

荔枝果实理化特性及果皮形态学 与裂果易感性的关系

李建国 黄辉白

(华南农业大学园艺系, 广州, 510642)

摘要 本文通过比较正常果和裂果之间的物理化学特性和果皮形态方面的差异,来揭示它们与荔枝裂果易感性的关系。结果表明,正常果果皮中B和Ca的含量显著地高于裂果,裂果果肉(假种皮)中Ca和P、Mg的含量显著地高于正常果;裂果果肉中含水量、总可溶性固形物、果糖和葡萄糖的含量都显著地高于正常果,但其渗透势和蔗糖的含量却显著地低于正常果;正常果果皮的断裂强度和果皮伸长率都显著地高于裂果;电镜观察也发现了正常果和裂果果皮在龟裂片和裂纹方面存在差异。

关键词 荔枝; 裂果; 矿质营养; 有机物组份; 果皮特性

中图分类号 S667.101

在生产中,荔枝常因裂果而造成极大的经济损失,以名贵的糯米糍品种表现尤甚,采前裂果率有时高达50%以上。矿质营养(王宁等,1987)、果皮特性(欧良喜,1988)和果实的化学组成(Bullock, 1952)是影响各种果实裂果的重要因素。关于荔枝裂果的研究报告较少。本研究的主要目的是探讨裂果和正常果之间的果皮表面结构、物理化学特性与荔枝裂果易感性的关系,籍以提出防止裂果的可能对策。

1 材料与方法

1.1 材料的选择

裂果和正常果分别采集于同一果园,同一成年糯米糍或三月红荔枝单株上,不同方位但同一高度的近成熟期的裂果(具新鲜裂口),以及与其大小及成熟度都相似的正常果各若干作相关测定。

1.2 样品处理和测定方法

采集的样品全部用冰瓶装回实验室,用水冲洗干净后将果皮和果肉分开,在102℃下烘15 min,然后移至65℃烘箱中烘干至恒重。N、P、K、Ca和Mg的测定采用王宁等(1987)的测定方法,并用蒽酮分光光度法测果实中葡萄糖、果糖和蔗糖的含量(果蔬贮藏加工实验实习指导书,华中农大编,1988)。采用中冠纺织机械制造厂生产的抗张强度测定仪(变形速度为90 cm·min⁻¹)测果皮断裂强度(Failure strength, FS)和果皮伸长率(Elongation rate, ER)。具体方法同李建国等(1994)。采用Wescor HR-33热电偶干湿度仪测定假种皮中的渗透势(ψ_{π});用阿贝折射仪测定可溶性固形物(TSS);用数字pH计测定pH。

果皮表面形态的电镜观察步骤:果皮用蒸馏水和0.1mol/L磷酸缓冲液冲洗干净后,切取果皮长0.5~0.8 cm,宽0.4~0.6 cm(裂果果皮切取远离裂口处的果皮)。用F.A.A.液固定,

1994-06-20收稿

经磷酸缓冲液冲洗 2 次后,再进行酒精梯度脱水(30%~50%~70%~80%~90%~100%~100%~100%),间隔 15 min。脱水后进行临界点干燥,然后再行真空镀膜处理,最后用 Hitachi-S-450 型扫描电子显微镜进行果皮表面观察和拍照(电压为 22.5 kV)。

2 结果

2.1 正常果与裂果果实中矿质成份的比较

表 1 正常果与裂果之间果皮、果肉中矿质成份的比较⁽¹⁾

果 实 部 分	元素含量/% D.W.					
	N	P	K	Ca	Mg	B/mg.kg ⁻¹
果 正常果	0.1814a	0.091a	0.786a	0.577a	0.149a	15.27A
皮 裂 果	0.916a	0.092a	0.862a	0.531b	0.147a	14.29B
果 正常果	0.416A	0.131a	1.235a	0.023A	0.077a	8.75a
肉 裂 果	0.761B	0.154b	1.281a	0.036B	0.087b	10.06a

(1) 数据后不同英文字母表示差异显著(小写字母表示 $P<0.05$, 大写字母表示 $P<0.01$, t 测验, $n=6$)

表 1 结果表明,正常果皮中 B 和 Ca 含量显著高于裂果果皮,所测其它各元素含量差异不明显。裂果果肉中, N 的含量极显著低于正常果果肉, Ca 的含量与之正好相反, P 和 Mg 的含量显著高于正常果果肉, K 和 B 的含量差异不显著。

2.2 正常果与裂果之间的化学组成及果皮物理性能差异

表 2 糯米糍果实正常果与裂果之间的水分和有机物组份和果皮物理性能比较⁽¹⁾

果 实	含 水 量/%		果 肉			含糖量/mg(100g) ⁻¹			果 皮	
	果皮	果肉	TSS/%	pH	ψ_x /mPa	果糖	葡萄糖	蔗糖	FS/ $\mu\text{g}\cdot(\text{m}^2)^{-1}$	ER/%
正常果	68.7A	83.4A	13.1A	4.25a	-2.33a	3.33a	5.73a	2.01A	437.5a	45.9a
裂 果	67.7B	84.8B	13.8B	4.18a	-2.52b	3.78b	6.57b	0.78B	356.5b	40.7b

(1) 数据后不同英文字母表示差异显著(小写字母表示 $P<0.05$, 大写字母表示 $P<0.01$, t 测验, $n=4$ 或 5, 每个重复 5~6 个果)。

表 2 表明,裂果果皮中含水量极显著地低于正常果果皮中的含水量,但果肉中含水量却正好相反;正常果果皮的断裂强度和果皮伸长率都显著地高于裂果果皮;裂果果肉中具有显著低的渗透势(ψ_x),这种低的 ψ_x 是与其具有显著高的总可溶性固形物和果糖及葡萄糖含量相联系的。令人感兴趣的是裂果果肉中的蔗糖含量极显著地低于正常果实中的含量,表明双糖转化为单糖在裂果过程中起着重要的作用。

2.3 正常果与裂果果皮表面形态的电镜观察

荔枝果皮是由数目众多的平滑或突出的龟裂片组成,龟裂片又是由许多龟裂小片组成,龟裂片与龟裂片之间的连接处称为裂纹。在比较糯米糍正常果与裂果果皮龟裂片形态时发现,裂果果皮龟裂片上的龟裂小片(图版 1)比正常果的(图版 2)要小且尖,这可能与果皮本身发育程度有关,裂果果皮的发育很可能在某个阶段发生了障碍。在比较正常果和裂果的糯米糍和三月红荔枝果皮的裂纹时发现,正常果果皮的裂纹(图版 3,图版 5),其组织上下连接紧密,左右排列有序,而裂果果皮的裂纹(图版 4,图版 6),其组织遭到严重的损伤,上下连接和左右排列几乎模糊不清,难以区分。

3 讨论

裂果是果实发育过程中的一种生理失调症。具体到荔枝的裂果,其实质是果皮机械断裂的物理过程。因此,果实的物理化学特性必将对这一过程产生影响,但目前的研究尚不深入。缺钙会引起裂果(多出现于甜樱桃、苹果、葡萄和李上)(白昌华等,1989)。实践中,喷 B 或 Ca 的化合物可减轻裂果(意大利李, Cline et al, 1973; 苹果, Dixon et al, 1973; 甜樱桃, Nancy, 1986)。在荔枝上,于硬核期施用 0.4% 硼酸 (Misra et al, 1981) 或叶片喷 0.5% ~ 1.5% ZnSO_4 (Sharma et al, 1987) 可以减轻裂果。本实验证实正常果果皮中 Ca 和 B 的含量显著高于裂果果皮。作者的其它试验表明叶片中 Ca 的含量与树体裂果率呈显著负相关(李建国, 1991); 经控水处理树上的果实,其果皮中 Ca 的含量低于对照,而裂果率却大大高于对照(李建国等, 1994)。由此可见, Ca、B 特别是 Ca 与荔枝裂果关系密切。王宁等 (1987) 指出锦橙树体含 K 量与裂果率之间呈极显著负相关及高度线性回归关系,裂果果皮含 K 量显著低于正常果皮。Bar-Akiva (1975) 认为施 K (特别是硝酸钾可以显著减少伏令夏橙果实的裂果),说明 K 素在橙类果实裂果中有着重要作用。但在本研究中尚无证据证明 K 对荔枝裂果有直接影响。我们的控水试验证明 K 素在果肉中的积累有利于增大果实的生长潜势(李建国等, 1994),从而可能增大荔枝果实的易裂性。

果实在发育过程中,糖分的增加主要来源于当即的光合产物。荔枝树体内糖分的主要运输形式为蔗糖。本试验中,裂果果肉中蔗糖含量极显著地小于正常果,而葡萄糖和果糖的含量显著高于正常果。我们认为这是由于蔗糖被旺盛地转化为后两者的结果。Chan (1975) 指出荔枝果实中转化酶的活性与蔗糖含量成反比。Prasad (1972) 也指出荔枝果实中磷酸酯酶的活性与果实的呼吸作用相平行发展,荔枝果实雨后 1~2 d 的快速生长是引起果皮开裂的可能原因,这种鲜重的快速增长同酸式磷酸酶活性的突然升高和果实呼吸峰的出现相一致。我们以前的研究表明,在台风雨期间,荔枝果实有一个异乎寻常的呼吸高峰,这一高峰与田间裂果发生的高峰同时出现(李建国等, 1992)。由此可以推断,外界因子的突然变化(如 VPD 剧降)引起果实呼吸作用的加强,某些酶的活性提高,使果实中的大分子不断降解为小分子(如蔗糖转化为单糖),造成果肉中的渗透势不断下降,则水分进入果实加剧,导致果实的突发性猛长,从而诱发裂果。

果皮断裂强度和果皮伸长率是衡量荔枝果皮应变力的主要指标(欧良喜, 1988)。本试验表明,裂果果皮的断裂强度和果皮伸长率都显著地低于正常果,这说明裂果果皮在果实未开裂前已经发生了有利于果皮开裂的变化。电镜观察也证实了这一推测,这一推测与我们在田间观察到的荔枝裂果多发生于果实向阳面的缝合线处和裂纹之间的事实相符。因此,可以认为缝合线和裂纹是荔枝果皮易裂的薄弱处,此处细胞结构极易受环境胁迫因子(干旱、强光、高温)不利的影响而发生损伤,这种损伤的直接结果是降低了果皮的应变力。受土壤干旱胁迫树上的果实,其果皮断裂强度和伸长率显著降低,裂果率增加(李建国等, 1994)。另外, Underhill 等 (1992) 用石蜡切片观察到成熟荔枝外果皮上有 60~100 μm 宽的微裂口。可以推测,这种微裂口的产生,也是由于果皮应变力降低的一个表现。所以,果皮应变力下降是一个渐变的过程,一旦遇到果肉的急速生长,这种应变力下降了果实就会首先发生裂果。

因此,防止荔枝裂果的正确对策是协调果实发育过程果皮和果肉的生长,尽量避免环境胁迫因子对果皮(特别是缝合线和裂纹处)的伤害,提高果皮的应变力。可推荐的措施有:

在果皮发育阶段,除在基肥中施足钙肥外,应进行叶面补充硼和钙肥,钾肥也应在第二次生理落果前施够;如遇阶段性的高温、低湿和干燥天气,应注意经常和适度的灌溉和树体喷水。在果肉发育阶段,最好避免喷施钾肥,可喷1次钙肥,并进行适度断根,如遇大雨应及时做好排水工作,在果实转色前7~10 d,进行套袋处理也可能是减轻裂果的有效措施之一。另外,病虫害,特别是霜疫霉和荔枝蜡病的危害也会造成果皮应变力的下降,应加强防治。

参 考 文 献

- 王 宁,秦煊楠.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
- 白昌华,田世平.1989.果树钙素营养研究.果树科学,6(2):121~124
- 李建国.1991.荔枝生理性裂果机理研究:(学位论文).广州:华南农业大学园艺系
- 李建国,黄辉白,袁荣才,等.1992.荔枝裂果与果实生长及水分吸收动力学的关系.华南农业大学学报,13(4):129~135
- 李建国,黄辉白.1994.久旱骤雨诱发荔枝裂果原因探析.见:陈昆松,张上隆主编.园艺进展.北京:中国农业出版社,361~364
- 欧良喜.1988.关于荔枝裂果的研究:(学位论文).广州:华南农业大学园艺系
- Bar-Akiva A. 1975. Effect of potassium nutrition on fruit splitting in Valencia-orange. J Hort Sci, 50:85~89
- Bullock R M. 1952. A study of some inorganic compounds and growth promoting chemicals in relation to fruit-cracking of 'Bing' cherries at maturity. J Amer Soc Hort Sci, 59:243~253
- Chan H T, Simon C M, Curtis W O. 1975. Sugar composition and invertase activity in lychee. J Food Sci, 40:772~774
- Cline R A, Tehrani G. 1973. Effect of boron and calcium sprays and of mulch on cracking of Italian prune. Canadian J Plant Sci. 53(4):828~831
- Dixon B, Sagar G R, Shorrocks V M. 1973. Effect of calcium and boron on the incidence of tree and storage pit in apple of the cultivar Egremont Russet. J Hort Sci, 48(4):401~411
- Misra R S, Khan I. 1981. Effect of 2, 4, 5, -T and micronutrients on fruit size, cracking, maturity and quality of litchi cv. Rose Scented. Progr Hort, 13:87~90
- Nancy W C. 1986. Calcium hydroxide reduces splitting of 'Lamber' sweet cherry. J Amer Soc Hort Sci, 11(2):173~175
- Prasad U S, Jha O P. 1972. Acid and alkaline phosphatase activity in fruit pulp during ripening of litchi. Indian J Plant Physiol, 22:84~86
- Sharma S B, Dhillon B S. 1987. Effect of zinc sulphate and growth regulators on fruit cracking in litchi. Indian J Hort, 44(1/2):57~59
- Underhill S J R, Critchley C. 1992. The physiology and anatomy of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during fruit development. J Hort Sci, 67(4):437~444

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND PEEL MORPHOLOGY IN RELATION TO FRUIT-CRACKING SUSCEPTIBILITY IN LITCHI FRUIT

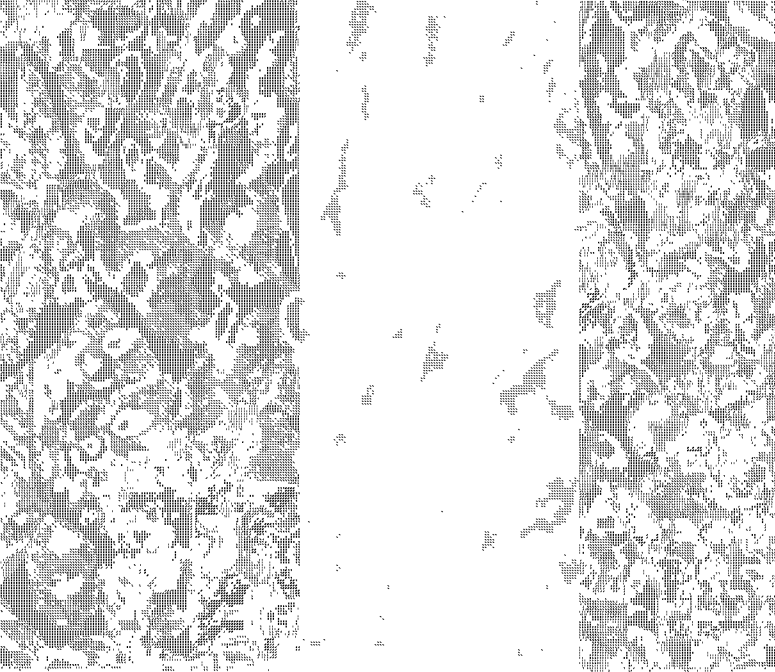
Li Jianguo Huang Huibai

(Dept. Hort., South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

Mineral nutrients, organic composition, pericarp morphology and physical characteristics had certain relations to litchi fruit-cracking susceptibility. B and Ca contents in the pericarp of uncracked fruits were significantly higher than those of the cracked fruits; the Ca, P and Mg contents in the aril of cracked fruits were significantly higher than those of uncracked fruits; Water content, total soluble solids, glucose and fructose in the aril of the cracked fruits were significantly higher than those of the uncracked fruits, but osmotic potential and sucrose content were significantly lower; Failure strength and elongation rate of the pericarp of uncracked fruits were significantly higher than those of the cracked fruits. Scanning electron microscopy established the differences between the tubercle and crackle of uncracked and cracked pericarp.

Key words litchi; fruit-cracking; mineral nutrients; organic composition; pericarp characteristics



植物形态 长1000μm 包被裂片 2
 叶背5瓣 果皮 裂片 裂片
 裂片 裂片 裂片 裂片 裂片 裂片
 裂片 裂片 裂片 裂片 裂片 裂片
 裂片 裂片 裂片 裂片 裂片 裂片