

三个品种枇杷果实发育过程中内源激素含量的变化

张海岚, 姚开凤, 易东海, 林顺权*

华南农业大学园艺学院, 广东 广州

Email: *zhule123@126.com

收稿日期: 2021年4月23日; 录用日期: 2021年5月22日; 发布日期: 2021年5月31日

摘要

目的: 探明种子和果肉中内源激素含量变化对三个品种的枇杷坐果和幼果发育的影响。方法: 对三个品种枇杷果实发育过程中种子和果肉中的内源激素含量的变化进行分析。结果: IAA (Indole-3-Acetic Acid, 生长素)含量随着枇杷果实快速生长期的到来而逐渐上升, GA (Gibberellic acid, 赤霉素)和ZR (Zeatin Riboside, 玉米素核苷)含量在果实发育初期达到高峰, 随果实发育而逐渐下降, 二者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, 而且二者具有极强的相关性, 三个品种中二者的相关系数分别为: “Marc”为0.965**、“早钟6号”为0.831*、“M.C.B”为0.900*。ABA (Abscisic acid, 脱落酸)的含量则随果实的成熟呈上升趋势; 从各激素含量比值的变化规律可以得出: 种子中各激素的含量变化在果实发育过程中的作用更为重大。结论: 三个品种枇杷种子中内源激素的比值均远大于果肉中, 以GA/ABA、ZR/ABA以及(IAA + GA + ZR)/ABA更能反应果实的生长发育规律。

关键词

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl.), 果实发育, 内源激素

Changes of Endogenous Hormones Levels in Three Loquat Varieties during Fruit Development

Hailan Zhang, Kaifeng Yao, Donghai Yi, Shunquan Lin*

Department of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou Guangdong

Email: *zhule123@126.com

Received: Apr. 23rd, 2021; accepted: May 22nd, 2021; published: May 31st, 2021

*通讯作者。

Abstract

Objective: The changes of content of four kinds of endogenous hormones in the flesh and seeds of loquat were studied. **Method:** The changes of content of four kinds of endogenous hormones in the flesh and seeds of loquat were studied. **Result:** It showed that: IAA increased gradually with the coming of fruit rapid growth; GA and ZR were the highest at the beginning of fruit development; they decreased gradually following the maturation of the fruit, and they were relative to each other extremely. ABA increased followed by the fruit development. From the changes of hormones ratio, we can get that the content of hormone in the seeds was more important; the hormone ratio in seeds was higher than that in flesh; GA/ABA, ZR/ABA, (IAA + GA + ZR)/ABA could respond better the characteristic of fruit growth and development.

Keywords

Loquat, Fruit Development, Endogenous Hormone

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl.)是著名的亚热带常绿果树,作为重要的度淡水果,果实营养丰富,深受人们喜爱。但是枇杷的产量仍较低,果实的可食率不高,优质大果型枇杷品种偏少,远远满足不了市场的需求。果实的采前发育对于最终的产量和品质起到决定性的影响,也是生产中最基本和最受关注的问题,受到多种因素的影响。丁长奎等[1]认为内源激素作为调节植物生长发育的微量有机物质,在组织与器官分化、细胞的分裂与伸长、开花与结果、成熟与衰老等方面,具有重要的调控作用,是影响果实采前发育的一个重要指标,关于这方面的研究在许多果树上已有报道。目前关于内源激素与枇杷果实发育的关系方面的研究尚少,本文对此进行探讨,以阐明枇杷果实发育过程中的相关生理机制,为生产栽培提供理论依据。

2. 材料与方

2.1. 材料

本试验在华南农业大学园艺学院果园枇杷资源圃内选7年生的三个枇杷品种,分别为:“Marc”、“早钟6号”、“M.C.B”,三个品种树各4棵,树势相同,于其盛花期选花期一致的花穗进行挂牌,每7d采样一次,直到果实成熟为止。“Marc”盛花期为12月20日,果实成熟期为4月04日,平均单果重为53.25g,果实形状为椭圆,果皮颜色为橙黄。“早钟6号”盛花期为12月06日,果实成熟期为3月21日,平均单果重为33.32g,果实形状为椭圆,果皮颜色为橙黄。“M.C.B”盛花期为12月20日,果实成熟期为4月04日,平均单果重为20.48g,果实形状为近圆,果皮颜色为浅黄。

2.2. 方法

采取样品后,迅速分开果肉和种子,液氮速冻2~3min后,放入-80℃超低温冰箱保存。内源激素的测定采用ELLSA法,ELLSA试剂盒由中国农业大学作物化学控制实验室提供。IAA、GA、ZR和ABA激素提取和测定等具体操作参照周碧燕等[2]采用的程序进行。

3. 结果与分析

3.1. 三个品种枇杷种子和果肉中 IAA、GA、ZR 和 ABA 的含量的变化比较

由图 1 可看出, 三个品种枇杷果实发育过程中种子中 IAA 含量总体趋势表现为先降后升。三者在花后 35 d IAA 含量相对较高, 在花后 49 d 达到最低谷, 后随成熟整体上升; 果肉中所不同的是在成熟前的两周开始迅速下降, 三者 IAA 含量相比: “早钟 6 号” > “M.C.B” > “Marc”。

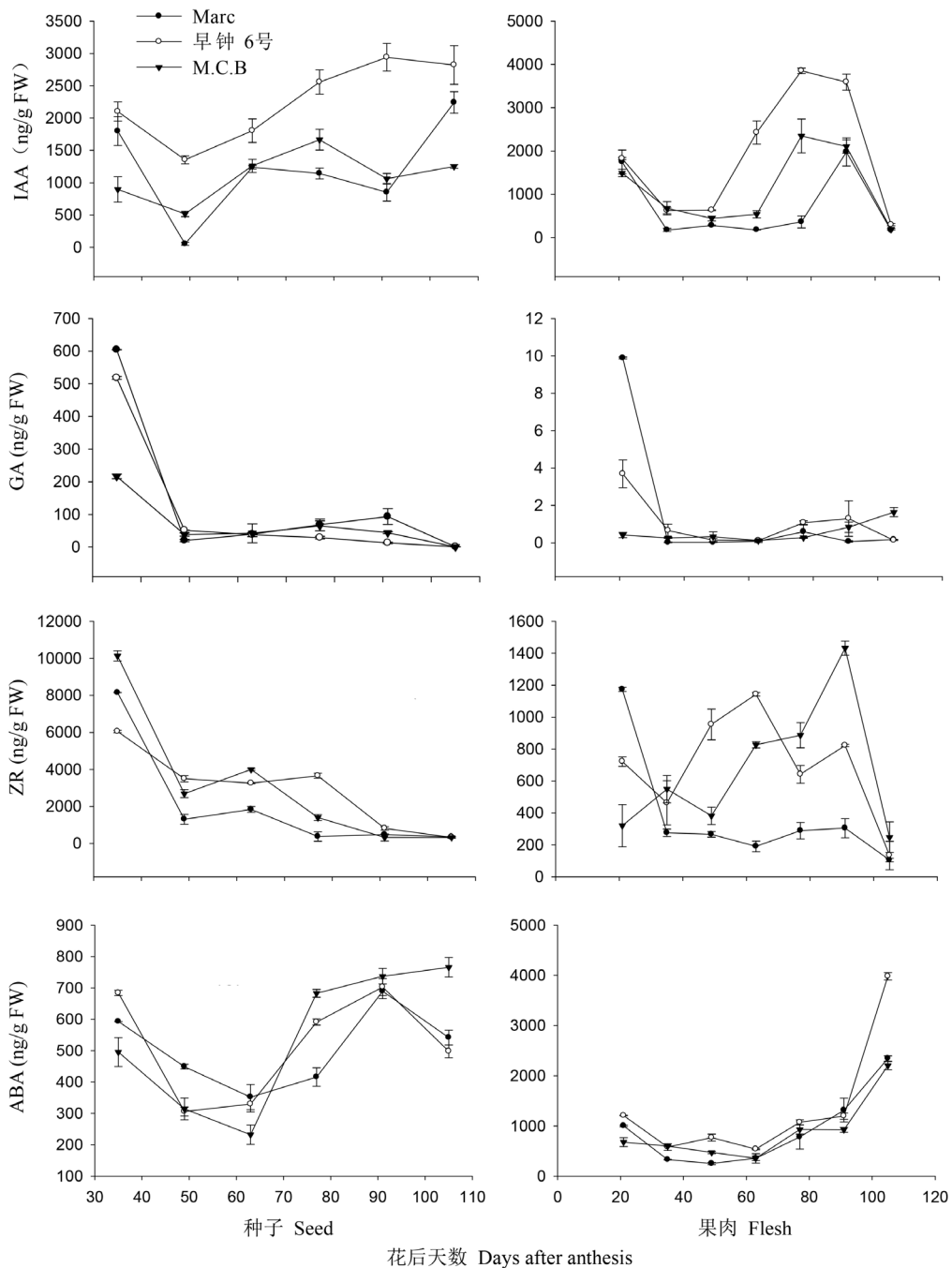


Figure 1. Changes of endogenous hormones of three loquat cultivar during fruit development
图 1. 三个品种枇杷果实发育过程中和内源激素含量的变化

三个品种枇杷果实发育期间种子和果肉中 GA 含量的变化相似, 种子中在花后 35 d、果肉中在花后 21 d GA 含量最高, 之后迅速下降。但是整个发育过程中果肉中的 GA 含量很低, 种子中 GA 含量远远的高于果肉, 其中“Marc”的 GA 含量是三者中的最高者。

三个品种枇杷果实中种子的 ZR 含量变化与 GA 含量的变化具有相同的趋势, 果肉中 ZR 含量的变化则各不相同, “Marc”果肉中 ZR 的变化与种子中基本相似, 花后 21 d 达到最大值, 此时的 ZR 含量远远高于另外两个品种, 之后迅速下降, “早钟 6 号”和“M.C.B”早期含量则相对较低, “早钟 6 号”果肉中的 ZR 含量出现两个较为明显的峰, 分别是花后 63 d 和花后 91 d, “M.C.B”则有一个明显的峰值, 为花后 91 d, 二者接近成熟时均迅速下降至最低。

三个品种枇杷种子中 ABA 含量的变化趋势相同, 果实发育前期和后期较高, 中期较低。花后 35 d 后, ABA 含量迅速下降, 花后 63 d 达到最低值, 之后又逐渐上升; 三个品种枇杷果肉中 ABA 含量的动态变化也相同, 果实发育的前期和中期均较低, 到果实发育后期逐渐上升, 成熟时最大。

3.2. 三个品种枇杷果实发育期间内源激素比值的变化比较

3.2.1. 三个品种枇杷果实发育期间种子中内源激素比值的变化

由图 2 可以看出, 整个果实发育过程, IAA/ABA 比值变化波动不大, 三者相比, “早钟 6 号” > “M.C.B” > “Marc”; GA/ABA 的最大值出现在花后 35 d, 之后迅速下降, 花后 49 d 降至最低, 之后变化很小, 直到成熟; ZR/ABA 的比值与 (IAA + GA + ZR)/ABA 的比值变化相一致, 果实发育早期比值高, 随果实发育天数的增加而逐渐下降, 成熟时比值降至最低。

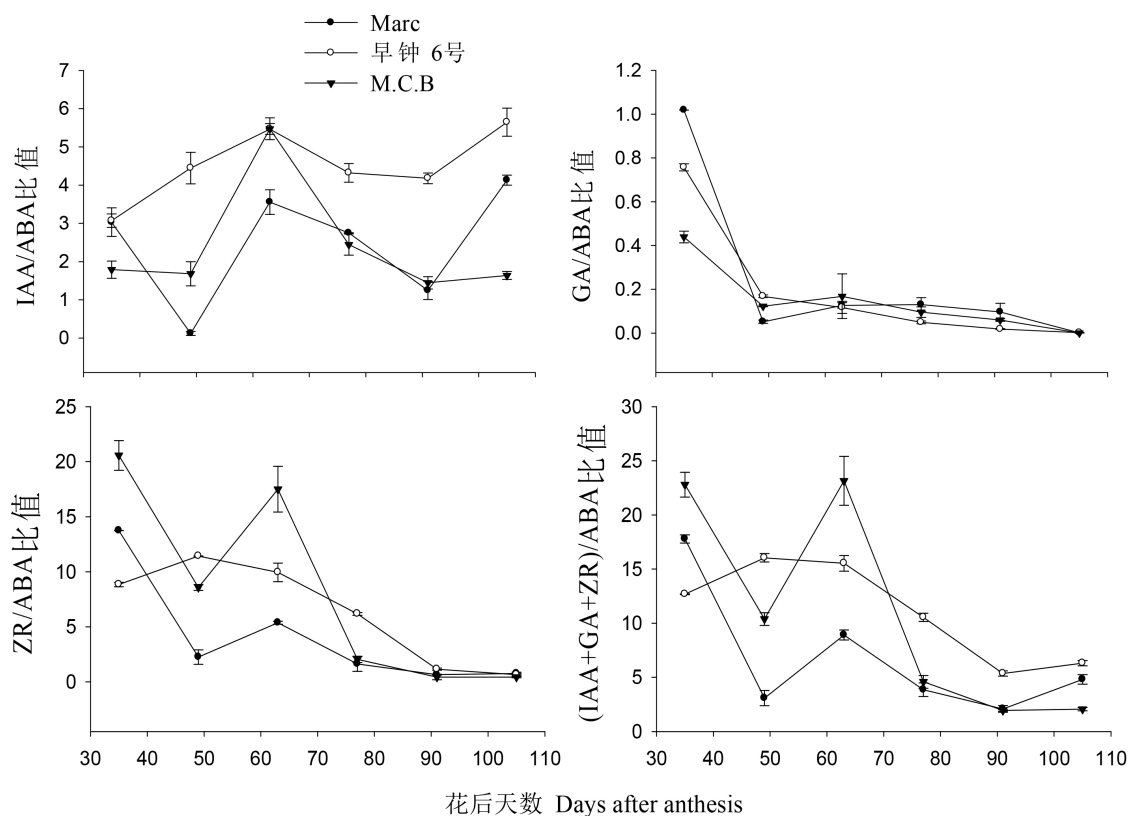


Figure 2. Changes of the ratio of endogenous hormones in the seed of three loquat cultivar during fruit development
图 2. 三个品种枇杷果实发育期间种子中内源激素比值的变化

3.2.2. 三个品种枇杷果实发育期间果肉中内源激素比值的变化

由图3可以看出,三个品种枇杷果实发育期间果肉中各激素含量的比值远低于种子,其中GA/ABA的变化与种子中相同,其他比值则在果实发育初期相对较低,“Marc”品种果肉中IAA/ABA出现三个高峰,分别在花后21 d、花后49 d和花后91 d;“早钟6号”分别在花后21 d和花后63 d;“M.C.B”则分别出现在花后21 d和花后77 d。“Marc”果肉中ZR/ABA总体呈不断下降的趋势,“早钟6号”和“M.C.B”果肉中ZR/ABA有2个高峰,分别为花后63 d和花后91 d;“Marc”品种果肉中(IAA+GA+ZR)/ABA在花后21 d时达到最大,之后波浪式下降,而“早钟6号”和“M.C.B”均于花后63 d出现一个高峰,之后转为下降。成熟时,三个品种果肉中各激素比值均为最低。

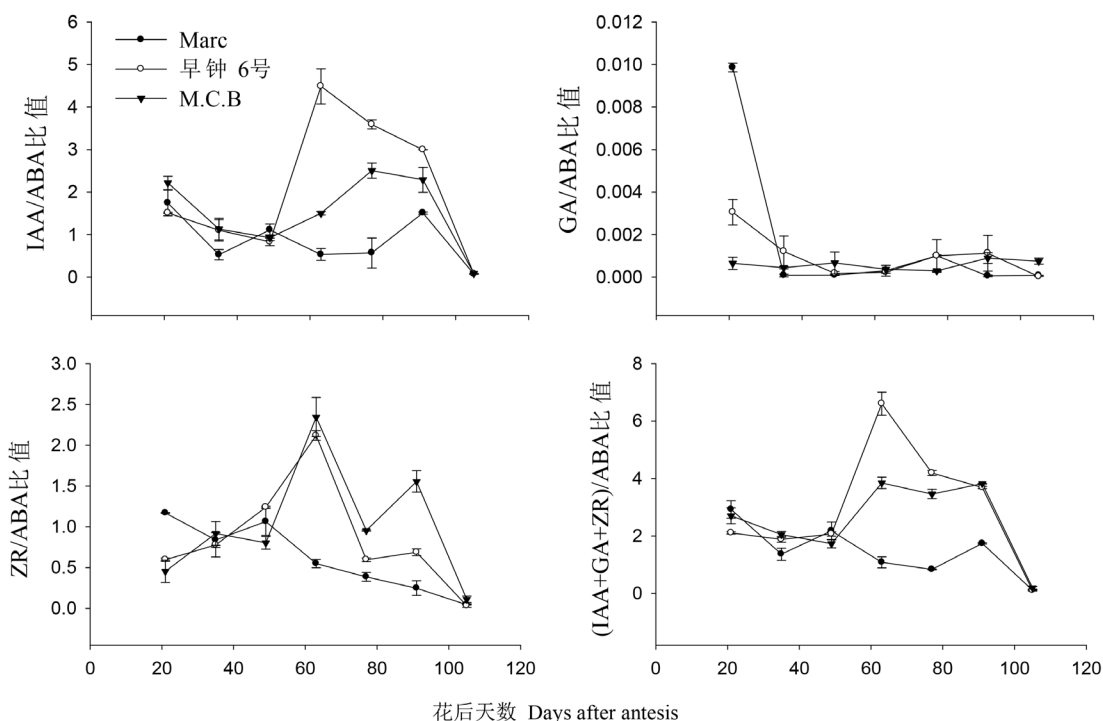


Figure 3. Changes of the ratio of endogenous hormones in the flesh of three loquat cultivar during fruit development
图3. 三个品种枇杷果实发育期间果肉中内源激素比值的变化

4. 结论与讨论

束怀瑞[3]认为种子是激素源,果实是一个营养库,果实的生长依赖于发育正常的种子。本试验中,除ABA外,果实发育的同一阶段种子中的各激素含量及比值均高于果肉中各激素的含量,这种变化在多种果树中有类似的表现。

GA的含量花后35 d达到最大值,说明GA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,这与在刺梨方面研究的樊卫国等[4]和对“早蜜梨”研究的陈善波等[5]研究相似,而且大果型“Marc”的GA含量远远高于其他两个品种,这也说明GA与果实发育的细胞分裂有着密切的关系,可能影响果实的细胞数目,是形成枇杷大果的主要激素。幼果期(花后35 d)种子中的ZR含量最高,这说明ZR与细胞分裂密切相关。此外,方金豹等[6]研究认为ZR还与GA具有共同调运同化物质至果实的作用。本试验中,通过相关性分析发现,种子中ZR与GA的含量变化达到极显著或显著的相关性,三个品种中二者的相关系数分别为:“Marc”为0.965**、“早钟6号”为0.831*、“M.C.B”为0.900*。

季作梁等[7]研究认为“淮枝”荔枝果实种子中 IAA 含量的高峰与两次果实迅速生长期会同时出现。丁长奎等[1]研究认为枇杷果实的大小与 IAA 含量多少及高峰期持续时间的长短有关。但是 Hopping 等[8]在酸樱桃上证明果肉和种子中的 IAA 水平与果实发育无关。本试验中, 种子中 IAA 的含量的增加趋势与果实的快速生长期相吻合, 三个品种 IAA 持续增加的时间基本相同, 但 IAA 的含量与果实的最终大小无相关性。在果实发育初期, ABA 含量保持在较高水平, 这说明 ABA 同样促进生长, 对果实细胞分裂有刺激作用。而且随着 ABA 含量的升高, 果实也进入快速生长期, 这一结果与 Garcia Papi 等[9]在葡萄和酸樱桃果实上的研究相似。同时伴随 ABA 的不断升高, 果实开始走向成熟。这也说明 ABA 在果实发育的不同时期起着不同的作用, 前期主要是促进同化物的积累, 而后期则是刺激果实的成熟与衰老。

各激素间的平衡比单一激素对果实发育的影响更大。本试验中, 种子中 GA/ABA、ZR/ABA 以及 (IAA + GA + ZR)/ABA 的比值在果实发育的初期及中期均较高, 而果肉中这几种激素比值则在果实发育的前期较低, 中后期有所升高, 和种子中相互配合, 共同促进果实的发育。

根据枇杷果实发育过程中各种内源激素含量的变化, 根据生长调节剂施用的最佳时间, 在果实发育前期, 如应用 GA、ZR 类物质促进细胞分裂, 从而增加细胞数量; 在果实迅速膨大期使用 IAA 类物质, 则可促进果实的快速膨大等。

基金项目

广东省科技计划项目(2012B020304001)。

参考文献

- [1] 丁长奎, 章恢志. 植物激素对枇杷果实生长发育的影响[J]. 园艺学报, 1988, 15(3): 148-154.
- [2] 周碧燕, 季作梁, 叶永昌. 荔枝果实发育期间内源素含量的变化[J]. 园艺学报, 1998, 25(3): 236-240.
- [3] 束怀瑞. 苹果学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 407-408.
- [4] 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.
- [5] 陈善波, 廖明安, 邓国涛, 等. 早蜜梨果实生长发育期间内源激素含量变化的研究[J]. 北方园艺, 2007(11): 1-3.
- [6] 方金豹, 田莉莉, 陈锦永, 等. 猕猴桃源库关系的变化对果实特性的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(2): 113-118.
- [7] 季作梁, 梁立峰, 柳建良. 荔枝果实发育期间内源激素含量动态[J]. 华南农业大学学报, 1992, 13(3): 93-98.
- [8] Hopping, M.E. and Bukoval, M.J. (1975) Endogenous Plant Growth Substances in Developing Fruit of *Prunus cerasus* L.VI. Extractable Auxin in the Seed and Pericarp. *The Journal of Horticultural Science*, **100**, 399-401.
- [9] Garcia Papi, M.A. and Garcia Martinez, J.L. (1984) Fruit Set Development in Seeded and Seedless Clementine mandarin. *Scientia Horticulturae*, **22**, 113-119. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(84\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0304-4238(84)90090-6)