

# 红江橙裂果原因的探讨

高飞飞 黄辉白 许建楷  
(华南农业大学园艺系, 510642, 广州)

**摘要** 通过测量果实的生长量,分析果实的性状,大气蒸汽压亏的变化,观测田间裂果的动态,探讨红江橙裂果的原因。红江橙果皮薄,韧性差是其裂果易感性的主要因素。成熟期的生理生化变化可能参与裂果的机制。果实的成熟期是裂果的高发期,如遇大气蒸汽压亏急降将导致裂果率急剧上升。

**关键词** 红江橙;裂果;果实生长;果实性状;大气蒸汽压亏  
**中图分类号** S666.401

红江橙丰产优质,在国外市场有一定的竞争力,深受国内外消费者的欢迎。但是,它在采前往往发生严重的裂果,一般裂果率达20%~30%,严重时高达50%~60%,给生产者带来巨大的经济损失,减少了国家的外汇收入,同时也限制了它的发展。在柑桔类品种中,脐橙,温州蜜柑,伏令夏橙,楚门文旦,度尾蜜柚等易裂果品种的裂果原因已有不少报告(吴智仁等,1987;张华光,1991;郭曦晖,1987;黄辉白等,1986;戴哲保等,1987),不同的品种都有各自的特点。红江橙近年来迅速发展,大面积投产后其裂果已成为生产上的大问题,但对其原因却缺少研究。本试验以探讨红江橙裂果的原因为目的,以期了解其裂果规律,为制定防治措施提供依据。

## 1 材料和方法

试验于1991年在龙眼洞果林场红江橙园(缓坡地)进行,试材5年生,砧木为酸桔。

### 1.1 果实生长量测量

选树势相似,挂果量相近的5个单株,每株选分布部位大小相近的10个果挂牌,从6月中旬开始,定期(前期10~15天1次,后期每周1次)测量果实横径,果实横径测量系在赤道面上用漆点作标志,用游标卡尺测量,读数精度可达0.02 mm。以其横径平均值计算横径日平均生长量和阶段相对生长速率。

$$\text{阶段相对生长速率}\% = \frac{\text{阶段横径的增大值}}{\text{上一次横径测量值} \times \text{此阶段日数}} \times 100$$

### 1.2 田间裂果率调查

在80个单株上挂牌编号(包括果实生长量测量的5株)。从7月份开始,每旬统计1次裂

1993-04-06收稿

\* 省科委“八·五”科研项目

果数;从9月25日以后,每周统计1次裂果数,每次调查后及时将裂果摘除。用每株裂果数计算出裂果率和阶段裂果率。

$$\text{裂果率}\% = [\text{裂果总数} / (\text{裂果总数} + \text{采收时果数})] \times 100$$

$$\text{阶段裂果率}\% = \text{本阶段裂果数} / \text{全期总裂果数} \times 100$$

### 1.3 果实性状的分析

成熟采收时,在上述80株中选出40株,每株采果5个组成一个样本,共40个样本,带回室内称量单果重,果皮重,测量果皮厚度,用手持糖度计测量可溶性固形物(TSS)的含量。

### 1.4 气象资料的获得

从广州市气象管理处提供的气象资料,获得气温、相对湿度、降雨量等数据,根据气温和相对温度,查《湿度查算表》,得出蒸汽压亏值(VPD)。

## 2 结果和讨论

### 2.1 果实生长发育与裂果

图1显示了红江橙果实生长发育过程中裂果发生情况。

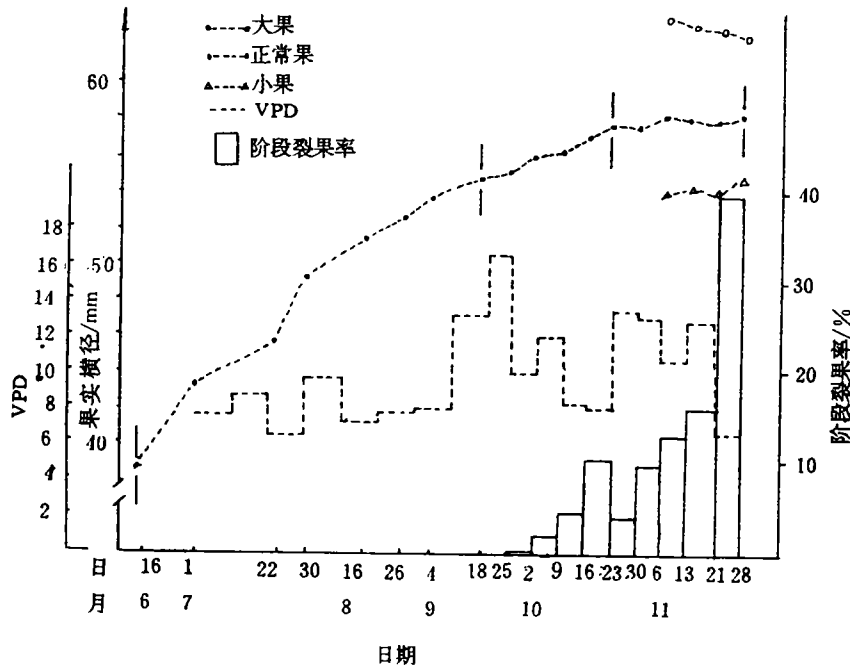


图1 果实生长发育过程中裂果发生情况及 VPD 与裂果的关系

若按生长速度的快慢,可把红江橙的果实发育分为3个阶段:快速生长阶段(6月16日~9月18日),缓慢生长阶段(9月18日~10月23日),微弱生长阶段(10月23日~11月28日采收),各阶段的生长量见表1。

表1 红江橙果实的生长阶段和阶段裂果率

生长阶段	横径日平均生长量/mm	阶段相对生长速率/%	阶段裂果率/%
快速生长阶段	0.18	0.469	0.0
缓慢生长阶段	0.08	0.149	17.3
微弱生长阶段(成熟期)	0.01	0.025	82.7

从表1可见,果实处于快速生长阶段时,横径的日平均生长量为0.18 mm,此阶段无裂果发生。这说明果实的快速生长并不导致果实的开裂。这与许多资料报告的,在柑桔果实迅速膨大期(7月下旬至10月)为裂果的多发时期(刘洪芳,1986;吴智仁等,1987;小川胜利,1989)有不一致之处。可见,红江橙的裂果自有其本身的特点。

在缓慢生长阶段,即从9月18日至10月23日的5周内,周裂果率依次为0.0%,0.2%,2.2%,4.7%,10.2%,呈逐渐上升的趋势。这个时期正是果皮愈来愈薄的时期,当果实进入微弱生长期时,果皮已达到最薄,此时的周裂果率达到此阶段的最高值。可见果皮组织变薄与红江橙的裂果有关。有微弱生长阶段,整个阶段裂果率达82.7%,除因果皮薄外,成熟过程的生理生化变化也可能参与裂果的机制。

## 2.2 成熟过程与裂果

从10月23日(进入微弱生长期)至11月28日果实采收,此阶段果皮从开始退绿至完全着色,相当于果实成熟期。从图1可见,此时期随果实转入成熟的5周内,周裂果率依次为4.2%,10.1%,13.0%,15.9%和39.5%,呈现上升趋势,成熟过程的生理生化反应可能参与裂果的机制:一方面果肉汁液含糖量提高,渗透势下降,容易急速吸水而增大内部应力,另一方面成熟期间果皮组织的原果胶水解和溶解为果胶,胞间层内的果胶钙也在减少(黄辉白,1992),使果皮应变力随成熟而逐渐下降,其结果是,随成熟度的上升,周裂果率递增。可以想象,红江橙果实在成熟期间开裂的危险性愈来愈大,只要遇到下雨或低蒸腾情况,果实开裂的可能性就会出现。我们在另一试验中曾取样分析,发现红江橙果皮中水溶性果胶含量为1.88%,而‘红1—7’(耐裂品种)果皮中水溶性果胶含量为0.64%(陈杰忠,1993)。红江橙在成熟期用手触摸,有一种绵软的感觉,与耐裂品种的硬实感觉截然不同。其韧性很差,甚至剥食时都易于断裂。故可认为,红江橙本身具有韧性差的果皮结构,使其在成熟期间裂果大量发生。

## 2.3 果实性状与裂果

采果分析果实性状的40个单株,依其单株裂果率的轻重分为5级,与相应单株果实性状的平均值作相关分析,结果见于表2。

表2 果实性状与裂果的关系

%

单株裂果率	单果重/g	果皮重/单果重	果皮厚度/mm	TSS
<10.0	118.7	25.0	3.4	11.6
10.1~20.0	113.9	24.0	3.0	11.9
20.1~30.0	108.3	24.0	2.9	11.7
30.1~40.0	105.6	24.0	2.9	11.9
40.1~50.0	101.6	23.0	2.6	11.9
r	-0.994**	-0.894**	-0.933**	0.670 <sup>N.S</sup>

从表2可见,单株裂果率与单果重、果皮比例、果皮厚度呈极显著的负相关。也即小果、薄果皮,果皮比例小时,裂果率高。郭曦晖(1987)报告尾张温州蜜柑小果的裂果率高,特别是横径在40 mm 以下的小果,可占总裂果数的62.2%。红江橙也表现出小果易裂,看来其原因除小果的果皮较薄外(果皮厚度与单果重的相关系数  $r$  为0.946\*\*),小果的开裂还受到果肉与果皮双重效应的影响(另文讨论)。无论裂果率高或低,TSS 含量相差不大,说明成熟期间含糖量上升导致果肉吸水膨大诱发裂果的效应是次要的,而果皮质地上的变化诱发裂果的效应则是主要的。

为了更好地检验果皮厚薄与裂果的关系,将40个单株的果皮厚度,从薄到厚等间距分成7组作为自变量,与之相应的单株的裂果率作依变量,得出图2,两者的相关系数  $r$  为-0.942\*\*。

此结果进一步解释了,为什么裂果从9月下旬开始发生之后,随果皮的逐渐被生长的果肉挤压而变薄,裂果率递增,而当达到最薄时便为裂果的多发期。Voisey 等(1970)也认为,果皮厚度与果皮的伸长率有关。由此可认为,果皮的结构和厚度是红江橙易裂果的主要内因。

#### 2.4 气象因子与裂果

VPD 是温度和相对湿度的综合指标,VPD 值低时,蒸腾减弱。许多资料报告,VPD 与裂果的发生密切相关。李建国等(1992)指出,当 VPD 急剧下降,荔枝的裂果率也急剧上升,与叶蒸腾受抑制导致水分大量涌入果实有关。本试验中,图1反映出 VPD 与裂果的关系,在果实快速生长期,尽管 VPD 变化较大,但无裂果,说明当果实开裂的内在条件未形成时,气象因子不能诱发裂果,除非在6~7月果皮发育期遇干旱,果实膨大后形

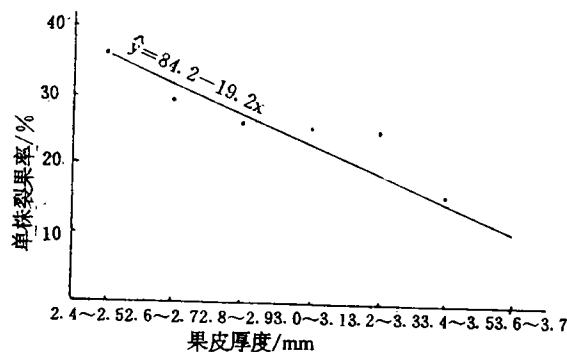


图2 果皮厚度与裂果率的关系

成的皱果皮(黄辉白等,1986),则百分之百成为裂果。图1中的整个裂果期间,出现10月16日~23日的周裂果率比其后一周要高,显然与VPD急降有关。至后期果实虽已进入成熟,但因无雨,周裂果率保持在15%以下,11月下旬降雨,VPD急降(从12.8降至6.5),周裂果率随之上升至39.5%。我们曾报告过台风雨来临时遮雨生长棚内甜橙果实有突发性猛长的现象,并指出与VPD急降有关(黄辉白等,1986)。有趣的是,本试验发现,采收前果径较大的果(>63 mm),在雨后开裂前并没有横径的猛长,反而有轻微萎缩,一周横径的生长量为-0.5 mm,而果径较小的果实(<54 mm)在雨后开裂前有急剧的生长,一周横径生长量为0.9 mm(见图1)。这说明大果的开裂不是由于果肉产生的内部应力,而可能是果皮吸水使伸张强度减弱。Rootsi(1959~1960)认为,成熟果皮含水量影响果皮应变力,一般含水量高,应变能力就差,果皮弹性下降,从而使裂果易感性提高。由此可见,大果的雨后开裂主要是受果皮弹性下降的影响;而较小的果实比大果有更大的生长潜势,倘若遇到有利于果实生长的环境,小果发生突发性生长的可能性就大得多。可见雨后小果的开裂受到果肉突发性生长所产生的对果皮的内部压力增大和果皮应变力下降的双重效应,小果的裂果率比大果的裂果率高,正是这种双重效应的结果。

### 3 结论

红江橙果皮薄、弹性差是其裂果易感性的主要原因;成熟期间的生理生化变化可能参与裂果机制;果实发育后期是裂果的高发期,此时气象因子与裂果的发生程度密切相关;小果比大果更易开裂。由此看来,采用适当施钾,补充钙素营养以及用GA和2,4-D增加果皮厚度,增强果皮强度(张华光,1991;涂先创,1988)的措施可能有助于防治和减少裂果;栽培上疏除过多的小果,保证大果的发育,成熟期间套袋避免果皮吸水等,可能是行之有效的措施,值得进一步试验探讨。

致谢 陈胜发,张露萍参加田间试验,龙眼洞果林场提供试材,在此表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- 刘洪芳. 1986. 怎样防止柑桔裂果. 江西柑桔科技, (3):17
- 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
- 吴智仁,陈金椿. 1987. 度尾蜜柚裂果原因及克服措施. 中国柑桔, (2):33
- 陈杰忠. 1993. 红江橙裂果诱因及其机理的研究.[学位论文]. 广州:华南农业大学园艺系
- 张华光. 1991. 2,4-D、广增素、叶面宝、KCl对防止伏令夏橙采前落果,裂果的效应(初报). 浙江柑桔(2):17
- 郭曦晖. 1987. 温州蜜柑的裂果及其防治. 江西柑桔科技, (4):12~13
- 涂先创. 1988. 喷尿素和赤霉素预防柑桔裂果. 中国柑桔, (2):41
- 黄辉白. 1992. 座果与果实发育成熟. 见:曾骧主编. 果树生理学. 北京:北京农业大学出版社, 234~264
- 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

- 戴哲保,陈 潜. 1987. 楚门文旦裂果原因及其防治研究,浙江柑桔,(4):8~11
- 小川胜利. 1989. 脐橙的裂果原因和防止措施. 农业及园艺,64(7):841~846
- Rootsi N. 1959~1960. Ripening and Skin Cracking in Plums. Horticultural Abstracts. 30:3351
- Voisey P W, Lyall L H ,Kloek M. 1970. Tomato Skin Strength-It's measurement and Relation to Cracking. J Amer Soc Hort Sci,95(4):485~488

## AN INVESTIGATION ON THE CAUSE OF FRUIT-CRACK IN 'HONGJIANG' ORANGE

Gao Feifei      Huang Huibai      Xu Jiankai

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

**Abstract** An investigation on the cause of fruit-crack in Hongjiang orange was carried out through fruit growth measurements, determinations of a number of fruit characteristics, monitoring the changes of atmospheric vapour pressure deficits (VPD) and regular recording of fruit-crack rate changes in the orchard. The peel of Hongjiang orange is characterized by its thinness and fragility, these are justified by statistic method as the main factors constituting the high susceptibility of this cultivar to fruit-crack. The changes of some physiological and biochemical properties during the ripening period may also be involved in the mechanism of cracking. In the ripening period, distinctive with high incidence of fruit-cracking in this cultivar, the fruit-cracking rate may rise drastically once VPD drops abruptly.

**Key words** Orange; Fruit-crack; Fruit growth; Peel; Ripening