

苹果花青素形成与 PAL 活性 及蛋白质含量的关系

周爱琴^①
(莱阳农学院)

祝 军 生吉萍 申 琳
(园 艺 系)

生兆江
(莱阳农学院)

摘 要 通过对新红星、乔纳金、红富士和新国光 4 个品种在果实着色过程中花青素含量、苯丙氨酸解氨酶活性和蛋白质含量的测定,发现三者存在一定的相关性。在果实着色期间,随着苯丙氨酸解氨酶活性的增加,花青素含量增加。着色前期苯丙氨酸解氨酶活性基本上呈直线增加,后期较平稳;而蛋白质含量则随花青素含量的增加呈下降趋势。

关键词 花青素; 苯丙氨酸解氨酶(PAL); 蛋白质

中图分类号 S661.1

The Relationship of Anthocyanidin Formation, PAL Activity and Protein Content During Apple Colouring

Zhou Aiqin
(Laiyang Agricultural College)

Zhu Jun Sheng Jiping Shen Lin
(Dept. of Horticulture)

Sheng Zhaojiang
(Laiyang Agricultural College)

Abstract The relationship of anthocyanidin formation with PAL activity and protein content during apple colouring in four varieties: Starkrimson, Jonagold, Red Fuji and New Ralls was studied. It showed that there are certain relationship among the three items. PAL activity increased as the increasement of anthocyanidin, and rised up faster at early stage than that at later stage; whereas protein content decreased during the colouring.

Key words anthocyanidin; PAL; protein

红色是苹果果实品质的重要因素之一。近几年来,我国苹果生产发展迅速,总产量已居世界第一。然而,苹果果实着色差,严重影响了其商品价值及市场竞争力,已成为制约我国苹果生产发展的关键因素。因此,改善苹果着色是当前苹果生产中一项十分紧迫的任务。

使苹果果皮呈红色的物质是花青素。许多研究指出,花青素的合成与苯丙氨酸解氨酶(PAL)和蛋白质的合成有密切关系,提高 PAL 活性,抑制蛋白质的合成^[1~3],则有利于花青素的合成,但也有的研究结果不尽一致^[4,5]。为此,我们采用 4 个目前苹果生产上的主要栽培品种为实验材料,研究花青素的形成与 PAL 活性及蛋白质含量的关系。

收稿日期: 1996-01-24

①周爱琴,山东省莱阳市文化路 46 号莱阳农学院,265200

1 材料和方法

实验材料为8年生的新红星、乔纳金、红富士和新国光,均采自山东省莱州市小草沟园艺场(试材苗木来源于本场农业部无病毒苗木繁育圃)。果园栽培管理水平正常。根据山东胶东半岛气候条件及供试品种着色情况,从08-10起每7d采样一次并分析测定,直到采收。每个品种各5株,每株每次采5个果实。

花青素的含量测定采用分光光度法^[6]。用直径为1.2cm的打孔器在果实相对4面各取一果皮园片,剪碎后,用0.1mol HCl提取并过滤,取滤液在530nm下读取光密度。以在530nm处OD值为0.100时的花青素浓度为1个单位。将所测得的光密度值乘以10,即代表花青素的相对浓度单位。用 U/cm^2 表示,U表示相对浓度单位(unit), cm^2 表示果皮面积。

PAL活性的测定用分光光度法^[7]。取果皮及皮下2mm果肉10g作材料。以每小时在290nm处OD值变化0.01作为一个酶活性单位(unit)。用 U/g 。蛋白质含量的测定采用Lowry法^[8]。用 mg/g 表示。各测定项目重复3次。

2 结果与分析

2.1 花青素形成与PAL活性

由图1可以看出,在新红星、乔纳金、红富士和新国光4个品种果实着色进程中,PAL的活性都升高,基本上呈S型变化。各个品种着色前期PAL活性提高较快,而到着色后期不再增加,呈饱和状态。

不同品种,PAL活性达最大时的花青素含量不同。各供试品种采收时的花青素含量从高到低分别为:新红星 $10 U/cm^2$,乔纳金 $9 U/cm^2$,红富士 $8 U/cm^2$,新国光 $5 U/cm^2$ 。这与外观上这4个品种在当地气候条件下的着色程度相一致。这表明,着色过程中,花青素的形成与PAL活性呈一定的相关性。

不同品种,果实开始着色时,PAL活性的高低不同。4个品种果实开始着色时的PAL活性从小到大依次为:新红星 $0.23 U/g$,乔纳金 $0.56 U/g$,红富士 $0.61 U/g$,新国光 $0.73 U/g$ 。同时观察表明,4个品种的开始着色期与着色关键期早晚是一致的,即开始着色期早的,其着色关键期也早;反之,则晚。新红星果实着

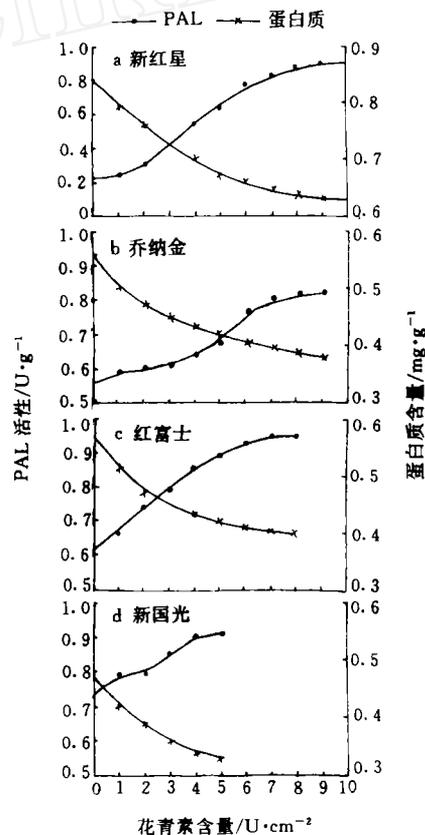


图1 不同苹果品种中花青素含量与PAL活性和蛋白质含量的关系

色关键期最早,其次是乔纳金,然后是红富士,新国光最晚。

2.2 花青素形成与蛋白质含量

由图1可见,在果实着色过程中,PAL活性升高,而蛋白质含量却逐渐下降。着色前期蛋白质含量下降较快,到着色后期下降趋于缓和。不同苹果品种之间,成熟时蛋白质含量水平不同,新红星含量最高,其次为红富士和乔纳金,新国光含量最低。

在果实着色过程中,不同品种果实中蛋白质含量降低的程度不同。新红星、乔纳金、红富士和新国光4个品种着色过程中果实的蛋白质含量分别下降了0.21,0.18,0.16和0.14 mg/g。这与这4个品种在当地气候条件下果实着色的深浅程度相吻合。说明蛋白质的降解与花青素的形成是呈负相关关系的。

3 讨论

许多报告认为,受光调节的PAL是花青素合成的关键酶^[2],PAL能阻止戊糖代谢中形成的苯丙酮酸不致与氨结合生成苯丙氨酸向形成蛋白质方向发展,而是朝着合成花青素方向进行^[1]。花青素的合成与PAL的活性呈正相关。从本实验的结果来看,随着果皮中花青素含量的增加,果实中PAL活性也随着增加,但二者的关系并非呈简单的正相关关系。这说明PAL活性与花青素合成之间的关系要受到其它某些代谢反应的影响。也可以说,PAL可能不是控制花青素合成的唯一关键酶,有可能存在着更为直接的酶调节着花青素的形成。

参 考 文 献

- 1 曾骧,果树生理学.北京:北京农业大学出版社,1992.259~264
- 2 Arakawa O. Photoregulation of anthocyanin synthesis in apple fruit under UV-B and red light. *Plant Cell Physiol*, 1988, 29:1385~1389
- 3 鞠志国,原永兵,刘成连等.苹果果皮中酚类物质合成规律的研究.莱阳农学院学报,1992,9:222~225
- 4 原永兵,刘成连等.苹果果皮红色形成的机制.园艺学年评,北京:科学出版社,1995.1:121~132
- 5 Saure M C. External control of anthocyanin formation. *Scientia Hort*, 1990, 42:181~218
- 6 华东师大植物生理组主编.植物生理学实验指导.北京:人民教育出版社,1980.168~169
- 7 薛应龙主编.植物生理学实验.北京:高等教育出版社,1985.104~115
- 8 Bensadoun A, Weinstein D. Assay of protein in the presence of interfering materials. *Anal Biochem*, 1976, 70:241~250