

钙与红江橙裂果的关系研究*

许建楷¹ 陈杰忠¹ 邹河清¹ 叶泰和² 黎富成²

(1 华南农业大学园艺系, 广州 510642; 2 广东省东莞市大岭山镇农办)

摘要 红江橙采前裂果严重。裂果率与果皮 Ca 和盐酸溶性果胶含量负相关, 与水溶性果胶正相关。分别用 0.2% 的 CaAc 和 CaCl₂ 两次叶面喷施于红江橙, 可显著提高果皮 Ca 的含量, 减少水溶性果胶量, 增加盐酸溶性果胶量, 从而提高果皮破裂压力, 使果皮变韧, 减少裂果率。CaAc 比 CaCl₂ 的使用效果更佳。

关键词 红江橙; Ca 元素; 裂果率; 果胶

中图分类号 S 666.401

红江橙是近年来崛起的、商品价值比较高, 在国内外市场有竞争力的甜橙, 在广东、广西、福建等柑桔产区有大量的栽培, 但其采前裂果严重, 给生产者带来严重的经济损失, 因此, 研究红江橙的裂果机理, 对制定减少裂果的农业措施具有理论和实践的意义。矿质元素与裂果的关系前人已有很多研究(王宁等, 1987; Erickson, 1957), 许多果树树体 Ca 含量与裂果率呈负相关, 喷施 Ca 化合物能有效地减少甜樱桃(Nancy, 1986; Tucky, 1963)、荔枝(李建国, 1991)等果树的裂果, 本试验对钙与红江橙裂果的关系及其机理进行了研究。

1 材料与方法

1.1 叶面喷施 Ca 化合物对红江橙裂果的影响

在华南农业大学柑桔园和东莞市大岭山联发果场 2 个果园选树势相近, 挂果均匀的七年生红柠檬砧红江橙 30 株, 每处理 10 株, 分别用 0.2% 的 CaAc 和 CaCl₂ 叶面喷施于红江橙, 以清水对照, 每处理加 0.04% 吐温-20 作展着剂。在 6 月上旬和 9 月上旬 2 次喷施, 10 ~ 12 月初统计裂果数, 每次统计后将裂果摘去, 以后合计裂果率。

$$\text{裂果率 \%} = (\text{裂果数} / \text{总果数}) \times 100$$

1.2 果皮 Ca 含量的分析

在华南农业大学柑桔园选每处理 3 株树, 于 11 月 29 日每株取 10 个正常果; 另选对照树 3 株, 每株分别采正常果和裂果各 10 个, 用无离子水清洗后, 剥取果皮在 105 °C 下杀酶 20 min, 之后在 60 °C 烘干, 磨碎, 以 HNO₃-HClO₄ 消煮法消化。用原子吸收分光光度法测定 Ca 的含量。

1.3 果皮破裂压力的测定

取各处理每株 10 个果, 对照树每株正常果和裂果各 10 个, 剥取果皮, 用 ZND 型纸张耐破

1994-01-20 收稿

* 本研究属广东省科委“八五”农业科技重点攻关项目的内容之一

度测定仪测定果皮破裂压力。

1.4 果皮果胶的测定

将上述测量过破裂压力的果皮依分析 Ca 含量的样本对应编号。按日本食品工业学会(1986)《食品分析方法》倡导的果胶标准分析方法,果胶分水溶性果胶(WP),六偏磷酸盐溶性果胶(PP)。盐酸溶性果胶(HP)3类,以咔唑比色法测定各类果胶含量,然后合计总果胶量(TP)。

2 结果与分析

2.1 正常果与裂果的果皮理化特性比较

表 1 看出正常果果皮的破裂压力、Ca 及 HP 含量都显著高于裂果果皮, WP 以裂果的果皮含量较高,而果皮厚度、PP 及 TP 含量没有明显差异。

表 1 正常果与裂果果皮厚度、果皮破裂压力、果皮 Ca 及果胶含量⁽¹⁾ %

样本	果皮厚度/mm	果皮破裂压力/MPa	Ca	WP	PP	HP	TP
正常果	3.66	0.258	1.018	1.97	2.44	1.43	5.84
裂果	3.65	0.241	0.937	2.25	2.36	1.16	5.77
差异	NS	*	*	**	NS	**	NS

(1) 经 t 测验, * 表示 $P < 0.05$, ** 表示 $P < 0.01$, NS 表示差异不显著

2.2 不同处理对红江橙裂果的影响

表 2 看出 Ca 化合物能显著减少红江橙裂果,不同处理在 2 个果园的效应相似,对华南农业大学柑桔园的不同处理植株采样分析发现, Ca 化合物处理后果皮的厚度没有明显变化,但能显著降低水溶性果胶含量,提高果皮 Ca 和盐酸溶性果胶含量及果皮的破裂压力。处理效果以 CaAc 比 CaCl₂ 好。相关测验表明(图 1 ~ 12),果皮 Ca 与 WP 含量及裂果率显著负相关,而与 HP 和果皮破裂压力显著正相关。WP 与果皮破裂压力极显著负相关,与裂果率极显著正相关和高度直线回归。HP 与果皮破裂压力极显著正相关,与裂果率显著负相关和高度直线回归。果皮破裂压力与裂果率极显著负相关和高度直线回归。

表 2 不同处理的裂果率、果皮厚度、果皮破裂压力、果皮 Ca 及果胶含量⁽¹⁾ %

处理	裂果率		果皮 厚度 /mm	果皮破 裂压力 /MPa	Ca	WP	PP	HP	TP
	大岭山	华南农业大学							
CaAc	4.85 b	4.90 b	3.68 a	0.291 a	1.208 a	1.54 c	2.37 a	1.66 a	5.57 b
CaCl ₂	6.78 ab	5.85 b	3.69 a	0.270 ab	1.178 a	1.72 b	2.41 a	1.65 a	5.78 ab
CK	12.34 a	11.33 a	3.66 a	0.258 b	1.018 b	1.97 a	2.44 a	1.43 b	5.84 a

(1) 裂果率为单株裂果率的平均值;果皮厚度、果皮破裂压力、果皮 Ca 及果胶含量为华南农业大学试验点的分析值;同一竖行经 DMRT 测验,英文字母不同表示差异水平显著 $P < 0.05$

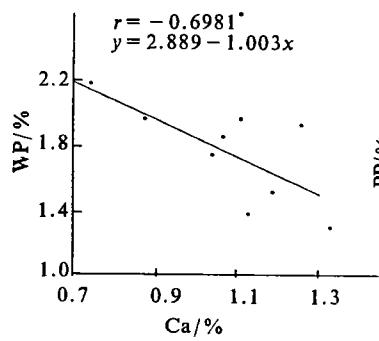


图1 果皮Ca与WP的关系

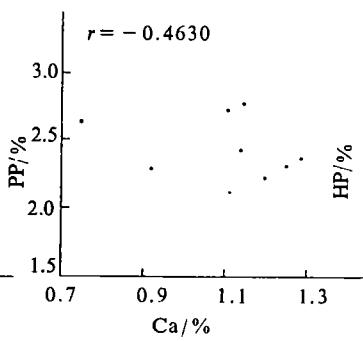


图2 果皮Ca与PP的关系

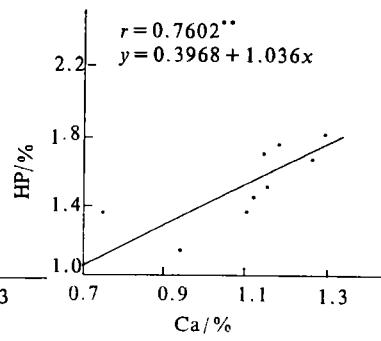


图3 果皮Ca与HP的关系

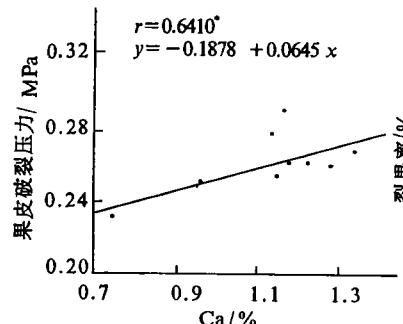


图4 果皮Ca与破裂压力的关系

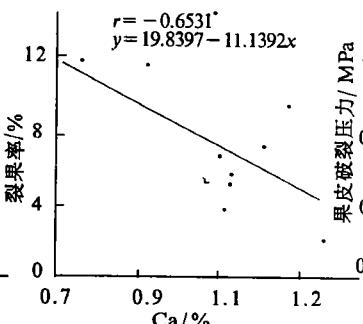


图5 果皮Ca与裂果率的关系

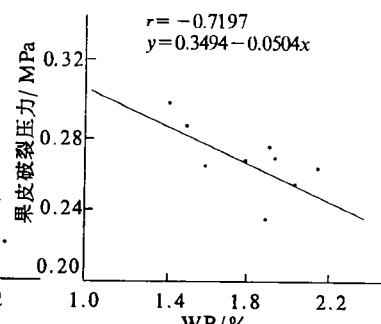


图6 果皮WP与破裂压力的关系

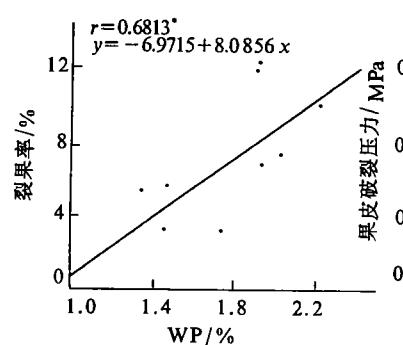


图7 果皮WP与裂果率的关系

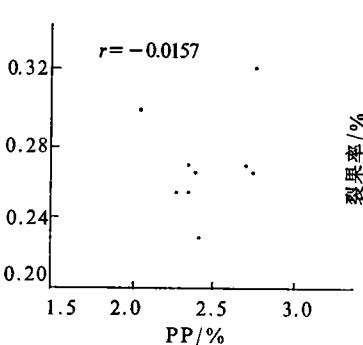


图8 果皮PP与破裂压力的关系

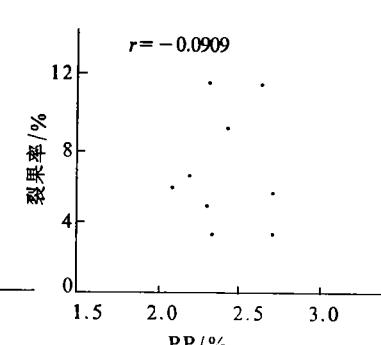


图9 果皮PP与裂果率的关系

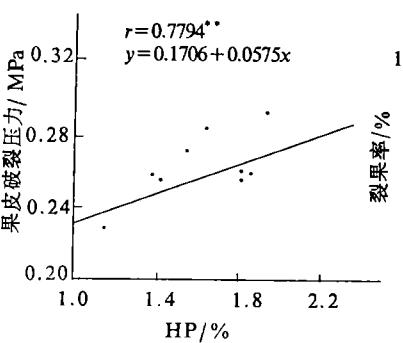


图10 果皮HP与破裂压力的关系

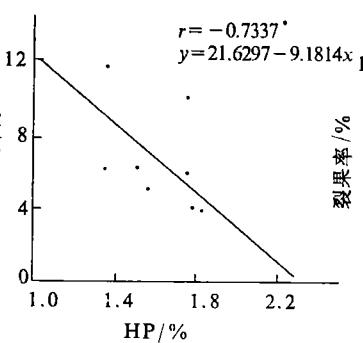


图11 果皮HP与裂果率的关系

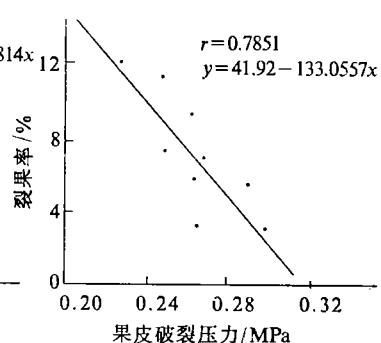


图12 果皮破裂压力与裂果率的关系

3 讨论

裂果是一种生理失调症。矿质营养的缺乏或富集必然会对这一生理失调过程产生影响。Erickson(1957)认为脐橙正常果和裂果果皮的 Ca 含量无差异。王宁(1987)报道锦橙裂果果皮中 Ca 含量显著高于正常果皮，并认为树体含 Ca 量高的条件下，产生 Ca 对 K 的强烈拮抗作用，从而间接促进裂果发生，而非高 Ca 导致裂果。可是他们叶片喷施 CaCl_2 却显著地降低了锦橙裂果率。Chapman 等(1947)指出甜橙裂果率与 Ca 含量负相关。Ca 能有效防止脐橙裂果(王大均等, 1992)。在许多果树中都发现树体 Ca 含量与裂果率呈负相关，缺 Ca 会引起果实开裂(吕忠恕, 1982)。许多研究者用不同的 Ca 化合物在减少甜樱桃裂果方面都取得了不同程度的成功(Bullock, 1952; Nancy, 1986; Tucky, 1963)。本试验表明红江橙正常果皮含 Ca 量显著高于裂果，果皮含 Ca 量与裂果率显著负相关。叶片喷施 Ca 化合物提高了果皮 Ca 含量，能减少裂果。

果实以果皮和种子的含 Ca 量高(李港丽, 1986)。Ca 能与羧基结合，形成离子键，将邻近果胶链连结在一起，从而增加燕麦胚芽鞘的细胞壁硬度和可塑性(Jansen et al, 1960)。Dickinson 等(1963)认为 Ca 减少裂果的原因是作为连接果胶羧基的桥梁和二价离子对强化细胞壁的作用。果实经 Ca 处理后可使果胶与 Ca 结合形成果胶钙(Loconitt et al, 1941)，增加不溶性果胶的比例(吕忠恕, 1982)。提高苹果的细胞壁强度(Nancy, 1986)和番茄果皮硬度(Loconitt et al, 1941)。石井孝昭(1981)用 Ca 化合物也能有效地强化温州蜜柑果皮细胞壁的硬度。本试验发现红江橙果皮 Ca 含量与水溶性果胶负相关，与盐酸溶性果胶显著正相关；盐酸溶性果胶是果胶酯酸和纤维素等结合而成的不溶于水的原果胶，其主要存在于细胞初生壁和胞间层，起网络作用，保持细胞硬度。可见 Ca 能减少红江橙裂果是由于其与果胶酸结合，增加原果胶量，加强细胞壁的网络结构，硬化细胞壁，从而提高果皮破裂压力，使裂果减少。

本研究中 CaAc 比 CaCl_2 更有效地减少裂果，这很可能是由于柑桔对氯离子比较敏感(Groenwegen et al, 1959) 和 CaAc 更利于果皮的吸收(石井孝昭, 1981)，而出现这一情况。

参 考 文 献

- 王大均, 张利华. 1992. 脐橙裂果规律及控制技术研究初报. 中国柑桔, 21(2):17~19
 王 宁, 秦煊南. 1987. 矿质营养对锦橙裂果的影响. 西南农业大学学报, 9(4):458~462
 日本食品工业学会. 1986. 食品分析方法. 郑州粮食学院译. 成都: 四川科学技术出版社, 165~169
 吕忠恕. 1982. 果树生理学. 上海: 上海科学技术出版社, 149~175
 李建国. 1991. 荔枝生理性裂果机理的研究:[学位论文]. 广州: 华南农业大学园艺系
 李港丽. 1992. 矿质营养. 见: 曾骥主编. 果树生理学. 北京: 北京农业大学出版社, 327
 石井孝昭. 1981. カルツム化合物が温州シカソの浮皮防止に及ぼす影响. 農業げよび园艺, 56(6): 809, 891
 Bullock R M. 1952. A study of some inorganic compounds and growth promoting chemicals in relation to fruit cracking of Bing Cherries at maturity. Amer Soc Hort Sci. 59:243~253
 Chapman H D, Brown S M, Rayner D S. 1947. Effects of potash deficiency and excess on orange trees. Hilgardia. 17:619~650

- Dickinson D B, Mccollwm P. 1963. The effect of calcium on cracking in tomato fruits. Amer Soc Hort Sci, 84: 485 ~ 490
- Erickson L S. 1957. Compositional differences between normal and split washington navel oranges. Proc Amer Soc Hort Sci, 70: 257 ~ 260
- Groenwegen H, Bouma D, Gates C T. 1959. Uptake and translocation of chlorine in citrus cuttings during and after a short salt treatment. Austral Jour Biol Sci, 12: 16 ~ 25
- Jansen E F, Rosie J. 1960. Pectic metabolism of growing call walls. Plant Physiology, 35(1): 87 ~ 97
- Loconitt J D, Kersz Z I. 1941. Identification of calcium pectate as the tissue-firming compound formed by treatment of tomatoes with calcium chlonide. Food Res, 6: 409 ~ 508
- Nancy W C. 1986. Calcium hydroride reduces splitting of lambert sweet cherry. J Amer Soc Hort Sci, 111(2): 173 ~ 175
- Tucky R B. 1963. Calcium sprays for sweet cherries. Prec Wash State Hort Ass, 79: 194 ~ 198

STUDIES ON THE RELATION BETWEEN CALCIUM AND FRUIT-CRACKING IN "HONG JIANG" SWEET ORANGE

Xu Jiankai¹ Chen Jiezhong¹ Zou Heqing¹ Ye Taihe² Li Fucheng²

(1 Dept. of Horticulture, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Dalingshan Agr. Committee, Dongguan, Guangdong Province)

Abstract

Fruit-cracking was very serious in "Hong Jiang" sweet orange before harvest. There was a significant negative correlation between Ca or hydrochloric acid soluble pectin (HP) contents in peel and fruit-cracking rate. The relation between soluble water pectin (WP) and fruit-cracking rate showed a significant positive correlation. Foliar sprays of 0.2% CaAc and CaCl₂ on "Hong Jiang" sweet orange resulted in a significantly increase of Ca or HP contents and a decrease of WP in peel, thus causing the increase of bursting pressures in the peel, adding the resistance of fruits to cracking. The effect of CaAc was better than that of CaCl₂ on reduction of fruit-cracking in "Hong Jiang" sweet orange.

Key words sweet orange; Ca element; pectin; fruit-cracking rate