

苹果不同品种果实原花青素含量及其动态变化

乜兰春, 孙建设, 吕霞

(河北农业大学园艺学院, 河北保定 071001)

摘要 用香草醛-盐酸法测定了苹果 (*Malus domestica* Mill.) 5个品种的幼果和成熟果原花青素含量, 并对品种‘富士’和‘新红星’果实发育期间原花青素含量的变化动态进行了研究。结果表明, 苹果幼果富含原花青素, 5个品种含量在 $8.46 \sim 13.90 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW) 之间, 以品种‘金冠’最高, ‘乔纳金’次之。苹果成熟果实原花青素主要存在于果皮中, 含量达 $4.232 \sim 7.307 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW), 果肉中含量为 $0.525 \sim 1.034 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW), 以品种‘新红星’和‘富士’最高。‘富士’和‘新红星’果实发育期间原花青素含量变化动态基本一致, 发育早期果皮原花青素含量呈增加趋势, 5月底达最高值, 之后下降, 7月中旬以后基本稳定; 果肉原花青素含量一直呈下降趋势, 8月中旬以后基本保持稳定。

关键词: 苹果; 原花青素; 含量; 动态变化

中图分类号: Q946.83+6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2004)01-0016-03

The contents and dynamic changes of procyanidin in fruit of different cultivars of *Malus domestica* NIE Lan-chun, SUN Jian-she, LÜ Xia (Horticultural College, Agriculture University of Hebei, Baoding 071001, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2004, 13(1): 16-18

Abstract: Procyanidin content in young and ripe fruit of 5 cultivars of *Malus domestica* Mill. (‘Fuji’, ‘Starkrimson’, ‘Jonagold’, ‘Orin’ and Golden Delicious’) and its dynamic changes in ‘Fuji’ and ‘Starkrimson’ fruit were studied by vanillin assay. The results indicated that young fruit was abundant in procyanidins. Procyanidin contents of 5 cultivars were $8.46 \sim 13.90 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW), and ‘Golden Delicious’ was found to contain much more procyanidins followed by ‘Jonagold’. Procyanidin contents in ripe fruit were $4.232 \sim 7.307 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW) in the skin and $0.525 \sim 1.034 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (FW) in the flesh, and it was higher in ‘Starkrimson’ and ‘Fuji’. ‘Fuji’ and ‘Starkrimson’ fruits had similar dynamic changes of procyanidin content. In the skin, procyanidin content increased to the highest at the end of May, then declined and maintained stable from the mid of July to harvest time. In the flesh, procyanidin content declined from May to the mid of August and then maintained stable up to harvest time.

Key words: *Malus domestica* Mill.; procyanidins; content; dynamic change

原花青素 (procyanidins) 是一类聚多酚类物质, 由不同数量的儿茶素、表儿茶素或儿茶素与表儿茶素缩合而成。在果汁加工过程中被认为是“潜在不稳定因素”, 可使果汁带有苦涩等不良风味, 引起果汁浑浊、沉淀及褐变^[1]。现代药理学研究证实原花青素具有抗氧化、清除自由基、抑制肿瘤、抗诱变、降低毛细血管通透性及改善人体微循环等多种药理作用, 并以高效、低毒和高生物利用率而著称, 其体内抗氧化能力是维生素 E 的 50 倍, 维生素 C 的 20 倍。在食品、保健品、医药及化妆品领域具有广泛的应用前景。以葡萄籽、银杏等植物资源为原料, 已开发出多种含原花青素的药品、保健品和化妆品^[2,3]。

苹果 (*Malus domestica* Mill.) 富含原花青素, 并以低聚体为主^[4,5]。国内外以往对苹果原花青素的

研究主要集中在对果汁及果酱等加工品的品质影响方面, 随着原花青素多种特殊功效逐渐被证实和应用, 苹果原花青素的开发利用也开始受到关注^[6]。我国是苹果生产大国, 资源十分丰富, 有关不同品种原花青素含量的研究尚未见报道。针对目前我国苹果鲜果市场日趋饱和, 加工产品单一, 资源综合利用率及深加工程度很低的状态, 本文对‘富士’、‘新红星’、‘乔纳金’、‘王林’、‘金冠’等我国 5 个主栽苹果品种的幼果和商品成熟果原花青素含量以及‘富士’和‘新红星’果实发育期间原花青素含量变化动态进

收稿日期: 2003-07-09

基金项目: 国家教委优秀青年教师基金项目

作者简介: 乜兰春(1966-), 女, 河北保定人, 在读博士生, 副教授, 主要从事果蔬品质研究。

行了研究,以期为我国苹果资源综合利用与开发以及果汁加工品质的提高提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验于2001年进行,供试品种为‘富士’(Fuji)、『新红星’(Starkrimson)、『乔纳金’(Jonagold)、『王林’(Orin)和‘金冠’(Golden Delicious)。取自保定市西郊北章果园,树龄8~9 a生,生长结果正常。取果部位在树冠外围距地面1.5 m处。

5月30日(疏果期)分别取5个品种大小一致的果实各10个,每个幼果取纵切的1/4, -70℃下保存,用于不同品种幼果原花青素含量测定。

分别于5个品种商品果实的成熟期,每品种取成熟果实10个,用削皮器迅速削皮,果肉纵切,每个果实的1/16与果皮分别在-70℃下保存,用于成熟果实果皮、果肉原花青素含量测定。

自‘富士’、『新红星’落花后15 d(5月15日)起每15 d取样1次,取样及果实切分方法同上,测定果实不同发育时期果皮和果肉中原花青素含量。

1.2 原花青素含量测定

取果肉5 g(或果皮3 g),加1滴磷酸和少量80%甲醇溶液,0~4℃下研磨后定容至25 mL,超声波震荡10 min,4 000 r/min离心,上清液待测。取1 mL待测液移入遮光试管,加入5 mL 1%香草醛甲醇溶液与8%盐酸甲醇溶液的等量混合溶液,在(20±2)℃下反应15 h,500 nm下测定吸光值。

用80%甲醇配制不同浓度的儿茶素溶液,按待测液的反应方法和条件测定吸光值,根据儿茶素浓度和吸光值作标准曲线^[7]。原花青素含量用相对于儿茶素的含量表示。

2 结果与分析

2.1 不同品种幼果原花青素含量

苹果不同品种幼果原花青素含量见表1。由表1可以看出,5个品种幼果原花青素含量在8.46~13.90 mg·g⁻¹(FW)之间,以‘金冠’最高,‘乔纳金’次之,分别达13.90和11.30 mg·g⁻¹(FW),显著高于‘富士’[8.46 mg·g⁻¹(FW)]、‘新红星’[8.37

mg·g⁻¹(FW)]和‘王林’[8.95 mg·g⁻¹(FW)]幼果中原花青素含量。

表1 苹果不同品种幼果的原花青素含量¹⁾

Table 1 Procyanidin content in young fruits of different cultivars of *Malus domestica* Mill.¹⁾ (FW)

品种 Cultivar	原花青素含量/mg·g ⁻¹ Procyanidin content
富士 Fuji	8.46c
新红星 Starkrimson	8.37c
乔纳金 Jonagold	11.30b
王林 Orin	8.95c
金冠 Golden Delicious	13.90a

¹⁾ 不同字母表示 Duncan's 新复极差测验达5%显著水平 The different letters indicate the significant difference at the level $P=0.05$ by Duncan's multiple range test.

2.2 不同品种成熟果实原花青素含量

苹果不同品种成熟果实原花青素含量见表2。由表2可以看出,成熟果实原花青素含量低于幼果,且主要存在于果皮中。5个品种果皮原花青素含量在4.232~7.307 mg·g⁻¹(FW)之间。以‘新红星’最高,‘富士’次之,分别比其他品种高约70%和40%。果肉原花青素含量仅为0.525~1.034 mg·g⁻¹(FW),以‘新红星’和‘富士’较高。

表2 苹果不同品种成熟果实的原花青素含量¹⁾

Table 2 Procyanidin content in ripe fruits of different cultivars of *Malus domestica* Mill.¹⁾ (FW)

品种 Cultivar	原花青素含量/mg·g ⁻¹ Procyanidin content	
	果肉 Flesh	果皮 Skin
富士 Fuji	0.929a	6.043b
新红星 Starkrimson	1.034a	7.307a
乔纳金 Jonagold	0.525b	4.866c
王林 Orin	0.634b	4.296c
金冠 Golden Delicious	0.597b	4.232c

¹⁾ 不同字母表示 Duncan's 新复极差测验达5%显著水平 The different letters indicate the significant difference at the level $P=0.05$ by Duncan's multiple range test.

2.3 果实发育期间原花青素含量的动态变化

‘富士’和‘新红星’果实发育期间果肉及果皮原花青素含量变化动态见表3和表4。结果表明,2个品种果实发育期间原花青素含量的变化动态基本一致,但果肉与果皮中原花青素含量的变化趋势不同。从5月15日到5月30日,2个品种果皮原花青素含量均呈增加趋势,并达到最高,之后含量下降,7月中旬以后,品种‘富士’中的含量基本稳定;‘新红星’中的含量稍有升高,但在成熟期间又有所下降。从

表3 苹果不同品种果实发育期间果皮中原花青素含量动态变化

Table 3 Dynamic changes of procyanidin content in skin of fruit of *Malus domestica* Mill. cultivars during development stage (FW)

品种 Cultivar	不同发育时期的原花青素含量/mg·g ⁻¹ Procyanidin content in different time (Date/Month)											
	15/5	30/5	14/6	29/6	14/7	29/7	13/8	28/8	12/9	27/9	12/10	27/10
富士 Fuji	9.33	16.45	15.01	13.70	5.21	5.51	5.17	6.99	6.30	5.68	6.45	6.04
新红星 Starkrimson	11.46	23.70	20.60	10.56	7.45	8.61	10.23	10.34	7.31			

表4 苹果不同品种果实发育期间果肉中原花青素含量动态变化

Table 4 Dynamic changes of procyanidin content in flesh of fruit of *Malus domestica* Mill. cultivars during development stage (FW)

品种 Cultivar	不同发育时期的原花青素含量/mg·g ⁻¹ Procyanidin content in different time (Date/Month)											
	15/5	30/5	14/6	29/6	14/7	29/7	13/8	28/8	12/9	27/9	12/10	27/10
富士 Fuji	8.23	4.31	4.67	1.88	1.35	1.19	0.88	0.80	0.87	0.74	0.80	0.93
新红星 Starkrimson	7.24	7.55	5.51	3.25	2.55	1.79	1.26	1.22	1.03			

5月15日至8月中旬,2个品种果肉中原花青素含量迅速下降,8月中旬以后基本保持稳定。

3 结论与讨论

苹果幼果富含原花青素, Lister 等对 'Granny Smith' 和 'Splendour' 2个苹果品种果实发育期间果皮类黄酮含量变化动态的研究表明, 幼果中槲皮素糖苷和原花青素含量很高, 至果实发育中期降低 50% 左右^[8]。本研究中5个品种幼果的原花青素含量在 8.46~13.90 mg·g⁻¹(FW) 之间, 约为成熟果实果皮的2倍、果肉的10倍以上, 可见苹果幼果是原花青素的重要资源。苹果在生产上需要疏果, 落花后1个月左右, 约有3/4的幼果被疏除, 大量散落于果园的幼果, 不仅造成资源浪费, 也可能诱发病虫害。从苹果幼果中提取原花青素, 研制开发以苹果幼果为原料的保健品和化妆品, 将拓宽苹果综合利用途径, 也可起到减轻果园病虫害的作用。

苹果成熟果实果皮中原花青素含量较高, 在 4.232~7.307 mg·g⁻¹(FW) 之间。但无论是鲜食还是进行深加工, 果皮作为副产品尚未能进行良好的加工利用。目前, 国内已有从红色苹果果皮中提取天然食用色素以及从葡萄皮中提取原花青素的报道^[9,10], 而苹果皮也可作为原花青素这一抗氧化活性成分资源加以利用。

苹果成熟果实果肉原花青素含量显著低于果皮, 达 0.525~1.034 mg·g⁻¹(FW), 不同品种差异显著。作为果实加工过程中的“潜在不稳定因素”, 原花青素氧化聚合是造成果汁品质及稳定性差的主要原因, 因此, 应选择原花青素等酚类物质含量较低的

品种作为加工原料, 对含量较高的品种应在加工前通过吸附等手段除去大部分原花青素等酚类物质, 或加工过程中采取措施防止原花青素氧化聚合, 以保证果汁品质。

苹果果实发育期间果皮原花青素含量在早期增加, 5月底达到最高值, 之后含量下降, 7月中旬以后基本稳定; 果肉原花青素含量从5月15日至8月中旬迅速下降, 8月中旬以后基本保持稳定。'富士'和'新红星'的变化动态基本一致。

参考文献:

- [1] 戚向阳, 陈仲球, 陈志远, 等. 苹果中原花青素的测定及对果汁质量的影响[J]. 湖北农业科学, 2001(6): 74-77.
- [2] 万本屹, 董海洲, 刘传富. 原花青素及应用[J]. 中国食物与营养, 2001(6): 15-16.
- [3] 吕丽爽. 天然抗氧化剂低聚原花青素研究进展[J]. 食品科学, 2002, 23(2): 147-150.
- [4] Hamauzi Y, Lijima E, Banno K. Changes in catechin and procyanidin contents during fruit development of two apple cultivars[J]. J Japan Soc Hort Sci, 1999, 68(6): 1184-1193.
- [5] Burda S, Oleszek W, Lee C Y. Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage[J]. J Agric Food Chem, 1990, 40: 1478-1487.
- [6] 戚向阳, 陈维军, 王小红. 苹果中原花青素的提取分离研究[J]. 中国食品学报, 2001, 1(1): 30-35.
- [7] Deshpande S, Cherym M. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans[J]. J Food Sci, 1985, 50:905-910.
- [8] Lister C E, Lancaster J E, Sutton K H. Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar[J]. J Sci Food Agric, 1994, 64: 155-161.
- [9] 麻明有, 麻成金, 姚俊, 等. 苹果皮色素的提取及其稳定性研究[J]. 吉首大学学报(自然科学版), 1998, 19(3): 46-48.
- [10] 赵文恩, 陈雷, 韩雅珊, 等. 葡萄皮渣原花青素提取分离的初步研究[J]. 食品科学, 2000, 21(12): 68-69.