

# 灵武长枣正常果与裂果解剖结构的比较研究

杨淑娟, 章英才, 郑国琦, 马世花

(宁夏大学 生命科学学院, 宁夏 银川 750021)

**摘要:** 运用石蜡切片对灵武长枣正常果实与裂果的解剖结构进行了观察, 探讨裂果发生的原因。结果表明: 长枣正常果角质层厚度、亚表皮细胞层数与裂果相近; 但正常果实表皮细胞层数较裂果多, 表皮厚度也较裂果厚; 中果皮细胞排列较裂果的紧密; 中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果的相近。

**关键词:** 灵武长枣; 解剖结构; 裂果

**中图分类号:** S 665.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)22-0015-04

枣(*Ziziphus jujuba* Mill) 属鼠李科(Rhamnaceae) 枣属植物的一个种, 是我国的特有果树。灵武长枣(Lingwu long-jujube), 长椭圆形, 果个大, 果皮紫红色, 果点红褐色, 肉厚、质脆、甜中带酸, 营养丰富, 风味独特, 品质极佳。富含各种矿物质和维生素, 尤以 VC 含量最高, 是中华猕猴桃的 2 倍多。灵武长枣在医学上也有广泛的医疗功效, 能润心肺、止咳、补五脏, 对高血压、动脉硬化等病有良好疗效, 是集营养、保健、美容于一体的“果中之宝”, 深受国内外消费者的青睐。灵武长枣具有得天独厚的条件, 是一种地方性特色品种, 但经过调查了解, 长枣在生产中常出现裂果成为目前影响果树生产和果实品质的重要因素。一般裂果率达 20%~30%, 严重时高达 50%~60%, 致使 VC 含量降低, 枣果品质和营养价值降低, 严重影响了果实的商品价值, 给生产者带来巨大的经济损失。

据研究裂果除了与枣果采前降水、高温等外界因子密切相关外, 枣果本身的抗裂特性是影响裂果的重要内在因子<sup>[1]</sup>。一些研究认为表皮层结构特点与裂果有直接关系。李蕾<sup>[2]</sup> 在脐橙果皮发育与裂果发生的解剖学研究中认为裂果的发生与外果皮细胞层数和结构密切相关。高飞飞等<sup>[3]</sup> 认为红江橙果皮薄、弹性差是其裂果易感性的主要原因, 果皮厚度与裂果率之间为高度负相关。而吴德玲等<sup>[4]</sup> 研究认为, 浆果耐压力大小最主要是与果肉质度有关, 而与果皮厚度关系不大。该试验对长枣组织结构与裂果间关系进行了研究, 观察了长枣正常果及裂果的果皮、果肉组织的解剖结构特征, 并进行了

比较分析, 为有效地防治长枣裂果提供理论依据和实践指导。

## 1 材料与方法

供试材料为宁夏灵武长枣, 枣果采自宁夏灵武果树站长枣基地, 均系人工采摘。试验于 2009 年 9 月进行, 挑选无病虫害、无机械伤、带果梗, 成熟度一致的正常长枣果实和具有不同程度开裂的果实各 20 个作为试材。将采摘的果实用蒸馏水冲洗干净, 将长枣正常果实、裂果及同一裂果中绿色开裂部分和红色未开裂部分切成小块投入到 50%FAA 固定液中进行固定。按常规进行脱水、透明、浸蜡、包埋、常规石蜡法制片, 切片厚度为 6~8  $\mu\text{m}$ 、染色, 最后用中性树胶封藏制成永久片, 并在光学显微镜下观察并拍照。比较外果皮的细胞层数和特征、中果皮的细胞特征, 并用软件测量角质层、外果皮的厚度, 通过显微镜观察细胞排列紧密程度和统计中果皮中维管束多少及空室多少, 最后取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 外果皮解剖结构的特征

**2.1.1 枣果角质层特征** 长枣果实表皮外均被一层角质层, 呈透明状(图 1-8)。由表 1 可知, 供试的长枣角质层厚度无明显差异, 红枣正常果、红枣裂果、长枣青果皮、长枣红果皮的角质层厚度均约为 3  $\mu\text{m}$ , 结果显示, 长枣的角质层厚度与裂果相关性不大。高京草等<sup>[5]</sup> 在影响枣裂果因子的研究中也指出, 裂果与角质层厚度无关, 与该研究结果相一致。

**2.1.2 枣果外果皮结构特征** 长枣正常果实表皮细胞由多层细胞组成, 排列整齐紧密, 与果肉细胞相比具有很厚的木质化细胞壁。果实成熟时细胞呈扁平状, 一般有 5~6 层细胞构成, 细胞体积由外向内逐层增大, 亚表皮细胞是外果皮与中果皮的过渡层(图 1-1、2), 长枣正常果实的亚表皮细胞有 1~2 层, 与外果皮和中果皮紧密相连, 排列紧密。相比较, 裂果的表皮细胞要比正常

第一作者简介: 杨淑娟(1979-), 女, 硕士, 讲师, 现从事植物结构与发育方面的研究与教学工作。E-mail: nxyang11@126.com。  
基金项目: 宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ0927)。  
收稿日期: 2010-08-30

果实的少,且表皮细胞厚度只有 25.6  $\mu\text{m}$ (图 1-3、4)。长枣正常果实的表皮细胞层数较裂果的表皮细胞层数多,表皮较厚度较裂果的厚;但二者的亚表皮细胞层数接近。处于着色期的长枣,同一长枣中红色未开裂部位表皮细胞排列较紧密,果皮厚度为 36.0  $\mu\text{m}$ (图 1-5、6),而青色开裂部位的表皮细胞排列较松散,一般有 5~6 层

细胞构成,果皮厚度为 30.2  $\mu\text{m}$ (图 1-7、8),同一枣的不同部位表皮细胞层数、亚表皮细胞层数及表皮厚度变化幅度不大。由此,研究表明表皮细胞层数越多、表皮厚度越厚、外表皮细胞排列越紧果实个体越不容易开裂相反,表皮细胞层数越少、表皮厚度越薄、外表皮细胞排列越松散果实个体越容易开裂。

表 1

灵武长枣正常果实与裂果外果皮解剖结构的比较

材料	表皮层数	表皮厚度	角质层厚度	亚表皮细胞层数
Material	Layers of epidermal cell/层	The thickness of epidermal cell/ $\mu\text{m}$	The thickness of cuticle/ $\mu\text{m}$	Layers of sub-epidermal cell/层
长枣正常果 Normal fruit	5~6	39.2	3.0	1~2
长枣裂果 Cracking fruit	4~5	25.6	3.0	1~2
长枣红果皮 Red peel	5~6	36.0	3.0	1~2
长枣青果皮 Green peel	5~6	30.2	3.0	1~2

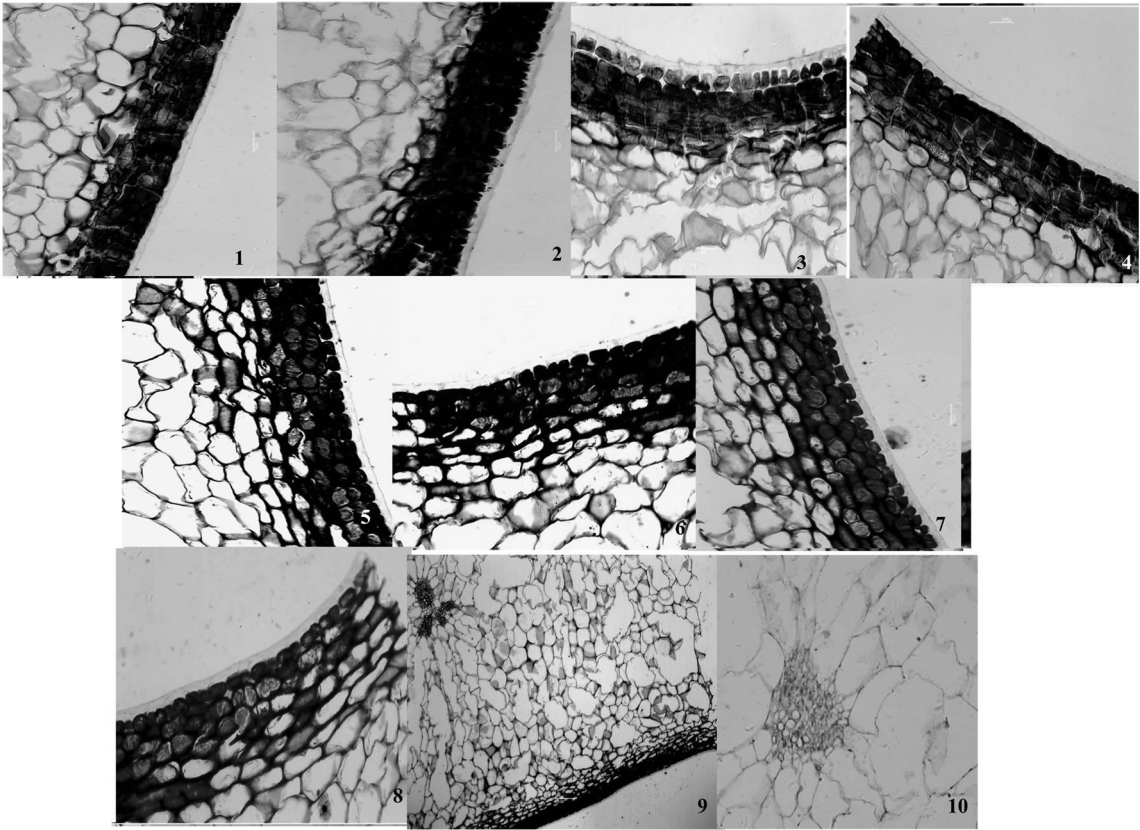


图 1 灵武长枣正常果与裂果解剖结构

Fig. 1 Anatomical structure of normal fruit and cracking fruit of lingwu long-jube

注: 1、2: 长枣正常果果皮的组织结构特征(40 $\times$ ); 3、4: 长枣裂果果皮的组织结构特征(40 $\times$ ); 5、6: 长枣红果皮的组织结构特征(40 $\times$ ); 7、8: 长枣青果皮的组织结构特征(40 $\times$ ); 9: 果肉及维管束(10 $\times$ ); 10: 示果肉细胞及维管束的放大(40 $\times$ )。

Notes: 1, 2: Tissue structure of normal fruit peel of Lingwu long-jube(40 $\times$ ); 3, 4: Tissue structure of cracking fruit peel(40 $\times$ ); 5, 6: Tissue structure of red fruit peel (40 $\times$ ); 7, 8: Tissue structure of green fruit peel (40 $\times$ ); 9: Pulp and vascular bundle (10 $\times$ ); 10: Pulp cells and vascular bundles showed amplification (40 $\times$ ).

2.2 中果皮解剖结构的特征

中果皮是果实的主要食用部分,又称为果肉区。中果皮中,靠近外果皮的果肉细胞较小,排列较紧密,而内层细胞明显增大,排列也较松散,形成若干大小不等的空腔,且越向内空腔越大,甚至许多细胞排列成网状,围

成一个大的空腔,并且果肉中分布有被番红染成红色的维管束(图 1-9、10)。由表 2 可知,裂果的中果皮细胞排列比正常果松散,而细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与正常果实的相近。该试验通过观察分析得出,长枣果肉细胞排列的紧密程度与裂果有关。石志

平等<sup>[6]</sup>对 14 个枣品种的裂果指数及其与解剖结构的相关性研究结果表明,中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果指数间无相关性。但在枣果显微结构与裂果关系的初步研究中周俊义<sup>[7]</sup>、毛永民<sup>[8]</sup>等研究认为,枣果肉细胞间空室的密度与裂果也有一定的相关性。内果皮为靠近果核的可食部分。

表 2 灵武长枣正常果实与裂果中果皮解剖结构比较

Table 2 Mesocarp's comparative study on dissected structures in normal fruits and cracking ones			
材料 Material	维管束多少 The number of vascular bundles	空腔大小及多少 The size and number of cavity	细胞排列紧密程度 The arrangement of mesocarp cell
长枣正常果 Normal fruit	较少	太多	紧密
长枣裂果 Cracking fruit	较少	太多	不紧密
长枣青果皮 Green peel	少	小、多	紧密
长枣红果皮 Red peel	较少	小、多	紧密

3 讨论与结论

灵武长枣果实果皮可分为 3 部分:外果皮、中果皮和内果皮。外果皮由 3 层结构组成:角质层、表皮细胞和亚表皮细胞。通过研究发现,长枣正常果实角质层厚度、亚表皮细胞层数与裂果非常接近,而表皮细胞层数比裂果的多,表皮厚度高于裂果,中果皮细胞排列比裂果的紧密,中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果的相近。

3.1 外果皮结构与裂果的关系

通过观察分析显示,灵武长枣角质层厚度与裂果相关性不大,长枣正常果实和裂果角质层厚度均为 3 μm,这一结论与高京草的研究结果相一致。高京草等<sup>[4]</sup>在影响枣裂果因子的研究中也指出,裂果与角质层厚度无关。但与李克志<sup>[9]</sup>认为黑叶枣和壶瓶枣裂果程度差异与角质层厚度有关的结论相反。在鲜枣裂果及其与解剖结构相关性研究中石志平<sup>[6]</sup>研究发现,角质层厚度与鲜枣品种裂果指数之间存在负相关,但相关性未达显著水平。而左辞秋<sup>[10]</sup>则观察到易裂果的象牙芒果比抗裂的当地野生小芒果的角质层厚。

表皮细胞和亚表皮细胞是构成长枣果实的外围细胞,表皮细胞层数和亚表皮细胞层数直接左右着表皮厚度。长枣表皮细胞由多层细胞组成,排列整齐而紧密,表皮细胞层数、亚表皮细胞层数分别为 5~6 层、1~2 层,表皮厚度为 39.2 μm,裂果的表皮细胞层数为 4~5 层,亚表皮细胞层数为 1~2 层,表皮的厚度为 25.6 μm,研究结果表明,长枣正常果亚表皮细胞层数与裂果相关性不大,表皮细胞层数越多、表皮厚度越厚、外表皮细胞排列越紧,果实个体越不容易开裂,相反,表皮细胞层数越少、表皮厚度越薄、外表皮细胞排列越松散果实个体

或部位越容易开裂。表皮厚度大,果实开裂的能力就弱。周俊义等<sup>[7]</sup>对果实显微结构与裂果关系的初步研究中发现裂果与外果皮厚度有关。由于表皮细胞位于果实的最外侧,果实的开裂又是由外开始,所以表皮细胞(层数、排列等)就成了与裂果相关性最显著的部位,该研究结果支持了这一推断。左辞秋<sup>[10]</sup>在研究芒果的裂果时发现,外果皮细胞层数多且扁平整齐的品种不易裂果,外果皮细胞层数少并为圆形细胞的易裂果。

3.2 中果皮结构与裂果的关系

正常长枣中果皮细胞靠近外果皮的较小,排列较紧密,内层细胞明显增大,内果皮为靠近果核的可食部分。而裂果中果皮细胞排列松散,细胞较大。表明中果皮细胞排列越紧密果实个体越不易开裂;同时,试验发现中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果无相关性。周俊义<sup>[7]</sup>等对果皮及果肉解剖结构的观察结果显示,角质层厚度、外果皮细胞层数与裂果率没有显著的相关性,而表皮的厚度、果肉细胞体积、密度与裂果呈显著负相关。

长枣中果皮解剖结构与外果皮相比对裂果影响较小,但中果皮细胞排列紧密程度与裂果呈负相关,中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果无关。这一结论与石志平等<sup>[6]</sup>对 14 个枣品种的裂果指数及其与解剖结构的相关性研究结果相一致,它们也发现中果皮细胞大小、维管束粗细及多少、空腔大小及多少与裂果指数间无相关性。但毛永民<sup>[8]</sup>指出枣裂果与果肉细胞大小与果肉空室密度有一定的关系。邹河清<sup>[11]</sup>报道红江橙的果皮结构与抗裂的暗柳橙存在明显差异,且差异主要集中在内、中果皮的结构上。

参考文献

[ 1 ] 王永惠.中国果树志[M].北京:中国林业出版社,1993.  
[ 2 ] 李蕾.脐橙果皮发育与裂果发生的解剖学研究[D].武汉:华中农业大学,2006.  
[ 3 ] 高飞飞,黄辉白,许建楷.红江橙裂果原因探讨[J].华南农业大学学报,1994,16(1):34-39.  
[ 4 ] 吴德玲,修德仁,张文恩,等.葡萄浆果耐压力、浆果和果柄间耐拉力与贮藏性关系的研究初报[J].中外葡萄与葡萄酒,1981,17(2):1-6.  
[ 5 ] 高京草,王长柱.影响枣裂果因子的研究[J].西北林学院学报,1998,13(4):23-27.  
[ 6 ] 石志平,王文生.鲜枣裂果及其与解剖结构相关性研究[J].华北农学报,2003,18(2):92-94.  
[ 7 ] 周俊义,毛永民,申连英,等.枣果显微结构与裂果关系的初步研究[J].干果研究进展,2003,12(8):266-267.  
[ 8 ] 毛永民,申连英,毕平,等.不同枣品种果实抗裂果能力的比较研究[J].全国干果生产与科研进展学术研讨会,1999.  
[ 9 ] 李克志,高中山.枣裂果机理的初步研究[J].果树学报,1990,7(4):221-226.  
[ 10 ] 左辞秋.芒果裂果机制观察[J].园艺学报,1984,11(2):61-62.  
[ 11 ] 邹河清,许建楷.红江橙的果皮结构与裂果的关系研究[J].华南农业大学学报,1995(1):90-95.

# 低温累积对早红珠花芽生理生化指标的影响

欧阳汝欣, 刘国荣

(衡水学院 生命科学学院, 河北 衡水 053000)

**摘要:** 采用露地栽培油桃早红珠为试材, 对自然休眠期花芽内的生理生化指标进行测定。结果表明: 碳水化合物含量在休眠解除阶段发生剧烈变化, 淀粉与可溶性糖呈现相反的变化趋势; 在解除休眠期蛋白质含量急剧降低, 而游离氨基酸含量则迅速增加。上述4种物质的含量急剧转变期与自然休眠进程相吻合。SOD酶活性在深休眠期一直较低; POD酶活性在休眠期一直呈上升趋势, 尤其是解除休眠期迅速升高, 说明SOD、POD酶活性提高可能是休眠解除的原因之一。

**关键词:** 休眠; 花芽; 生理生化

**中图分类号:** S 662.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)22-0018-03

木本植物的芽在生长发育进程中常常穿插进或长或短的暂停现象, 即休眠, 这是植物经过长期演化而获得的一种对环境及季节性变化的生物学适应性<sup>[1]</sup>。植物的这种生物学适应性不仅对物种的生存繁衍具有特殊的生物学和生态学意义, 而且对设施农业生产而言, 也是一项重大的挑战<sup>[2]</sup>。通过对早红珠油桃的落叶期、初休眠期、深休眠期、休眠解除期等阶段花芽内的生理生化变化进行测定, 寻找低温累积进程与花芽内部生理状态间的相关性, 为桃树花期调控提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试露地栽培油桃位于河北省顺平县苏家疃村油

桃园。供试品种为早红珠, 砧木为毛桃, 树龄为7a, 生定植株行距为3 m×5 m, 树型为开心形。选取生长良好、整齐一致的树为试材。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试材的选取 从10月25日至翌年1月5日, 每10 d采集树冠外围发育良好的健壮1a生枝50枝, 带回实验室, 剥下花芽于-70℃的超低温冰箱中保存备用。

1.2.2 花芽中可溶性糖、淀粉、蛋白质、氨基酸的测定 花芽样品用80%乙醇研磨后, 转入10 mL离心管, 80℃水浴浸提10 min, 冷却后于7 000 r/min下离心10 min; 重复浸提1次, 合并2次上清液于25 mL容量瓶中, 用80%乙醇定容后测可溶性糖与游离氨基酸含量; 沉淀加水2 mL糊化冷却, 加9.2 mol/L高氯酸2 mL浸提15 min并不断搅拌, 加水5 mL离心, 取上清液备用, 沉淀再用4.6 mol/L高氯酸和水分别浸提1次, 7 000 r/min下离心10 min, 3次上清液合并于50 mL容量瓶

## Comparative Study on Dissected Structures of Normal Fruits and Cracking Ones of Lingwu Long-jujube

YANG Shu-juan, ZHANG Ying-cai, ZHENG Guo-q, MA Shi-hua  
(School of Life Science Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** This paper observed dissected structures of the normal fruit and cracking ones of Lingwu long-jujube with paraffin section techniques, and discussed the reasons on fruits' cracking. The results showed that the cuticle's thickness of normal fruits and cracking ones of long-jujube were very similar; epidermal cell layers and sub-epidermal cell layers of the former were more than these of the later; skin's thickness of normal fruits were thicker than that of cracking ones; arrangement of mesocarp cell of normal fruits was more close than that of cracking ones; the size of mesocarp cell, thickness and number of vascular bundles and the size and number of cavity were the same with these of cracking fruit.

**Key words:** Lingwu long-jujube; dissected structures; cracking fruits