

重要果树果实裂果现象及防治措施的研究进展

任国慧, 陶然, 文习成, 李玉, 王晨, 房经贵*

南京农业大学园艺学院, 南京210095

摘要: 裂果是果实发育过程中发生的一种生理性病害, 果实开裂会影响其外观及品质, 导致果实商品价值降低, 从而造成经济损失。充分了解果实裂果机制对制定综合防治措施具有重要的理论指导意义。本文综述了不同果树果实的裂果情况、影响裂果的遗传特点及导致裂果的原因等方面的研究进展, 并提出了相应的防治措施。

关键词: 重要果树; 裂果现象; 防治措施

Advances on Fruit Cracking and Prevention Measures of Some Important Fruit Trees

REN Guo-Hui, TAO Ran, WEN Xi-Cheng, LI Yu, WANG Chen, FANG Jing-Gui*

College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

Abstract: Fruit cracking, a physiological disease that occurs during fruit development, can affect fruit appearance and quality. When fruit cracking occurs, it may reduce the commodity value of fruit and cause economic losses. A well understanding of the fruit cracking mechanism is of great theoretical significance in guiding the establishment of integrated prevention and control measures to it. This review briefly summarizes the research on fruit cracking of different fruit trees, the genetic characteristics affecting cracking, and the cause of it, and some prevention measures are also put forward.

Key words: important fruit trees; fruit cracking; prevention measures

裂果是一种在果树生产中常见的生理性病害, 是果实对内部生长与外界环境不协调作出反应而使果实表面出现开裂的生理现象。由于它会严重影响果实的外观品质, 并且裂果后果实易发生不同程度的贮存病害, 进而缩短果实的贮藏期和保质期, 因此常常给果树生产造成重大的经济损失。例如, 葡萄(*Vitis vinifera*)、石榴(*Punica granatum*)、苹果(*Malus domestica*)、桃(*Prunus persica*)、油桃(*P. persica* var. *nectarina*)、樱桃(*P. pseudocerasus*)、柑橘(*Citrus reticulata*)、荔枝(*Litchi chinensis*)及枣(*Ziziphus jujuba*)等果树, 采前常发生裂果现象, 往往较低的裂果率达15%~30%, 严重时高达60%~70%。影响裂果的因素有很多, 例如果实对水分的吸收, 果实本身的特性(果实大小和硬度、果皮的解剖结构和强度、皮层、渗透浓度、果肉的吸水能力)等。了解导致裂果发生的原因是预防和减轻裂果的前提, 对提高各种果树果实的产量和品质具有重要意义。为此, 本文就重要果树的裂果状况、影响裂果的因素及相应防治方法的研究现状和进展进行综述, 以期今后裂果防治和相关研

究工作提供参考。

1 不同果树果实的裂果情况

大多数果树都存在由于不同原因造成的裂果现象, 不同果树的果实裂果状况也不尽相同(表1、图1)。普遍报道的易发生裂果的重要果树有葡萄、石榴、苹果、桃、油桃、樱桃、荔枝、梨(*Pyrus* spp.)、李(*Prunus salicina*)、杏(*P. armeniaca*)及一些柑橘类等。裂果发生的时期多数在果实转色期或果实膨大期, 有的则在生长早期, 或在整个发育期都可出现。即使在同一天中, 白天和夜晚裂果情况亦有差异(张林静1996)。据报道, 葡萄裂果主要发生于果粒迅速膨大期; 甜樱桃(*P. avium*)裂果主要发生于果实迅速膨大期或采收期; 枣裂果发生于白熟期至脆熟期(8月中下旬至9月上中旬); 苹果发生裂果的时期多为其果实迅速膨大期(7~9月); 香梨(*Pyrus bretschneideri*)在7月底和8月

收稿 2013-01-06 修定 2013-03-04

资助 科技基础性工作专项子课题(2012 FY110100-3)。

* 通讯作者(E-mail: fanggg@njau.edu.cn; Tel: 025-84399069)。

表1 几种常见果树果实的裂果方式及部位
Table 1 The manners and locations of fruit cracking in several common fruit trees

树种	裂果方式	易裂果部位	裂果时期	裂果率	参考文献
葡萄(<i>Vitis vinifera</i>)	纵裂、龟裂、半圆形开裂	果粒接触部位、果顶和果蒂附近、病害部位	果粒迅速膨大期	30%~50%	柴寿和于振忠(1983); 钦少华(2009)
苹果(<i>Malus domestica</i>)	皮裂、星裂和果肉开裂	果实的梗洼部、中部、萼洼部	迅速膨大期	8%~13%	Opara (1993); 拓俊绒等(2007)
樱桃(<i>Prunus pseudocerasus</i>)	侧裂、梗端裂、顶部开裂、环裂及半环裂	果顶、果梗附近及向阳面	果实迅速膨大期或采收前	2.3%~46%	Simon (2006); 谭维军等(2006)
枣(<i>Ziziphus jujuba</i>)	纵裂、环裂、不规则开裂、混合型开裂	果实中上部	白熟期至脆熟期	15%~95%	卢艳清(2008); 罗凤君(2011)
桃(<i>Prunus persica</i>)	纵裂、横裂、放射型和网状开裂	果顶、果柄、果实胴部及向阳面或梗洼处	生长后期	30%~80%	马瑞娟等(2012); 张广周和耿社青(2012)
柑橘(<i>Citrus reticulata</i>)	外裂、内裂、皱皮裂	果实中部和果顶部	细胞膨大期或果实成熟期	20%~70%	李娟和陈杰忠(2011); 高飞飞等(1994)
石榴(<i>Punica granatum</i>)	横裂、纵裂、斜裂及混合型开裂	树冠外围、朝阳面、机械损伤部位	采收前10~15 d	5%~70%	崔会平(2006); 白志怀等(2011)

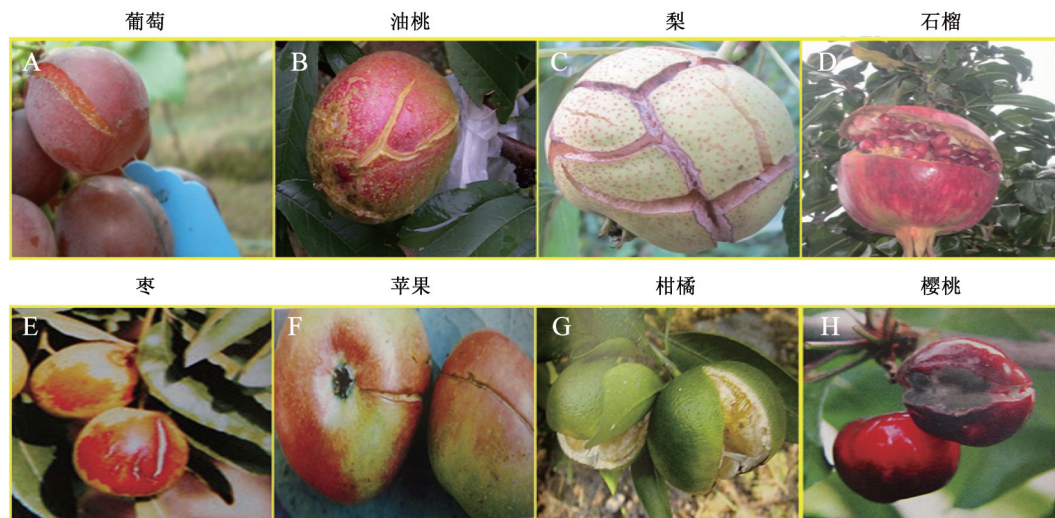


图1 几种常见果树果实的开裂状况

Fig.1 Fruit cracking of some common fruit trees

A~C: 摄于南京农业大学园艺试验基地; D: 摄于四川省会理县; E: 引自王国平和窦连登(2002); F: 引自邱强(1994)、徐志华(2000); G: 引自宁红和秦蓁(2009); H: 引自李淑珍和韩凤珠(2004)。

初果实迅速膨大期间裂果较严重(阮晓等2001); 石榴一般在采收前10~15 d裂果严重。不同果树间果实的裂果率也有差异, 如华东地区的‘巨峰’、‘藤稔’、‘无核王子’等葡萄品种裂果率为30%~50%, 严重时达70%; 甜樱桃裂果率差异较大, 为2.3%~

46%; 枣裂果率一般为15%左右, 成熟期多雨的年份高达50%~80%, 易裂果品种在50%~70%, 严重的可达95%以上; 陇东黄土高原沟壑区的‘红富士’裂果率为8%~13%; 正常灌水的石榴园中裂果率为5%左右, 旱岭地石榴裂果率为10%左右, 严重的达

70%以上。可见, 尽管树种、品种、成熟时期、裂果发生的时期及程度不尽相同, 但大多数果实的裂果常发生于果实迅速膨大期。这可能是由于此时期果实对外界自然环境及内部生理代谢的协调能力最弱, 从而使果实开裂。

2 影响裂果的遗传特点

果实的遗传本质会导致果实或部分果实开裂, 即裂果是品种本身固有的特性, 受遗传因素控制, 会对其后代产生影响。有研究指出, 番茄裂果是受两对主要显性性状控制的数量性状遗传(Young 1959); 冉辛拓(1993)认为, 苹果品种中与‘国光’有亲缘关系的品种如‘富士’(‘国光’×‘元帅’)、‘千秋’(‘富士’×‘东光’)等均有裂果现象, 这可能是由‘国光’的裂果遗传特点所致; Opara (1993)发现, 发生裂果的‘Neipling Stayman’苹果中类赤霉素物质比未发生裂果的果实少, 这被认为是受遗传因素控制的。

3 导致裂果的原因

裂果的原因有内因和外因两方面: 前者包括组织器官结构及生理生化因素等; 后者包括环境因子及栽培条件等。尽管任何裂果性状的出现归根到底都是受基因调控的, 但有些裂果的发生是环境影响的结果。易发生裂果的果树品种即使在适宜的生长环境条件下, 裂果也时有发生; 反之, 不易裂果的果树品种在适宜的环境条件下则可能不发生裂果。对于在任何环境条件下都有裂果的, 一般考虑为由内因起作用; 而只是在一定条件下才发生裂果的则被认为是由外因所导致的。

3.1 果实本身特性的影响

果实本身的特性如果实形状、大小、硬度等都会影响裂果发生。一些研究结果认为果实的弧度若呈直角则更易引起开裂, 因此, 若果实品种是肾形或心形的, 雨水会长时间地留在果实的梗凹处, 使果实通过果皮吸收更多的水, 且大果比小果更易开裂(Sekse 1987); 而另外一些研究则认为果实开裂与否与果实大小并无太大关系(Christensen 1975)。普遍认为果肉较硬的樱桃品种比较软的更易裂果, 这是由于樱桃果实吸收过量的水分后会撑破果皮, 从而使果实开裂(Beyer 2002)。高飞飞等(1994)在对‘红江橙’裂果的研究中发现, 果皮薄、弹性差的果实容易发生裂果。

3.2 组织器官结构的影响

Kertesz和Nebel (1935)的研究表明, 裂果的敏感性与表皮细胞大小无关, 但与表皮细胞内壁厚度呈正相关。范永山等(1999)对葡萄果皮组织结构的研究发现, 随着葡萄的成熟, 其果皮结构也在变化, 表皮厚度逐渐减小, 表皮下皮层细胞迅速增多, 表皮的生长速度低于表皮内皮层细胞的生长而导致裂果。王惠聪等(1999)发现, 荔枝果皮开裂是一个渐变的过程, 裂果的发生开始于中果皮的海绵状组织, 细胞逐渐变形, 受到破坏, 网络模糊, 内果皮拉伸变薄, 最后中外果皮的细胞分离, 内果皮细胞断裂形成裂果。石志平和王文生(2003)对枣果实解剖的结果表明, 枣裂果与角质层厚度无明显的相关性, 而与表皮层和中果皮的组织结构密切相关。张林静和桂明珠(2006)研究了李果皮组织细胞生长与裂果的关系, 结果表明易裂果李品种‘绥李3号’开裂的主要原因是果实外皮层与内部薄壁组织细胞生长不协调及其表面纹饰有较大的空隙而形成潜在的突破口, 使内外相互作用导致裂果。丁勤(2004)对油桃裂果的研究发现, 油桃果皮组织结构与抗裂程度有关, 果皮细胞形状、细胞大小间的差异是造成它们裂果的重要原因。几种常见果树果实的组织切片见图2。

3.3 生理生化因素

果实内部的生理代谢情况与果实的生长发育密切相关, 有不少研究表明果实内含物与裂果有着密切联系, 研究较多的物质包括可溶性固形物、果胶、酶类及内源激素等。果实在成熟过程中果肉内同化物会逐渐增加而使渗透势降低, 造成果肉吸收水分的速度增加, 从而增加果肉膨压, 并进一步导致裂果。张林静和桂明珠(2006)研究发现, 易裂果品种‘绥李3号’的可溶性固形物含量显著高于正常果‘吉林6号’; 高飞飞等(1994)对‘红江橙’的研究也得到同样的结果。果胶是细胞壁的主要成分, 有粘连细胞的作用。随着果实的成熟, 原果胶的含量会逐渐下降, 水溶性果胶的含量逐渐上升, 使细胞分离, 果皮应力逐渐降低并导致裂果大量发生(陈杰忠等1999)。李建国等(2003)认为, 水溶性过氧化物酶和多酚氧化酶活性高的荔枝品种, 其裂果率也高。干旱缺水会影响果实内源激素(如赤霉素、细胞激动素)的供应与分配, 使

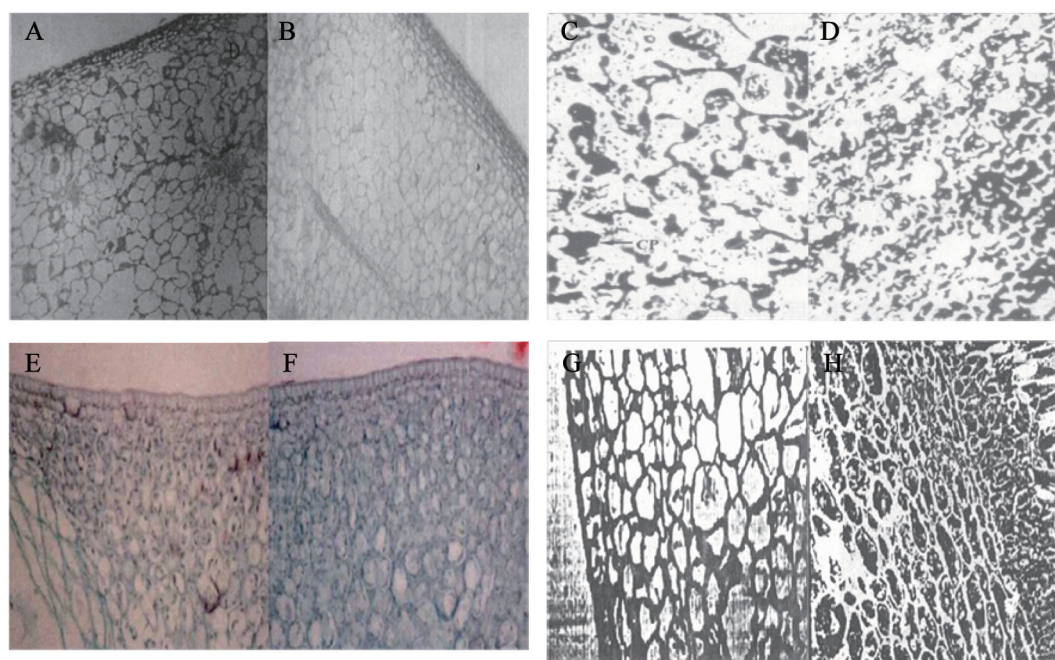


图2 几种常见果实的组织切片

Fig.2 Tissue sections of several common fruits

A: 枣易裂品种‘骏枣’表皮细胞和果肉细胞(卢艳清2008); B: 枣抗裂品种‘官滩枣’表皮细胞和果肉细胞; C: 李易裂品种‘绥李3号’表面纹饰(张林静和桂明珠2006); D: 李较抗裂品种‘吉林6号’表面纹饰; E: 盛花80 d后的脐橙‘卡拉卡拉’裂果果皮表皮层结构(马小焕2011); F: 盛花80 d后脐橙‘卡拉卡拉’正常果果皮表皮层结构; G: 油桃易裂品种‘曙光’果面组织切片; H: ‘毛桃’果面组织切片(丁勤2004)。

其不能协调果皮和果肉的平衡生长而导致裂果。吴智仁和陈文山(1990)对度尾蜜柚裂果的研究结果表明, 裂果主要是由于种子高度败育, 而高度败育的种子不能产生赤霉素, 果皮却能产生, 这样导致果皮与果肉生长速度不一致而使果实内裂, 种子全部败育的度尾蜜柚裂果率为100%。

3.4 环境因子

恶劣的环境是导致裂果的一个重要因素。如温度的忽高忽低、果实膨大期的持续降雨、天气阴晴变化等均与裂果的发生密切相关。万欣和赵省(1998)认为, 气温过高或过低、忽高忽低均会导致裂果, 温度高时比温度低时更严重。范永山等(1999)对葡萄裂果的研究认为, 葡萄裂果发生的原因是葡萄果实在较长时间的干旱条件下突然大量吸水, 使果实含水量大幅变化而造成果实内外生长失调形成裂果。Peet (1992)和Lane等(2000)指出, 裂果一般与降雨和高温有关。Opara (1993)研究发现, 直接暴露在阳光下的果实比遮荫的果实发生裂果的几率大。马小焕(2011)认为, 长时间的阴雨天气或果实迅速膨大期持续高温后遇骤雨会

导致脐橙裂果。大气水蒸气压亏(VPD)是温度和相对湿度的综合指数, VPD值低时, 蒸腾减弱。李建国和黄辉白(1996)指出, 当VPD急剧下降, 荔枝的裂果率急剧上升, 这与叶片蒸腾受到抑制而导致水分大量涌入果实有关。研究表明, 温度对裂果率的变化起着非常重要的作用, 一般情况下, 裂果在10~40℃时与温度呈线性增加(Simon 2006)。

3.5 病虫害

病虫害会导致果皮停止生长, 发生病害的部位即成为果实开裂的突破口, 使裂果率升高。刘秀娟和张新会(2002)指出炭疽病和白粉病能引起‘巨峰’葡萄发生裂果。桃疮痂病会使桃发生龟裂(马瑞娟等2012)。何文辉(1996)对脐橙裂果原因的研究结果表明, 裂果的裂缝边缘有感染现象, 而且裂果后果实腐烂不是青、绿霉病的特征而似炭疽病, 从刚开裂不久的果实裂口边缘取样镜检, 发现有炭疽病分生孢子盘, 证明炭疽病可以引起脐橙裂果。另外, 杨玉凤等(2007)发现, 及时防治介壳虫、锈壁虱溃疡病及疮痂病等病虫害可有效防治柑橘裂果。

3.6 栽培措施

不同的树种或相同树种的不同品种,发生裂果的状况不同。良好的栽培条件能使树体旺盛生长,协调营养生长与生殖生长,从而不易发生裂果。刘铁铮等(2012)认为,随着果实间距的增大,‘大丰杏’的裂果率逐步上升,不进行疏果的裂果率最低。赵建戟(2000)认为,对苹果幼树和高接树及强旺树要加强夏季管理,开张各级骨干枝的角度,综合应用各种生长季节的修剪措施来保持中庸树势,有利于降低裂果率。裂果是果实发育过程中的一种生理失调现象,矿质营养的缺乏或富集会对其产生影响。刘占元等(1996)认为,负载量过大、未进行疏果的葡萄树裂果较重,而树势较好、负载量合适的裂果较轻。贺润平等(2011)发现,搭棚和套袋可降低‘壶瓶枣’的裂果率。万怡震等(2000)研究发现,覆地膜附加简易避雨技术能有效地防治‘力扎马特’及‘藤稔’葡萄裂果。另外,选择的砧木不同,裂果程度也不同,如不同砧木上的玉田柚,枳砧裂果最严重,其次是酸柚砧,最低的是高橙砧(陈玳清等1995)。

4 防治裂果的措施

裂果是遗传、生理及环境等诸多因子影响的结果,不同树种、不同品种和相同品种在不同的环境条件下发生裂果的原因不同,不是采用单一措施即可解决的问题。根据裂果发生的原因,可在果实的不同发育阶段采取相应的措施来防治裂果。

4.1 抗裂品种的选育

由于不同果树或同种果树的不同品种间的遗传特性、成熟期及成熟时环境条件等的不同,它们均有其易裂与抗裂品种。因此,裂果防治的第一步是抗裂品种的选育,或者根据品种不同的成熟期来选择合适的品种,使其尽量避开当地的高温、阴雨季节等不良天气,减少成熟期裂果。如章铁(2003)将‘早红宝石’、‘华光’、‘曙光’、‘早红珠’、‘早红霞’等桃品种引种到江淮地区进行露地栽培试验,因这些品种的成熟期均避开了当地的梅雨期,故均无裂果现象发生。其他常见果树的抗裂品种有:葡萄中的早熟品种‘粉红亚都蜜’,中熟品种‘无核白鸡心’,晚熟品种‘圣诞玫瑰’、‘红高’等(钦少华2009);枣抗裂品种‘新星’、‘无核3

号’、‘襄汾木枣’、‘官滩枣’等(卢艳清2008);石榴中的‘岗榴’、‘竹叶青’、‘厚皮甜’及‘青皮大籽’等(侯乐峰等2010)。

4.2 果园的合理建立

新建果园应选择沙质壤土,若已在排水不良和黏土地上建园的,应加强土壤管理,通过深翻改土来增加土壤的通透性和保水力,并增施有机肥。对于土质过分黏重的要掺沙以改良土壤结构,提高土壤保水性能,适时、适量地灌水,及时排水,维持适宜、稳定的土壤水分状况,避免土壤水分的剧烈变化,维持适宜的树势。在旱雨季分明的地区,前期久旱不雨,后期果实发育时又是阴雨不断,更要做好旱季灌水和雨季排水工作。同时,可采取起垄栽培和果园覆草的方式来改善表层土壤的水、肥、气、热状况,平衡土壤水分,减轻裂果的发生。如起垄加覆草能减少‘富士’苹果(史瑞军等2001)、石榴(杨磊等2010)的裂果现象。

4.3 综合管理措施

当选好抗裂品种并建好合理的果园后,最重要的就是要加强果园的综合管理。要注意合理修剪,及时疏花、疏果,保持树体正常负载量等。当果实处于幼果期时,可进行套袋处理,使果实避免雨水、强光、农药的刺激和病虫害的危害,从而有效地减少裂果率。在果实膨大期,重视和加强病害防治。在果实发育过程中,前期必须注重适时、适量灌水,后期防止因果实吸水而引起的果实迅速生长,使果肉与果皮协调生长而减少裂果。另外,还要注意增施有机肥及微肥,如农家肥猪粪、鸡鸭粪、绿肥等,它们所含的微量元素较多,能满足果树对不同营养成分的需求,同时可喷施矿质元素及植物生长调节剂等来减少裂果的发生(Simon 2006; Cline和Trought 2007; 陈庆其2005)。在我国南方产区,在葡萄膨大的中后期雨水较多,因此,采用避雨栽培可有效减轻裂果及病害的发生。如浙江等地在葡萄架上搭小拱棚,地面铺塑料膜(减少土壤水分的急剧变化),防止裂果的效果明显(房经贵等2009)。搭建防雨设施同样可以有效防止甜樱桃的裂果(Simon 2006)。因此,采取避雨栽培也可以很好地防治裂果。

5 结语

综上所述,关于裂果研究的报道很多,但裂果

的机制还不是很明确。不同果树裂果的生理原因各不相同, 并且各个原因有其内在的联系, 今后尚需进一步深入研究, 探明不同树种及不同品种裂果的发生机制。相信随着分子生物学与相关技术的发展, 以及越来越多的果树全基因组测序的完成, 有望从分子水平上更好、更深入地认识果实发生裂果的机制, 以便更好地防治裂果。

参考文献

- 白志怀, 薄玉林, 屈淑霞(2011). 石榴裂果的原因及预防. 落叶果树, (5): 50
- 柴寿, 于振忠(1983). 葡萄产生裂果的原因及其防止措施. 葡萄科技, (4): 31~35
- 陈玳清, 章春泉, 周今华(1995). 玉田柚的裂果机制与防治. 果树科学, 12 (2): 139~140
- 陈杰忠, 伍玲, 彭良志(1999). 柑桔果皮果胶甲酯酶活性与裂纹关系的研究. 中国南方果树, 28 (3): 8~9
- 陈庆其(2005). 荔枝裂果原因及防治技术措施. 福建热作科技, 30 (4): 31~32
- 崔会平(2006). 石榴裂果的发生机理与防治技术. 果农之友, (2): 35~36
- 丁勤(2004). 油桃(*Prunus persica* var. *nectarina* Maxim)果实生长发育与裂果的关系研究[学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学
- 范永山, 王红旗, 朱世宏, 崔海华, 彭小平(1999). 葡萄生理裂果病的发生生态研究. 河北农业大学学报, 22 (3): 52~55
- 房经贵, 王涛, 杨光(2009). 浙江温岭市大棚葡萄生产简介. 中外葡萄与葡萄酒, (1): 39~40, 43
- 高飞飞, 黄辉白, 许建楷(1994). 红江橙裂果原因的探讨. 华南农业大学学报, 15 (1): 34~39
- 何文辉(1996). 脐橙裂果的原因——炭疽病危害? 中国南方果树, 25 (2): 26
- 贺润平, 李凤兰, 续九如(2011). 壶瓶枣裂果调查与防控研究. 农业技术与装备, (2): 65~66
- 侯乐峰, 张燕侠, 冯丽娟, 尹燕雷, 苑兆和, 招雪晴(2010). 石榴裂果特性与套袋栽培研究初报. 中国农学通报, 26 (2): 181~184
- 李建国, 黄辉白(1996). 荔枝裂果研究进展. 果树科学, 13 (4): 257~261
- 李建国, 黄旭明, 黄辉白(2003). 裂果易发性不同的荔枝品种果皮中细胞壁代谢酶活性的比较. 植物生理与分子生物学学报, 29 (2): 141~146
- 李娟, 陈杰忠(2011). 柑桔裂果发生类型、过程及预防对策. 广东农业科学, (10): 32~33, 37
- 李淑珍, 韩凤珠(2004). 保护地热门果树病虫害防治彩色图说. 北京: 中国农业出版社
- 刘铁铮, 付雅丽, 李学营, 刘国胜, 鄢新民(2012). 不同留过量对大丰杏果实裂果及其品质的影响. 江西农业学报, 24 (3): 56~57
- 刘秀娟, 张新会(2002). 巨峰葡萄裂果的原因及防治. 农村科技开发, (10): 6~7
- 刘占元, 刘庆军, 刘献军, 董爱祥, 李素国(1996). 预防乍娜葡萄裂果的初步探讨. 栽培技术, (1): 22~23
- 卢艳清(2008). 枣抗裂种质筛选及其抗裂机理初步研究[学位论文]. 保定: 河北农业大学
- 罗凤君(2011). 红枣裂果的发生及防治. 农村科技, (3): 37~38
- 马瑞娟, 张斌斌, 蔡志翔(2012). 桃裂果的类型、原因及防止措施. 中国南方果树, 41 (4): 125~126
- 马小焕(2011). 脐橙果皮内裂发生的解剖结构和矿质营养元素变化研究[学位论文]. 重庆: 西南大学
- 宁红, 秦葵(2009). 柑橘病虫害绿色防控技术百问百答. 北京: 中国农业出版社
- 钱少华(2009). 华东地区葡萄严重裂果的原因及防治对策. 上海农业科技, (5): 147~148
- 邱强(1994). 苹果病虫害实用原色图谱. 郑州: 河南科学技术出版社
- 冉辛拓(1993). 富士系苹果的裂果原因及防止措施. 北方园艺, (1): 8~10
- 阮晓, 王强, 周疆明, 郑春霞(2001). 香梨的果表突起和落果裂果与果实中内源激素之间的关系. 植物生理学通讯, 37 (3): 220~221
- 史瑞军, 李杰, 张冬梅, 田爱香(2001). 起垄加覆草对减少黄泛区富士苹果裂果的效果. 落叶果树, (2): 52
- 石志平, 王文生(2003). 鲜枣裂果及其与解剖结构相关性研究. 华北农学报, 18 (2): 92~94
- 谭维军, 赵向东, 孔维军, 沈军(2006). 天水市甜樱桃裂果成因调查. 甘肃农业科技, (8): 54~56
- 拓俊绒, 宫春旺, 王健, 陈会能(2007). 红富士苹果裂果原因及预防措施. 甘肃科技, 23 (1): 213~214, 70
- 万欣, 赵省(1998). 红富士苹果发生裂果的原因及预防. 烟台果树, (2): 42
- 万怡震, 徐世彦, 张今今, 李峰(2000). 防治力扎马特及藤稔葡萄裂果试验. 河北职业技术师范学院学报, 14 (2): 66~67
- 王国平, 窦连登(2002). 果树病虫害诊断与防治原色图谱. 北京: 金盾出版社
- 王惠聪, 高飞飞, 黄辉白, 韦邦稳(1999). 荔枝裂果过程的果皮形态变化观察. 广东农业科学, (5): 23~24
- 吴智仁, 陈文山(1990). 度尾蜜柚裂果问题讨论. 福建果树, (3): 27~29
- 徐志华(2000). 果树林木病害生态图鉴. 北京: 中国林业出版社
- 杨磊, 傅连军, 席勇, 买买提明·阿拉拜地, 卢春生, 张平(2010). 影响喀什石榴裂果相关因素的初步研究. 新疆农业科学, 47 (7): 1310~1314
- 杨玉凤, 李小玲, 刘剑霞, 胡泉(2007). 防止柑橘裂果技术. 河北果树, (3): 48~49
- 张广周, 耿社青(2012). 晚熟桃裂果发生原因及综合防治. 安徽农学通报, 18 (15): 66~67
- 张林静(1996). 果实裂果的研究进展. 山西师大学报(自然科学版), 10 (3): 45~47

- 张林静, 桂明珠(2006). 李的裂果机制及预防措施. 园艺学报, 33 (4): 699~704
- 章铁(2003). 油桃早熟品种在江淮地区露地栽培表现. 中国果树, (5): 53
- 赵建戟(2000). 浅析红富士苹果裂果. 西北园艺, (4): 48
- Beyer M, Peschel S, Knoche M (2002). Studies on water transport through the sweetcherry fruit surface: IV. Regions of preferential uptake. HortScience, 37 (4): 637~641
- Christensen JV (1975). Cracking in Cherries VII. Cracking susceptibility in relation to fruit size and firmness. Acta Agric Scand, 25: 301~312
- Cline JA, Trought M (2007). Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries. Can J Plant Sci, 87: 545~550
- Kertesz ZI, Nebel BR (1935). Observations on the cracking of cherries. Plant Physiol, 10: 763~772
- Lane WD, Meheriuk M, McKenzie DL (2000). Fruit cracking of a susceptible, an intermediate, and a resistant sweet cherry cultivar. HortScience, 35 (2): 239~242
- Opara LU (1993). A study of stem-end splitting in apples [dissertation]. New Zealand: Massey University
- Peet MM (1992). Fruit cracking in tomato. HortTechnology, 2 (2): 216~223
- Sekse L (1987). Fruit cracking in Norwegian grown sweet cherries. Acta Agric Scand, 37: 325~328
- Simon G (2006). Review on rain induced fruit cracking of sweet cherries (*Prunus avium* L.), its causes and the possibilities of prevention. Int J Hortic Sci, 12 (3): 27~35
- Young HW (1959). Inheritance of radial fruit cracking in a tomato cross. Proc Florida State Hortic Soc, 73: 207~210