破坏(图版 I : 14), 构成龟裂片的小突起经历一个未成熟→成熟→衰老的过程, 形态上呈现光滑→褶皱→崩塌的转变。随着果实衰老, 小突起受到破坏, 形成凹陷腔, 不但使果皮更易散失水分, 同时, 病菌亦容易侵入和增殖, 最终导致果实霉烂变质。

基于荔枝果实生理生化代谢规律的特殊性, 低温无疑是成功保鲜的有效途径。在国外, 荔枝的采后操作常采用冷链系统^[7]。在国内, 近几年来生产上已大量采用泡沫箱内加冰的方法进行荔枝北运, 显示出良好的效果, 荔枝可保鲜5 d左右, 适用于短途运输^[3,4]。电镜观察表明, 与对照相比, 加冰

能有效维持果皮结构的完整性,延缓果皮组织的崩塌,且加冰量越多,延缓效果越好。结合我们完成的加冰对果实生理变化的测定结果(另文发表),可以作如下分析:加冰越多,泡沫箱内果实所能达到的最低温度就越低,低温维持的时间越长,温度的回升越缓慢(图1),因而能更有效地抑制CO₂和乙烯的释放以及POD的活性。经5℃降温处理的果实(图版I:3),果面受破坏程度比对照严重,这是因为降温至5℃后转入常温下放置,温度回升较快,温度骤然下降及快速上升造成温度波动的程度较为剧烈,果面易破损。因此,实际操作中一方面应采取措施降低荔枝果实的温度,同时应尽可能维持温度的相对稳定,避免剧烈波动。

无疑,单独从运输效果来看,加冰越多效果越好。然而,从商业角度而言,加冰量越多,果实运量就会减少,单位果实的运输成本将升高。因此,具体加冰量至少应考虑运输时间或运输距离的长短。以抵达目的地后好果率达到90±5%为目标,作者初步推荐运输时间为48 h、72 h、96 h的合理加冰比率分别为20%、30%~40%、50%^[8]。基于实际运输中环境温度、路面颠簸等的影响以及对货架期长短、零售条件等要求的差别,有待对实际运输进行监测后修正。

参考文献:

- [1] 彭永宏, 林国辉. 荔枝果皮超微结构的比较观察 [J]. 果树科学, 1999, 16 (1): 18-23.
- [2] 潘洵操, 谢宝贵. 荔枝果皮的扫描电镜观察 [J]. 园艺学报, 1996, 23 (3): 227-230.
- [3] 张海岚, 吴定尧. 茂名市早中熟荔枝北运保鲜技术 [J]. 广东农业科学, 1997, (1): 20.
- [4] 陈维信, 吴振先, 苏美霞, 等. 荔枝常温下泡沫箱加冰保鲜研究 [J]. 广东农业科学, 2000, (3): 27-28.
- [5] Scott K J, Brown B I, Chaplin G R, et al. The control of rotting and browning of *Litchi* fruit by hot benomyl and plastic film [J]. *Sci Hort*, 1982, 16 (3): 253-262.
- [6] 陈文军, 洪启征. 贮藏中荔枝果皮衰老与褐变的研究 [J]. 园艺学报, 1992, 19 (3): 227-232.
- [7] 曹莲, 罗道汉, 朱慕森. 荔枝、龙眼等南亚热带水果商品流通上存在的问题和解决途径 [J]. 中国南方果树, 1996, 25 (3): 32-33.
- [8] 陈洪国, 彭永宏. 常温加冰运输条件下荔枝的温度、品质、呼吸和乙烯释放变化 [J]. 果树学报, 2001, 18 (3): 155-159.

图版说明

图版 I

1. 完整果皮的突起; ×500
2. 对照果皮的表面结构; ×500
3. 5℃降温处理的表面结构; ×500
4. 20%加冰处理的表面结构; ×500
5. 40%加冰处理的表面结构; ×500
6. 50%加冰处理的表面结构; ×500
7. 成熟度较低的果皮的小突起, 表面光滑; ×1 500
8. 突起表面开始出现条纹状皱褶; ×3 000
9. 明显凸出的小突起, 表面呈条纹状皱褶; ×2 500
10. 较平整的小突起表面皱波状皱褶; ×2 000
11. 果皮表面具网状的脊, 凹陷的网眼具皱波状皱褶; ×3 000
12. 长条形结构; ×200
13. 表面开始崩塌; ×500
14. 表面崩塌后, 碎片残留在表面上; ×500
15. 果面受破坏部分与完好部分之间有时出现明显的分界. ×200

Explanation of plates

Plate I

1. Emergence of a part of pericarp; ×500
2. Pericarp structure of the control fruit; ×500
3. Pericarp structure of the fruit cooling to 5℃; ×500
- 4, 5 and 6. Pericarp structure of fruits stored with ice weight at 20%, 40%, and 50%, respectively, after 72 hours; ×500
7. Smooth pericarp surface of less mature fruits with slight emergence; ×1 500
8. Emergence surface appears to be striate rugate; ×3 000
9. Obvious emergence of mature pericarp surface with striate rugae; ×2 500
10. Flat emergence of mature pericarp surface with rugulate rugae; ×2 000
11. Pericarp surface with reticulate ridges and concave mesh attached with rugulate rugae; ×3 000
12. Stripy structure; ×200
13. Beginning of collapse of pericarp surface; ×500
14. Reminders on pericarp surface after collapsing; ×500
15. An obvious line appearing between collapse and uncollapsed pericarps. ×200.

Pericarp Ultrastructure

