

# 植物激素对果实花青苷合成的影响

于海涛<sup>1</sup>, 霍俊伟<sup>2</sup>, 吕其涛<sup>3</sup>, 李兴国<sup>2</sup>

(1. 哈尔滨市农业供销公司, 哈尔滨 150060; 2 东北农业大学园艺学院, 哈尔滨 150030; 3. 鹤岗市农业开发办, 154101)

**摘要:**果实中花青苷的合成与植物激素密切相关。综述了植物激素调控花青苷合成的机理, 详细讨论了植物激素对花青苷合成的机理, 并指出了今后的研究重点和方向。

**关键词:**植物激素; 花青苷

**中图分类号:** Q946.885, Q946.83<sup>+</sup>6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2003)04-0056-02

植物的生长发育不仅依赖于阳光、水分、空气、养分和温度, 还受到体内一些特殊有机物质的影响。这些物质在植物体内含量极微, 但是生理活性极高, 对植物的生长、开花、结实有明显的作用, 被称为植物激素。植物激素不仅直接影响细胞分裂的速度, 而且还参与植物体内的许多生理生化反应, 因此对植物体内的物质代谢和形态建成具有极其重要的作用。

花青苷是一种重要的植物天然色素, 在许多红、蓝和紫色植物中普遍存在, 并且含量较高, 是构成果实鲜艳色彩的一种天然色素, 在食品和日用化学工业上有着较为广泛的应用前景。关于植物激素和花青苷合成之间的关系一直是科研工作者探讨的热点, 多年以来取得了可喜的成就, 并且为生产上利用植物激素促进果实着色提供了许多科学依据。

## 1 植物激素调控花青苷合成的机理

研究表明, 植物激素往往通过影响植物体内的代谢过程和植物基因的表达, 来影响果实成熟和着色。

### 1.1 影响酶的活性

生长素具有促进植物生长的作用, 但是 IAA 不影响 PAL 的活性; 而在 2, 4-D 存在的情况下, CHS 的活性升高<sup>[1]</sup>。据 Ilan 等<sup>[2]</sup>报道, 在胡萝卜细胞悬浮培养时, 没有施用 GA<sub>3</sub> 的培养细胞可以看到 CHS 酶活性的三个高峰, 而施用 GA<sub>3</sub> 的只能观察到两个高峰, 因此 GA<sub>3</sub> 对 CHS 活性具有抑制作用, 进而可以说明 GA<sub>3</sub> 对花青苷的积累具有抑制作用。据焦培娟等<sup>[3]</sup>报道在乙烯利处理条件下, 随着处理浓度的升高, PAL 活性升高, 花青苷积累量也相应增加。Blankenship 和 Unrath<sup>[4]</sup>发现, PAL 是在果实着色一半以后和植物内源乙烯相伴增加的。乙烯利也可以明显增加 UFGT 酶的活性, 但是对 CHS 活性和酚类物质含量却没有任何影响<sup>[5]</sup>。

从上述内容可以看出, 植物激素是通过影响酶活性来抑制或促进花青苷的合成。但是, 目前的研究尚很肤浅, 因为在植物体内, 接受激素效应, 并呈现出激素反应的靶细胞还不清楚, 对于这方面的研究应在以后的科研中进行探讨。也许通过靶细胞的研究, 揭示出这种细胞的特异性结构, 可以明了关于花青苷的一些复杂的合成机制。

### 1.2 影响糖类代谢

夏国海等<sup>[6]</sup>报道, GA 在幼果膨大期, IAA 在果实始熟期以前, ABA 从缓慢生长期到果实成熟期, 对蔗糖的吸收均有

明显促进作用; GA 和 IAA 在果实发育前期可促进<sup>14</sup>C 蔗糖转化为非醇溶性结构物; ABA 则在成熟期表现出类似的作用; ABA 可以促进各个时期果实中氨基酸的合成; IAA 可以加快蔗糖分解为还原糖, GA 增加果糖积累, ABA 处理的果实蔗糖含量最高。激素对植物体内糖类代谢的影响可能就是其影响花青苷合成的内在机制。因为花青苷是由花青素和糖组成的, 因此糖代谢在花青苷合成中的作用很重要。而激素对糖代谢的影响也许就是其影响花青苷合成的部分机制。

### 1.3 影响基因表达

据 Okeki 等<sup>[7]</sup>报道, 2, 4-D 可以影响 PAL 和 CHS 的转录水平, 从而影响花青苷的合成。而且在光下, 2, 4-D 也影响 CHS 基因的结构, 使其结构发生改变<sup>[8]</sup>。Delila 等<sup>[9]</sup>发现, GA<sub>3</sub> 可以提高牵牛花花冠中的蔗糖浓度, 共同诱导 CHS 基因的表达, 而且 GA<sub>3</sub> 的这种诱导作用, 不能被钒酸盐所抑制。同时激素对植物体内的 mRNA 含量也有影响<sup>[7]</sup>。但是, 这种影响的机制还不清楚, 目前, 大多数学者只是研究了植物激素对花青苷合成的基因表达的影响, 而没有更深层面的研究。基因的表达过程是极其复杂的, 只有在调节基因充分表达的情况下, 结构基因才能够表达出来。而激素对调节基因的作用是激素影响花青苷合成的关键。

## 2 植物激素对花青苷合成的影响

### 2.1 生长素的影响

Saure<sup>[10]</sup>报道, 生长素可以促进花色苷的形成, 但是不清楚这是直接效应还是提早成熟的结果。而且 2, 4-D 也可以促进连续光照下培养的苹果果肉组织形成花色苷。

### 2.2 赤霉素的影响

试验表明, 外施赤霉素会减少或延缓苹果花色苷的形成, GA<sub>3</sub> 的这种效应部分是由于它延缓了成熟, 而且愈伤组织培养的试验表明, GA<sub>3</sub> 抑制 PAL 活性, 从而减少花色苷的合成。

### 2.3 脱落酸的影响

ABA 可能是葡萄果实成熟的刺激物, 因为在成熟的过程中游离脱落酸迅速增加, 此外, 外用 ABA 能显著促进花色苷合成, 在全部去掉叶片的情况下, 外用 ABA 尚可增加“巨峰”葡萄果实花色苷的积累; 而且 ABA 还可以刺激离体培养的果实积累花色苷, 所以 ABA 对花色苷积累的促进作用是由于果实内部发生的生理变化, 而不是由于果实和植株的相互作用, 最可能的变化是糖的积累或者果皮内 ABA 本身含有量的增加, 但是“白玫瑰香”、“巨峰”、“特级韩宝”在成熟时最大脱落

酸含量没有差别,因此,ABA的作用可能是在其它生理代谢的基础上起作用,ABA的作用也可能是基因决定的<sup>[11]</sup>。

#### 2.4 细胞分裂素的影响

细胞分裂素对花青苷的影响都是和其它激素共同研究的。胡桂兵等<sup>[12]</sup>研究妃子笑荔枝果实发育过程中果皮花青苷含量与细胞分裂素、赤霉素和脱落酸等内源激素含量的变化规律时发现,果实发育第一期前期,即在花后14 d(天)以内,果皮细胞分裂素和赤霉素含量较高,而脱落酸含量较低,同期果皮花青苷含量也偏低;在花后28 d(天),细胞分裂素含量出现一个合成高峰,同期脱落酸含量相对较高而赤霉素含量相对较低,此时花青苷出现第一个合成高峰;花后42 d(天)果实发育进入第二期,赤霉素含量一直保持极低水平,而细胞分裂素含量随着果皮花青苷含量的增加而增加;到了果实成熟后期,即花后56 d(天),当花青苷大量合成时,细胞分裂素却保持稳定的较低水平,脱落酸含量升高基本与花青苷合成相一致。

#### 2.5 乙烯的影响

果实乙烯释放与花青素积累过程变化规律一致<sup>[13]</sup>;果实伤害处理明显刺激果皮乙烯及花青素形成,花青素出现时期晚于乙烯已明显开始增加期,且 $Ag^+$ 能部分抑制伤害果实花青素的形成;果实阴、阳面果皮的乙烯释放速率在果实成熟期间差别不大。乙烯利处理也可以诱导花色苷的积累<sup>[3]</sup>。

#### 2.6 综合影响

乙烯与脱落酸是果实成熟激素,而花青苷在果实成熟时大量合成,果实成熟又是衰老的最初标志,所以在这一时期,乙烯和脱落酸一定相伴生成。因此二者与花青苷合成的作用应该是最密切的。李秀菊等<sup>[14]</sup>报道,红富士苹果种子乙烯生产量较高时,花青苷含量也达较高水平,二者呈现出显著正相关( $r=0.7646$ ),而且根据其在试验中对果实色素迅速形成期间,种子、果皮、果肉中细胞分裂素的测定结果的分析,指出CTK可能参与了花青苷形成有关的代谢过程。同时他们根据脱落酸和赤霉素的测定数据得出结论,认为激素间的相互影响以及共同作用,在控制果实色素形成过程中起到不同的作用,种子中的ABA、乙烯是色素形成的关键诱因,GA或CTK(或GA和CTK)可能共同参与了这一复杂的生理过程。由此可见,内源激素与花青苷合成之间的关系是极其复杂的,因此对于这些问题的探讨在以后的科研中应深入进行下去。

#### 3 结语

对于植物激素与花青苷合成的关系的研究,现在国内外已经有较多的报道。但是植物激素影响花青苷合成的机制还不清楚。迄今为止,对于花青苷合成过程中的靶细胞还没有相关的报道。植物激素对花青苷合成的影响,因植物激素种类而存在差异,但是,具体的植物激素对花青苷的作用还存在

争议。在这些方面还需进一步深入探讨。花青苷的合成是一个极其复杂的过程,而植物激素对植物生长发育的作用是在各种植物激素的相互作用下完成的。因此,植物激素之间的相互影响以及共同作用对花青苷合成的影响还需深入研究,以利于在生产上应用化学调控的方法来促进果实着色,改善果实品质。

#### 参考文献:

- [1] Mizukami - H, Tomita - K, Ohashi - H. Anthocyanin accumulation and changes in activities of phenylalanine ammonia - lyase and chalcone synthase in roselle(*Hibiscus sabdariffa* L.) callus cultures[J]. Plant - Cell - Reports. 1989, 8:8, 467~470.
- [2] Ilan A, Dougall D. K. Effect of gibberellic and uniconazole on the activity of some enzymes of anthocyanin biosynthesis in carrot cell cultures[J]. plant growth reg, 1994, 13(4):213~219.
- [3] 焦培娟,郭太君,赵淑兰等. 乙烯利处理对山楂果实 PAL 活性和花色苷积累的影响[J]. 特产研究, 1996, 2:16~18.
- [4] Blankenship SM, Unrath CR. PAL and ethylene content during maturation of Red and Golden Delicious apples[J]. Phytochemistry, 1998, 27:1001~1003.
- [5] Ju zhiguo, Yuan yongbing, Liu chenglian, et al. Activity of chalcone synthase and UDPGal: flavonoid - 3 - O - glycosyltransferase in relation to anthocyanin synthesis in apple[J]. Scientia horticulture, 1995, 63:175~185.
- [6] 夏国海,张大鹏,贾文锁. IAA、GA 和 ABA 对葡萄果实蔗糖输入与代谢的调控[J]. 园艺学报, 2000, 27(1):6~10.
- [7] Okeki - Y, Komamine - A. Induction and repression of phenylalanine ammonia - lyase and chalcone synthase enzyme proteins and mRNAs in carrot cell suspension cultures regulated by 2, 4 - D[J]. Physiologia - Plantarum. 1990, 78(3):400~408.
- [8] Ozeke - Y, Davies - E. Structure and expression of chalcone synthase gene in carrot suspension cultured cells regulated by 2, 4 - D[J]. Plant - and Cell - Physiology. 1993, 34(7):1029~1037.
- [9] Delila Moalen - Beno, Guy Tamari, Yael Leitner - Dagan, et al. Sugar - Dependent gibberellin - induced chalcone synthase gene expression in *Petunia* Corollas[J]. Plant Physiol, 1997, 113:419~424.
- [10] Saure. M, C. External control of anthocyanin formation in apple, Sci. Hort., 1990, 30:252~282.
- [11] 苏淑钗. 葡萄着色问题研究进展[J]. 葡萄栽培与酿酒, 1994, 69(2):1~4.
- [12] 胡桂兵,陈大成,李平等. 荔枝果皮花青苷与内源激素含量的变化规律[J]. 福建果树, 2000(1):1~3.
- [13] 潘增光,范晖,束怀瑞. 苹果果实花青素形成与乙烯释放的关系[J]. 植物生理学报, 1995, 31(5):338~340.
- [14] 李秀菊,刘用生,束怀瑞. 红富士苹果套袋果实色泽与激素含量的变化[J]. 园艺学报, 1998, 25(3):209~213.

欢迎订阅《北方园艺》期刊