华南农业大学学报 16 (1) 1995: 90~96
J.South China Agr.Univ.

红江橙的果皮结构与裂果的关系研究*

邹河清** 许建楷
(华南农业大学园艺系,广州,510642)

摘要 红江橙与暗柳橙、红江橙树冠外围和内荫果实以及同一红江橙果实的阴面与阳面相对比,其果皮组织结构存在显著差异,这是造成它们彼此之间裂果差异的重要原因。叶面喷施钙、GA_3、2,4-D能改变红江橙的果皮结构,减少裂果。果皮的组织结构可作为衡量裂果抗性的解剖学依据。

关键词 红江橙; 裂果; 皱皮果; 组织结构; 钙; 激素
中图分类号 S666.401

红江橙是甜橙(*Citrus sinensis*(L.)Osbeck)与桔(*C.reticulata Blanco*)的嫁接嵌合体,以橙型红肉果类型品质最优,是出口创汇中具有竞争力的甜橙。但在采前往往发生大量裂果,是生产上一大障碍。

有关果实裂果的研究已有报告(Dikinson, et al,1963; Rabe, 1990)。环境因素如土壤含水量,大气湿度台风雨等的波动是诱发裂果的重要因素,但在生产上不易控制。果皮组织结构与裂果关系密切。王宁等(1987)指出锦橙裂果是从角质层龟裂开始由外向内发展的渐变过程。苹果、番茄抗裂品种与易裂品种间果皮结构存在明显差异(Hankinson et al,1979;Verner,1938)。有关红江橙裂果在这方面的研究尚未见报告。本研究从果皮显微、超显微结构入手,探讨红江橙裂果机理,钙盐和激素对果皮结构的影响与裂果关系,为制订预防裂果措施提供解剖学的依据。

1 材料与方法

供试材料取自本校柑桔园(1991年)和华南植物所果园(1992年)。均为4年生红桔砧。

田间裂果率以株为单位,10株平均。果皮观察取裂口或皱皮处、正常果取赤道面果皮。显微结构观察材料用 F.A.A(I)固定液固定,流水冲洗,酒精梯度脱水,氯仿透明,石腊包埋切片,固绿染色,中性树脂封片。扫描电镜观察材料用戊二醛、锇酸双固定,酒精梯度脱水,临界点干燥,真空镀膜,用 Hitach-S-450 型扫描电镜观察。

钙和激素处理于1992年5月31日、6月14日、9月6日和9月20日进行叶面喷施。药剂为 CaAc 0.2%. $CaCl_2$ 0.2%, GA_3 20 $mg \cdot L^{-1}$, 2, 4-D10 $mg \cdot L^{-1}$, 清水为对照,随机区组设计、单株小区,重复10次。每处理加0.4‰吐温-20作为展着剂。取各处理的3个重复,每处理采果10个,用游标卡尺测定赤道面处果皮厚度(阴、阳面平均)。取阴面赤道面处果皮观察显微结构。

2 结果与分析

2.1 红江橙不同树冠部位果实的裂果情况及其果皮结构观察

2.1.1 裂果情况 从表1可见裂果多发生在树冠的内荫处,即使是外围向阳的果实,裂口也在阴面。

1994-06-22收稿
*广东省科委"八五"农业科技重点攻关项目
**现在广州白天鹅宾馆绿化部工作

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　红江橙树冠不同部位果实裂果情况(1992)

树冠部位	外围		内荫	
	阴面裂	阳面裂	内膛	下垂近地
占总裂果	29.87	5.01	36.49	28.62
百分率/%	34.88		65.12	

2.1.2　不同树冠部位果实的果皮组织结构　从表2中可看出裂口出现多的外围果实阴面、内膛果、下垂近地果的果皮结构相似,它们与裂口出现少的外围果实阳面的果皮结构有较明显的差异。

表 2　不同树冠部位果实的果皮组织结构比较(1992)

树冠部位	外表皮	下表皮	中果皮	内果皮
外围果实阳面	细胞小而整齐排裂紧密,长轴为径向	细胞体积小,间隙小,排列紧密,由外向内逐渐过渡	臂状细胞间隙小,网状连接整齐有序	薄壁细胞小,紧密排列,最内层(角质化层)完整
	(图版Ⅱ-1)		(图版Ⅱ-4)	
外围果实阴面	细胞长轴方向为切向呈拉长的长方形,排列不如阳面紧密	细胞体积、间隙较大,由外向内过渡层不明显,排列稍松散	间隙稍大,细胞间网状连接欠整齐	薄壁细胞少,最内层不明显
	(图版Ⅱ-2)		(图版Ⅱ-5)	
内膛果	长轴为切向,不够整齐紧密	细胞体积大,为长椭圆形,长轴为切向,间隙大由外向内无过渡层	间隙很大,连接松散,网状结构不明显	同阴面
	(图版Ⅱ-3)		(图版Ⅱ-6)	
下垂近地果	同内膛果	同内膛果	间隙过大连接点少	与阳面相似

2.2　红江橙裂果果皮的组织结构观察

2.2.1　爆裂裂果观察　红江橙裂果有两种方式:爆裂和皱皮裂,爆裂是由外向内发展的(图版Ⅰ-1)。裂口处果皮的角质层受挤压而变形,明显隆起并出现裂缝(图版Ⅰ-5);表皮和下表皮细胞被极度拉长,变形直至断裂,断裂处在细胞中间,细胞被一分为二(图版Ⅰ-3,4,5)。

2.2.2　皱皮裂果观察　皱皮(Creasing)明显症状是在果面上呈不规则凹沟,俗称"水痕"(图版Ⅰ-2)。在凹沟将出现而果面仍似正常完好时,其中果皮(白皮层)臂状细胞已出现分离,逐渐演变成裂隙(图版Ⅰ-8)。凹沟是果皮的张力作用使表皮和下表皮细胞向裂隙处下陷形成的。凹沟处的外果皮肉眼看似完整无裂缝,在扫描电镜下可看到角质层已出现了皱折和裂缝(图版Ⅰ-6),明显异于正常果皮(图版Ⅰ-7)。白皮层的裂隙逐渐扩大(图版Ⅰ-9),先突破内皮层直至外果皮断裂,形成明显裂口(图版Ⅰ-2)。

2.3　红江橙与暗柳橙的果皮结构比较

抗裂的暗柳橙(裂果率 0.7%)与易裂的红江橙(裂果率 18.3%)的果皮结构在果实发育前期(6 月)基本相似,但随果实成熟,两者间的差异逐渐明显,红江橙由于果皮大幅度变

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

薄，下表皮细胞层数减少，由外到内很快变成连接松散的中果皮细胞，细胞间(外果皮)排列不够整齐规则，间隙多(图版Ⅰ～10)。中果皮显得松散，网状连接差；内果皮与中果皮间无小而致密的薄壁细胞过渡(图版Ⅰ～12)。暗柳橙的外果皮下表皮细胞层数多，排列紧密而整齐，显得厚实(图版Ⅰ～11)；中果皮与内果皮间还有一层紧密的薄壁细胞(图版Ⅰ～13)。

2.4 钙、激素处理与果皮结构和裂果的关系

2.4.1 处理对红江橙裂果和果皮厚度的影响 从表3可见钙盐和激素都能极显著减少红江橙的裂果，且以GA_3的效果最佳。但激素处理显著增厚果皮，GA_3与对照相比差异达极显著水平。钙处理对果皮厚度的影响不显著。

表3 不同处理的红江橙裂果率和果皮厚度[1] (1992)

处理	裂果率/%	果皮厚度/mm
CaAc	3.26 b A	3.60 b B
$CaCl_2$	3.33 b A	3.79 b B
GA_3	0.56 a A	4.31 a A
2.4－D	3.10 b A	4.01 a AB
CK(清水)	11.39 c B	3.56 b B

(1)：表内英文字母小写不同表示同一竖行经邓肯氏新复极差测验差异达显著水平($P<0.05$)，大写不同表示差异达极显著水平($P<0.01$)。

2.4.2 不同处理对红江橙果皮结构的影响 不同处理对红江橙外围果实阴面的外果皮的影响以GA_3最为明显，其外表皮细胞小而紧密，最明显的改变是下表皮细胞层数增多，细胞小而密集，表现出细胞分裂增多的迹象，由外到内逐渐过渡(图版Ⅱ～10)。2,4－D处理的果皮与GA_3相似，但改变不如GA_3明显。CaAc、$CaCl_2$处理虽没有增加下表皮细胞层数，但细胞与对照(图版Ⅱ～11)相比显得整齐、紧密，由外到内逐渐过渡，类似阳面果皮(图版Ⅱ～9)。

各处理对阴面中果皮细胞网状连接结构有强化作用，与对照(图版Ⅱ～8)相比细胞间隙缩小，连接点增加。内果皮与中果皮连接处的薄壁细胞明显增加，角质化层较完整(图版Ⅱ～7)。

3 讨论

3.1 红江橙果实裂口的形成

爆裂最明显的症状是表皮和下表皮细胞被极度拉长、变形、断裂。这可能是果肉的突发性膨胀超过果皮的弹性限度引起的。在雨天和大雾天气，果实吸水量突然增大，爆裂明显增加。裂口多出现在果皮的薄弱区域如阴面。

皱皮裂果源于中果皮的细胞分离。中果皮在果实发育的前期积累了大量的果胶，果胶酯酶催化果胶水解为果胶酸。随果实成熟，果胶酯酶活性增大，果胶的水解也增快(Monsellse et al, 1976)使中果皮分离引起皱皮，因此皱皮裂多在成熟时出现。果胶的亲水性使中果皮对水分的盈缺十分敏感，6,7月间的水分胁迫能导致皱皮的形成(黄辉白等，1986)。果皮的抗张强度因皱皮而大大下降，果肉以正常速度膨大也能引起裂果。

3.2 果皮组织结构与裂果

裂果少的红江橙外围果阳面，用钙、激素处理后的阴面，抗裂暗柳橙果实的阴面其果皮结构十分相似；裂果多的红江橙外围果阴面，内膛果，下垂近地果其果皮结构也很相似。这些事实说明果皮的组织结构与裂果关系密切，它直接影响到果皮的抗张强度，可作为鉴定

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

果实对裂果抗性的一个重要指标,是形态解剖学的可靠依据。在选育抗裂品种,检验防裂措施等方面具有重要意义。

归纳试验观察结果,典型的红江橙抗裂果实赤道面处果皮的组织结构有以下特点:表皮细胞紧密排列,长轴为径向(向着果心);下表皮细胞小而紧密的层数多,由外向内由小到大逐渐过渡;中果皮细胞间隙小,网状连接整齐有序;中果皮与内果皮之间有较多的薄壁细胞,角质化层完整。

3.3　钙、激素对果皮结构和裂果的影响

本研究钙处理能显著减少红江橙裂果,但不使果皮增厚。钙改变了果皮的组织结构、增加其抗张强度。这可能是钙与组成细胞壁的重要物质——果胶结合的结果。因为细胞壁中存在大量的钙,它与多糖或蛋白质的羧基结合起桥键的作用;作为二价阳离子,钙也有强化细胞壁的作用(Dickinson et al,1963)。钙还与细胞的延展性有关。

激素处理(尤其是 GA_3)能显著减少裂果可能与促进果皮细胞分裂,增厚果皮,改变果胶酯酶的活性,影响果胶分解减少皱皮(Mousellse et al,1976)有关。

3.4　减少红江橙裂果的设想

提高果皮强度,防止果实突发性猛长是预防裂果的主要途径。为此要加强果园的栽培管理,特别是水分管理。果实发育前期注意防旱,以防果皮受损形成皱皮,成熟期注意排水,防果实突发性膨大。增施有机肥和石灰、改良土壤结构,增加树体钙的吸收。在 9 月底至 9 月叶面喷施钙盐、GA_3、2,4-D 等改善果皮结构。但 GA_3、2, 4-D 在 8 月中以后最好不用,以防止出现粗皮果和延迟着色。

致谢　此文承梁承愈副教授审阅,并提出宝贵意见,谨表谢意!

参　考　文　献

王　宁,秦煊南.1987.锦橙裂果过程的扫描电镜观察.四川农业学报,(2):39～40

黄辉白,高飞飞,许建楷,等.1986.水分胁迫对甜橙果实发育的影响.园艺学报,13(4):237～ 243

Bain J M.1958.Morphological, anatomical and physiologicl changes in the developing fruit of Valencia orange, *Citrus sinensis*(L.)Osbeck. Aust J Bot,(6):1～25

Dickinsom D B,Mecollum P. 1963. The effect of calcium on cracking in tomato fruits. J Am Soc Hort Sci, 84:485～490

Hankinson B, Rao V N M. 1979. Histological and Physical behavior of tomato skins susceptible to cracking.J Am Soc Hort Sci, 104(5):557～581

Monsellse S P, Weiser M, Shafir N. 1976. Creasing of orange peel－physiology and control. J Hort Sci, 51:341～351

Rabe E. 1990. Factors influencing preharvest fruit splitting in ellendale. Hormscience, 25(9): 1135.

Verner L.1938. Histology of apple fruit tissue in relation to cracking. J Agri Res, 57:813～824

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

STUDIES ON THE RELATION BETWEEN PEEL ANATOMCIAL STRUCTURE AND FRUIT-CRACKING IN 'HONGJIANG' SWEET ORANGE

Zou Heqing Xu Jiankai

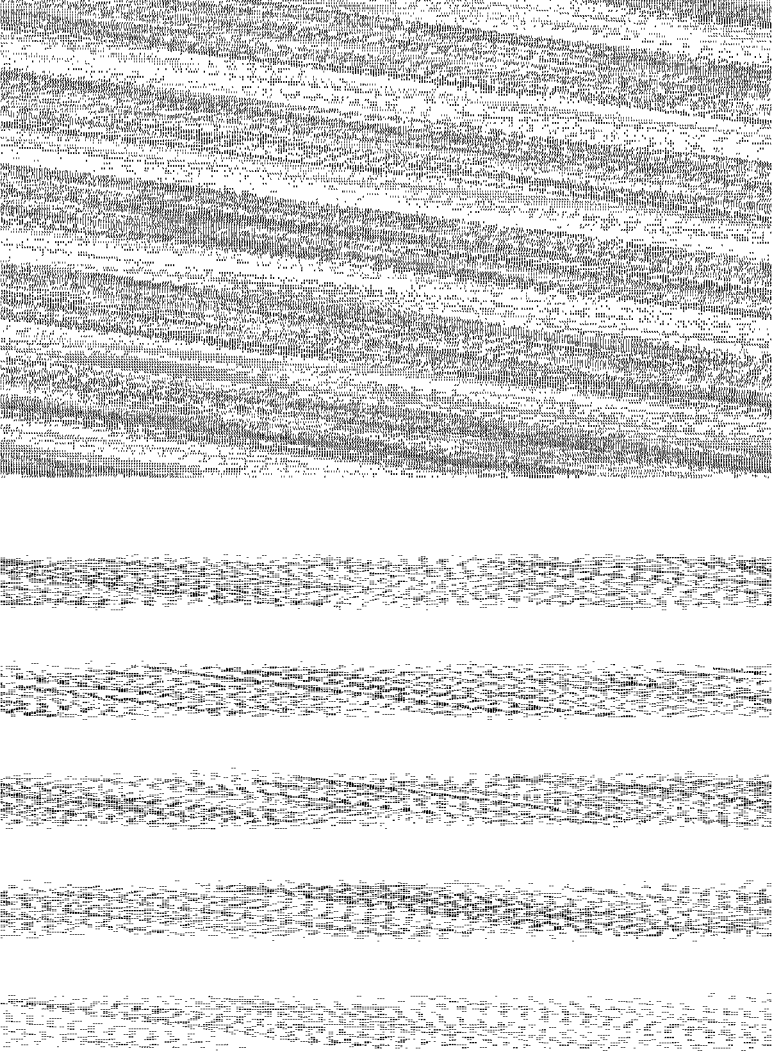
(Dept. Horticulture, South China Agr., Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

It was found that there existed significant differences in the peel anatomical structure between 'Hongjiang' sweet orange and 'Liucheng' sweet orange, also between the fruits exposed to the sun on the periphery of the crown and those heavily shaded in the depth of the crown in 'Hongjiang' sweet orange, and also between the half exposed to the sun and the other half in the same fruit of 'Hongjiang' sweet orange. These differences might be primarily responsible for their different cracking rates. Foliar spray of calcium, GA_3 and 2, 4-D on to 'Hongjiang' sweet orange resulted in change of peel anatomical structure and decrease of fruit-cracking. Peel structure might provide anatomical basis for fruit-cracking resistibility.

Key words Hongjiang' sweet orange; fruit-cracking; creasingfruit; anatomical structure; calcium; gibberellic acid (2, 4-dichloropheoxyacetic acid)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net