

文章编号: 1001-411X(2000)02-0010-04

荔枝果皮组织结构及细胞分裂与裂果关系探讨

王惠聪¹, 韦邦稳², 高飞飞¹, 黄辉白¹

(1 华南农业大学园艺系, 广东 广州 510642; 2 南方工贸总公司万田农场, 广东 增城 511358)

摘要:以淮枝(抗裂)、红皮糯(较易裂)和白皮糯(极易裂)3种裂果易感性不同的荔枝果实为试材进行研究.发现荔枝果皮组织结构与抗裂程度有关,其中在果皮细胞形状、细胞大小、海绵状组织差别最显著;最抗裂的淮枝果皮细胞大小均匀、内果皮细胞轮廓清晰、海绵状组织网络清晰整齐空隙较小.红皮糯细胞分裂停止比白皮糯晚,因而形成的果皮较大.果皮大有助于缓解假种皮生长对果皮造成的压力,减少裂果的发生.细胞分裂停止较早的淮枝裂果少的原因可能是它具有较为抗裂的果皮组织结构.

关键词:荔枝; 果皮组织结构; 细胞分裂; 裂果

中图分类号: S 667.101

文献标识码: A

果实开裂是果肉的生长应力和果皮抗张能力的相互作用,在抗张能力不能忍耐生长应力的情况下导致果皮断裂的结果.以果皮开裂易感性的研究为依据,寻求提高果皮抗张能力的调控措施应该是解决裂果问题的捷径^[1].不同荔枝品种的裂果易感性不同.最易裂果的“Muzaffarpur”品种具有单位面积最多的龟裂片数目^[2].易裂果品种“Mauritius”龟裂片比“陈紫”和“黑叶”品种稍平.不少研究发现,大果裂果率较小果裂果率低^[3,4],大果皮形成大果,小果皮形成小果^[5],而果皮的大小必然与果皮细胞分裂和膨大有关.形成的果皮大有利于缓冲假种皮生长的应力减少裂果的发生,因此,细胞分裂和膨大是裂果问题的另一研究焦点.此外在苹果^[6]、葡萄^[7]等果树上的研究已证明果皮的组织结构与裂果有着密切的关系.但在荔枝上果皮组织结构和裂果关系还没有较深入的研究.本研究以裂果易感性不同的3种荔枝类型为试材从果皮的显微结构入手,旨在找出与裂果相关的果皮组织结构和果皮的细胞分裂动态,为减轻裂果的发生提供理论依据.

1 材料和方法

1.1 材料

本试验的材料是糯米糍荔枝的2个类型,红皮糯(较易裂)和白皮糯(极易裂),以淮枝(抗裂)作对照.

1.2 田间裂果率观察

于1997年6月,选树冠大小、生长势相近的红皮糯、白皮糯、淮枝各3棵,每株在树冠的东、南、西、北

4个方向各挂2个果穗每隔4d把裂果摘除,然后统计裂果率:

阶段裂果率%=(某一阶段裂果数/总果数)×100.

1.3 果皮显微结构观察

在花后72d(裂果高发期)取白皮糯、红皮糯、淮枝赤道面果皮进行果皮组织结构观察.卡诺固定液固定,苏木精整染,酒精梯度脱水,氯仿透明,石蜡包埋,切片,中性树脂封片.在Olympus BH₂生物显微镜下观测、记录、照相.

1.4 果皮细胞分裂停止期和细胞膨大观测

在花前8d开始取样,每次取样均对下一次取样的对象进行挂牌,前期每2d取样1次,花后40d后改成每4d取样1次.切片方法同1.3.本研究采用观察细胞分裂相^[8]的方法判定细胞分裂的停止期.用测微尺测定果皮横切面中果皮细胞的平周和垂周直径,以两直径的乘积表示细胞大小.

2 结果与分析

2.1 田间裂果率调查

就裂果率而言白皮糯的裂果率最高为34.1%,红皮糯次之为10.8%,淮枝裂果率最低为5.6%(见图1).红皮糯与白皮糯均属糯米糍的2个类型,具有胚败育特点,果实生长发育特性极其相似,但它们的裂果率有着很大的差异.淮枝裂果出现的时间较早,在花后60d,红皮糯和白皮糯裂果发生时期较淮枝晚,红皮糯在花后64d即有少量的裂果出现,白皮糯则在花后68d才开始出现,两者均在果皮转红期(花后72d)出现裂果高峰,此后直至采收均有裂

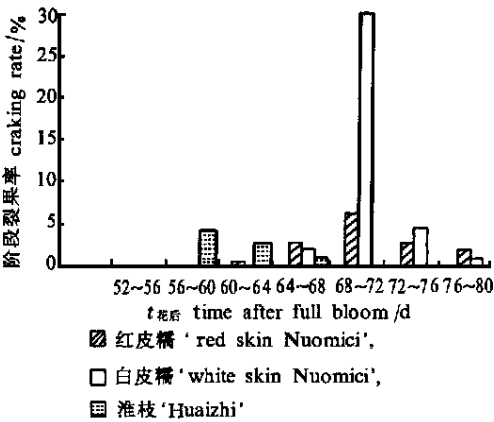
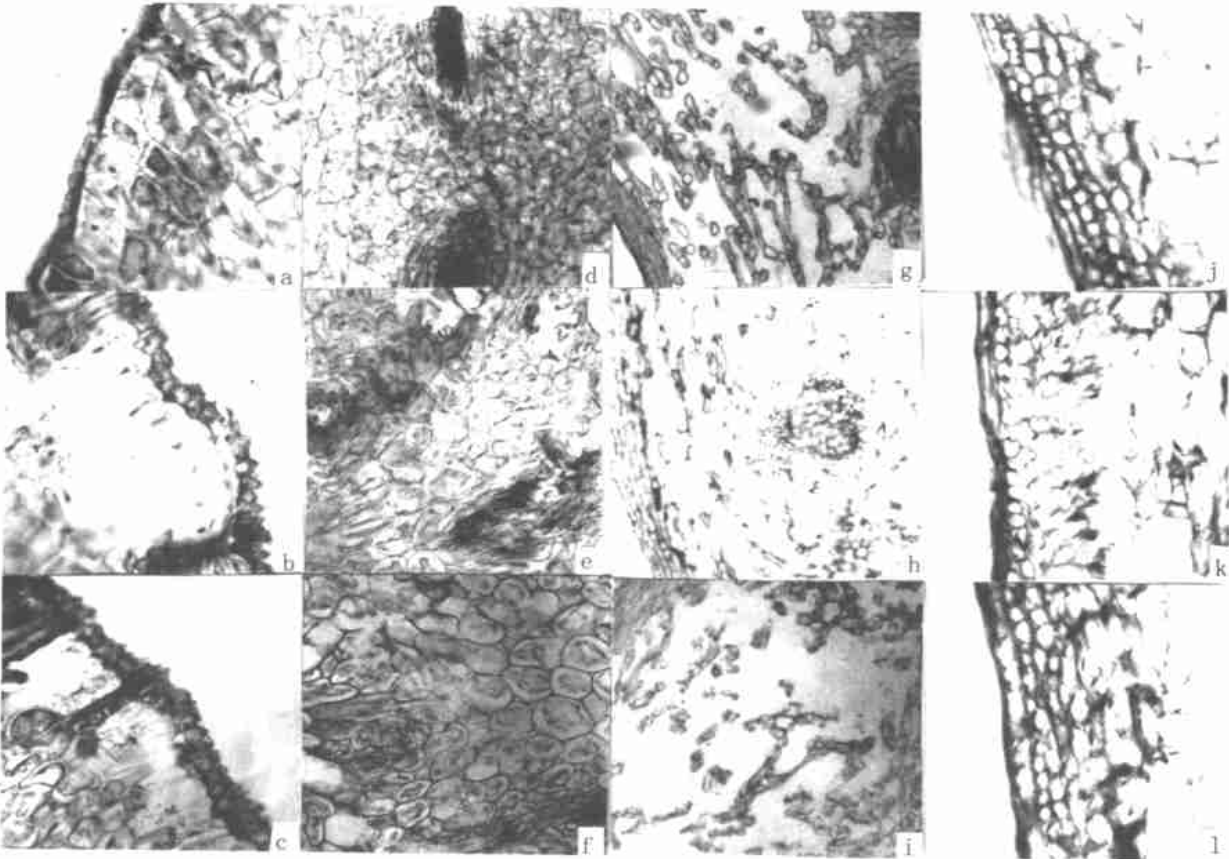


图 1 荔枝田间裂果率
Fig. 1 Litchi craking rate in field

果的发生但裂果率显著降低。白皮糯极易裂果, 有些年份裂果率达 70%~80%, 红皮糯亦属易裂果品种, 但相同的年份裂果率较白皮糯低, 裂果严重的年份也只有 20%~30%; 三者之中淮枝是属于最抗裂的品种, 很少裂果, 这 3 种试材之间具有强烈的可比性和代表性。

2.2 裂果易感性不同的荔枝果皮组织结构比较

由表 1 和图 2 可见 3 种裂果易感性不同的荔枝果皮组织结构有不同之处, 尤其在中果皮和内果皮有较大的差异。最抗裂的淮枝中果皮细胞较小, 大小均匀, 海绵状组织没有大的空隙, 形成的网络清晰, 内果皮轮廓清晰。极易裂果的白皮糯则中果皮细胞大, 大小不均, 海绵状组织有大的空隙, 形成的网络模糊, 内果皮细胞轮廓不清晰。红皮糯果皮结构则介于淮枝和白皮糯之间。



a. 淮枝外果皮 esocarp of 'Huaizhi' 120×;
b. 白皮糯外果皮 esocarp of 'white skin Nuomici' 120×;
c. 红皮糯外果皮 esocarp of 'red skin Nuomici' 120×;
d. 淮枝中果皮 mesocarp of 'Huaizhi' 60×;
e. 白皮糯中果皮 mesocarp of 'white skin Nuomici' 60×;
f. 红皮糯中果皮 mesocarp of 'red skin Nuomici' 60×;
g. 淮枝海绵组织 spongy tissue of 'Huaizhi' 30×;
h. 白皮糯海绵组织 spongy tissue of 'white skin Nuomici' 30×;
i. 红皮糯海绵组织 spongy tissue of 'red skin Nuomici' 30×;
j. 淮枝内果皮 endocarp of 'Huaizhi' 120×;
k. 白皮糯内果皮 endocarp of 'white skin Nuomici' 120×;
l. 红皮糯内果皮 endocarp of 'red skin Nuomici' 120×;

图 2 荔枝果皮组织结构
Fig. 2 Litchi fruit skin structure

表 1 裂果易感性不同的果皮组织结构比较(1997)

Tab. 1 Pericarp tissue structure comparison in cultivars which have different cracking susceptibility(1997)

试材	抗裂程度	外果皮	中果皮	内果皮
trial material	cracking resisitence	exocarp	mesocarp	endocarp
白皮糯 'white skin Nuomici'	极易裂果	外果皮细胞平周直径小, 垂周直径大, 即细胞较细长	龟裂片处中果皮细胞较大, 大小不均, 海绵状中果皮细胞大, 形成的网络不清晰	细胞层数多, 有 6 ~7 层, 细胞轮廓不清楚
红皮糯 'red skin Nuomici'	较易裂果	外果皮细胞平周直径小, 垂周直径大; 即细胞较细长	龟裂片处中果皮细胞较大, 大小较为均匀, 海绵状中果皮细胞较大, 形成的网络较为清晰, 没有大的空隙	内果皮细胞较厚, 层数较多, 细胞轮廓较清晰
淮枝 'Huaizhi'	抗裂	外果皮细胞平周直径大, 垂周直径小, 即细胞较扁平	龟裂片处中果皮细胞较小, 大小较为均匀, 海绵状中果皮细胞较小, 形成的网络清晰规则, 没有大的空隙	细胞层数少只有 4~5 层, 细胞轮廓清晰

2.3 果皮细胞分裂停止期的判定

细胞分裂是果皮生长的要素之一。由子房壁发育而来的荔枝果皮的细胞分裂属于既有花前分裂又有花后分裂的类型, 花后细胞分裂在同一树种的不同品种延续期不同, 在本文所做的 3 种试材中红皮糯果皮各层细胞分裂延续的时期最长, 淮枝和白皮糯细胞分裂延续的时期较短。同一品种的内、中、外果皮细胞分裂延续的时期也不同, 荔枝果皮按内、中、外顺序停止分裂(见表 2)。

表 2 荔枝果皮细胞分裂停止期比较(1997)

Tab. 2 Compared study of the cessation date of pericarp cell devision in different cultivars(1997)

试材	细胞分裂停止期(花后天数)		
	cessation date of cell devisi on (day after full bloom)		
trial material	内果皮	中果皮	外果皮
	endocarp	mesocarp	esocap
红皮糯 'red skin Nuomici'	8	22	56
白皮糯 'white skin Nuomici'	4	16	48
淮枝 'Huaizhi'	4	16	52

2.4 果皮细胞膨大动态观测

细胞膨大是果皮生长的另一个要素。由于荔枝果皮外果皮只有一层细胞, 而内果皮细胞只有 5~6 层, 它们在整个果皮仅占一小部分, 因此, 中果皮在整个果皮中起决定性的作用。糯米糍和淮枝在花后 48 d 前, 中果皮细胞膨大速率几乎相等, 48 d 后两者细胞膨大速率不相同, 糯米糍比淮枝细胞膨大倍数大得多, 白皮糯表现更突出, 膨大使细胞易变形, 细胞轮廓模糊, 产生空隙, 易于开裂(见图 3、4)。

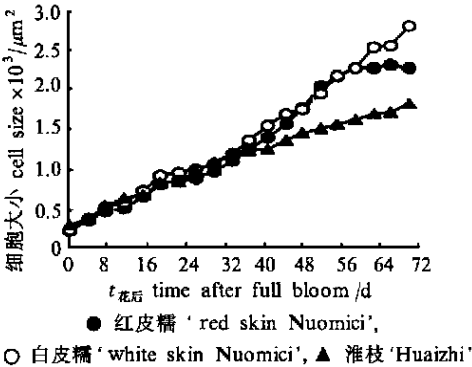


图 3 荔枝龟裂片处中果皮细胞膨大动态
Fig. 3 Mesocarp cell (in protuberance) expansion trends

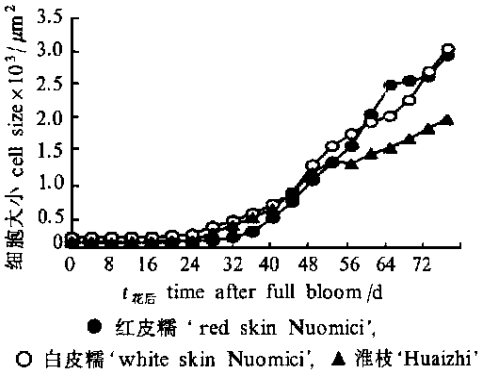


图 4 裂纹下方中果皮细胞膨大动态
Fig. 4 Mesocarp cell (under protuberance) expansion trends

3 结论与讨论

裂果易感性不同的荔枝果皮的组织结构在中果皮和内果皮有显著的差异, 中果皮的细胞大小均匀, 海绵状中果皮网络清晰整齐, 空隙较小, 内果皮细胞轮廓清晰的果皮有较好的应变力, 果皮的抗张强度

大,具有这种果皮结构的果实较抗裂。葡萄果皮的抗张强度与果皮的细胞大小有极显著的负相关,细胞大的‘Thompson’无核葡萄比细胞小的‘Creek’和‘Hunt’品种抗张强度小^[9]。这与淮枝果皮细胞小抗裂强度大的结果相一致(待发表)。苹果^[8]、番茄^[10]抗裂品种与易裂品种间果皮结构也存在明显的差别。这说明果皮组织结构不同是造成裂果差异的重要原因。

荔枝的果实发育可划分为2个时期:(I)以果皮及种皮生长为主;(II)以假种皮和胚生长为主^[11]。荔枝败育种子的种皮重量与果大小呈正相关,其实质是种皮重与果皮重正相关,而果皮与假种皮(果肉)重呈正相关^[12]。果皮发育程度不同为假种皮的生长提供了大小不同的生长空间,即所谓的“球皮对球胆效应”。果皮的大小决定了荔枝果实的大小,果皮的大小又决定于组成果皮的细胞的数目和大小,细胞分裂是细胞数目增长的唯一方式,本试验的3个试材中,糯米糍的2个类型之间的果皮细胞膨大过程、细胞的大小相近。而红皮糯在花后其果皮细胞分裂延续的时期比白皮糯长,这样就决定了红皮糯比白皮糯的果皮大,有利于减轻假种皮和果皮之间的矛盾。

裂果易感性不同的荔枝果皮结构主要表现在中果皮,如能延长中果皮细胞分裂期,增加细胞密度,有利于减缓后期细胞膨大速率和减少细胞膨大倍数,使中果皮细胞排列紧密,细胞体积小,可能有助于减少裂果的发生。

参考文献:

- [1] 高飞飞,黄辉白,许建楷. 红江橙裂果原因的探讨[J]. 华南农业大学学报, 1994, 15(1): 34~39.
- [2] KANWAR J S, NIJJAR G S. Sun-burning and skin-cracking in some varieties of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) and the factors affecting them[J]. Indian J Agric Sci, 1977, 42: 772~775.
- [3] 李建国,黄辉白. 荔枝裂果研究进展[J]. 果树科学, 1996, 13(4): 257~261.
- [4] 高飞飞,许建楷,李建国,等. 果树保果防裂的化学调控——保果防裂剂的应用效果[J]. 中国南方果树, 1997, 26(1): 52~53.
- [5] 黄辉白,许建楷. 荔枝果实各部分组织的发育型及其相关关系简报[J]. 中国果树, 1984, (1): 21~23.
- [6] 庞维德. 葡萄新品系“凤凰12号”裂果原因研究[J]. 北方园艺, 1994, 95(2): 7~10.
- [7] VERNER L. Histology of apple fruit tissue in relation to cracking[J]. J Agri Res, 1938, 57: 813~824.
- [8] 黄卫东,原永兵,彭宜本. 温带果树结实生理[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1994. 32.
- [9] HANKINSON B, RAO V N M, SMIT C J B. Viscoelastic and histological properties of grape skins[J]. Journal of Food Science, 1977, 42(3): 632~635.
- [10] HANSON B, RAO V N M. Histological and physical behavior of tomato skins susceptible to cracking[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1979, 42(3): 632~635.
- [11] 黄辉白,江世尧,谢昶. 荔枝假种皮的发生和果实的个体发育[J]. 华南农学院学报, 1983, 4(4): 78~83.
- [12] 黄辉白,程贵文,高飞飞. 荔枝果实发育的研究II. 成熟期间某些生理生化特点[J]. 园艺学报, 1986, 13: 9~15.

Studies on the Relation Among Fruit Skin Structure, Cell Division and Fruit Cracking in Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.)

WANG Hui-cong¹, WEI Bang-wen², GAO Fei-fei¹, HUANG Hui-bai¹

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

2 Wantian Farm of the Southern Company of Industry and Trade, Zengcheng Guangdong 511358, China;)

Abstract: Fruit skin samples of three cultivars varying in crack resistance were used for the studies. They were ‘Huaizhi’ (crack-resistant), ‘red-skin Nuomici’ (medium crack-resistant) and ‘white-skin Nuomici’ (easiest-to-crack). Differences were observed in skin structure related to the crack resistance. In this context, the cell shape and cell size, and the sponginess of the mesocarp tissues were the most prominent characters. Fruit skin cv. ‘Huaizhi’ that most resistant to crack had uniform cell size, distinctive cell shape and clear network of the spongy tissues with less intercellular space in its mesocarp. Cell division in the skin of cv. ‘red-skin Nuomici’ terminated later than cv. ‘white-skin Nuomici’, and which resulted that ‘red-skin Nuomici’ had thicker and larger size of fruit skin than ‘white-skin Nuomici’. Larger and thicker fruit skin produced a cushioning effect on absorbing the growing stress of an aril, and thus minimized fruit crack. The probable reason why ‘Huaizhi’ skin which terminated early in cell division resisted to crack was the different skin structure.

Key words: Litchi; fruit skin structure; cell division; fruit cracking

【责任编辑 柴 焰】