

早蜜梨果实生长发育期间内源激素含量变化的研究

陈善波¹, 廖明安¹, 邓国涛², 刘旭¹, 杨文渊¹, 任雅君¹

(1. 四川农业大学 林学院园艺学院 四川 雅安 625014; 2. 西南科技大学 生命科学学院 四川 绵阳 621010)

摘要:采用高效液相色谱(HPLC)技术,测定了早蜜梨果实生长发育期间内源生长素(IAA)、赤霉素(GA₃)、玉米素(ZT)和脱落酸(ABA)含量及其比值的变化,并分析了各激素与果实发育的关系。结果表明:果肉和种子中IAA含量分别在花后50 d和20 d出现高峰;GA₃含量分别在花后20 d和60 d达到峰值;ZT含量的高峰则在花后40 d,而ABA含量分别在花后80 d和90 d最高,随后均呈逐渐下降。IAA/ABA、GA₃/ABA和ZT/ABA比值对果实的细胞分裂与膨大起着重要调节作用。

关键词:早蜜梨;果实发育;生长素;赤霉素;玉米素;脱落酸

中图分类号:S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)11-0001-03

早蜜梨是广西果蔬所从黄花梨园中选育的优良品系,为我国南方地区栽培的极早熟品种之一,具有坐果率高、果实大、品质优、成熟早和抗旱性较强等特性^[1,2]。有关果实发育与内源激素含量变化的研究已有报道^[3-5],但在早蜜梨上未见报道。内源激素在果实生长发育过程中起着重要调控作用,尤其是IAA、GA₃、ZT和ABA表现最为明显。该研究主要目的在于探讨早蜜梨果实生长发育期间内源激素含量的变化规律和特点,及其与果实发育的关系,为生产上土肥水管理、整形修剪等栽培技术措施,以及果实品质的改善和产量的提高提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以5 a生早蜜梨为试料,于2006年2~7月在成都市安靖镇园艺场进行。据观测,果实生育期为100 d。谢花后至采果前,每10 d采集生长正常、无病虫害的果实,用冰瓶带回实验室,种子和果肉分别混合取样,称量1 g(精确0.1 mg),立即用液氮速冻2~3 min后,放入-70℃超低温冰箱中保存备用。

1.2 仪器与试剂

高效液相色谱仪为美国Agilent 1100LC; Supelclean C₁₈小柱; 0.45 μm 有机系超微滤膜等。激素标准品:

IAA、GA₃、ZT和ABA为Sigma公司产品;甲醇为Fisher Chemical公司色谱纯;其它试剂均为分析纯;实验用水为超纯水。

1.3 内源激素的测定

采用反相高效液相色谱测定。内源激素的提取、分离和纯化参照文献^[6,7]的方法并略有改进。将低温保存的样品,放到预冷的研钵中,加入预冷80%甲醇(w/v) 8 mL,冰浴研磨成浆,4℃下过夜避光浸提后,在4℃ 10 000 r/min离心10 min,取上清液于三角瓶中,4℃保存,残渣加入预冷80%甲醇5 mL重复提取2次,间隔12 h,同上离心,收集合并全部浸提液,提取液中加入0.2 g/g FW PVPP吸附酚类物质及色素,在摇床上4℃振荡60 min充分摇匀,同上离心,将上清液缓慢过C₁₈小柱,流出液倒入培养皿中,于人工气候箱4℃黑暗、鼓风条件下干燥,加入5 mL甲醇溶解,取300 μL过0.45 μm有机系超微滤膜,作为测试液。

1.4 色谱条件

色谱柱为Hypersil ODS C₁₈柱(250 mm×4.0 mm, 5 μm);流动相为:甲醇和超纯水(含0.6%冰乙酸),梯度洗脱,具体条件见表1;柱温为35℃;进样量15 μL;流速为1 mL/min;检测波长:254 nm;定量方法:外标法,重复3次测定。

表1 梯度洗脱程序

时间/min	甲醇/%	水(0.6%冰乙酸)/%
0	0.0	100.0
10	50.0	50.0
30	50.0	50.0
31	0.0	100.0

1.5 数据处理

采用DPS 6.5和Excel软件分析处理数据。

2 结果与分析

第一作者简介:陈善波(1981-),男,四川泸州人,在读硕士研究生,从事园艺植物生长发育与调控研究。E-mail: sbochen@163.com。
通讯作者:廖明安(1957-),男,博士,教授,博士生导师,四川省学术带头人。

基金项目:四川省“十一五”重点攻关资助项目(04FB013-016);四川省教育厅资助项目(2003031019)。

收稿日期:2007-07-23

2.1 果实生长发育期间内源激素含量的变化

2.1.1 IAA 含量的变化 如图 1 所示, 果肉中 IAA 含量, 在花后 10~30 d 的细胞分裂期维持较高水平, 随后开始下降, 花后 40 d 有所上升, 在花后 50 d 达到峰值, 为 28.2 nmol/g FW, 随后含量又有所下降, 一直到果实采收。种子中 IAA 含量与果肉基本相似, 但在花后 20 d, 其含量达到最高峰, 为 55.1 nmol/g FW, 随后呈急剧下降趋势, 花后 50 d 有所上升, 到果实采收时下降到最低。由此可见, IAA 与果实发育的前期和中期密切相关。

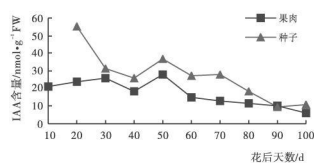


图 1 早蜜梨果实生长发育期间 IAA 含量变化

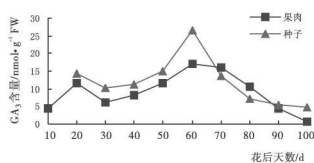
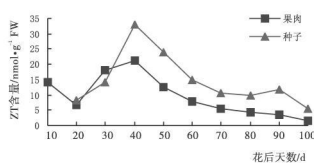
图 2 早蜜梨果实生长发育期间 GA₃ 含量变化

图 3 早蜜梨果实生长发育期间 ZT 含量变化

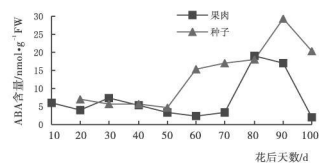


图 4 早蜜梨果实生长发育期间 ABA 含量变化

2.1.3 ZT 含量的变化 如图 3 所示, 果肉与种子中 ZT 含量, 在花后 40 d 以前有较为明显的差异, 花后 20 d 都出现低谷, 花后 30 d 果肉中的含量明显高于种子, 花后 40 d 均出现高峰期, 随后均呈逐渐下降趋势。其中果肉中 ZT 含量, 最高为 21.1 nmol/g FW, 随后在果实细胞膨大期和果实成熟期出现平缓下降趋势。种子中 ZT 含量最高为 32.9 nmol/g FW, 花后 80~90 d 呈小幅上升。

2.1.4 ABA 含量的变化 如图 4 所示, 果肉与种子中

ABA 含量, 在花后 50 d 以前变化基本一致, 后期变化差异较大。果肉中 ABA 含量, 在花后 30 d 以前, 维持在一定水平上, 随后呈逐渐下降的趋势, 到花后 70 d 有所回升, 花后 70~80 d 快速上升至最高峰, 为 19.0 nmol/g FW, 随后急剧下降。种子中 ABA 含量, 前期缓慢下降, 花后 50~60 d 迅速增加, 在 60~80 d 出现平缓上升趋势, 并于 90 d 达到最高峰, 为 29.3 nmol/g FW, 到果实采收前有所降低。

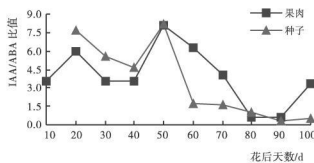


图 5 早蜜梨果实生长发育期间 IAA/ABA 变化

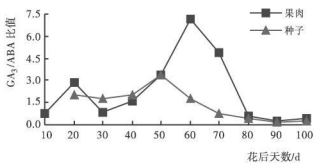
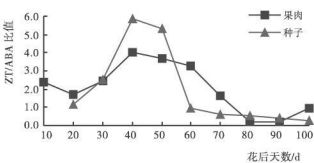
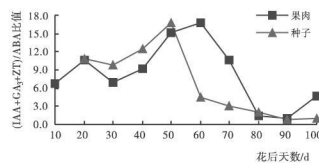
图 6 早蜜梨果实生长发育期间 GA₃/ABA 变化

图 7 早蜜梨果实生长发育期间 ZT/ABA 变化

图 8 果实生长发育期间 (IAA+GA₃+ZT)/ABA 变化

2.2 果实生长发育期间内源激素比值的变化

如图 6~8 所示, 果肉与种子主要的 4 种内源激素比值, 分别均出现 2 次高峰期, 各种激素比值达到峰值后, 都呈不同的下降趋势。IAA/ABA 分别在花后 20 d 和 50 d 出现 2 次高峰, 花后 30~40 d 出现低谷, 花后 50 d 以后呈不同程度下降。GA₃/ABA 分别在花后 20 d 和 60 d 出现两次高峰, 但种子的比值整体上较低。ZT/ABA 在花后 40 d 达到峰值, 而种子的比值明显高于果肉。果肉中 (IAA+GA₃+ZT)/ABA 分别在花后 20 d 和 60 d 出现两次高峰, 但种子的比值则在花后 50 d 出现 2 次高峰。因此, 各种激素比值变化, 说明生长促进类激素 (IAA、GA₃、ZT) 和生长抑制类激素 (ABA) 之间存在着平衡关系。

3 讨论与结论

前人研究认为, 幼果期中 IAA 含量达到最高峰, 说明早期的 IAA 主要来自于花粉和子房本身; 授粉受精完成以后, 果实发育需要大量 IAA 主要由受精的胚珠合成^[8]。研究中, IAA 含量在果实发育前期出现高峰, 说明高含量的 IAA 有利于幼果坐果和调节促进果实细胞分裂, 这与在香梨^[3]、台湾青枣^[9] 上的研究相似。Miller 等^[10] 研究桃认为, IAA 参与幼果生长与成熟的调节作用。该试验也得出, IAA 含量在果实细胞分裂期最高, 在细胞膨大期向成熟期转变时, IAA 含量维持在较高水平。GA₃ 含量在花后 20 d 出现高峰, 说明 GA₃ 在坐果和幼果发育中起着重要的促进作用, 可以提高结实率, 这与在刺梨^[11] 上的研究相似。GA₃ 含量在果实发育的前、

中期较高,且种子的含量高于果肉,可见 GA_3 与果实发育细胞分裂和细胞膨大有密切的关系。ZT 含量变化与 GA_3 有相似之处,在果实发育 10 d 和 40 d 出现高峰,其对果实发育的作用与 IAA、 GA_3 相似。ZT 与 IAA 是导致果实细胞分裂的原因,与 IAA 和 GA_3 协同调运养分进入果实,促进细胞分裂并与 IAA 和 GA_3 协调增加果实^[12]。ABA 含量在花后 10~50 d 变化不明显,但它同样具有促进生长,对果实细胞分裂有刺激作用。ABA 在果实发育后期逐渐升高,说明它的对果实的成熟和脱落有直接作用,这与在苹果^[13]上的研究相似。IAA/ABA、 GA_3 /ABA 和 ZT/ABA 比值在果实发育初期和中期分别较高,表明对果实细胞的分裂与膨大起着重要调节作用,并促进果实发育;同时也说明二者间的平衡关系比各自的相对含量更为重要。研究发现果实中种子的激素含量普遍高于果肉的含量,这种变化特点在多种果树上有类似的表现。一般而言,高含量的内源激素,具有很强的调运养分的能力,种子是激素源,果实是一个营养库^[14]。

由此可见,IAA、 GA_3 、ZT 和 ABA 共同促进果实生长发育,虽然它们不是果实生长的营养物质,但它们共同刺激果实的膨大,使代谢活动加快,细胞壁结构松弛,为果实细胞膨大提供条件^[8]。果实的生长发育,不只是一种激素在起作用,各激素间存在着平衡关系。因此,早蜜梨在果实发育前期,IAA 和 ZT 含量较高;中期 IAA、 GA_3 和 ZT 含量较高;后期 IAA 和 ABA 含量较高,尤其是 ABA 表现最为明显,随着果实成熟且含量逐渐增加。而对于其他种类的激素与果实发育的关系;果实

成熟软化过程中,内源激素和细胞壁酶活性与果实发育的关系,还有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] 文仁德 常运涛. 早熟梨新品系—“早蜜”[J]. 广西园艺, 2000 35(4): 19-20.
- [2] 文仁德 常运涛. 南方优质梨新品种及栽培技术[J]. 广西农业科学 2002(2): 86-87.
- [3] 阮晓, 王强, 周疆明, 等. 香梨果实成熟衰老过程中 4 种内源激素的变化[J]. 植物生理学报, 2000 26(5): 402-406.
- [4] 阮晓, 王强, 周疆明, 等. 香梨的果表突起和落果裂果与果实中内源激素之间的关系[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(3): 220-221.
- [5] 刘剑锋, 程云清, 彭抒昂. 梨果肉与种子中钙与内源激素含量变化关系研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(2): 269-271.
- [6] 曾庆钱, 陈厚彬, 鲁才浩, 等. HPLC 测定荔枝不同器官中内源激素流程的优化[J]. 果树学报, 2006 23(1): 145-148.
- [7] 陈远平, 杨文钰. 卵叶韭休眠芽中 GA_3 , IAA, ABA 和 ZT 的高效液相色谱法测定[J]. 四川农业大学学报, 2005 23(4): 498-500.
- [8] 汪俏梅, 郭得平. 植物激素与蔬菜的生长发育[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 199-207.
- [9] 罗华建, 罗诗, 赖永超, 等. 台湾青枣果实生长发育初探[J]. 果树学报, 2002, 19(6): 436-438.
- [10] Miller A N, Walsh C S, Cohen J D. Measurement of indol-3-acetic acid in peach fruits (*Prunus persica* L. Batsch cv Redhaven) during development [J]. Plant Physiology, 1987, 84: 491-494.
- [11] 樊卫国, 安华明, 刘国琴, 等. 刺梨果实与种子内源激素含量变化及其与果实发育的关系[J]. 中国农业科学, 2004 37(5): 728-733.
- [12] 曾骥主. 果树生理学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 207-231.
- [13] 李秀菊, 刘用生, 束怀瑞. 不同成熟型苹果果实生长发育过程中几种内源植物激素含量变化[J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(1): 7-10.
- [14] 束怀瑞. 苹果学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 407-408.

Study on Changes of Endogenous Hormones Contents during Fruit Growth and Development in Zaomi Pear

CHEN Shan-bo¹, LIAO Ming-an¹, DENG Guo-tao², LIU Xu¹, YANG Wen-yuan¹, REN Ya-jun¹

(1. College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 2. College of Life and Science, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010, China)

Abstract: The changes of endogenous indol-3-acetic acid (IAA), gibberellins (GA_3), zeatin (ZT), abscisic acid (ABA) content and ratio during the period of fruit growth and development in Zaomi pear by high performance liquid chromatography (HPLC) were studied, and the relations between endogenous hormones and fruit growth and development were discussed. The results showed that the IAA content of flesh and seed was high in the 50 days and 20 days after anthesis. The GA_3 content was high in the 20 days and 60 days after anthesis. The ZT content was highest in the 40 days after anthesis. Moreover, the ABA content was high in the 80 days and 90 days after anthesis and there were gradually low. The ratio of IAA/ABA, GA_3 /ABA and ZT/ABA was most important to affect in the cell divisions and expands of fruit.

Key words: Zaomi pear; Fruit growth and development; IAA; GA_3 ; ZT; ABA