

苹果果实早期发育期间乙烯释放率 和过氧化物酶活性的变化

关军锋

(河北农业技术师范学院园艺系, 昌黎 066600)

束怀瑞 黄天栋

(山东农业大学, 泰安 271000)

摘 要

苹果(新红星和金矮生)果实生理落果的早期、后期乙烯释放率较低,其高峰期乙烯释放率较高。果实乙烯释放率与1-氨基环丙烷-1-羧酸(ACC)含量因发育状况不同而不同。生理落果的早期,果实中的过氧化物酶活性较低,高峰期过氧化物酶活性迅速增大。果实不同部位的过氧化物酶(POD)活性及同工酶谱有明显差别。

关键词 苹果 果实 早期发育 乙烯 过氧化物酶

乙烯在植物生长发育许多方面起着调节作用。但对果实早期发育期间乙烯变化的研究尚少。在果实早期发育中常出现生理落果现象。近年来研究认为,乙烯释放与果实脱落关系不大。同时,对果实生理脱落机制的研究多侧重于植物激素变化动态上^[4]。并且,过氧化物酶在器官脱落中具有重要作用^[7],因此,我们对苹果早期发育期间乙烯释放、过氧化物酶活性及同工酶变化做了初步研究,旨在探索这些指标在苹果果实早期发育中的作用以及与果实脱落的关系。

材料和方法

试材取自山东省果树研究所三果园内,品种为10年生金矮生和新红星。定株取大小一致发育相近的果实供作分析,参照张承烈(1983)^[3]方法选择一触即落的果实为将落果(称为败育果),不落的果实为正常果。当天取回样品进行分析测定。

1990-08-30收稿。

试验过程中得到山东农业大学王其同志的帮助,谨致谢意。

测定方法：果实乙烯释放，系将果实密封在样品瓶内定时取样测定，乙烯含量用日本岛津GC-2A型气相色谱仪测得。果实各部位用解剖刀小心分开后各自混匀取样分析1-氨基环丙烷-1-羧酸（ACC）含量与过氧化物酶（POD）活性。ACC含量测定参照董建国等〔1〕方法，POD活性测定参照X·H·波钦诺克（1981）〔5〕方法。POD同工酶用聚丙烯酰胺凝胶电泳法〔2〕测定。

结果与分析

一、果实早期发育期间乙烯释放率变化

苹果果实乙烯释放率在生理落果期变化很大。由表1知，在果实生理落果高峰期，乙烯释放率最高，生理落果早期与后期乙烯释放率均低。同时，金矮生苹果乙烯释放率高于新红星苹果。

表1 正常苹果果实早期发育期间乙烯释放率变化 (单位: $\text{nl} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

时 期	金矮生	新红星
生理落果早期 (5月20日)	0.13	0.09
生理落果高峰期 (6月2日)	0.78	0.58
生理落果后期 (6月12日)	0.30	0.08

由表2知，新红星苹果不同部位ACC含量分布与变化表现不同，生理落果高峰期ACC含量最高，与果实乙烯释放率最高相一致。

表2 新红星苹果果实不同部位ACC含量 (单位: $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)

时 期	果皮	果肉	果心
生理落果早期 (5月20日)	0.03	0.18	0.26
生理落果高峰期 (6月2日)	0.87	0.52	0.41
生理落果后期 (6月12日)	0.23	未检出	0.14

对生理落果早期金矮生苹果ACC含量分析表明(图1)，败育果实果皮、果肉ACC含量高于正常果实，但果心相反，含量甚微。从果实乙烯释放率看，败育果实低于正常果实，这表明果实乙烯生成过程（主要指前体ACC向乙烯的转化）受抑，此时容易观察到败育果实种子很快变褐。

对新红星苹果生理落果后期分析表明，败育果实乙烯释放率较低，但果肉ACC含量较高(图2)。

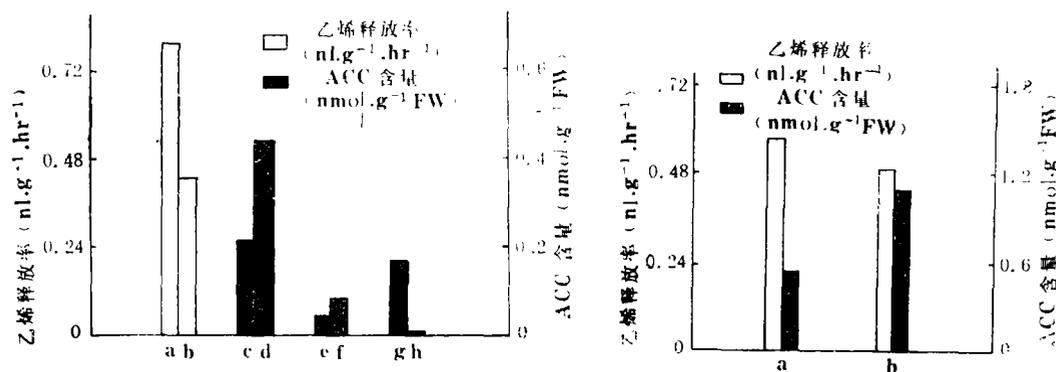


图1 金矮生苹果正常与败育果实乙烯释放率、ACC含量比较 (5月20日)

a、b: 正常、败育果实

c、e、g: 正常果实果皮、果肉、果心

d、f、h: 败育果实果皮、果肉、果心

图2 新红星苹果正常与败育果实乙烯释放率与果肉ACC含量比较 (6月2日)

a、正常果实

b、败育果实

二、果实发育早期POD的变化

1. POD活性的变化 由表3知,果实早期发育期间,果肉中POD活性始终低于其它部位,而在落果高峰期最高。果柄中POD活性一直高于其它部位,生理落果早期最高,然后活性降低。果皮中POD活性在生理落果高峰期最高,果心POD活性呈上升趋势。这表明果实不同部位的POD活性不同。

表3 金矮生苹果生理落果期间POD活性的变化

时 期	不同部位POD的活性 (μg 愈创木酚 $\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)			
	果 皮	果 肉	果 心	果 柄
生理落果早期 (5月20日)	1.03	微量	4.87	110.49
生理落果高峰期 (6月2日)	18.08	0.91	7.26	64.97
生理落果后期 (6月12日)	16.12	0.82	8.86	60.24

2. POD同工酶酶谱的变化 生理落果早期,金矮生苹果败育果实的POD同工酶谱带多于正常果实,且集中于中区(Rf 0.38~0.51),其中尤以果心部位差别明显(图3)。生理落果后期,金矮生苹果败育果实果肉比正常果实果肉多1条酶谱带(Rf 0.53),果心中多2条酶谱带(Rf 0.53、0.72),果柄中亦多2条酶谱带(Rf 0.41、0.65)(图4)。生理脱落后期,POD同工酶活性变弱,果心组织中增加2条酶谱带(Rf 0.35、0.38),果柄中的POD同工酶变化不大(图5A),此时,果皮、果肉组织中POD同工酶表达较弱,谱带较少。

生理落果期后,金矮生苹果POD同工酶酶谱带明显减少,变得不清晰,说明POD同工酶表达较弱(图5B)。

综合果实POD同工酶的变化,可见果心、果柄组织的POD表达与果实脱落关系较为密切。

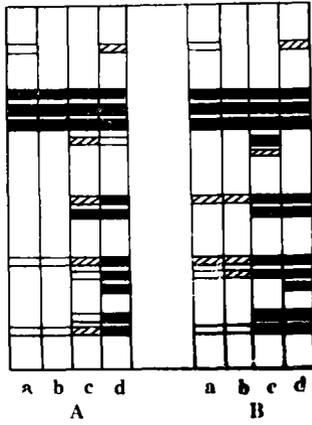


图3 金矮生苹果正常(A)与败育(B)果实各部位 POD 同工酶 (5月20日)

a: 果皮 b: 果肉
c: 果心 d: 果柄

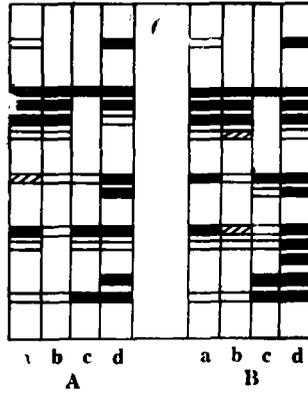


图4 金矮生苹果正常(A)与败育(B)果实各部位POD同工酶 (6月2日)

a: 果皮 b: 果肉
c: 果心 d: 果柄

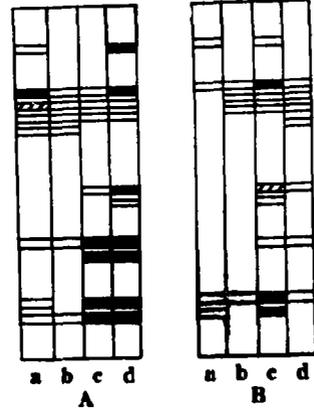


图5 金矮生苹果正常果实各部位POD同工酶 A: 6月12日 B: 1月8日

a: 果皮 b: 果肉
c: 果心 d: 果柄

讨 论

一、关于乙烯与果实早期发育的关系

据报道,当促进生长物质少时,乙烯是果实脱落的引发物(trigger)〔1〕,但近期研究结果认为,六月落果期苹果乙烯释放与果实脱落关系不大〔8〕。本试验结果进一步证实了后一观点。由于果实乙烯生成受ACC含量及ACC向乙烯转化速率的限制,同时,ACC向乙烯的转化是一个与膜完整性相连的过程〔9〕。而其它激素也会影响到乙烯生成,其中脱落酸(ABA)抑制ACC生成和乙烯释放〔10〕,果实种子内激素含量高,且在果实发育早期变化很大〔4〕。本试验中发现败育果实果心ACC的含量较低(图1),同时种子易发生褐变,这表明可能是由于该部位中ABA等抑制物质太多而抑制了ACC的生成。果肉组织表现相反,反映出可能在果实发育不同时期、不同部位中乙烯生成因激素种类及含量的变化而不同。尽管败育果实果肉中ACC含量较高,有可能因果实膜系统退化,ACC向乙烯的转化受阻,因此败育果实的乙烯释放率较低。

二、关于过氧化物酶与果实早期发育的关系

现已证明,器官脱落时随着离层组织中POD活性增加,同工酶谱带也发生显著变化〔7〕。授粉受精过程对其影响极大,而授粉受精对果实着生是非常重要的〔4〕。在本试验中发现,果实早期发育期间不同部位POD同工酶发生明显变化。生理落果期果实的果心、果

柄组织中POD表达较多。POD活性与生长素(IAA)之间具有负相关关系,POD具有氧化IAA的性质,因此果实的高POD活性可能会导致IAA不足,尤其是果柄中高POD活性氧化IAA,减少了IAA向果实的有效运输,果心是多种激素的发源地,这就造成了果实内源激素水平的差异,从而影响着果实的脱落。

同工酶是基因表达的次级反应,它同激素和环境相互作用,控制植物的生长发育。同时,光合产物的积累速度与同工酶表型及蛋白质变化具有一定关系,同工酶又可反映出分子水平上“源”“库”关系如何,因此可推知,果实的不同发育时期、不同部位中POD同工酶变化反映了果实一定的“源”“库”变化,并与外界条件紧密相连。POD可做为一个衰老指标,表明果实脱落是与衰老相联的一个生理过程。因此,在生产实践中应注意加强管理,改善果实营养状况,防止早衰,以保证果实的正常发育。

参 考 文 献

- [1] 董建国等: 乙烯生物合成中间体—1-氨基环丙烷—1-羧酸及其内二酸结合物的测定,《植物生理学通讯》,1983(6): 46—48
- [2] 吴少伯: 植物组织中蛋白质及同工酶的聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳,《植物生理学通讯》,1979(1): 30—33
- [3] 张承烈: 苹果果实生理脱落与生长调节物质的关系,《园艺学报》,10(3)1983: 155—158
- [4] 曾骥等译:《果树园艺原论》,农业出版社,1981
- [5] X·H·波钦诺克(荆家海等译):《植物生物化学分析方法》,科学出版社,1981: 197—201
- [6] Blanpied, G.D.: A Study of ethylene in apple, red raspberry, and cherry, *Plant Physiol.*, 1972 (49): 627—630
- [7] Poovaiah, B. W., Rasmussem, H·P: Peroxidase activity in the abscission zone of bean leaves during abscission, *Plant Physiol.*, 1973 (52): 263—267
- [8] Walsh, C.S., Solomons, T.: Ethylene evolution by apple fruits during their early-season growth and development, *Sci., Hort.*, 1987(32): 203—211
- [9] Yang, S. Y.: Regulation of ethylene biosynthesis, *Hortscience*, 1933(15): 238—243
- [10] Yoshii, H., Imaseki, H.: Biosynthesis of Auxin-Induced Ethylene Effects of Indole-3-Acetic Acid, Benzyladenine and Abscisic Acid on Endogenous levels of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid (ACC) and ACC Synthese, *Plant Cell Physiol.*, 1931(22): 369—379

The Changes of Ethylene Evolution Rate and Peroxidase Activity at the Early Development Stage of Apple Fruits

Guan Junfeng

(*Hebei Agrotechnical Teachers' College, Changli 066600*)

Shu Huairui Huang Tiandong

(*Shandong Agricultural University, Taian 271000*)

Abstract

The ethylene evolution rate from apple fruits is lower at the early and late stages of "physiological drop" than that at the drop peak stage. Both ethylene evolution rate and ACC content in the fruits vary in accordance with the development state of the fruits. The peroxidase (POD) activity in the fruits is lower at the early stage of "physiological drop" and very high at the drop peak stage. Both POD activity and isoenzyme spectrum are different in different organs.

Key words: Apple fruits; Early development; Ethylene; Peroxidase