

文章编号: 1001-411X(2001)01-0031-04

# 套袋对荔枝果皮中的色素、酚类物质 和内源激素的影响

胡桂兵<sup>1</sup>, 高飞飞<sup>1</sup>, 陈大成<sup>1</sup>, 李平<sup>1</sup>, 王卫华<sup>2</sup>, 詹银表<sup>3</sup>

(1 华南农业大学园艺系, 广东 广州 510642; 2 广东省荔枝科普基地, 广东 东莞 511756;

3 东莞市桥头农科园, 广东 东莞 523520)

**摘要:** 抑制酚类物质合成的牛皮纸袋处理去袋后, 导致了荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.) 果皮 ABA 含量明显升高, 相伴随的是果皮酚类物质合成加速, 果实迅速上色。IAA、iPAs 含量也上升, 且超过对照果, 而 GA<sub>1/3</sub> 含量相对较低。促进着色的无纺布袋去袋后, 激素变化与牛皮纸袋去袋后呈现相反的变化规律, 与 2 种类型的套袋处理去袋后酚类物质代谢呈相反的变化规律相一致。ABA 是调节荔枝果皮花青苷合成的关键因素, iPAs 和 GA<sub>1/3</sub> 都参与了荔枝果皮花青苷的合成, 调节荔枝果皮色素的形成是多种激素综合作用的结果。

**关键词:** 荔枝; 套袋; 色素; 酚类物质; 内源激素

中图分类号: S667.1

文献标识码: A

妃子笑荔枝(*Litchi chinensis* Sonn. cv. Feizixiao) 以其优美的名称更兼以味佳、肉厚爽脆、清甜有香味而独具魅力, 但该品种在果实商品成熟期, 果色青绿, 色彩不佳, 且着色不均。由于果色性状日益受到消费者的重视, 因此妃子笑荔枝果色明显滞后于商品采收期, 且着色不均的缺陷已成为严重制约该品种商品价值发挥的重要限制因子。而应用套袋技术可以显著提高果实的色泽, 增加耐贮性<sup>[1]</sup>。陈大成等<sup>[2]</sup> 已对套袋促进妃子笑荔枝果实着色的情况做过报道。本研究是进一步探讨妃子笑荔枝果实套袋处理拆袋后花青苷、类黄酮、总酚、可溶性酚等色素和酚类物质以及生长素(IAA)、细胞分裂素(GPAs)、赤霉素(GA<sub>1/3</sub>)、脱落酸(ABA) 等内源激素变化规律, 以期在生产上更有效地调控荔枝果实着色, 生产出高品质、高档次的荔枝果实提供理论依据。

## 1 材料与方法

试验于 1997~1998 年在广东省东莞市大朗镇广东省荔枝科普基地矮化栽培荔枝园进行。荔枝园试验树为 6~8 年生妃子笑成年荔枝, 砧木为准枝。株行距 2 m×3 m, 树势中等。2 a 试验结果相一致, 本文采用 1998 年数据。

在盛花后 15 d 选择较好的果穗, 分别进行无纺布和牛皮纸袋 2 种套袋处理, 单株小区完全随机试验设计, 每种处理取 6 个果穗套袋, 重复 3 次, 生长期一直未套袋的果穗作为对照。在盛花后 55 d 拆袋

后, 每隔 3 d 取样观测 1 次, 直至采收。采样时间为上午 8:30~9:30, 采大小基本一致的果实, 装在冰瓶中带回实验室, 剥出果皮, 尽快在精度为 0.1 mg 的电子天平上称量, 立即用锡箔纸包好, 贴好标签, 放入-20℃以下的低温冰柜中储藏备用。

果皮花青苷、类黄酮、总酚的测定: 按 Pirie 和 Mullins<sup>[3]</sup> 的方法进行, 钻取果皮小圆片, 取果皮 1 g 立即以  $\varphi(\text{HCl})=1\%$  的甲醇溶液定容于 15 mL 容量瓶, 提取 2~4 h (以果皮圆片变白为准)。然后用 752 型紫外分光光度计, 分别于 600、530 (花青苷)、325 (类黄酮)、280 nm (总酚) 测定吸收变化, 以每克果皮鲜质量的提取液的光密度变化值  $D_{530\text{nm}} - D_{600\text{nm}} = 0.1$  作为一个花青苷单位, 以 U 表示。类黄酮含量以每克果皮鲜质量的提取液的光密度变化值  $D_{325\text{nm}} = 1$  作为一个单位, 以 U 表示。总酚以没食子酸作标准曲线加以计算。

果皮可溶性酚的测定: 取 1 g 果皮, 按鞠志国等<sup>[4]</sup> 的方法, 略作修改。加 2 mL 无水乙醇研磨, 用  $\varphi=10\%$  的三氯乙酸提取定容到 15 mL, 在冰箱中静置 24 h, 过滤定容, 取 0.5 mL 滤液, 用 Folin 试剂测定, 以没食子酸为标准曲线, 计算可溶性酚含量。

果皮内源激素 IAA、CTK、GA 和 ABA 的测定: 激素的提取、纯化及测定按吴颂如等<sup>[5]</sup> 报道的酶联免疫法(ELISA), 并参照从南京农业大学植物激素实验室所购药盒提供的方法稍做改动。本试验测定的 CTK 为 iPAs 组, GA 为 GA<sub>1/3</sub>。

收稿日期: 2000-03-16

作者简介: 胡桂兵(1969-), 男, 讲师, 硕士。

基金项目: 广东省荔枝科普基地资助项目(5300-H98054); 华南农业大学推广基金资助项目(5300-K00070)

1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 结果与分析

2.1 拆袋后果皮花青苷、类黄酮、总酚、可溶性酚的变化(图 1~4)

盛花后 55 d 除去牛皮纸袋, 与同期未套袋的果实比较, 酚类物质的合成作用已经被明显抑制. 去袋后, 果皮的可溶性酚、花青苷和类黄酮像幼果阶段<sup>[6]</sup>, 迅速合成. 仅 12 d 花青苷就基本达合成最高峰, 且果皮着色远超过未套袋果, 色泽鲜艳. 而不像未套袋果实在盛花后 55 d 之后的花青苷缓慢上升的变化. 去袋果的果皮总酚合成呈缓慢下降的趋势.

盛花后 55 d 除去无纺布袋后, 果实的代谢状态与同期未套袋果截然不同. 果皮的总酚、花青苷呈降解的趋势, 含量逐渐降低, 而可溶性酚、类黄酮却呈上升趋势. 这可能与经无纺布袋处理后, 在盛花后 55 d 妃子笑荔枝的果皮色素发育已经提前达到了生理完熟的状态. 去袋后, 由于果实局部小环境(光、温等)条件的改变使果皮的色素生理发育状态进入分解代谢的状态. 这与田间观察到的果皮开始显现暗红色, 出现果皮褐变现象相一致.

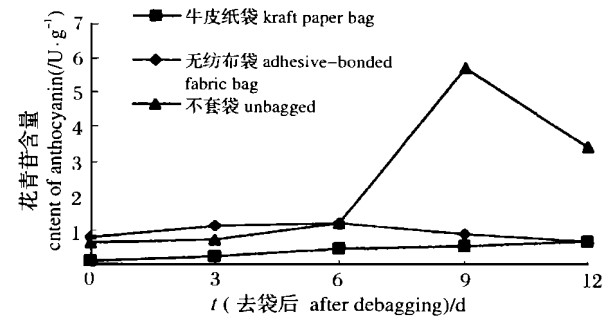


图 1 去袋后妃子笑荔枝果皮花青苷的变化  
Fig. 1 Changes of anthocyanin in 'Feizixiao' litchi peel after debagging

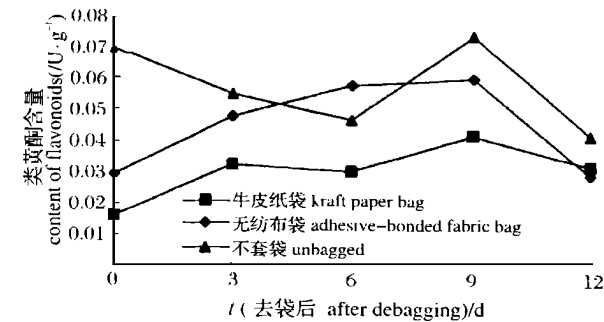


图 2 去袋后妃子笑荔枝果皮类黄酮的变化  
Fig. 2 Changes of flavonoids in 'Feizixiao' litchi peel after debagging

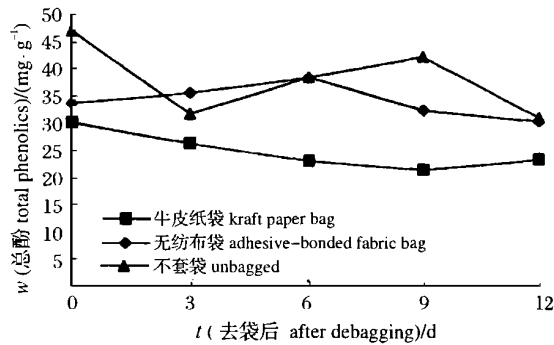


图 3 去袋后妃子笑荔枝果皮总酚的变化  
Fig. 3 Changes of total phenolics in 'Feizixiao' litchi peel after debagging

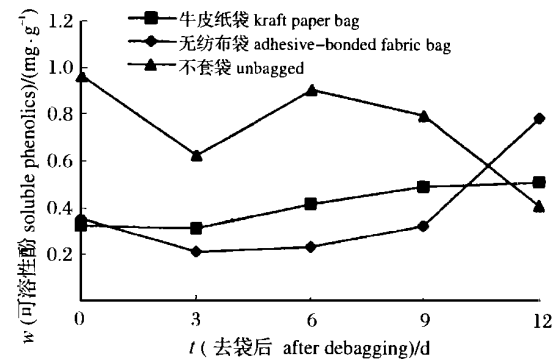


图 4 去袋后妃子笑荔枝果皮可溶性酚的变化  
Fig. 4 Changes of soluble phenolics in 'Feizixiao' litchi peel after debagging

2.2 拆袋后果皮内源激素含量的变化

(1)果皮生长素含量的变化: 去袋后, 套袋处理果果皮的 IAA 含量都低于对照果果皮, 但去袋后 3 d 内, 牛皮纸袋处理果实果皮的 IAA 含量迅速上升, 超过对照果, 到去袋后 9 d 达最高峰(图 5). 12 d 含量又降至低水平. 无纺布袋处理的 IAA 含量一直处于低水平徘徊. 对照果的 IAA 含量持续下降.

(2)果皮细胞分裂素含量的变化: 去袋后第 3 d, 牛皮纸袋处理果实的果皮 iPA<sub>s</sub> 含量迅速上升, 显著超过对照果, 随后逐渐下降, 经过第 9 d 的低谷后, 第 12 d 又明显上升(图 6). 无纺布袋处理的 iPA<sub>s</sub> 含量水平一直较低, 至第 12 d 也略有上升. 对照的 iPA<sub>s</sub> 含量逐渐上升, 到 12 d 达最高峰, 且超过所有处理果实.

(3)果皮赤霉素含量的变化: 果实摘袋后, 无纺布袋处理和对照果实的果皮 GA<sub>1/3</sub> 含量缓慢上升, 至第 12 d, 无纺布袋处理果实的果皮 GA<sub>1/3</sub> 含量达最大值(图 7); 而对照果果皮的 GA<sub>1/3</sub> 含量却下降. 牛皮纸袋处理果实的果皮 GA<sub>1/3</sub> 含量在摘袋后缓慢下降, 至第 12 d 降至最低.

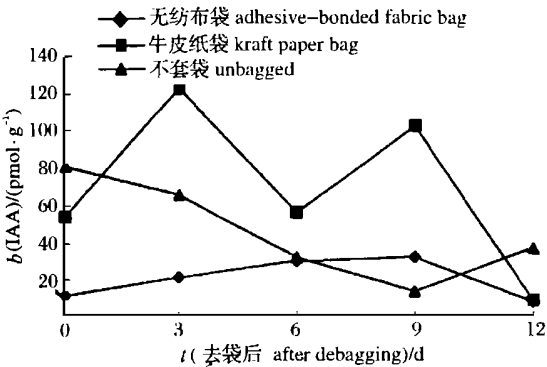


图 5 去袋后妃子笑荔枝果皮生长素含量变化

Fig. 5 Changes of IAA content in ‘Feizixiao’ litchi peel after debagging

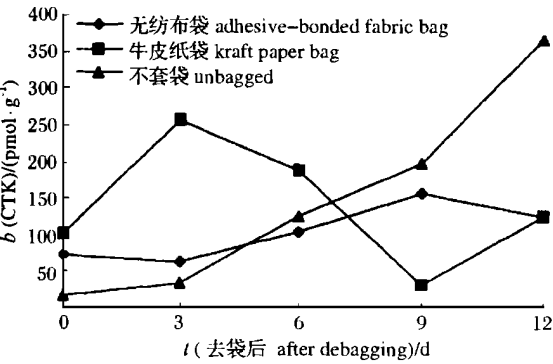


图 6 去袋后妃子笑荔枝细胞分裂含量变化

Fig. 6 Changes of CTK content in ‘Feizixiao’ litchi peel after debagging

(4)果皮脱落酸含量的变化: 摘袋后, 无纺布袋处理果实的果皮 ABA 含量明显高于对照果(图 8)。之后含量迅速下降, 至 12 d 降至最低水平。牛皮纸袋处理果实的果皮 ABA 含量变化呈现相反的变化趋势。摘袋时 ABA 含量极低, 之后却逐渐上升, 至 12 d 达最高水平。

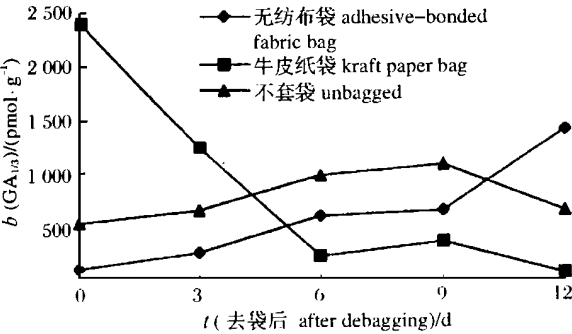


图 7 去袋后妃子笑荔枝果皮赤霉素含量变化

Fig. 7 Changes of GA<sub>1/3</sub> content in ‘Feizixiao’ litchi peel after debagging

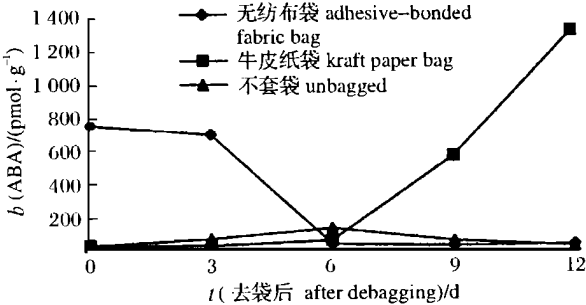


图 8 去袋后妃子笑荔枝果皮 ABA 含量变化

Fig. 8 Changes of ABA content in ‘Feizixiao’ litchi peel after debagging

3 讨论

陈大成等<sup>[1]</sup>已报道: 无纺布袋在盛花后 55 d 摘袋时, 妃子笑荔枝果皮花青苷已大量合成; 牛皮纸袋摘袋时, 果皮花青苷的合成受到显著抑制。本研究表明: 抑制花青苷及酚类物质合成的牛皮纸袋处理去袋后, 导致了果皮 ABA 含量明显升高, 相伴随的是果皮花青苷及酚类物质合成加速, 果实迅速上色。IAA、iPAs 含量也上升, 且超过对照果, GA<sub>1/3</sub> 含量相对较低。促进着色的无纺布袋去袋后, 激素变化与牛皮纸袋去袋后呈现相反的变化规律, 这与 2 种类型的套袋去袋后花青苷及酚类物质代谢呈相反的变化规律相一致。说明套袋不仅影响了果皮色素的形成, 对内源激素也产生了深刻的影响, 激素间的相互影响和共同作用, 对控制果实色素形成起着不同的作用。光的效应机制, Saure<sup>[7]</sup> 归纳为: 光通过乙烯、ABA 水平升高限制 GA 活性而削弱花青苷形成的抑制作用; 通过光合作用供足底物而提高花青苷的形成力; 通过活化光敏色素而促进酶的合成与活化。通过套袋与拆袋试验的对比, 笔者也得出花青苷及酚类物质合成与 ABA 水平升高, IAA、GA<sub>1/3</sub> 和 iPAs 水平降低相一致的结果。所以, 笔者认为: ABA 是调节妃子笑荔枝果皮花青苷合成的关键因素, IAA、iPAs 和 GA<sub>1/3</sub> 都参与了果皮花青苷的合成。调节果皮色素的形成是多种激素综合作用的结果。

参考文献:

[ 1 ] 高华君, 王少敏, 赵红军, 等. 中国园艺学会成立 70 周年纪念优秀论文选编[ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1999. 17—20.

[ 2 ] 陈大成, 李 平, 胡桂兵, 等. 套袋对妃子笑荔枝果实着色的影响[ J ]. 华南农业大学学报, 1999, 20(4): 65—69.

[ 3 ] PIRIE A, MULLINS M G. Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and abscisic acid[ J ]. Plant Physiol, 1976, 58: 468—472.

- [4] 鞠志国, 朱广廉, 曹宗巽. 莱阳茺梨果实褐变与多酚氧化酶及酚类物质区域化分布的关系[J]. 植物生理学报, 1988, 14(4): 356—361.
- [5] 吴颂如, 陈婉芬, 周 燮. 酶联免疫法(ELISA)测定内源植物激素[J]. 植物生理学通讯, 1988, (5): 53—57.
- [6] 李 平, 陈大成, 胡桂兵, 等. 荔枝果实发育过程中果皮色素的变化[J]. 热带亚热带植物学报, 1999, 7(1): 53—58.
- [7] SAURE M C. External control of anthocyanin from action in appl[ $\epsilon$ ][J]. Scientia Horti, 1990, 42: 181—218.

## Studies on the Changes in Pigment, Phenolic Content and Endogenous Hormones After Debagging of Litchi Fruit

HU Gui-bing<sup>1</sup>, GAO Fei-fei<sup>1</sup>, CHEN Da-cheng<sup>1</sup>, LI Ping<sup>1</sup>, WANG Wei-hua<sup>2</sup>, ZHAN Yin-biao<sup>3</sup>

(1 Dept. of Horticulture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Litchi's Extension Base of Guangdong Province, Dongguan 511756, China;

3 Agricultural Science Farm of Qiaotou, Dongguan 523520, China)

**Abstract:** Abscisis acid(ABA) in the peel was significantly increased after removing kraft paper bags which decreased the synthesis of phenolic substance with the result that synthesis of phenolic substance and fruit coloration were accelerated. The content of IAA and iPAs increased, and finally exceeded that of the control fruit, while the content of GA<sub>1/3</sub> was relatively low. The changes in endogenous hormones and phenolic substance after removal of adhesive-bonded fabric bag treatment which improved coloration was compared to levels during the kraft paper bag treatment. ABA was the key endogenous hormone which adjusted anthocyanin synthesis, while iPAs and GA<sub>1/3</sub> also took part in anthocyanin synthesis. The forming of pigments was the combined result of several endogenous hormones.

**Key words:** *L. chinensis* Sonn.; bagging; pigment; phenolic substance; endogenous hormones

【责任编辑 柴 焰】

欢迎订阅《华南农业大学学报》, 欢迎投稿

《华南农业大学学报》是华南农业大学主办的综合性农业科学学术刊物。国内外公开发行, 面向国内外作者组稿。本刊设有农学(栽培与耕作学、作物遗传育种、果树学、蔬菜学、农产品贮藏加工、茶学、蚕桑学、土壤学、作物营养与施肥、农业环境保护、土地规划与利用、造林学、森林经理学)、植物保护、生物学、动物科学与医学、农业工程与食品科学、研究简报等栏目, 学科涵盖农林牧渔各学科。本刊附英文目次和英文摘要。读者对象是农业院校师生、农业科研人员和有关的专业干部, 能为农林牧渔以及生命科学、环境科学的教学、研究和产业开发部门的科技工作者提供前沿科学的研究信息。

本刊为中国科学引文数据库来源期刊, 并排列在被引频次最高的中国科技期刊 500 名以内; 为中国学术期刊综合评价数据库来源期刊; 为中文核心期刊。国际著名的《CA》、《CABI》、《Agris International》、《Agrindex》等均收录我刊, 少数文章被《SCI》收录; 国内所有农业文摘期刊及《中国生物学文摘》等均固定收录我刊文摘, 被《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》全文收录。近年来本刊曾获全国优秀高校自然科学学报(A类)二等奖, 广东省第二届优秀科技期刊一等奖, 广东省第三届优秀科技期刊奖等。正接受《BA》编辑评价。

本刊为季刊、大 16 开。每期 94 页, 定价 5.00 元, 全年 20.00 元。自办发行, 参加高等学校学报联合征订发行。

订阅办法: 1. 将订阅款邮汇至: 100054 北京右安门外首都医科大学期刊社; 2. 银行汇款至: 户名: 首都医科大学期刊社, 开户银行: 工商银行北京宣武支行樱桃园分理处, 帐号: 144659—713; 3. 订阅款邮汇至: 510642 广州五山华南农业大学学报编辑部(免收邮寄费)。

欢迎国内外科技工作者向本刊投稿!