

# 梨果实发育中果肉及种子钙和果胶含量的变化

刘剑锋 张红艳 彭抒昂\*

(华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070)

**摘要:** 以果实耐贮性和质地有明显差异的‘黄花’和‘湘南’梨品种为试材, 研究了果实发育过程中果肉与种子中  $\text{Ca}^{2+}$ 、总钙含量和果肉果胶含量的动态及其相互关系。结果表明: 1) 两品种果肉细胞中总钙和  $\text{Ca}^{2+}$  含量在幼果发育前期较高, 以后呈下降趋势, 采收时黄花梨果肉中的总钙含量明显高于湘南梨; 2) 种子中总钙含量远高于果肉, 随果实发育而逐渐上升, 且黄花梨在 7 月中旬果实膨大期后上升加快直至采收, 而湘南梨则在 7 月中旬后停止上升; 种子中的  $\text{Ca}^{2+}$  含量在后期均有一个迅速上升峰; 3) 原果胶含量在果实发育前期上升, 中后期下降, 后期黄花梨远低于湘南梨; 而水溶性果胶呈逐渐上升的趋势, 两品种较为接近。

**关键词:** 梨; 果实; 发育; 钙; 果胶

**中图分类号:** S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 06-0709-03

## 1 目的、材料与方法

果实钙含量的多少和形态关系到其生长发育和质地, 但种子中的钙含量与果实钙的关系及其对果实性状的影响尚少见报道。果胶作为一种结构性多糖决定果实细胞壁的硬度, 而决定果胶结构牢固程度的聚合度是由钙所决定的, 在果实发育期结合果胶含量来考察钙功能及果实性状的报道也极少。作者以质地与贮藏性有明显差异的梨果实为试材, 来探讨果实不同形态钙和果胶的变化规律, 以及造成品种间贮藏性差异的原因。

试验于 2001~2002 年在华中农业大学附属农场果园进行, 以梨 (*Pyrus pyrifolia* Nakai) 品种‘黄花’和‘湘南’为试材, 10 年生树, 常规管理。在武汉地区, 两品种 3 月下旬盛花, 4 月初谢花。黄花梨采收期为 7 月底, 湘南梨采收期为 8 月中旬。每个品种选用生长势一致的 10 棵树, 于每株的外围随机取果混样。从 4 月 19 日开始, 幼果期 7 d 采样 1 次, 以后约 10 d 采样 1 次直至果实成熟采收。在果实发育前期, 每个品种每次采果约 70~100 个, 在果实发育的中后期, 采果数量逐渐减少, 采前每品种每次采果 10~15 个。采样的同时测量果实纵径以确定其果实的发育状况。果样先洗净、擦干、切块后用液氮进行处理, 然后置超低温冰箱贮藏。水溶性  $\text{Ca}^{2+}$  与总钙的提取分别参照文献〔1〕和〔2〕进行, 采用原子吸收分光光度计法测定。水溶性果胶与原果胶的提取与测定参照文献〔3〕进行, 以每克果肉中半乳糖醛酸的毫克数作为果胶含量的计算单位, 以 mg/g 表示。以上测定均重复 3 次。

## 2 结果与分析

### 2.1 果实发育过程中果肉钙含量的变化

由图 1 可看出, 两品种果肉总钙均以幼果期最高, 随着果实发育的进程呈下降的趋势。采收时黄花梨果肉总钙明显高于湘南梨。果实中的水溶性  $\text{Ca}^{2+}$  含量动态两品种亦较为相似。大致可分为两个阶段: 第一阶段为  $\text{Ca}^{2+}$  含量的迅速变化期,  $\text{Ca}^{2+}$  含量在 4 月末达到高峰 90~100  $\mu\text{g/g}$  后, 急速下降

收稿日期: 2003-01-09; 修回日期: 2003-03-31

基金项目: 教育部科技重点研究项目 (重点 02142); 湖北省自然科学基金项目 (2001ABB112)

\* 通讯作者

至低谷5~25  $\mu\text{g/g}$ ; 第二阶段是6月中旬至果实成熟采收,  $\text{Ca}^{2+}$  含量变化明显趋缓。在采收时湘南梨果肉中的  $\text{Ca}^{2+}$  含量极低且无变化, 黄花梨果实中的  $\text{Ca}^{2+}$  含量在采收时有较大提高。

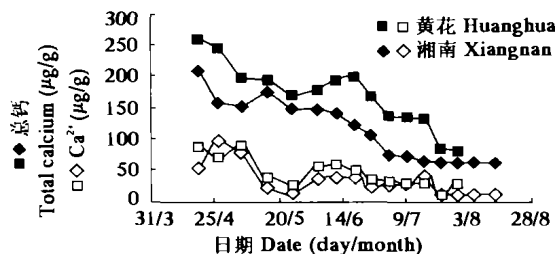


图1 梨果实发育过程中果肉钙含量的变化

Fig. 1 Changes of calcium content in flesh of pear during fruit development

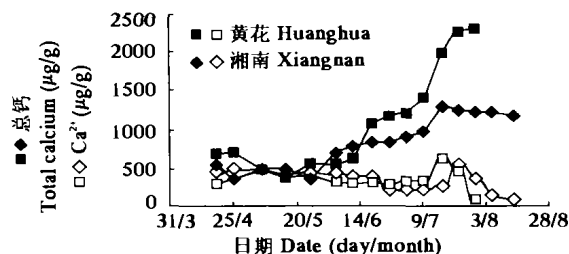


图2 梨果实发育过程中种子钙含量的变化

Fig. 2 Changes of calcium content in seeds of pear during fruit development

## 2.2 果实发育过程中种子钙含量的变化

由图2可见, 两品种种子中的总钙含量在500~2500  $\mu\text{g/g}$ , 均远高于果肉中总钙的含量, 但与果肉中总钙的动态完全相反, 在果实发育过程中均呈上升趋势, 且均在7月上旬左右有一个迅速上升期。两品种种子中的水溶性  $\text{Ca}^{2+}$  含量在50~700  $\mu\text{g/g}$ , 也远高于果肉中的  $\text{Ca}^{2+}$  含量。与种子中的总钙含量相比, 水溶性  $\text{Ca}^{2+}$  含量在前期与总钙含量相近, 但在果实采收前, 两品种种子中的水溶性  $\text{Ca}^{2+}$  含量均降低至100  $\mu\text{g/g}$  以下。在果实发育过程中两品种变化规律较为相似, 特点是后期变化幅度大。

## 2.3 果肉中果胶含量的变化

由图3可见, 两品种果肉中的原果胶含量在整个果实发育过程中均呈先升后降的趋势。在果实发育的中后期, 湘南梨果实中的原果胶含量远高于黄花梨。两品种水溶性果胶含量变化幅度较原果胶小。在果实发育前期, 两品种的水溶性果胶的含量远低于原果胶含量, 但在果实采收前则与原果胶含量相近。在整个果实发育期, 两品种水溶性果胶呈上升的趋势, 且其水溶性果胶含量相对接近。

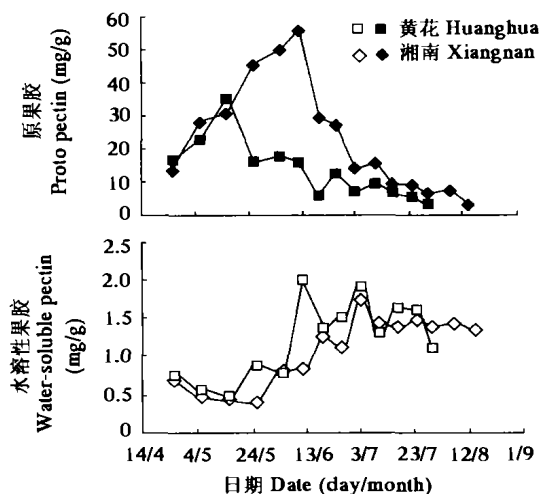


图3 果实发育过程中果胶的变化

Fig. 3 Changes of pectin content in pears during fruit development

在本研究中, 黄花梨和湘南梨果肉中的总Ca浓度均呈前期高, 后期低的趋势, 但种子中的总钙含量呈持续上升, 特别是在果实发育后期都有一段迅速上升的时期(图2)。因此, 钙在整个生长期似乎都可以进入果实, 但进入的部位有所不同。果肉中的钙含量在6月下旬至7月上旬不断下降则可能与钙仅向种子中积累有关。此外, 晚熟耐贮品种湘南梨与不耐贮藏的黄花梨相比, 湘南梨种子中的钙含量在采收前停止上升, 黄花梨则在采收时还呈明显的上升趋势, 因此种子后期对钙的需求量可能与果实的贮藏性有关。在果实发育的中后期, 湘南梨果肉中的原果胶含量远高于黄花梨, 两品种的水溶性果胶则较为接近, 结合湘南梨果肉中较低的总钙及水溶性钙含量来看, 贮藏性与果肉中钙含量之间可能并无对应的关系, 而与原果胶的含量及与钙的结合状态有关。

## 参考文献:

- 1 龚云池, 徐季娥, 吕端江. 梨果实中不同形态钙的含量. 园艺学报, 1992, 19 (2): 129~134
- 2 Wilkinson B G. Mineral composition of apples IX: uptake of calcium by the fruit. J. Sci. Food Agri., 1968, 19: 646~647

- 3 方建雄, 华雪增, 刘 愚. 贮藏温度和气体状况对苹果果胶、多聚半乳糖醛酸酶变化的影响. 植物生理学报, 1991, 17 (1): 99 ~ 104

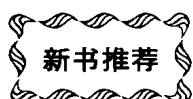
## Changes of Calcium in Flesh, Seeds and Pectin Content during Pear Fruit Development

Liu Jianfeng, Zhang Hongyan, and Peng Shu'ang

(Horticulture and Forestry Institute of Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

**Abstract :** 'Huanghua' and 'Xiangnan' pears that were significantly different in storage and texture trait were used to investigate contents of  $\text{Ca}^{2+}$ , total calcium in flesh, seeds and pectin, the results showed that: 1) Contents of  $\text{Ca}^{2+}$  and total calcium were the highest in young fruit stage, then they decreased along with fruits development. Content of calcium in flesh of 'Huanghua' was significantly higher than that of Xiangnan before harvest; 2) Total calcium content in seeds was much higher than that in flesh, and it increased along with fruits development gradually. Content of total calcium in seeds of 'Huanghua' kept rising after rapid expanding stage of middle July, while that of 'Xiangnan' stopped rising after late July. A  $\text{Ca}^{2+}$  rapid rising peak in seeds of two cultivars appeared in late fruit development; 3) Content of proto pectin increased first, and then it began to decrease. The period when proto pectin in 'Huanghua' stopped increasing was earlier than that of 'Xiangnan', and proto pectin of 'Huanghua' was significantly lower than that of 'Xiangnan' in late fruit development. Water-soluble pectin contents of two cultivars increased gradually, and they were adjacent.

**Key words:** Pear; Fruit; Development; Calcium; Pectin



新书推荐

《柑橘学》 何天富 主编

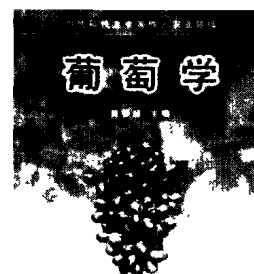
中华农业科教基金资助图书。全书分为 17 章。分别介绍了柑橘的发展史略、柑橘遗传资源、中国柑橘生态区划、柑橘的生物学、柑橘的代谢生理、柑橘的矿物质营养、柑橘育种、柑橘生物技术、柑橘育苗、果园建立、柑橘园的土壤管理、柑橘对不良环境的适应性及防护技术、柑橘病虫害、柑橘的采后处理及贮藏加工等重要内容。可作为高校师生和研究工作者的参考教材和资料, 供从事于柑橘生产者阅读参考。

定价: 207.00 元 (含邮费)。



《葡萄学》 贺普超 主编

中华农业科教基金资助图书。该书分为绪论和 26 章。分别介绍了葡萄的分类和种质资源、形态与解剖、中国葡萄栽培区划、葡萄生理、主栽品种、繁殖、葡萄园的建立、整形修剪、土肥水管理、抗寒与设施栽培、葡萄主要性状的遗传、杂交与实生育种、多倍体育种、无性系选种、组织培养、病虫害、葡萄酒、葡萄的贮藏保鲜等重要内容。可供高校师生和研究工作者以及葡萄生产者阅读参考。定价: 141.00 元 (含邮费)。



购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街 12 号中国农科院蔬菜花卉所《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。