

喷钙对设施油桃果实果肉钙素吸收的影响

许孝瑞, 王萌, 刘成连*, 原永兵 (青岛农业大学青岛市现代农业质量与安全工程重点实验室, 山东青岛 266109)

摘要 [目的] 研究喷钙对设施油桃果实果肉钙素吸收的影响, 为设施油桃果实品质的改善提供理论依据。[方法] 以设施栽培的油桃为试材, 进行喷钙处理, 研究了油桃果实整个发育过程中果肉钙含量的变化规律及其对果实钙素吸收的影响。[结果] (1) 未经钙素处理条件下, 3个设施油桃品种在生长发育过程中表现出不同的钙含量变化规律, 艳光果实果肉钙含量变化规律呈独特的M形, 超红珠与丽春果实果肉钙含量呈先上升后下降的趋势。(2) 喷施钙素营养可明显提高油桃果实中的钙含量, 3个油桃品种果实在整个发育过程中果肉钙含量都明显高于对照, 其中超红珠、艳光、丽春在花后15 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照分别高17%、15%、12%左右, 差异达显著水平 ($P < 0.05$); 花后55 d时比对照分别高34%、29%、28%左右, 差异达极显著水平 ($P < 0.01$)。[结论] 外源喷施钙素营养可明显提高设施油桃果实果肉钙含量。

关键词 油桃; 钙; 设施栽培

中图分类号 S662.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)13-05931-03

Effects of Calcium Spraying on Calcium Absorption of Nectarine Fruit under Protected Cultivation

XU Xiaorui et al (Qingdao Key Lab of Modern Agriculture Quality and Safety Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract [Objective] The aim was to study effects of calcium spraying on calcium absorption of nectarine fruit under protected cultivation and provide theoretical basis for the improvement of nectarine fruit quality. [Method] Nectarines sprayed with calcium under protected cultivation were used to study the change of calcium content during the fruit growth and the effects of calcium absorption. [Result] The result showed that: (1) Given natural circumstance, there was different in the calcium content of the fruit for three nectarine varieties during the fruit growth, the change of Yanguang calcium concentration was unique M shape, both Chaohongzhu and Lichun went up at beginning and then lowered in the fruit calcium concentration. (2) The Ca^{2+} concentration of the nectarine fruit increased obviously after spraying calcium and was all higher than the control during the fruit growth, and Chaohongzhu, Yanguang, Lichun fruit Ca^{2+} concentration of calcium treatment was markedly ($P < 0.05$) higher by 17%, 15%, 12% than the control on 15 days after full blossom and was significantly ($P < 0.01$) higher by 34%, 29%, 28% on 55 days after full blossom. [Conclusion] Spraying calcium nutrition could significantly improve nectarine fruit calcium content.

Key words Nectarine; Calcium; Protected cultivation

近年来, 果树的设施栽培已成为我国果树生产中一种重要的栽培形式, 其中设施油桃是我国北方地区发展最快、经济效益较高的栽培树种之一。但由于改变了果树的生长环境和发育规律, 在设施果树生产中普遍存在着果实风味不佳、品质明显下降的现象。国内外研究表明, 钙是植物生长发育所必需的营养元素之一, 在果树生长发育中具有重要的作用^[1-3]。曹洪松研究认为, 桃果中钙量丰缺亦应是果实评价的一个指标^[4]。林葆等研究表明, 桃果实缝合线部位软化是由果实缺钙所致^[5]。笔者以设施栽培的不同油桃品种为试材, 探讨了喷施钙素营养对果实钙素吸收的影响, 并对不同油桃品种在果实生长发育过程中钙含量变化规律进行研究, 以期为设施油桃果实品质的改善提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料 以4年生的设施油桃品种丽春、艳光和超红珠为试材, 常规管理。喷施所用钙肥为烟台绿云生物化学公司提供的“肽神”(有机钙肥, Ca^{2+} 含量约120 g/kg)。

1.2 试验方法 于2007~2008年在青岛莱西市史家庄果园进行, 于盛花后10 d进行喷钙处理, 选择在晴天上午对叶面和果面喷施1 000倍液的肽神, 清水对照, 每10 d一次, 单株小区, 3次重复。分别于盛花后15、25、35、45和55 d采样, 每次随机取样。

1.3 钙含量的测定 每次采样后用去离子水将果面冲洗干净, 晾干, 在去除果皮和果核后将果肉切片, 在105℃下杀青30 min, 然后在80℃下烘干。称取烘干的果实干样1.0 g, 放入马弗炉, 在550℃下灰化4 h, 待冷却后加入1 ml酸液

(HNO_3 (A.R) $HClO_4 = 5:1$) 硝化, 再用去离子水定容至25 ml, 用原子吸收法测定钙含量, 每个测定重复3次。用DPS数据处理系统进行数据处理。

桃果肉 Ca^{2+} 浓度 (ng/kg 干重) = 溶液 Ca^{2+} 浓度 $\times 2.5 \times 10^{-2}$ / 样品重

2 结果与分析

2.1 超红珠果实发育过程中果肉钙含量变化规律 由图1可知, 超红珠果实果肉钙含量的变化规律呈先上升后下降的趋势。花后15~25 d超红珠果实果肉钙含量呈上升趋势, 此时果实正处于第一次迅速生长期, 果实对钙素的吸收比较活跃^[6], 果实钙素吸收迅速且量大, 花后15 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照果实高16%左右, 差异达显著水平 ($P < 0.05$)。花后25~55 d果肉钙含量呈下降趋势, 其中花后25~45 d钙素处理果实与对照果实差异不明显, 有可能是此时

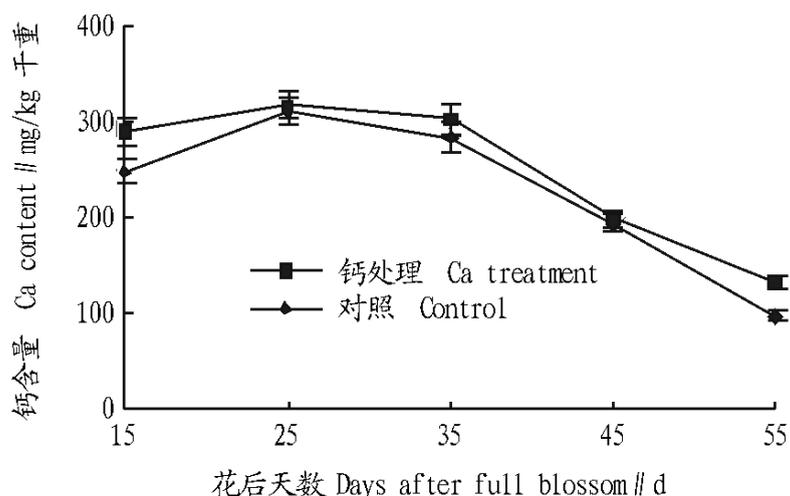


图1 超红珠果实果肉钙含量变化规律

Fig.1 The changes of Ca content in Chaohongzhu flesh

果实处于硬核期, 果实重量的增加比率超过钙素吸收比率, 从而缩小了钙素处理果实与对照果实在果肉钙含量上的差

作者简介 许孝瑞 (1983-), 男, 山东垦利人, 硕士研究生, 研究方向: 果树生理学。* 通讯作者。

收稿日期 2009-02-19

异。花后45~55 d为果实第二次迅速生长期,在这段时期内果实迅速膨大,且在花后55 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照高34%左右,差异达极显著水平($P < 0.01$),这也验证了果实细胞膨大成熟期为果实大量吸收钙素的第二阶段^[7]。由图1还可知,钙素处理的超红珠果实在整个发育过程中果肉钙含量比对照高,这说明外源喷施钙素营养对于提高超红珠果实果肉钙含量具有明显的作用。

2.2 艳光果实发育过程中果肉钙含量变化规律 由图2可知,艳光果实果肉钙含量变化规律呈独特的M形,果肉钙含量在花后15~25 d呈上升趋势,此时果实处于细胞分裂期,钙素吸收迅速,花后15 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照果实高15%左右,且差异达显著水平($P < 0.05$)。花后25~35 d果肉钙含量开始下降,花后35~45 d又有小幅上升,且这段时期内钙素处理果实与对照差异不显著,这是由于此时果实处于硬核期,质量增加,从而缩小了两者之间的差异造成的。花后45~55 d艳光果实果肉钙含量又呈下降趋势,但钙素处理果实果肉钙含量下降幅度明显小于对照,且在花后55 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照高29%左右,差异达极显著水平($P < 0.01$),这可能是由于此时果实正处于第二次迅速生长期,这时植物的营养生长转为生殖生长,果实生长旺盛,争夺钙营养的能力强,吸钙量多。由图2还可知,在艳光果实整个发育过程中钙素处理的果肉钙含量均高于对照,这说明外源喷施钙素营养能明显提高艳光果实果肉的钙含量。

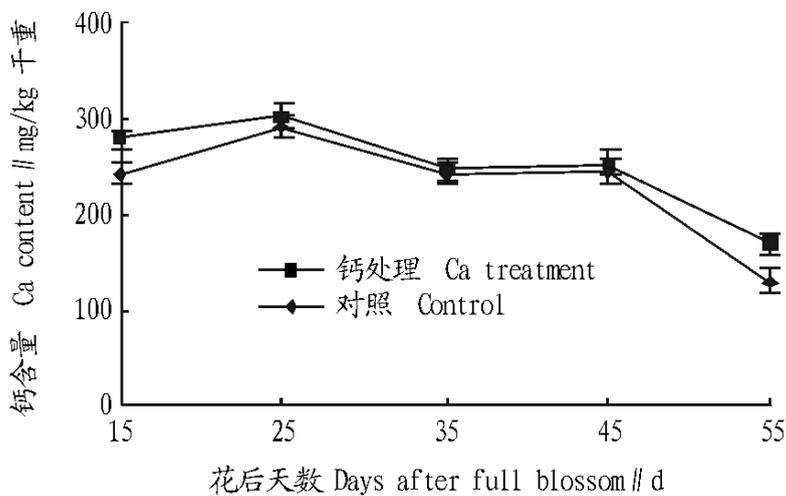


图2 艳光果实果肉钙含量变化规律

Fig. 2 The changes of Ca content in Yanguang flesh

2.3 丽春果实发育过程中果肉钙含量变化规律 由图3可知,丽春果实在整个发育过程中钙素处理果肉钙含量与对照果实呈不同的变化规律,即对照果实果肉钙含量变化规律呈先上升后下降的趋势,而钙素处理果实果肉钙含量则呈一直下降的趋势,且在花后15 d时钙素处理果实果肉钙含量与对照果实高12%左右,差异达显著水平($P < 0.05$)。在花后25~45 d果实的硬核时期,果实果肉钙含量与对照果实差异不显著。花后45~55 d是果实的第二次迅速生长期,此时为果实大量吸收钙素的第二阶段,钙素处理果实果肉钙含量下降幅度明显小于对照果实,且钙素处理果实果肉钙含量比对照果实高28%左右,差异达极显著水平($P < 0.01$)。由图3还可知,丽春果实在整个发育过程中钙素处理果肉钙含量均高于对照果实,这说明喷施外源钙素营养能有效地提高丽春果实果肉钙含量。

2.4 不同设施油桃品种果实发育过程中果肉钙含量变化规

律比较 由图1、3可知,超红珠与丽春对照果实果肉钙含量变化规律基本相同,在果实整个发育过程中表现出一次钙素吸收高峰,即呈先上升后下降的趋势;由图2可知,艳光果实果肉钙含量变化规律呈现独特的M形,即在果实整个发育过程中果肉钙含量先上升后下降,然后又有小幅的上升再下降的过程。由图4可知,在花后25 d时丽春果实果肉钙含量最高,超红珠次之,艳光最低。在喷施外源钙素营养后超红珠与艳光果实果肉钙含量变化规律与对照基本相同,而丽春钙素处理果实果肉钙含量呈一直下降的趋势,即在花后15 d时果实果肉钙含量达到高峰。超红珠、艳光、丽春在整个发育过程中钙素处理果实果肉钙含量均高于对照,且在花后15 d时钙素处理果实果肉钙含量与对照差异都达显著水平($P < 0.05$);在花后55 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照分别高34%、29%、28%左右,差异都达极显著水平($P < 0.01$)。这说明在设施油桃果实的第一次迅速生长期和第二次迅速生长期喷施外源钙素营养对于提高其果肉钙含量均具有重要作用。

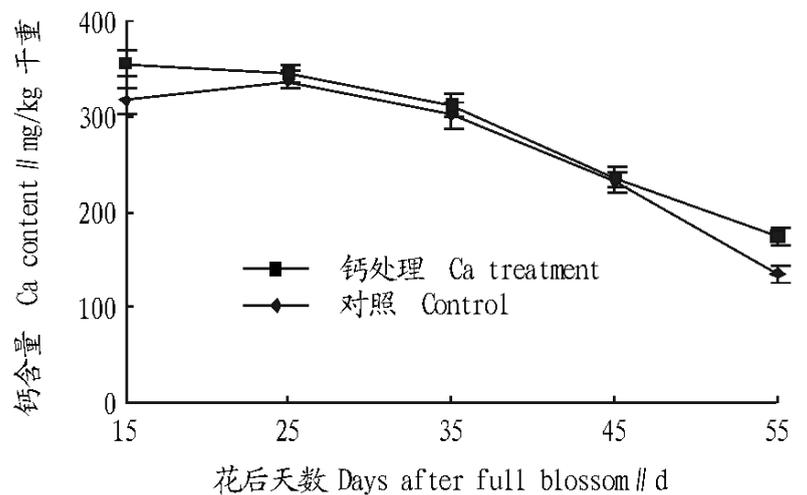


图3 丽春果实果肉钙含量变化规律

Fig. 3 The changes of Ca content in Lichun flesh

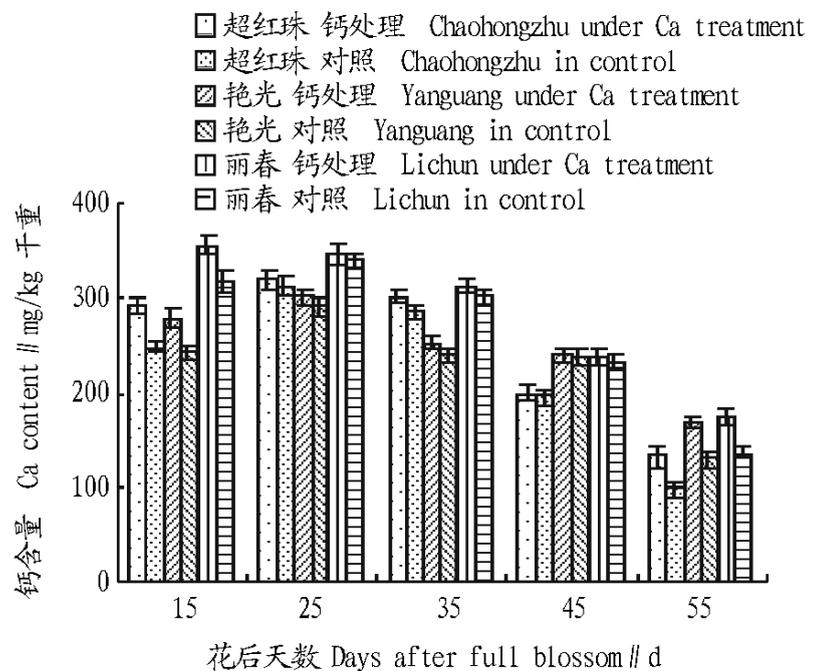


图4 超红珠、艳光、丽春果实果肉钙含量变化规律

Fig. 4 The change laws of Ca content in the flesh of Chaohongzhu, Yanguang and Lichun

3 结论与讨论

研究表明,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^[8-12]。

李中勇等研究表明,在整个果实发育期内,设施外油桃

各部位钙含量均明显高于对应时期设施内油桃相应部位的钙含量^[13]。该试验结果表明,在喷施外源钙素营养后,3个设施油桃品种果实果肉钙含量均有所提高。有研究表明,设施油桃在果实发育期内,幼果期对钙的吸收比较活跃,该试验在自然条件下,花后25 d时3个品种的果实果肉钙含量都达到最高,与前人的研究结果一致^[14]。林葆等认为,幼果期将钙直接补充到果实上十分重要,而且钙肥的施用也应注意施用时期^[5],该试验在花后10 d时分别对超红珠、艳光、丽春的叶面和果面喷施了1 000倍液的肽神(有机钙肥, Ca²⁺含量约120 g/kg),在花后15 d时测得钙素处理果实果肉钙含量比对照分别高17%、15%、12%左右,这说明在这段时期内喷施外源钙素营养对于提高其果肉钙含量具有重要作用,而且有研究表明幼果期喷钙能增加单果重、蛋白质和叶绿素含量,增加果实硬度、果实糖和维生素C含量,提高果实的营养品质^[15]。该试验中,超红珠和丽春在花后25~55 d果实果肉的钙含量呈下降趋势,有研究表明,钙含量的下降可能是由于随着果实的发育,果实体积的膨大造成的稀释效应并且伴随着其他部位的竞争优势造成的^[13],而艳光在果实整个发育过程中果肉钙含量变化规律呈独特的M形,这可能与品种自身的特性有关,具体机理还有待于进一步研究。在果实快速膨大期补钙,这时植物的营养生长转为生殖生长,果实生长旺盛,争夺钙营养的能力强,吸钙量多,该试验超红珠、艳光、丽春在花后55 d时钙素处理果实果肉钙含量比对照分别高

(上接第5916页)

到与上述研究相似的结果。

(4) 试验结果表明,热驯提高了热胁迫下油菜下胚轴细胞膜的热稳定性和AsA含量,降低了膜脂的过氧化程度,提高了耐热性,使下胚轴的生长得到一定保护,直接热胁迫则不然。由于根系承担水分、无机盐等植物生长发育所需营养物质的吸收,可以推测,高温胁迫对油菜根部造成的不利影响,可能直接影响地上部分的生长发育,进而影响油菜产量。

参考文献

- [1] HONG S W, MERLING E. Mutants of *Arabidopsis thaliana* defective in the acquisition of tolerance to high temperature stress[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2000, 97: 4392-4397.
- [2] LARKINDALE J, HALL J D, KNIGHT M R, et al. Heat stress phenotypes of *Arabidopsis* mutants implicate multiple signaling pathways in the acquisition of thermotolerance[J]. *Plant Physiology*, 2005, 138: 882-897.
- [3] MCMHAEL B L. Soil temperature and root growth[J]. *Hort Science*, 1998, 33: 947-951.
- [4] LIU X, HUANG B. Root physiological factors involved in cool-season grass response to high soil temperature[J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2005, 53: 233-245.
- [5] XUS, LI J, ZHANG X, et al. Effects of heat acclimation pretreatment on changes of membrane lipid peroxidation, antioxidant metabolites, and ultrastructure of chloroplasts in two cool-season turfgrass species under heat stress[J]. *Environ-*

mental and Experimental Botany, 2006, 56: 274-285.

参考文献

- [1] PETER K H. Calcium: a central regulator of plant growth and development[J]. *Hort Cell*, 2005, 17(8): 2142-2156.
- [2] KENDAL D H. The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal[J]. *Hort Physiology*, 2004, 136: 2438-2442.
- [3] 关军锋, MAX S. 果树钙素营养与生理[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [4] 曹洪松. 肥城桃品质和产量与地质背景相关性讨论[J]. *山东地质*, 1995, 11(2): 76-86.
- [5] 林葆, 周卫, 张文才. 桃果实缝合线部位软化发生与防治研究[J]. *土壤肥料*, 1996(6): 19-21.
- [6] 周卫, 汪洪, 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): 52-58.
- [7] WILKINSON B G. Mineral composition of apple and uptake of calcium by the fruit[J]. *Sci Food Agri*, 1968, 19: 646-647.
- [8] 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.
- [9] 徐凌, 丁立群, 富新华. 采前喷钙和赤霉素对日光温室桃耐贮性的影响[J]. *辽宁熊岳农业高等专科学校学报*, 1999, 1(3): 23-26.
- [10] 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.
- [11] 纪永强, 王福宾. 果树施用威格尔液肥(含钙型)试验报告[J]. *烟台果树*, 2002(2): 39.
- [12] 张华云, 王善广, 高习英. 防腐保鲜剂在桃贮藏中的应用[J]. *保鲜与加工*, 2000(1): 29-30.
- [13] 李中勇, 高东升. 设施栽培油桃果实发育期钙营养特性的比较研究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2007, 13(6): 1156-1160.
- [14] 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): 269-272.
- [15] 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.
- [6] DHINDSA R S, PLUMB DHINDSA P, THORPE T A. Leaf senescence: Correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase[J]. *J Exp Bot*, 1981, 32: 93-101.
- [7] MASSIE M R, LAPOCZKA E M, BOGGS K D, et al. Exposure to the metabolic inhibitor sodium azide induces stress protein expression and thermotolerance in the nematode *Caenorhabditis elegans*[J]. *Cell Stress Chaperones*, 2003, 8: 1-7.
- [8] KEELER S J, BOETTGER C M, HAYNES J G, et al. Acquired thermotolerance and expression of the HSP100/ClpB genes of linna bean[J]. *Plant Physiology*, 2000, 123: 1121-1132.
- [9] MARCUM K B. Cell membrane thermostability and whole plant heat tolerance of Kentucky bluegrass[J]. *Gen Sci*, 1998, 38: 1214-1218.
- [10] FRANCISCO J P, DANIEL V, NLO M. Ascorbic acid and flavonoid peroxidase reaction as a detoxifying system of H₂O₂ in grapevine leaves[J]. *Phytochemistry*, 2002, 60: 573-580.
- [11] ZHANG J H, HUANG W D, LIU Y P, et al. Effects of temperature acclimation pretreatment on the ultrastructure of mesophyll cells in young grape plants (*Vitis vinifera* L. cv. Jingxiu) under cross-temperature stresses[J]. *Journal of Integrative Hort Biology (Formerly Acta Botanica Sinica)*, 2005, 47(8): 959-970.
- [12] GUO X J, GUO C R. Effects of hypergravity on salt tolerance of wheat seedlings[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(2): 109-111, 138.
- [13] 田学军. 植物耐热性研究进展[J]. *红河学院学报*, 2007, 5(5): 7-9.
- [14] YANG Y J, LI L H, ZHAO H J, et al. Effect of exogenous nitric oxide on lipid peroxidation and chlorophyll fluorescence in wheat leaves under high temperature and strong irradiance stress[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(3): 25-30.