

钙与荔枝裂果关系初探*

李建国¹ 高飞飞¹ 黄辉白¹ 谭耀文² 罗金棠²

(1 华南农业大学园艺系,广州,510642;2 广州市果树研究所)

摘要 研究结果表明裂果程度不同的单株其裂果率与叶片中钙含量呈显著负相关;裂果严重果园中土壤交换性钙、叶片和果皮中钙含量显著低于裂果较轻的果园;裂果果皮中钙的含量显著低于正常果;喷施含钙盐的防裂素后,既显著提高了叶片和果皮中钙水平,也显著降低了采前裂果率。水分胁迫减少荔枝果皮中钙的积累并增加裂果,特别是在假种皮的快速生长期。因此,认为增加叶片和果皮中钙的含量有利于减少荔枝裂果。

关键词 荔枝;裂果;钙

中图分类号 S 666.401

钙是对果实发育有重要影响的元素之一,许多生理病害和生理失调症与组织中钙水平有关,迄今为止已发现数十种果蔬的生理病害系由缺钙引起。裂果实质上是一种生理失调症,它是否与裂果有关也引起人们的广泛兴趣,归纳起来有3种结果:一是认为裂果与果实中钙水平无关(Erickson,1957);二是认为树体高钙水平可能间接促进锦橙的裂果(王宁等,1987);更多的研究结果认为裂果的多少与果实中钙含量呈负相关关系,因为外喷含钙化合物在许多果树上都被证实可以减轻裂果(Yamamoto,1992;Brown,1995;许建楷等,1994;李建国等,1995;Nancy,1986),但有时效果不稳定,其原因可能在于果皮对钙素营养吸收差异所致。荔枝为原产我国的世界珍品。裂果是目前生产中亟待解决的一大难关,李建国和黄辉白(1996)对此作过较为详尽的评述,但有关钙与荔枝裂果关系的研究尚不多。

本研究的主要目的—是明确钙素营养与荔枝裂果的关系,二是探讨水分胁迫对钙素吸收的影响以及含钙盐的防裂素处理对荔枝裂果和叶片、果皮中钙含量影响。

1 材料与方法

1.1 钙素营养与荔枝裂果关系

1997年选裂果严重(裂果率约50%)和裂果较轻(裂果率约20%)果园,对比分析土壤中交换性钙的含量、叶片和果皮中钙含量以及同一单株上正常果和具新鲜裂口的裂果果皮中钙含量。裂果严重和裂果较轻果园的选取首先是根据往年果园裂果的表现,在试验年份于裂果大量发生前1个月左右(1997年5月10日)随机选结果正常的树10株,每株选4个主枝挂牌,在裂果发生期间定期记录裂果数和存留果数。土壤的采集和处理是在树冠滴水线区域20~30cm以内分0~25cm和25~50cm两层多点采样,样品经风干后过20目和100目标标准筛,然后用醋酸铵浸提。

1999-03-05 收稿 李建国,男,33岁,助理研究员,硕士

* 国家自然科学基金(39779529)和广东省自然科学基金(960440)资助项目

在同一果园选裂果程度不同的“糯米糍”品种6株,裂果程度的确定是根据在每一单株树冠不同部位随机选择的8~10条结果母枝(总坐果基数大于100)于裂果大量发生期间统计的裂果率为依据。叶片采自从末次梢自顶部计起第2对复叶的第2~3片小叶,果实采自树冠的外围中部,样品采后用冰壶带回实验室,剥出果皮,立即洗净,过清水和去离子水,甩干水后在105℃的烘箱中杀酶20 min,然后在65℃的恒温下鼓风烘干至恒质量,用高速粉碎机粉碎,过20目标准筛制样,用硝酸-高氯酸消化。

1.2 水分胁迫对荔枝钙素营养和果实裂果的影响

在华南农业大学荔枝园选生势大体一致的‘H1224’品种4株,2株作控水处理,2株为对照。控水方法是沿树冠滴水线四周挖深60 cm,宽20 cm的沟,地面采用地膜覆盖,晴天晒,雨天盖,待土壤含水量达到田间持水量的50%~60%时,一直保持覆盖至采收。对照不作任何处理,任其自然。在控水期间定期采集果实样品进行钙元素测定。田间裂果率的统计是在裂果大量发生期间每天上午08:00~08:30用计数器统计全树的裂果数和总果数,每次统计完毕即摘除裂果。

1.3 叶面喷施防裂素对荔枝钙素营养和裂果的影响

1995年在东莞市大岭山镇荔枝园选8~9年生的糯米糍荔枝,设喷含钙盐防裂素和对照(不含钙盐的普通保果素)2个处理,每处理4株,重复3次,分别于谢花后15 d、谢花后35和50 d各喷药1次。于花后60 d,每重复采果10个,用冰壶带回实验室后,果皮和果肉分开,每重复取15 g果皮(鲜质量),匀浆后分别用双蒸水、1 mol/L HCl和1 mol/L NaCl定容至100 mL,放在25℃恒温水浴锅中24 h浸提,过滤后吸取5 mL上清液再定容至50 mL,用以测定水溶性钙、盐酸溶性钙和氯化钠溶性钙。

1997~1998年分别在3个不同的果园(1997年在广州市果树研究所荔枝园和黄埔茅岗镇荔枝园,1998年在广州东圃镇荔枝场)选正常挂果的荔枝树6~10株喷施含钙盐的防裂素处理,对照树喷施不含钙盐的普通保果素,于裂果发生前在处理 and 对照树上采集正常果实20个,以单株为试验小区,设3个重复,分析其叶片和果皮中钙含量。

1.4 钙含量的测定

用原子吸收光度法。

2 结果与分析

2.1 钙素营养与荔枝裂果的关系

(1)不同裂果程度果园土壤交换性钙以及叶片和果皮中钙含量比较:从表1可以看出,土壤中交换性钙的含量,裂果严重的果园大大低于裂果较轻的果园,这一结果表明土壤中交换

表1 不同裂果程度果园土壤交换性钙以及叶片和果皮中钙质量分数比较¹⁾

果园裂果率/%	$b(\text{土壤中交换性钙})/(\text{mmol}\cdot\text{g}^{-1})$		$w(\text{Ca})/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$	
	0~25 cm	25~50 cm	叶片	果皮
49.0(严重裂果园)	2.5×10^{-3}	2.75×10^{-3}	3.49a	1.56a
21.6(一般裂果园)	1.89×10^{-2}	1.6×10^{-2}	6.67b	2.20b

1)表中数字为3次重复的平均值,同列数字后不同英文字母表示差异显著($P < 0.05$, t 测验)

性钙含量的高低可能与果园整体裂果易感性有关。从两果园叶片和果皮钙含量来看,裂果严重果园均显著低于裂果较轻的果园。

在分别比较这两个果园同一单株上的正常果和裂果之间果皮中钙含量时发现,正常果果皮中钙含量均显著地高于裂果果皮中钙的含量,裂果严重果园中正常果和裂果果皮中 $w(\text{Ca})$ (以干质量表示)分别为 1.98 和 1.32 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,而裂果较轻果园中正常果和裂果果皮中 $w(\text{Ca})$ 则分别为 2.26 和 1.43 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

(2)不同裂果程度单株叶片中钙含量与裂果关系:表 2 结果表明,叶片中钙的含量与树体果实裂果程度呈显著负相关。

表 2 不同裂果程度单株叶片中钙质量分数与裂果关系

单株裂果率/%	43.2	39.2	31.5	18.6	13.6	8.4
$w(\text{Ca})/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$	10.77	10.19	11.01	11.11	11.49	11.80
相关系数	-0.832 5*					

*表示 $P < 0.05$

2.2 水分胁迫对荔枝钙素营养和果实裂果的影响

图 1 表明遭受水分胁迫的荔枝树,其果实对钙素的吸收在整个生育期均较一致地低于对照,至假种皮快速发育期,它们之间的差异表现得更加明显。就树体的裂果易感性而言,控水处理大于对照,控水树的总裂果率为 30.8%,对照树的裂果率为 22.6%。

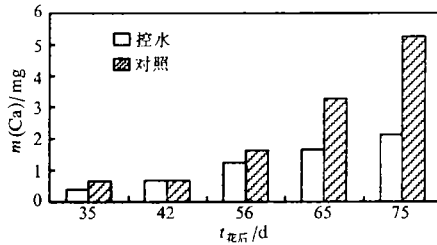


图 1 控水对荔枝果皮中含钙量的影响

2.3 叶面喷施防裂素对荔枝钙素营养和裂果的影响

(1)防裂素处理对荔枝果皮中不同形态钙含量和裂果的影响:表 3 结果显示,通过喷施以钙和植物生长调节剂为主要成分的防裂素后,果皮中不同形态的钙含量均有较大的增加,其中水溶性和盐溶性的钙含量达到极显著水平,酸溶性钙的含量达到显著水平,裂果率也有显著下降。

表 3 防裂素处理对荔枝果皮中不同形态钙质量分数和裂果的影响¹⁾

处理	$w(\text{Ca})/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$			裂果率/%
	水溶性	盐酸溶性	氯化钠盐溶性	
防裂素	0.017 6 A	0.083 0 a	0.035 9 A	17.5 a
对照	0.003 4 B	0.053 1 b	0.025 0 B	27.7 b

1) 同列数字后不同英文字母表示差异显著,大写字母表示 $P < 0.01$,小写字母表示 $P < 0.05$ (t 测验)

(2)防裂素对裂果及叶片和果皮 Ca 含量的影响:由表 4 可见,喷施含钙盐的防裂素后,裂果率显著降低,处理与对照相比可减轻裂果的损失达 50% ~ 60%;喷药后果皮含钙量均显著

升高,叶片含钙量多数显著升高.

表4 防裂素对裂果及叶片和果皮钙质量分数的影响¹⁾

试验点	裂果率/%	$w(\text{Ca})/(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$		
		果皮	叶片	
市所果园	处理	16.7 a	9.11 a	6.05 a
	对照	35.8 b	1.95 b	5.80 b
福和果园	处理	11.9 a	2.32 a	4.18 a
	对照	28.7 b	1.84 b	3.72 b
东圃果园	处理	14.7 a	1.55 A	6.28 a
	对照	35.7 b	0.85 B	6.55 a

1)表中数字为3次重复的平均值,同列数字后不同英文字母表示差异显著,小写字母示 $P < 0.05$,大写字母示 $P < 0.01$ (t 测验)

3 讨论

钙是细胞壁的重要组成成份之一,在维持细胞膜的稳定方面也起到重要影响,一般认为,钙能增加细胞壁强度,因此在裂果中扮演着重要角色.已有的研究指出,叶面喷钙可减轻多种果实的采前裂果(Meheriuk et al, 1991; Nancy, 1986; Cline, 1973; 许建楷等, 1994).本研究从多方面(不同裂果程度果园中土壤交换性钙含量、树体叶片和果皮中钙含量以及同一果园裂果程度不同单株中钙含量和同一单株上正常果和裂果果皮中钙含量比较)证实钙营养可能与荔枝裂果发生有关,如裂果严重果园土壤中交换性钙明显偏低,树体叶片和果皮中钙含量也显著低于裂果较轻的果园;裂果果皮中钙含量显著低于正常果;不同裂果程度单株的裂果率与叶片中钙含量呈显著的负相关;特别是喷施含钙盐的防裂素后,既提高了叶片和果皮中钙的水平,也显著降低了裂果的发生.

在果实发育期间,久旱骤雨是造成多种果实开裂的气象因子,就荔枝裂果而言,Jobert (1970)认为是干旱使果皮细胞分裂少从而使果皮发育差之故;李建国等(1994)则认为久旱骤雨诱发荔枝裂果增加的原因有二:一方面是抑制了前期果皮的发育,降低了果皮抵抗裂果的能力,另一方面又显著增加了假种皮中可溶性固形物和钾的含量,使果实生长潜势得以加强.本研究结果发现水分胁迫减少荔枝果皮中钙含量积累和增加裂果,Peet(1992)在番茄上研究也指出保持恒定的土壤水分有利于钙素营养的吸收,从而可减轻番茄果实的裂果.这是否提示荔枝果实发育期间的水分胁迫导致裂果增多也与其减少果实对钙素吸收有关,很值得进一步探讨.荔枝假种皮快速生长期水分大量进入果实,水分的进入主要通过木质部,钙在木质部移动相对自由,Cline等(1992)认为木质部可能是苹果果实中钙源的重要通道,因此荔枝果皮中钙含量在后期的迅速增加(图1)可能与水分在木质部中的运动有关.

参 考 文 献

- 王 宁,秦植楠. 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
- 许建楷,陈杰忠,邹河清,等. 1994. 钙与红江橙裂果关系的研究. 华南农业大学学报, 15(3):77~81
- 李建国,黄辉白. 1994. 久旱骤雨诱发荔枝裂果原因探析. 见:张上隆主编. 园艺学进展. 北京:中国农业出版社,361~364

- 李建国,许建楷,邹河清,等. 1995. 红江橙裂果发生的原因及其防止. 见:韩振海主编. 园艺学论文集. 北京:北京农业大学出版社,117~261
- 李建国,黄辉白. 1996. 荔枝裂果研究进展. 果树科学,13(4):257~261
- Brown G, Wilson S, Boucher W, et al. 1995. Effect of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). *Scientia Horticulturae*, 62:75~80
- Cline R A, Tehrani G. 1973. Effect of boron and calcium sprays and mulch on cracking of Italian prune. *Can J Plant Sci*, 53(4):823~831
- Cline J A, Hanson E J. 1992. Relative humidity around apple fruit influences its accumulation of calcium. *J Amer Soc Hort Sci*, 117(4):542~546
- Erickson L S. 1957. Compositional differences between normal and split Washington naval oranges. *Proc Amer Horti Sci*, 70:257~260
- Joubert A J. 1970. *The Litchi Bull.* Pretoria: Gov Printer, 389
- Meheriuk M, Neilsen C H, McKenzie D L. 1991. Incidence of rain splitting in sweet cherries treated with calcium or coating materials. *Can J Plant Sci*, 71:231~234
- Nancy W C. 1986. Calcium hydronide reduces splitting of 'Lambert' sweet cherry. *J Amer Soc Horti Sci*, 11(2):173~175
- Peet M M. 1992. Fruit cracking in tomato. *HortTechnology*, 2;2:216~219;222~223
- Yamamoto T, Satoh H, Watanabe S. 1992. The effects of calcium and naphthalene acetic acid sprays on cracking index and natural rain cracking in sweet cherry fruits. *J Japan Soc Horti Sci*, 61(3):507~511

Preliminary Studies on the Relationship Between Calcium and Fruit-Cracking in Litchi Fruit

Li Jianguo¹ Gao Feifei¹ Huang Huibai¹ Tan Yaowen² Luo Jingtang²

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

2 Guangzhou Fruit Research Institute)

Abstract A negative correlation was found between the calcium content in litchi leaves and the rate of fruit cracking. The exchangeable calcium in the soil and the calcium contents in the leaves and fruit peel were significantly lower comparing the orchards where fruits severely cracked with the orchards of light fruit cracking. The calcium content in cracked fruits was significant higher than that in the normal fruits. Sprays with a solution containing calcium compounds increased significantly the calcium levels in the leaves and fruit peel, and significantly lowered fruit cracking rate. Water-stress reduced the calcium accumulation in fruit peel especially in the rapid growth of aril, and thus increased the fruit-cracking rate. It suggested that increasing calcium contents in leaves and the fruit peel should lower fruit-cracking in litchi.

Key words litchi (*Litchi chinensis* Sonn.); fruit cracking; calcium

【责任编辑 柴 焰】