

受精前后梨子房(幼果)中钙与内源激素含量的关系

刘剑锋 张红艳 彭抒昂*

华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070

提要 受精促进子房(幼果)对钙的吸收, 受精完成后的黄花子房(幼果)中钙含量迅速上升, 未受精的子房(幼果)中钙含量远低于同期受精的果实。受精前后钙含量变化与其中 IAA 和 GA_3 含量变化相似; NAA、 GA_3 处理促进钙的吸收。IAA 和 GA_3 可能同时参与受精前后树体中的钙向幼果(子房)的运输过程。

关键词 梨; 受精作用; 钙; 内源激素

Relationship Between Calcium and Endogenous Hormones in Ovary (Fruitlet) of Pear During Pre- and Post-fertilization Stage

LIU Jian-Feng, ZHANG Hong-Yan, PENG Shu-Ang*

College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070

Abstract Fertilization could promote calcium uptake by ovary (fruitlet), and content of calcium in ovary (fruitlet) increased rapidly after fertilization, while that in ovary (fruitlet) without fertilization was much lower. The dynamics of calcium in ovary (fruitlet) was similar to that of IAA and GA_3 . NAA and GA_3 treatments both could promote calcium uptake by fruit. NAA and GA_3 could probably take part in the process of calcium transportation from tree to fruit during pre- and post-fertilization stage.

Key words pear; fertilization; calcium; endogenous hormones

钙不仅是植物生长发育所必需的大量营养元素, 而且与果实生理病害的发生及品质性状密切相关^[1,2]。有报道表明, 对采收后果实保鲜有重要作用的钙都是在果实生长前期即幼果期吸收和贮藏于果实内的^[3~7]。这样, 为防止果实发育后期和贮藏保鲜期间由于钙缺乏引起的品质下降, 补钙的技术措施应在果实发育前期进行较好^[8,9]。彭抒昂和岩堀修一^[5]对受精前后的梨子房(幼果)进行细胞化学定位时, 发现受精前梨子房(幼果)中很少有 Ca^{2+} 分布, 而受精后在果肉细胞中可以大量检测到。据此, 他们认为受精作用对果实钙的吸收有重要作用。然而, 细胞化学定位钙的方法只能确定游离 Ca^{2+} 的分布, 而结合态的钙在果实中分布亦十分广泛, 受精前后的总钙含量变化动态如何, 还不清楚。细胞分裂期是果实的子房吸收钙的主要时期。一般说来, 这一期间枝叶蒸腾作用高而果实较低, 钙的吸收动态如何, 尚不太明了。为此, 本文通过比较受精与未受精的子房(幼果)中含钙量的动态, 同时结合受精前后的子房中激素含量的变化, 并辅以喷施 NAA、 GA_3 处理, 来探讨受精作用对钙吸收的影响及其生理机制。

材料与方 法

试验于 2003 年进行, 以本校果园的十年生黄

花梨(*Pyrus pyrifolia*)为试材。选择干周、花量相近的梨树 18 株, 再根据花量、枝粗、枝势及枝位等指标, 从每株树选择 4 个大枝, 于初花前 6 d 和前 4 d 连续 2 次进行喷布处理, 分别喷施 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NAA、 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 GA_3 , 以喷重蒸水为对照。喷布以滴水为度, 没有作任何处理的大枝用于采集明显偏小、偏黄的未受精果实。施用 NAA、 GA_3 与否的试材均于喷后 1 d 开始取样, 以后每隔 1 d 或几天采样 1 次。每次每枝采 30~50 朵花(幼果), 每 6 株树作 1 个重复, 重复 3 次。样品采集后装入冰瓶带回实验室, 称重、洗涤、擦干、切分后, 一部分样品烘干后用于钙含量的测定, 另一部分再用液氮处理, 置超低温冰箱中贮存, 用于激素含量的测定。在盛花后 4 d 开始采集未受精的果实; 在盛花后第 20 天左右(第二次生理落果), 其余 4 个处理的样品采集结束。

内源激素的提取纯化参照文献 10 的方法, 并略加修改。准确称取 2 g 样品, 加 5 mL 冷甲醇后研细, 并用 80% 冷甲醇定容至 50 mL, 在 -20°C

收稿 2003-08-25 修定 2004-02-13

资助 国家自然科学基金(39870517)和湖北省自然科学基金(2001ABB112)。

* 通讯作者(E-mail: pengsa@public.wh.hb.cn, Tel: 027-87281589)。

条件下过夜后, 残渣再用80%冷甲醇提取2次, 过滤, 合并滤液, 于40℃下减压浓缩至5 mL, 缓慢通过已经活化的SEP-PAK₁₈小柱(10 mm×20 mm), 取2 mL以0.5 μm滤膜过滤后待测。仪器为高效液相色谱仪(美国Varian公司产品, 附有P410自动进样器, P230三元梯度泵和UV310紫外可见检测器)。色谱条件为Star Chromatography Workstation, MicroC₁₈柱, 柱长150 mm, 内径4.6 mm, 粒度5 μm。流动相为乙腈: 甲醇: 水(含1%醋酸)=10: 55: 35(V/V/V), 流速0.7 mL·min⁻¹, 柱温35℃, 进样量10 μL, 检测波长254 nm。内源激素标准样品IAA、GA₃、ZR、ABA均为美国SIGMA公司产品。依据保留时间定性, 以峰面积定量。钙含量测定用原子吸收光度法^[11]。以上测定均重复3次。

结果与讨论

1 受精与未受精子房中钙含量的变化

由图1-a可见: 在盛花期以前, 梨子房含钙量较低。进入盛花期后, 迅速上升, 受精作用完成后, 在盛花后第4天达到峰值, 此后, 逐渐下降。未受精的子房(幼果)中含钙量远低于同期受精的果实, 一直呈下降趋势。盛花后第4天, 未受精子房的含钙量极显著低于受精的($P < 0.01$)。

由以上结果可以看出, 距离受精作用完成的时间近, 幼果中含钙量就高。因此, 受精作用在早期子房(幼果)吸收钙过程中的作用很大。这与彭抒昂和岩堀修一^[5]的报道是一致的。

2 子房(幼果)中内源激素含量的变化

从图1可见:

(1)自然受精子房(幼果)中IAA、GA₃含量的变化趋势与钙的较为相似。IAA、GA₃含量高峰出现的时间也与钙的相同(图1-b)。自然受精的子房中IAA与钙含量相关分析表明, 两者的相关系数 $r=0.6836$, GA₃与钙含量的相关系数 $r=0.7290$ 。

(2)自然受精的子房(幼果)中的ZR、ABA含量变化与钙有明显差异。盛花12 d以前, 受精的ZR含量在较低水平上波动; 盛花后第16天, 其ZR含量有一个迅速而短暂的上升过程。受精的ABA含量则呈上升趋势(图1-c)。

3 外源NAA和GA₃对子房(幼果)含钙量的影响

由图2-a可见, NAA与GA₃可提高子房(幼果)中钙含量。在盛花第8天以前, 两个处理的子房(幼果)中含钙量均明显高于未经处理的。在第二次生理落果(盛花后第20天)时, 两个处理的子房(幼

果)含钙量则均极显著低于未经处理的($P < 0.01$)。NAA处理后子房(幼果)中含钙高峰出现的时间与未用NAA处理的一致; GA₃处理的钙含量高峰出现的时间则较未用GA₃处理的提前了4 d。

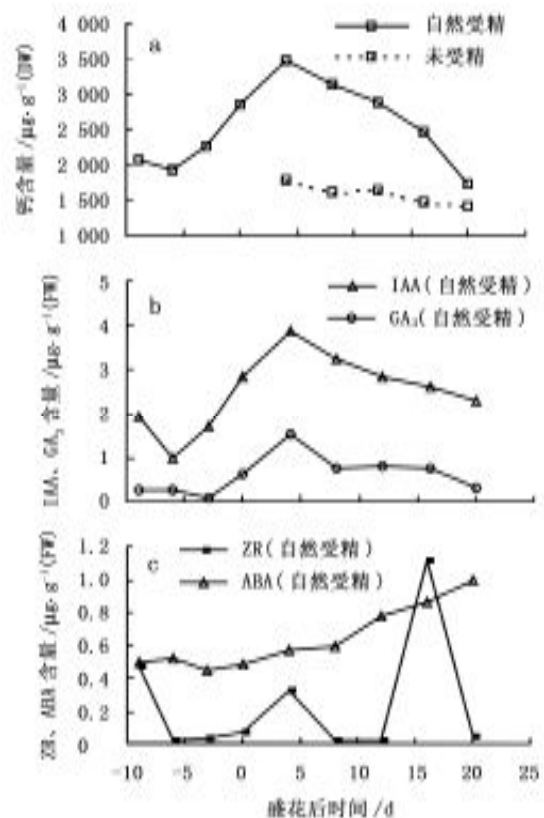


图1 子房(幼果)中钙和内源激素含量的变化
Fig. 1 Changes in calcium and hormone contents in ovaries (fruitlet)

4 NAA和GA₃对子房(幼果)中激素含量的影响以及子房(幼果)吸收钙与激素的关系

由图2可见:

(1)喷施NAA的梨果中IAA含量出现高峰时间与未经处理的一致, 均为受精作用完成后的盛花后第4天(图2-b)。此时未经处理的IAA含量显著低于NAA处理的($P < 0.05$)。喷施GA₃的IAA含量高峰推迟4 d, 且峰值极显著低于未经处理的($P < 0.01$)。结合图1-b和图2-a中结果可知, IAA含量动态与钙的相似, 且NAA处理可提高前期IAA的含量, 钙含量也上升, 说明IAA的确参与了受精前后果实钙的吸收进程。这与以下结果一致: Haynes^[12]向苹果树喷施生长素向基运输的抑制剂2, 3, 5-三碘苯甲酸(TIBA)后, 果实钙含量降低; 毛节琦^[13]的IAA与GA₃可以促进果实对钙的吸收; 周卫等^[14]的

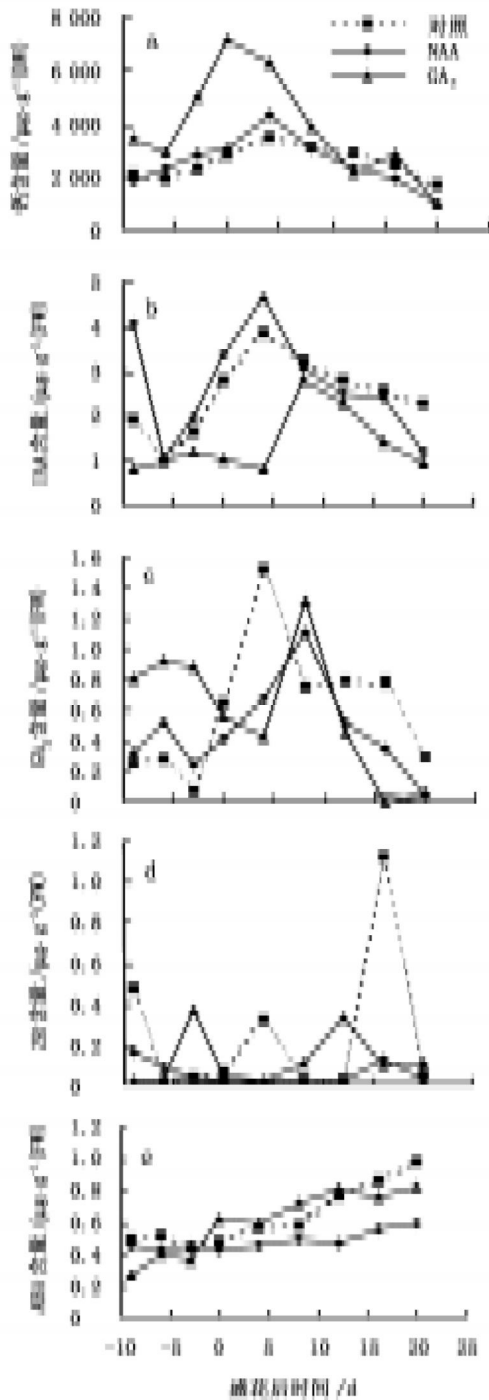


图2 NAA和 GA_3 对受精前后梨子房(幼果)中钙及内源激素含量的影响

Fig. 2 Effects of NAA and GA_3 on calcium and hormone contents in ovaries (fruitlet) during pre- and post-fertilization of pear

IAA促进苹果树体中的钙向果实中运输,而NAA与GA仅能促进果面钙向果实中运输。

(2)在开花以前施NAA,子房(幼果)中的 GA_3 含量有一定程度的提高, GA_3 处理的子房(幼果)中

GA_3 含量提高迅速。NAA、 GA_3 处理后,子房(幼果) GA_3 含量高峰均较未经处理的推迟4 d(图2-c)。结合图2-a的结果可以看到,NAA处理的 GA_3 含量高峰推迟,但钙含量高峰时间未变; GA_3 处理的 GA_3 含量高峰推迟,钙含量高峰则提前。说明 GA_3 的含量与子房(幼果)中的钙含量之间并无对应关系。鉴于施用 GA_3 可以大大提高子房(幼果)的钙含量,我们认为 GA_3 可能是影响受精前后钙吸收的因素之一。

(3)未经处理的ZR含量在花后20 d有一个非常明显的高峰。NAA、 GA_3 处理的峰值明显受到削弱(图2-d)。未经处理的与处理的ABA含量均呈逐渐上升趋势(图2-d)。NAA与 GA_3 处理降低了第二次生理落果前ABA的含量(图2-e)。结合图1-c的结果,可以看出ZR和ABA的变化趋势与钙有较大差异,说明它们与受精前后子房(幼果)的钙吸收过程无密切关系。

参考文献

- Poovaiah BW. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Tech*, 1986, 40:86~89
- Ferguson IB, Watkins CB. Bitter pit in apple fruit. *Hortic Rev*, 1989, 11:289~355
- Wilkinson BG. Mineral composition of apples. IX: Uptake of calcium by fruit. *J Sci Food Agr*, 1968, 19:646~647
- Bernadac A, Jean-Baptiste I, Bertoni G et al. Changes in calcium contents during melon (*Cucumis melo* L.) fruit development. *Hortic Sci*, 1996, 66:181~189
- 彭抒昂,岩堀修一. 梨果实发育中 Ca^{2+} 在果肉细胞的定位及变化研究. *园艺学报*, 2001, 28(6):497~503
- 罗充,彭抒昂,李国怀. 梨不同品种果实发育中钙与钙调素的动态研究. *华中农业大学学报*, 2001, 20(3):286~288
- Tagliavini M, Zavallon C, Rombola AO et al. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Hort*, 2000, 512:131~140
- Wasan NP, 川田和秀, 楠正人. '女峰'イチゴのCa散布効果に及ぼす散布のタイミングと部位及びCa剤の種類の影響. *園芸学会雑誌*, 1997, 66(1):70~71
- 和田光夫, 池田英男, 池田政文. トマト植物体地上部へのCa剤施与方法ならびに施与時期が尻腐れ果発生に及ぼす影響. *園芸学会雑誌*, 1995, 64(1):250~251
- 丁静,沈镇德,方亦雄等. 植物内源激素的提取分离和生物鉴定. *植物生理学通讯*, 1979, (2):27~39, 50
- 韩雅珊主编. 仪器化学实验指导. 北京:北京农业大学出版社, 1991. 32~33
- Haynes RJ. Nutrient status of apple orchards in Canterbury, New Zealand. I. Levels in leaves and fruit and the prevalence of storage disorder. *Comm Soil Sci Plant Anal*, 1990, 21(11~12):903~920
- 毛节琦. 结果对采前施用 $^{45}Ca^{2+}$ 的吸收与运转. *核农学报*, 1994, 8(1):33~40
- 周卫,汪洪,赵林萍等. 苹果(*Malus pumila*)幼果钙素吸收特性与激素调控. *中国农业科学*, 1999, 32(3):52~58