

文章编号: 1001-411X(2001)02-0018-03

妃子笑荔枝果皮花色苷合成的相关因素分析

尹金华, 高飞飞, 祝曙华

(华南农业大学园艺系, 广东 广州 510642)

摘要: 以妃子笑荔枝为试材, 研究了主要内部相关因素对果皮花色苷合成的影响. 结果表明: 果皮转色前, 可溶性糖和花色苷同步快速上升, 糖的合成与花色苷的合成有重要的相关性; 还不足以证明 PAL 是花色苷合成的关键酶; 果实商品成熟期果皮 pH 值的增加不利于花色苷红色的表现, pH 值对花色苷合成的影响比较复杂, 还有待进一步的研究.

关键词: 妃子笑荔枝; 花色苷; 相关因素

中图分类号: S667.1

文献标识码: A

妃子笑是广东省近年大力推广的荔枝主栽品种, 丰产稳产, 果大肉厚, 品质优良; 但果皮着色较差, 成熟果红绿夹杂, 着色不匀, 令人觉得美中不足. 荔枝果皮的红色主要由花色苷表现, 花色苷含量高则着色好、商品性高. 花色苷合成是一个复杂的过程, 受可溶性糖、PAL 活性和 pH 值大小等因素的影响. 为摸清妃子笑荔枝果皮花色苷的发育规律, 提高果实商品性, 本试验对荔枝果皮花色苷发育的若干内部影响因素进行了分析研究.

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 1998 年在广东增城市万田果园进行, 以妃子笑 9 年生嫁接树为试材(砧木为准枝). 于盛花后 11 d 开始, 约每隔 7 d 采果 1 次, 直至果实成熟采收.

1.2 方法

(1) 花青苷含量的测定: 用盐酸甲醇提取法进行测定.

(2) 可溶性糖含量的测定: 用苯酚法进行测定.

(3) 荔枝果皮 PAL 活性的测定: 每 1 g 果皮加 5 mmol/L 巯基乙醇硼酸缓冲溶液(pH 8.8) 5 mL, 冰浴研磨, 12 000 r/min 离心 15 min, 上清液用作酶检测. 反应体系: 25 μ L 酶液, 2 mL 硼酸缓冲溶液(pH 8.8), 1 mL 0.02 mol/L 苯丙氨酸溶液. 利用 752 紫外可见分光光度计在 290 nm 处测定反应初速度. 以 $\Delta A_{290} = 0.01$ 为 1 个单位.

(4) 荔枝果皮 pH 值大小的测定: 利用 PHS 型酸度计(上海雷磁分析仪器厂生产)进行测定, 称 3 g 果

皮, 加少量蒸馏水磨碎后用蒸馏水定容至 30 mL, 静置 2 h 后测定.

2 结果与分析

2.1 果皮花色苷的合成规律

妃子笑果皮发育过程中花色苷的变化动态如图 1, 从图 1 中可看出, 花后 46 d 前随着果实的增大花色苷的含量变化不大, 花后 46 d(果皮转色前两个星期)开始快速上升, 直到果实最后成熟. 由图 1 可知, 花色苷含量的上升对果皮的转色和红色的显现有重要的作用.

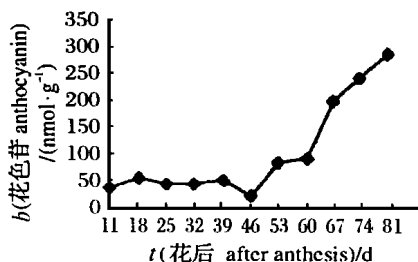


图 1 妃子笑果皮发育过程中花色苷的变化动态

Fig. 1 Change of anthocyanin content in Feizixiao litchi pericarp during fruit development

2.2 果皮可溶性糖的合成规律

妃子笑果皮可溶性糖的变化动态如图 2, 可溶性糖在花后 46 d 前含量较低. 在果皮转色后的前 2 个星期, 可溶性糖快速上升, 形成峰值. 糖是花色苷生物合成的原料, 可溶性糖的快速增加发生在转红之前, 其突发性增加可能与花色苷的合成有紧密联系. 但是, 从图中可见, 从花后 67 d 至花后 74 d 之间, 糖水平迅速下降, 而花色苷含量继续上升.

收稿日期: 2001-01-08

作者简介: 尹金华(1971-), 男, 硕士, 现在广东东莞市科学研究所工作.

基金项目: 华南农业大学校长基金资助项目(K98063)

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

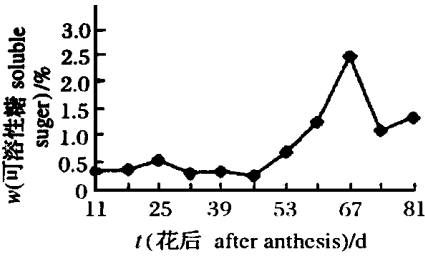


图2 妃子笑果皮发育过程中可溶性糖的变化动态

Fig. 2 Change of soluble sugar content in Feizixiao litchi pericarp during fruit development

2.3 果皮 PAL 活性的变化动态

妃子笑果皮的 PAL 活性变化动态见图 3, 结合花色苷的合成动态, 妃子笑果皮中 PAL 的活性主要峰值或低值总是先于花色苷的出现, 且有此升彼降的现象. 花后 39~53 d, 花色苷的含量是先下降后上升, 而 PAL 活性表现为先上升后下降, 花后 74 d 后, 花色苷的含量上升而 PAL 活性急剧下降. 这说明在荔枝果皮中, PAL 的活性与花色苷的合成有一定关系, 但无紧密联系.

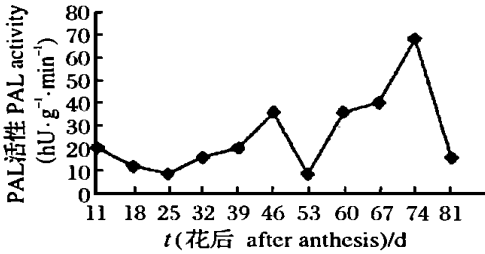


图3 妃子笑果皮发育过程中 PAL 活性的变化动态

Fig. 3 Change of PAL activity in Feizixiao litchi pericarp during fruit development

2.4 果皮 pH 值的变化动态

妃子笑荔枝果皮的 pH 值变化如图 4. 由图 4 可知, 花后 11~46 d, 果皮的 pH 值略显下降趋势; 花后 46~74 d, pH 值上升, 最后成熟时又略有下降. 结合花色苷的合成看, pH 值的大小与花色苷的合成并无紧密的联系, 其对花色苷的影响主要是通过影响其结构稳定性而影响其颜色的表现. 花色苷在 pH 值为 3.0 以下的环境中结构最稳定; 在 3.0~4.0 的范围内, 花色苷的稳定性较好并表现出较好的红色; 当 pH 值在 4.0 以上时, 花色苷的稳定性和所表现的颜色都受到影响; 当 pH 值接近 7.0 时, 花色苷几乎不表现出颜色; pH 值大于 7.0 时, 花色苷表现出蓝色^[1]. 所以, 如能使液泡的 pH 值维持在 3.0~4.0 的范围内, 对花色苷的稳定及其颜色的表现最为有利. 果实最后成熟时 pH 值在 4.6 左右. 在果实开始转色后果皮中花色苷和 pH 值都呈上升趋势, pH 值的增加不利于花色苷红色的表现, 但对留在树上的活体果实

而言, 花色苷的合成受多种因素的影响, pH 值对花色苷的影响只是一个方面, 从图中表现的动态看, pH 值似乎不是花色苷合成的制约因素.

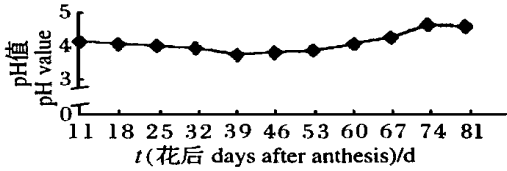


图4 妃子笑果皮发育过程中 pH 值的变化动态

Fig. 4 Change of pH value in Feizixiao litchi pericarp during fruit development

3 讨论

3.1 可溶性糖对花色苷的影响

糖是花色苷生物合成的原料, 糖积累水平的高低, 应该是影响花色苷合成的重要因素. Creasy^[2] 采用促使苹果光合产物积累的措施增进组织的碳水化合物, 结果增进了花色苷的合成. Magness^[3] 在苹果上观察到如果果实含糖量低, 最好的光照也不会使果实令人满意地着色. 葡萄浆果的着色也依赖于含糖量. 在妃子笑荔枝中, 果皮开始转色时有一个可溶性糖合成的峰值, 之后开始下降, 而花色苷的含量是一直上升的. 果实转色之后, 糖的变化趋势与花色苷并不一致, 这可能是此期糖被大量消耗用于花色苷的合成而其本身的积累补充不足所致.

3.2 PAL 活性对花色苷的影响

花色苷的合成由基因控制, 酶是基因的产物, 特定的基因通过特定的酶来实现性状的表达. 花色苷的生物合成是通过苯丙烷代谢途径完成的, 其中多数酶都是由多基因家族编码的, 在整个花色苷生物合成的基因表达中, 愈是在该途径的开始几步, 其基因拷贝数愈多. 拷贝数愈多, 其对花色苷的影响就愈小, PAL 是苯丙烷代谢的第一步酶, 其基因拷贝数达 15 个以上^[4]. 有人认为 PAL 是花色苷合成的关键酶, 理由是 PAL 是苯丙烷代谢途径的第一步酶, 果实着色需要光, PAL 是光诱导酶. 但也有人认为 PAL 并非花色苷合成的关键酶, 理由是 PAL 只是催化花色苷合成的第一步酶, 而该途径的最终产物包括多种成份, 如类黄酮、花色苷、木质素、单宁、角质等, 因此 PAL 活性与花色苷之间的关系要受到其他产物合成速率的影响. 妃子笑荔枝果皮的 PAL 活性变化动态与它们的花色苷的变化动态并不一致, 幼果期 PAL 活性开始(花后 11 d)较高, 而花色苷的合成稍后(花后 16 d)才出现峰值; 在花色苷出现峰值后, PAL 一直保持很低的水平; 果实最后成熟时, 花色苷含量继续

上升, 它们之间看不出紧密的联系. 本试验结果还不足以证明荔枝果皮中 PAL 是影响花色苷合成的关键酶, 有待于进一步研究找出更多的证据加以证明.

3.3 pH 值对花色苷的影响

pH 值影响花色苷结构的稳定性. 花色苷的稳定性取决于其结构, 结构受 pH 值的直接影响. Denny 等^[5]指出, 桃果实榨汁的颜色随 pH 值的变化而变化. Gerald 等^[6]指出樱桃果实榨汁的可见吸收光谱随 pH 值的变化而变化. Zauberman 等^[7]用低 pH 值溶液处理荔枝果皮, 发现处理果颜色鲜红. 降低果皮的 pH 值对花色苷的稳定性和颜色的显现都有作用^[2], pH 值上升, 花色苷逐渐可逆地转变成甲醇碱, 这种形式的花色苷更容易受到酶的降解. Underhill 等^[8]发现采后荔枝果皮的红色指数与果皮匀浆的 pH 值之间存在着显著的负相关. 妃子笑果实转色期, 果皮 pH 值上升但不超过 5, 此时花色苷的含量也不断上升, pH 值的上升是否抑制了花色苷的合成及其颜色的表现, 还不能下定论. 但从成熟过程中 pH 值和花色苷的变化动态看, pH 值不是花色苷合成的制约因素. 荔枝果实发育过程中, 花色苷的合成受多种因素的综合影响. pH 值对花色苷合成的影响比较复杂, 不能单纯根据它们的动态来下结论. 另外, 果皮匀浆不一定能真实地反映液泡内 pH 值的大小, 果皮细胞之间和细胞内外存在着一定的浓度梯度, 可能是由于液泡内 pH 值变化较小, 不足以成为花色苷合成的

制约因素, 也可能是 pH 值通过影响酶的活性而间接影响花色苷的合成. 关于 pH 值对花色苷合成的影响, 还有待深入研究.

参考文献:

[1] RAY P K. Post-harvest handling of litchi fruits in relation to colour retention—A critical appraisal[J] . J Food Sci Technol, 1998, 35(2): 103—116.
[2] CREASY L L. The role of low temperature in anthocyanin synthesis in McIntosh apples[J] . Proc Am Soc Hortic Sci, 1968, 93: 716—724.
[3] MAGNESS J R. Observations on color development in apples [J] . Proc Am Soc Hortic Sci, 1928, 25: 289—292.
[4] 黄卫东, 原永兵, 彭宜本. 温带果树结实生理[M] . 北京: 北京农业大学出版社, 1994. 120—121.
[5] DENNY E G, COSTON D C, BALLARD R E. Peach skin discoloration[J] . J Amer Soc Hort Sci, 1986, 111(4): 549—553.
[6] GERALD M S ANITA M B, JOHN G P, et al. color and composition of highbush blueberry cultivars[J] . J Amer Soc Hort Sci, 1984, 109(1): 105—111.
[7] ZAUBERMAN G, RONEN R, AKERMAN M, et al. Low pH treatment protects litchi color[J] . Acta Horticulturae, 1990, 209: 309—315.
[8] UNDERHILL S J R, CRITCHLEY C. Anthocyanin decolorisation and its role in lychee pericarp browning[J] . Australian Journal of Experimental Agriculture, 1994, 34: 115—122.

A Study on Factors Related to Synthesis of Anthocyanin
in Pericarp of ‘ Feizixiao’ Litchi

YIN Jin-hua, GAO Fei-fei, ZHU Shu-hua
(Dept. of Horticulture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Effects of relevant factors on anthocyanin synthesis in the pericarp of litchi (*Litchi chinensis* Sonn. cv. Feizixiao) was studied. The results showed that before coloration, both soluble sugar and anthocyanin increased rapidly, and sugar might initiate anthocyanin synthesis. PAL did not appear to be the key enzyme for anthocyanin synthesis. The effect of pH on anthocyanin synthesis was complex and further study is required.

Key words: Feizixiao litchi ; anthocyanin; relevant factors

【责任编辑 柴 焰】