

# 外源钙对桃不同部位钙含量及果实品质的影响

李靖<sup>1</sup>, 陈孝兰<sup>2</sup>, 孙淑霞<sup>1</sup>, 陈栋<sup>1</sup>, 涂美艳<sup>1</sup>, 江国良<sup>1</sup>

(1. 四川省农业科学院 园艺研究所, 农业部西南地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 四川 成都 610066;

2. 成都市龙泉驿区 植物检疫站, 四川 龙泉驿 610100)

**摘要:**以 18 年生皮球桃为试材, 研究探讨了外源钙( $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )对叶、茎、果实钙含量以及果实品质的影响。结果表明:不同时期叶片中的钙含量变化相对较平稳;果肉和果核中钙含量从果实硬核期到膨大期逐渐升高, 达到一定量后逐渐降低, 采前 1 个月钙含量基本趋于平衡;在果肉和果核的钙含量达最大时茎钙含量最低, 果肉和果核中钙含量降低到最低点时茎钙含量达最大;果实的横、纵、侧径增长趋势基本一致, 从硬核期到成熟, 生长曲线呈‘快-慢-快’型增长;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  处理果实单果重最重, 为 219.19 g;  $\text{CaCl}_2$  处理果实可溶性固形物和可溶性糖含量最高, 分别为 12.1%、9.24%。

**关键词:**桃; 外源钙; 钙含量; 果实品质; 裂核率

**中图分类号:**S 662.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)17-0037-03

钙是果树必需矿质营养中的一种大量元素, 在果树生长发育中具有重要的作用, 关系到果实的产量和品质<sup>[1]</sup>。有关钙素营养对果树果实产量及品质的研究较多<sup>[2-6]</sup>。但在钙素营养对果树不同器官吸收钙的影响方面研究较少。该研究通过喷施外源钙, 探讨了钙素营养对桃不同组织部位钙吸收以及对果实生长发育的影响, 以为桃栽培中改善果实品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以四川省农业科学院园艺研究所龙泉桃基地中的 18 年生皮球桃为试材。

### 1.2 试验方法

供试桃树分别在花后 30、50、70 d 和采前 20 d 喷施外源钙, 外源钙设 2 个处理:  $T_1$ ,  $\text{CaCl}_2$ ;  $T_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , 浓度均为 500 倍液, 以清水为对照(CK)。各处理以喷施到叶片滴水为度, 采用单株区组设计, 3 次重复。

### 1.3 项目测定

采样时从每株树中部的东、南、西、北、中 5 个方位各采 2 个果枝, 带回实验室分别用于叶、茎、果的钙测定

及果实品质测定。将部分样品用去离子水冲洗干净、晾干, 在 105℃ 下杀青 30 min, 80℃ 下烘干, 用于钙测定<sup>[7]</sup>。其余样品用于品质测定, 可溶性固形物含量用数显手持折射仪(日本)测定, GY-4 果实硬度计测定果肉硬度, 可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[8]</sup>, 可滴定酸含量测定采用 NaOH 中和滴定法<sup>[9]</sup>, 每个测定重复 3 次。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 和 DPS 软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物不同部位钙含量

从图 1 可以看出, 不同时期, 叶片中的钙含量变化相对较平稳;果肉和果核中钙含量变化趋势一致, 即从果实硬核期到果实膨大期果肉和果核的钙含量逐渐升高, 达到一定量之后逐渐降低, 采前 1 个月左右钙含量基本趋于平衡;果肉钙含量达最大时,  $T_2$  处理果肉的钙含量最高, 为 0.56%,  $T_1$  处理钙含量为 0.48%, 对照钙含量最低, 为 0.35%;果核钙含量达最大时,  $T_1$  处理果核钙含量最高, 为 0.47%, 其次为  $T_2$  处理, 为 0.38%, 对照钙含量最低, 为 0.34%。在果肉和果核的钙含量达最大时茎钙含量最低, 果肉和果核中钙含量降低到最低点时茎钙含量最高。

### 2.2 果实生长发育

从图 2 可以看出, 果实整个生长期的横、纵、侧径都在不断增大, 且它们的增长趋势基本一致。从硬核期到成熟期, 果实的横、纵、侧径生长曲线均呈‘快-慢-快’型增长, 果实的花后 50 d 左右进入快速生长阶段, 生长到一定时期, 生长速度开始减缓, 时间持续 20 d 左右, 采前

**第一作者简介:**李靖(1978-), 女, 硕士, 副研究员, 现主要从事果树栽培及生理生化研究工作。E-mail:lijing412@yeah.net.

**责任作者:**江国良(1962-), 男, 博士, 研究员, 现主要从事果树栽培与育种研究工作。E-mail:jg122@hotmail.com.

**基金项目:**四川省财政基金工程专项资金资助项目(2011QNJJ-012);四川省“十二五”农作物育种攻关资助项目(2011NZ0098-8);国家桃产业技术体系资助项目(ncytx-31-zs-10)。

**收稿日期:**2014-05-04

1 个月又进入快速生长阶段,该阶段一直持续到果实成熟。果实成熟时,T2 处理果实的横、侧径生长量最大,其次为 T1 处理的横、侧径生长量,对照果实的生长量最

小。T1 处理果实的纵径生长量最大,其次为 T1 处理,对照果实的纵径生长量相对最小。

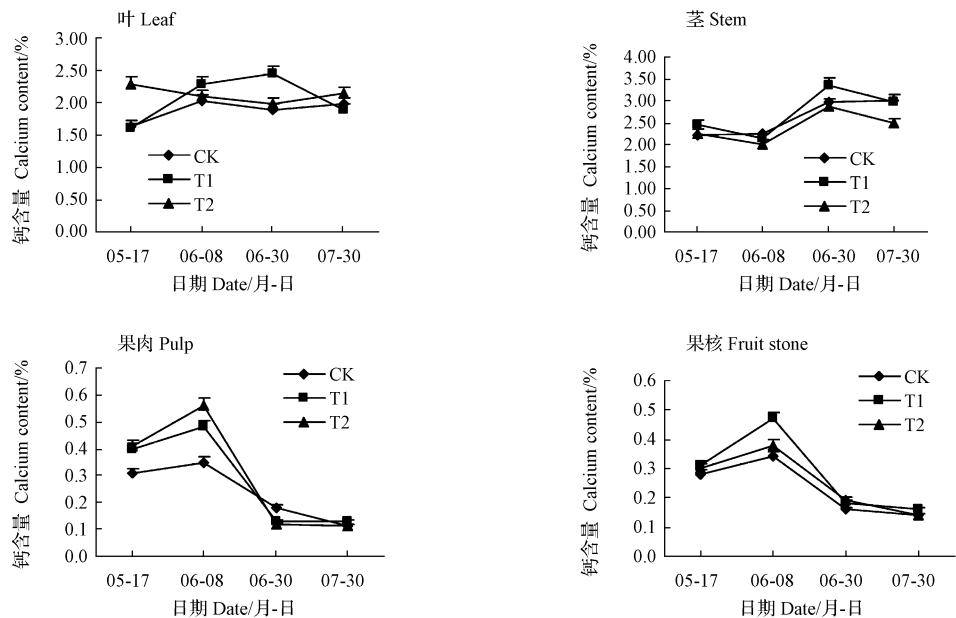


图 1 植物不同部位钙含量  
Fig. 1 Calcium content in different part of plant

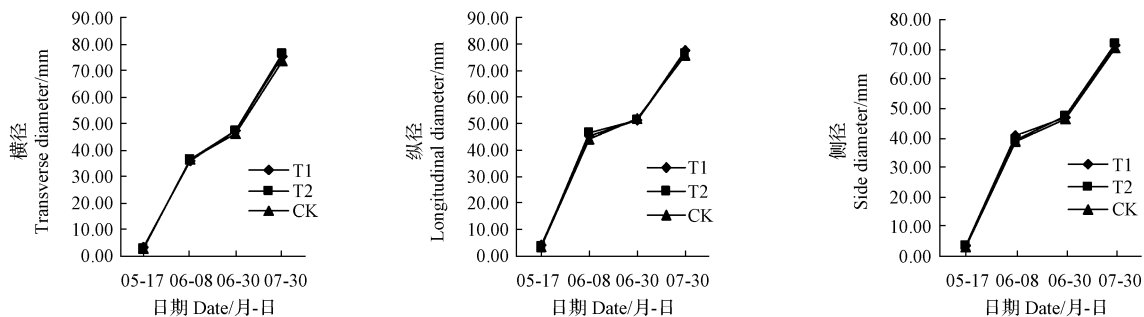


图 2 果实生长曲线  
Fig. 2 The fruit growth curve

2.3 果实品质

从表 1 可以看出,与对照比,喷钙处理所得果实单果重、可溶性糖含量与对照差异均达到显著水平( $P < 0.05$ );果实可溶性固形物含量、可滴定酸含量与对照差

异不明显。T2 处理果实单果重最重,为 219.19 g;T1 处理果实可溶性固形物含量和可溶性糖含量最高,分别为 12.1%、9.24%。T1、T2 处理的果实硬度都高于对照,裂核率都低于对照。

表 1 果实品质相关指标

处理 Treatment	单果重 Single fruit weight/g	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	可溶性糖含量 Soluble sugar content/%	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	硬度 Firmness/(kg·cm <sup>-2</sup> )	裂核率 Split-pit rate/%
T1	216.32b	12.1a	9.24a	0.63a	10.12	19.23
T2	219.19a	11.9a	9.14a	0.70a	9.56	20.83
CK	212.46c	11.6a	8.87b	0.71a	8.22	27.45

注:不同字母表示差异达 5% 显著水平。  
Note: Different lowercase letters in the same column mean significant at 5% level.

### 3 讨论

钙是植物生长发育所必需的大量营养元素之一,在果树生长发育中具有重要的作用<sup>[1]</sup>。周卫等<sup>[10]</sup>研究表明施钙能增加各部位含钙量,显著增加叶片中水溶性钙组分。许孝瑞等<sup>[7]</sup>研究表明,喷施外源钙素营养后,处理果实果肉钙含量均有所提高,花后 25 d 果实果肉钙含量都达到最高;花后 55 d 钙素处理果实果肉钙含量比对照高,并且钙素处理果实果肉钙含量下降幅度明显小于对照果实。该研究表明,不同时期叶片中的钙含量变化相对较平稳;果肉和果核中钙含量从果实硬核期到果实膨大期钙含量逐渐升高,达到一定量之后逐渐降低,采前 1 个月左右钙含量基本趋于平衡;在果肉和果核的钙含量达最大时茎钙含量最低,果肉和果核中钙含量降到低点时茎钙含量最高。果实整个生长期的横、纵、侧径增长趋势基本一致,经钙素处理的果实纵、横、侧径生长量都高于对照。该研究与前人研究结果不尽相同,可能与钙肥种类、喷钙时期、品种以及其它因素等有关,还有待进一步研究证明。

钙对果实品质改善具有重要作用,果实组织中维持较高的钙水平可以更长时间保持果实硬度,特别是在果实发育后期,果实钙含量的多少对果实品质形成及采后贮藏和运输具有重要影响<sup>[11-12]</sup>。该研究表明,果实生长发育期喷钙增加了单果重,提高了果实硬度、可溶性糖含量,与周卫等<sup>[6]</sup>在苹果幼果期喷钙或结合施用萘乙酸(NAA)研究果实的结论一致。在果实生长发育期补钙,对于易裂核的果实,可一定程度减轻果实裂核。综合各

项指标,在果实生长发育期补钙可提高果实品质和减轻果实生理性病害裂核的发生,但其作用机理还有待进一步研究。

(该文作者还有谢红江,单位同第一作者。)

### 参考文献

- [1] 关军锋, Saure M. 果树钙素营养与生理[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [2] 刘会超, 姚连芳, 韩振海. 钙对苹果果实发育及果肉细胞超微结构的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(4): 419-423.
- [3] 何为华, 王勤, 张世英, 等. 套袋、喷钙对酥梨果实矿质营养和品质的影响[J]. 果树学报, 2003, 20(1): 18-21.
- [4] 周卫, 李书田, 林葆, 等. 喷钙对苹果果实生理特性的影响[J]. 土壤肥料, 2000(6): 25-28.
- [5] 刘剑锋, 张红艳, 彭抒昂. 几种生长调节剂及与  $\text{CaCl}_2$  混合处理对黄桃果肉钙含量的影响[J]. 华中农业大学学报, 2004, 23(2): 244-248.
- [6] 周卫, 任洪, 赵林萍, 等. 苹果幼果钙素吸收特性与激素调控[J]. 中国农业科学, 1999, 32(3): 66-72.
- [7] 许孝瑞, 王萌, 刘成连, 等. 喷钙对设施油桃果实果肉钙素吸收的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(13): 5931-5933.
- [8] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2003.
- [9] 中国标准出版社第一编辑室. 中国食品工业标准汇编: 水果、蔬菜及其制品卷[M]. 2 版. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [10] 周卫, 林葆, 朱海舟. 硝酸钙对花生生长和钙素吸收的影响[J]. 土壤通报, 1995, 26(5): 225-227.
- [11] 谢玉明, 易干军, 张秋明. 钙在果树生理代谢中的作用[J]. 果树学报, 2003, 20(5): 369-373.
- [12] 高慧, 饶景萍. 油桃的采后生理及贮藏保鲜技术[J]. 陕西农业科学, 2003(4): 55-58.

## Effect of Exogenous Calcium on Calcium Content of Different Tissues and Fruit Quality in Peach

LI Jing<sup>1</sup>, CHEN Xiao-lan<sup>2</sup>, SUN Shu-xia<sup>1</sup>, CHEN Dong<sup>1</sup>, TU Mei-yan<sup>1</sup>, JIANG Guo-liang<sup>1</sup>, XIE Hong-jiang<sup>1</sup>

(1. Horticulture Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (Southwest Region), Ministry of Agriculture, Chengdu, Sichuan 610066; 2. Chengdu Longquanyi Quarantine Station, Longquanyi, Sichuan 610100)

**Abstract:** Taking 18-year-old Piqu peach as material, the effect of calcium application ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) on calcium content of leaf, stem, pulp and fruit quality of peach were discussed. The results showed that the change of calcium content in leaf was relatively smooth in different periods. The contents of calcium in the pulp and the fruit stone were increased gradually during the stage from fruit hardcore to fruit expanding, gradually decreased when reaching a certain amount, and maintained a basic balance level at one month before harvesting. The calcium content in stems was the minimum when its content in the pulp and the fruit stone were the largest, and was the highest when its content in the pulp and fruit stone were the lowest. The length diameter, cheek diameter and suture diameter of peach fruit showed the same growth trends, and their growth curve presented as 'fast-slow-fast'. The single fruit weight dealt with  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  was the heaviest 219.19 g, the soluble solids and soluble sugar content dealt with  $\text{CaCl}_2$  were the highest (12.1%, 9.24%).

**Keywords:** peach; exogenous calcium; calcium content; fruit quality; split-pit rate