

伞形科植物明党参花后果实发育的解剖结构变化

宋春风, 刘玉龙, 刘启新^①, 褚晓芳, 李美芝

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014]

摘要: 对中国伞形科(Apiaceae)特有种类明党参(*Changium smyrnioides* Wolff)花后果实发育过程中果实横切面的解剖结构变化进行了比较观察。结果表明:在幼果发育阶段、中果发育阶段(包含中果期Ⅰ、中果期Ⅱ和中果期Ⅲ)和熟果发育阶段(包含熟果期Ⅰ、熟果期Ⅱ和熟果期Ⅲ),明党参果实横切面的大小和形状、果壁(包括外果壁、中果壁和内果壁)厚度及其细胞形态和层数、合生面结构、胚乳形状及大小、外胚乳存在与否、珠心退化与否以及维管束形态等特征均有明显的变化。在整个发育过程中,明党参分生果横切面的形状由近五边状圆形变化至肾状圆形;果壁由厚变薄且细胞层数逐渐减少;胚乳逐渐增大,从半圆形变化为新月形、马蹄形直至“C”形;外胚乳逐渐消失,珠心逐渐退化;合生面的细胞离层越来越明显直至完全分离。此外,明党参果实中油管和维管束数量变化较小,油管可分为维管束伴生油管和果壁油管;合生面有果壁油管4~6个,此特征与明党参属(*Changium* Wolff)的相关描述不一致。

关键词: 伞形科; 明党参; 果实发育; 双悬果; 横切面; 解剖结构

中图分类号: Q949.763.3; Q944.59 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-7895(2011)04-0001-07

Change of anatomical structure of cremocarp during fruit development of *Changium smyrnioides* (Apiaceae) after falling of flower SONG Chun-feng, LIU Yu-long, LIU Qi-xin^①, CHU Xiao-fang, LI Mei-zhi (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(4): 1-7

Abstract: The anatomical structure changes of cremocarp transection of *Changium smyrnioides* Wolff, an endemic species of Apiaceae in China, were comparatively observed during fruit development process after falling of flower. The observation results show that, during young fruit phase, middle fruit phase (including middle fruit stage I, II and III) and mature fruit phase (including mature fruit stage I, II and III), some characteristics, such as size and shape of fruit transection, thickness and cell morphology and cell layer number of fruit wall (including exocarp, mesocarp and endocarp), commissure structure, shape and size of endosperm, with or without perisperm, nucellus degenerating or not and vascular bundle morphology, change obviously. During whole development process, shape of mericarp transection changes from sub-pentagonous round to kidney-shaped round. Fruit wall thickness changes from thick to thin, and number of cell layer decreases gradually. Endosperm enlarges gradually and its shape changes from semi-circle to crescent, U-shaped and C-shaped at last. Perisperm disappears and nucellus degenerates gradually. Abscission layer of commissure becomes more and more obviously until to completely separate. Moreover, numbers of vitta and vascular bundle change a little. Vittae can be divided into two kinds of vascular bundle accompanying vitta and fruit wall vitta. There are 4-6 fruit wall vittae in commissure, which is inconsistent with the related description of *Changium* Wolff.

Key words: Apiaceae; *Changium smyrnioides* Wolff; fruit development; cremocarp; transection; anatomical structure

收稿日期: 2011-07-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30370102); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-0920); 中国科学院大科学装置开放研究项目(2009-LSF-GBOWS-01)

作者简介: 宋春风(1979—),女,山东成武人,博士,助理研究员,主要从事植物分子生物学及植物系统演化研究。

^①通信作者 E-mail: naslqx@yahoo.com.cn

伞形科 (Apiaceae) 植物明党参 (*Changium smyrnioides* Wolff) 为中国特有植物, 在伞形科系统演化中具有特殊的地位; 主要分布于江苏、浙江、安徽、江西以及湖北等地^[1], 为国家Ⅲ级野生保护植物, 也是中药材生产和药用植物资源研究的重要植物。目前, 有关明党参的研究报道主要集中在化学成分及其药理作用^[2-10], 解剖学、孢粉学和细胞生物学^[11-13], 保护生物学以及分子系统学^[14-16]等方面, 但有关果实发育过程中解剖学方面的研究尚不多见。

果实解剖结构特征是建立伞形科相关类群分类系统的重要依据^[17-24]。由于明党参果实具有压扁程度很低、没有或几乎没有果棱等特征, 前人将其置于美味芹族 (*Smyrnieae*)^[1] 中。但刘玉龙等^[25]对明党参果实发育外部形态特征的研究显示: 在明党参果实发育的幼果期和中果发育阶段的早中期, 可以看到明显隆起的果棱(锥形), 只是到熟果期时果棱才不可见, 因此, 根据成熟果实形态特征划分的无棱、有微棱和发达棱的果实类型, 是否都经过某一个有棱的阶段发育而成? 以及在这一过程中, 其解剖结构是如何变化的? 尚无研究报道。目前有关明党参果实形态解剖的研究大多涉及的是成熟果实^[11], 而对果实发育过程中其内部解剖结构的动态变化缺乏系统的观察和研究。

所以, 在对明党参花后果实发育外部形态特征观察的基础上, 作者继续对其花后果实发育全过程中分生果横切面的解剖结构进行观察和比较, 以期全面了解明党参果实发育的解剖特征及其动态变化规律, 为明党参及其他伞形科植物的分类提供解剖学依据。

1 材料和方法

供试材料于2009年5月至6月取自安徽合肥大蜀山的野生明党参居群, 随机选择样株, 同时对生境和成熟期进行记录、观察和拍照。样品为花瓣脱落后至果实成熟变黑各阶段的新鲜果实。取样后, 立即置于FAA固定液[$V(\text{甲醛}):V(\text{冰乙酸}):V(\text{乙醇}):V(\text{水})=1:0.5:4.75:3.75$]中固定24~48 h, 然后置于体积分数70%乙醇中, 于常温下保存、备用。

果实切片采用常规石蜡切片法制片。果实经脱水、透明处理后用石蜡包埋, 用旋转切片机制片, 切片厚度10 μm , 采用番红-固绿对染和中性树胶封片。用Olympus PH-2自动显微装置观察拍照; 用生物光

学显微镜观测细胞层数和大小; 每张切片选取3个视野进行观测, 共计30个视野, 结果取平均值。观察部位主要为果实中部横切面。

2 观察结果

根据果实发育过程中外部形态的变化, 可将明党参花后果实发育时期分为3个阶段: 幼果发育阶段(幼果期)、中果发育阶段(包含中果期Ⅰ、中果期Ⅱ和中果期Ⅲ)和熟果发育阶段(包含熟果期Ⅰ、熟果期Ⅱ和熟果期Ⅲ)^[25], 上述各阶段果实横切面解剖结构特征描述如下:

2.1 幼果发育阶段(幼果期)的解剖结构特征

幼果期果体横切面的中部两侧明显向内凹, 以凹陷处为界可以将果实分成左右近等的2个部分, 彼此间有很长的合生面, 整个果体呈连体的2个近五边状圆形, 其中每个部分长和宽约1.6 mm(图1-A)。

幼果期果壁相对较厚, 其宽度占果体半径的30%, 但在合生面处较薄。外果壁和内果壁各由1层排列紧密的薄壁细胞构成, 其中外果壁细胞较大, 外壁稍厚。中果壁很厚, 有排列紧密的细胞约10余层, 并且从外向内细胞的形状和排列不一致, 大体可分成3层; 外侧的细胞约5层, 内侧的细胞1层, 排列均较整齐; 中部的细胞多层, 排列不规则(图1-B, C)。

在中果壁中分布有5个维管束和多个果壁油管。维管束分别位于角部的中果壁内; 维管束由并列的2个外韧型维管束以及木质部和韧皮部的薄壁细胞组成, 并且在其韧皮部的外侧有1个顶生的伴生油管, 维管束和伴生油管紧密结合成一体, 呈近圆形或近椭圆形(图1-B)。油管位于中果壁的中层; 多数, 排成1轮, 其中合生面处分布有4~6个, 2个维管束之间有2~3(4)个; 油管大小不等, 油细胞1层, 油管腔大多数为椭圆形(图1-C, D)。

珠心横切面为类圆形, 并且果背一侧靠近果壁, 而合生面一侧远离果壁; 珠心组织中有明显的胚囊腔(图1-A)。

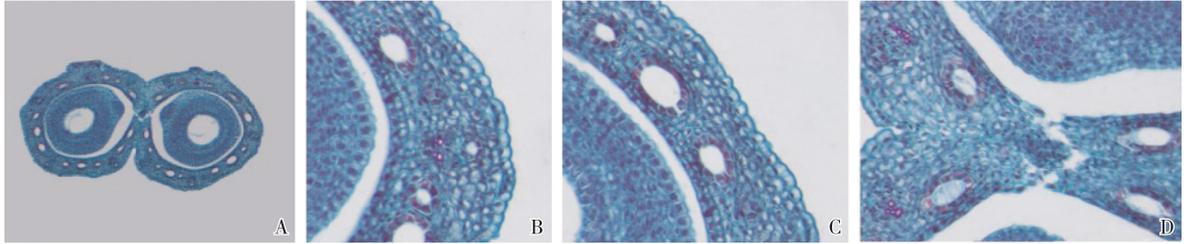
2.2 中果发育阶段(中果期)的解剖结构特征

在中果发育阶段, 明党参果实逐渐发育出2个分生果的锥形, 到后期可见分生果, 但合生面尚未完全分开, 仍有部分果壁相连。就其中1个分生果而言, 该阶段胚乳沿果壁逐渐膨胀扩展, 并以两端发展最明显, 到中果后期(中果期Ⅲ)形成新月形, 使得果体逐

渐膨大变圆,幼果期的5个角状突起逐渐不明显,外形呈五边状椭圆形,果体长度为2.3~3.1 mm、宽度为2.1~2.4 mm。此时果壁细胞开始拉长变形,尤其是外果壁和内果壁更明显;珠心组织逐渐减少,到中果后期合生面一侧较多,果体背侧面仅剩余少量或不可见;维管束和油管的数目以及在果壁中的分布状况

与幼果阶段基本相同,但油管逐渐变大,多为横向的椭圆形,大小差异更明显,有时瘪缩成线状。中果发育阶段可分为3个时期,它们的果实解剖结构特征见图2-A~L。

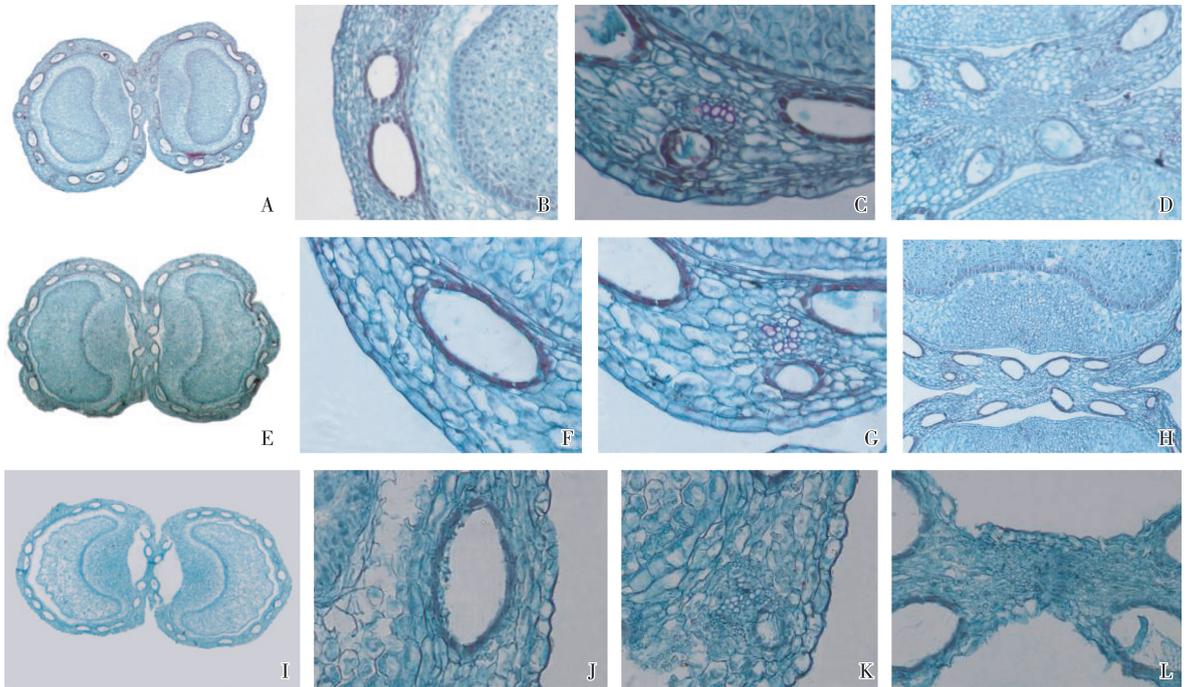
中果期 I (图2-A~D):分生果的外形与幼果期基本一致,果壁仍然较厚,油管及维管束分布式样基



A. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; B. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; C. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallicular part; D. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part.

图1 幼果发育阶段明党参果实横切面解剖结构

Fig. 1 Anatomical structure of cremocarp transection of *Changium smyrnioides* Wolff in young fruit phase



A-D. 中果期 I Middle fruit stage I: A. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; B. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallicular part; C. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; D. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part. E-H. 中果期 II Middle fruit stage II: E. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; F. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallicular part; G. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; H. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part. I-L. 中果期 III Middle fruit stage III: I. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; J. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallicular part; K. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; L. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part.

图2 中果发育阶段不同时期明党参果实横切面解剖结构

Fig. 2 Anatomical structure of cremocarp transection of *Changium smyrnioides* Wolff in different stages of middle fruit phase

本相同,但果体更大,长约2.3 mm、宽约2.1 mm,稍扁。除此之外,中果壁有时在油管处内陷,外形呈内凹的浅槽;油管普遍较大,少数油管更大,内侧壁向内凸出,深入外胚乳中;胚乳较小,位于果体中央,呈近半月形,并与果壁分离;外胚乳充满整个果体。

中果期Ⅱ(图2-E~H):分生果长约2.6 mm、宽约2.2 mm,微背腹压扁,呈扁圆形或五边状圆形。胚乳新月形,外侧靠近背部,内侧远离合生面;外胚乳多在合生面一侧。由于果体的膨大以及果壁扩张和油管扩大,中果壁细胞开始变形,内侧的1层细胞压扁和拉伸,在油管下方的更甚,与内果壁细胞相似,外侧和中部的细胞变大,横向拉伸,并且2层的区别逐渐难以区分。

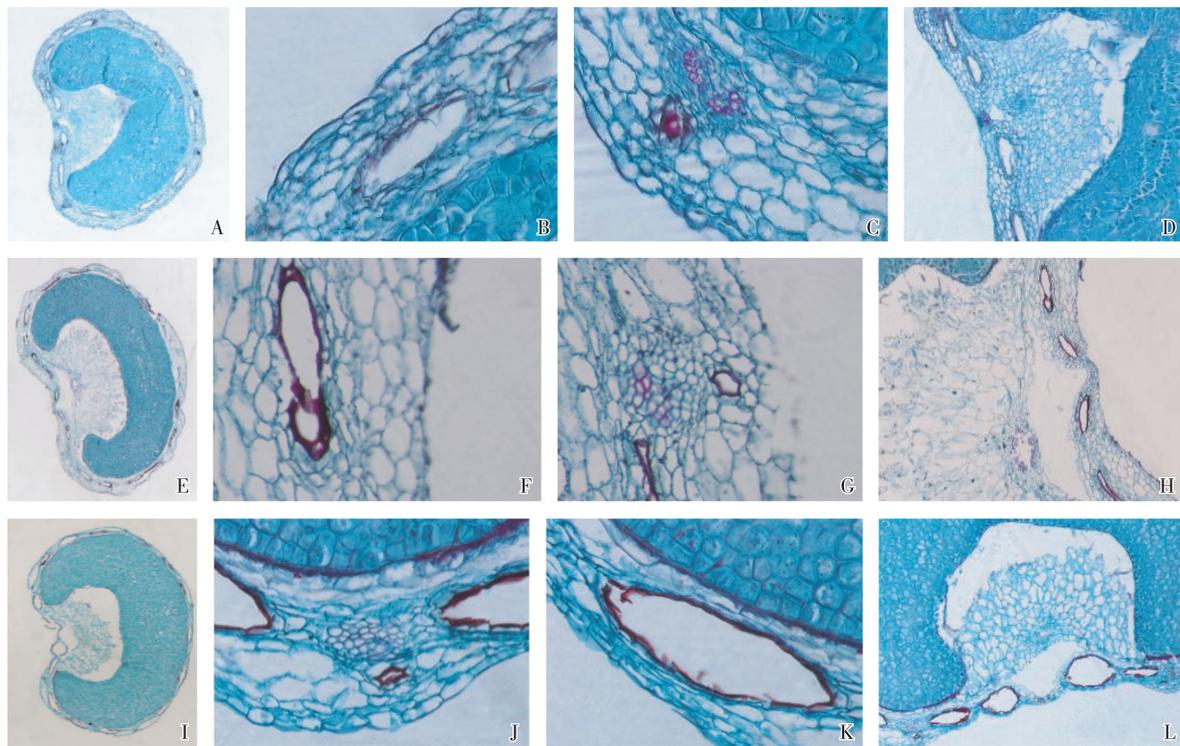
中果期Ⅲ(图2-I~L):2个分生果开始分离,但其中部仍合生,以心皮柄维管束及其周围的薄壁细胞相连,整个果实呈“∞”形。果壁、维管束和油管的特

征与中果期Ⅱ近似,但是果体进一步膨大,长约3.1 mm、宽约2.3 mm。胚乳中部的内侧出现内凹,两端向合生面伸突,整个形状呈月牙形;珠心组织开始从合生面向内凹缩,脱离合生面果壁。

2.3 熟果发育阶段(熟果期)的解剖结构特征

随着中果发育后期果实的继续发育,合生面处完全断裂,2个分生果分开,进入熟果发育阶段(熟果期)。分生果完全独立是熟果发育阶段与中果发育阶段最本质的区别。就其中的1个分生果而言,主要特征为:果体外轮廓呈肾形,无棱突;果壁变薄,外果壁在合生面处断开;珠心组织极度退化,仅在合生面内侧有少量残余;胚乳发生明显的弯曲,厚度近相等,呈马蹄状或“C”形。熟果发育阶段可分为3个时期,它们的果实解剖结构特征见图3-A~L。

熟果期Ⅰ(图3-A~D):分生果的果体呈近半圆形或肾状圆形,背面中部向外拱弯,腹面向内微凹。



A-D. 熟果期Ⅰ Mature fruit stage I: A. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; B. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallecular part; C. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; D. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part. E-H. 熟果期Ⅱ Mature fruit stage II: E. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; F. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallecular part; G. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; H. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part. I-L. 熟果期Ⅲ Mature fruit stage III: I. 示分生果横切面全形 Showing whole shape of cremocarp transection; J. 示侧棱部位解剖结构 Showing anatomical structure of lateral rib part; K. 示棱槽部位解剖结构 Showing anatomical structure of vallecular part; L. 示合生面部位解剖结构 Showing anatomical structure of commissure part.

图3 熟果发育阶段不同时期明党参果实横切面解剖结构

Fig. 3 Anatomical structure of cremocarp transection of *Changium smyrnioides* Wolff in different stages of mature fruit phase

合生面位于腹面中部,宽度与胚乳开口近等。胚乳强烈扩展,几乎占据整个果体横切面面积的2/3以上;胚乳两侧扩展最快,在中果期的基础上变宽、变长,与胚乳中部基本等宽;整个胚乳呈马蹄形,充满整个种子的背面和侧面,并且其外侧紧贴种皮。外胚乳明显退化,居于合生面内侧与马蹄形胚乳之间的三角区域,其外侧有1个种脊维管束。种皮与内果壁密不可分。果壁发育不均匀,宽度不等,常在油管外侧部位微凹;果壁在合生面中部相连接。外果壁由1层排列紧密的扁平薄壁细胞构成,细胞外壁具有较厚的角质层;中果皮由7~8层薄壁细胞组成,细胞形态不规则,部分缺失;内果壁不可见。油管较均匀地散布在整个果壁中,在2个维管束之间的区域分布有(2)3~4个,合生面分布有4~6个,少数油管皱缩成条形。

熟果期Ⅱ和Ⅲ(图3-E~H和I~L):这2个发育时期分生果的特征与熟果期Ⅰ基本相似,但是果壁更薄,胚乳更大,两端更加伸展。由于果壁的限制,胚乳转向内钩,形状呈“C”形;外胚乳更加退化;油管均匀分布于果壁中;维管束显得更小且不明显。

3 分析和讨论

3.1 果实横切面大小和形状变化

在明党参花后果实发育过程中,分生果横切面不断增大,外轮廓形状也发生了由有棱状突起的近五边状圆形到无棱状突起的肾状圆形的变化。

幼果期2个分生果通过合生面接合在一起,每个分生果横切面形状呈微带棱角的近五边状圆形,棱角状突起部位有维管束。随着果实的进一步发育,分生果微背腹压扁,呈扁圆形或五边状圆形;随后由于胚乳的膨大发育,棱间果壁向外扩展,棱角不再明显,使得分生果逐渐向椭圆形过渡。到了熟果期,2个分生果在合生面处分离,每个分生果的横切面呈近半圆形或肾状圆形,腹面中部向内微凹,背面微隆起。

从明党参果实的整个发育过程来看,果体大小和形状的变化与胚乳的发育直接相关。胚乳原初为圆形,到中果期时开始向两侧发育,随着果实的发育进程,胚乳两侧继续向前发育,胚乳呈条形;由于位于合生面一侧有珠心组织的存在,加之胚乳发育的速度大于果壁扩展的速度,使得长条形胚乳的中部向外弯曲,顶部沿果体侧面向合生面伸展,整个胚乳呈马蹄形或“C”形,弯缺部位则充满了珠心组织和种脊维管

束;由于珠心组织薄壁细胞的皱缩破裂、种脊维管束退化,加之长条形胚乳因两端伸长发育受阻而引起的中部向外扩张,两方面发育趋势的不同共同导致分生果合生面向内微凹,最终形成肾状圆形的果体形状。由此可见,明党参果体的发育或果体形状(包括压扁程度)的形成与胚乳的发育方向和形状有密切关系。

3.2 果壁细胞层数和形态变化

就其中1个分生果而言,明党参果壁分为外、中、内3层,其中外果壁和内果壁均为1层薄壁细胞,中果壁由多层薄壁细胞构成。在发育过程中,与果体相比,幼果期的果壁显得最厚,熟果期显得最薄,并且细胞层次呈现出逐渐减少的变化趋势。

外果壁细胞在幼果期排列整齐,大小较一致,到中果和熟果阶段,细胞变得扁平 and 大小不等,其中,外果壁有时外凸,且有角质层加厚。内果壁细胞最初与外果壁相似,但普遍较小,在发育后期则变成1层极度压扁和拉伸的薄壁细胞,至果实完全成熟时内果壁往往会破损消失。中果壁细胞相对复杂或多变,在幼果期可明显分为3层:外层包含4~5层排列规则、大小较一致的细胞;中层为多层细胞,排列不整齐,常被果壁油管中断;随着果实的发育,中、外2层细胞逐渐难以区分,细胞不仅变大而且拉伸,直至排列不规则或有破损;而内层细胞只有1层,较小而且形状规则,紧贴内果壁,位于油管下,在果实发育过程中逐渐扁压和拉伸,并与内果壁相似。

从以上分析可以看出:由幼果期到熟果期,明党参果实果壁细胞形状由小到大,但果壁厚度由厚到薄、果壁细胞层数由多变少、细胞排列由整齐到不整齐、细胞壁由完整到不完整。

3.3 果棱和维管束的变化

明党参分生果中共有5个维管束,均分布在中果壁内,源于并列的外韧型,常有1个伴生油管,二者一起呈近圆形或近椭圆形。从果实的整个发育过程看,果棱的最初发育与维管束的发育具有一定的相关性,即在幼果期维管束组织的导管数量不断增加,管腔直径不断扩大,加之韧皮部外方发育出的油管以及周围的薄壁细胞,造成外果壁和维管束上方的部分中果壁向外隆起,形成果棱状突起。所以,在幼果阶段果体呈不同程度的五角状。但是,在随后的果实发育过程中,维管束及其周围组织并未随果体的膨大而作相应的扩展,到了果实发育的后期或成熟阶段,维管束发育渐缓甚至停止发育,而维管束之间的果壁继续向外

扩张,原有的果棱状突起逐渐消失,所以成熟果实看不见果棱。从中可以看出:明党参分生果的果体形状发育与果棱的发育是两个不同的发育机制,即果棱在果实发育早期发育快而在果实发育中、后期发育趋缓或停止,并不随果体的扩张性发育而伸展性地发展,而果体在整个果实发育过程中呈现连续的发展过程,不断扩展直至达到圆形。

3.4 油管的分布规律

在伞形科植物的果实中普遍存在油管,其分布式样和数目常作为伞形科种类鉴定和系统分类的重要指标之一^[1,20]。明党参果实中有2种类型的油管:果壁油管和维管束伴生油管。其中,伴生油管分布于每个维管束外侧的上方,比较小,并且在幼果期明显,随着果实的发育,伴生油管在维管束中的比例越来越小,到熟果期已很小。果壁油管又可分为位于2个维管束之间的棱槽油管和合生面油管,它们在整个果体中呈环状分布,在明党参果实中彼此间分布较均匀,但大小不等。

在果实背部,每2个维管束之间有油管(2)3~4个;在合生面处往往分布有油管4~6个,偶见2个。该结果与邱英雄等^[11]的观察结果相同。明党参属(*Changium* Wolff)的合生面油管数描述为2^[26],由于该属仅有1~2种^[1],明党参又是该属的模式种,所以该属的这一特征需进行必要的修订。

3.5 胚乳的发育过程

胚乳发育程度可以作为果实发育阶段划分的解剖学指标之一。在荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)果实发育过程中,第Ⅰ期是以果皮和种皮发育为主,第Ⅱ期则为种胚和胚乳的快速生长期^[27]。在明党参果实发育过程中,幼果阶段胚乳尚未真正发育,其胚乳的真正发育始于中果阶段。在中果期Ⅰ,分生果中的外胚乳逐渐充满整个果体,但胚乳较小,位于果体中央;随着果实的发育,胚乳和外胚乳组织开始膨大发育,并靠近果体背部;初期胚乳呈半圆形,外侧靠近背部,内侧远离合生面;到中果期Ⅱ时,胚乳向两端发育,胚乳呈新月形;至熟果发育阶段,胚乳强烈扩展,几乎占据整个种子2/3以上的面积,且整个胚乳呈马蹄形,充满了整个种子的背面和侧面,其外侧紧贴种皮。

值得注意的是,在果实的成熟发育过程中,胚乳主要是两端向前伸展,由于受到果壁的限制,顺着果体侧面转向合生面发育,最终使其形状呈“C”形。伞形科植物果实的胚乳类型有3种:第1种为合生面外

凸的近圆形胚乳,如柴胡属(*Bupleurum* L.)种类;第2种为合生面内凹的马蹄形胚乳,如峨参[*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.];第3种为合生面近平直的半圆形或弦切半圆形、弓形胚乳,如前胡族(*Peucedaneae*)种类。明党参果实的胚乳属于第2种类型。

3.6 分生果雏形于幼果期-成形于中果期-形成于熟果期

根据作者所在课题组的前期报道^[25],从外部形态上看,在果实发育的幼果阶段,已经可以观察到明党参2个分生果的雏形;到了中果阶段,2个分生果逐渐成形,但尚未分离;而到了熟果阶段,2个分生果的果体完全分离,形成真正的分生果。

从解剖结构上可以观察到2个分生果的具体形成过程及其合生面的解剖结构变化。在幼果阶段,两个心皮相连处的果实正中部的的外果壁开始向内凹入;在中果阶段前期,中果壁继续向内凹切,外果壁仍连续,2个分生果通过大部分合生面连生在一起;到了中果期Ⅲ,2个分生果已现,但通过合生面中部相连;进入熟果发育阶段后,2个分生果合生面断开,外果壁断裂,中果壁彻底分离,形成2个独立的分生果,即双悬果。这一演变过程实际上是子房中部2个心皮相接处离层不断发育以及胚乳两侧不断极度膨大双重作用的结果。

参考文献:

- [1] Wu Z Y, Raven P H, Hong D Y. Flora of China: Vol. 14[M]. Beijing: Science Press, 2005: 37.
- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典:上册[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1986: 1341-1342.
- [3] 陈建伟, 王亚淑, 许益民, 等. 江苏栽培明党参中微量元素累积规律的研究[J]. 天然产物研究与开发, 1993, 5(4): 37-39.
- [4] 陈建伟, 李 祥, 武露凌, 等. 中国珍稀植物明党参嫩茎叶挥发油化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2000, 12(3): 48-51.
- [5] 吴志平, 李 祥, 陈建伟. 明党参果实脂肪油成分 GC/MSD 分析[J]. 南京中医药大学学报:自然科学版, 2002, 18(5): 293-294.
- [6] 张 萍, 陈建伟, 李 祥. 反相高效液相色谱法测定明党参果实中呋喃香豆素的含量[J]. 天津中医药大学学报, 2007, 26(1): 29-30.
- [7] 段志富, 陈建伟, 李 祥, 等. 明党参不同部位珊瑚菜内酯的含量比较研究[J]. 中成药, 2008, 30(12): 1851-1853.
- [8] 任东春, 钱士辉, 杨念云, 等. 明党参化学成分研究[J]. 中药材, 2008, 31(1): 47-49.
- [9] 李 祥, 陈建伟, 黄玉宇. 明党参炮制品对凝血时间、血小板聚集的影响[J]. 中成药, 1998, 20(7): 17-19.

- [10] 石荣火,陈建伟,李祥,等.明党参晶XIV对小鼠耳廓微循环的影响[J].南京中医药大学学报:自然科学版,2001,17(3):168-169.
- [11] 邱英雄,傅承新.珍稀特有植物明党参的比较解剖学研究[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2000,26(4):427-432.
- [12] 舒璞,余孟兰.中国伞形科特有属花粉形态研究[M]//南京中山植物园研究论文集编辑组.南京中山植物园论文集:1990.南京:江苏科学技术出版社,1991:33-35.
- [13] 潘惠惠,吴竹君,刘心恬.明党参的染色体核型分析[M]//南京中山植物园研究论文集编辑组.南京中山植物园论文集:1983.南京:江苏科学技术出版社,1985:32-35.
- [14] 邱英雄,黄爱军,傅承新.明党参的遗传多样性研究[J].植物分类学报,2000,38(2):111-120.
- [15] 邱英雄,傅承新,吴斐捷.明党参与川明参群体遗传结构及分子鉴定的ISSR分析[J].中国中药杂志,2003,28(7):597-601.
- [16] 陶晓瑜,桂先群,傅承新,等.明党参和川明参种间遗传分化和系统关系的分子标记和ITS序列分析[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2008,34(5):473-481.
- [17] Tseng C C. Anatomical Studies of Flower and Fruit in the Hydrocotyloideae (Umbelliferae) [M]. Berkeley: University of California Press, 1967: 1-58.
- [18] 秦雪梅,沈观冕.新疆阿魏属及其相近属间的分类学研究[J].干旱区研究,1990,7(4):23-33.
- [19] 何兴金,王幼平,溥发鼎,等.中国独活属果实的解剖学研究及对独活属的修订[J].云南植物研究,1998,20(3):295-302.
- [20] Lee B Y, Levin G A, Downie S R. Relationships within the spiny-fruited Umbellifers (Scandiceae subtribes Daucinae and Torilidinae) as assessed by phylogenetic analysis of morphological characters[J]. Systematic Botany, 2001, 26: 622-642.
- [21] 刘启新,惠红,李碧媛,等.中国伞形科变豆菜亚科的果实解剖特征及其系统学意义[J].植物资源与环境学报,2002,11(4):1-8.
- [22] 刘芳,刘启新.中国伞形科5个引种栽培的模式种果实比较解剖学研究[J].植物资源与环境学报,2006,15(4):9-16.
- [23] 褚晓芳,刘启新.伞形科东当归的果实形态和解剖结构[J].植物资源与环境学报,2007,16(4):53-55.
- [24] 牟颖,刘启新.鸭儿芹不同器官分泌道结构及分布的比较解剖研究[J].植物资源与环境学报,2009,18(2):1-8.
- [25] 刘玉龙,刘启新,宋春风,等.明党参花后果实发育的外部形态特征变化[J].植物资源与环境学报,2010,19(2):1-7.
- [26] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第五十五卷第一分册[M].北京:科学出版社,1979:122.
- [27] 邓九生,黄在猛.龙眼荔枝的果实发育与调控[J].广西热作科技,1998,67(2):1-5.

(责任编辑:张明霞)

《植物遗传资源学报》2012年征订启事

中国科技核心期刊 中国农业核心期刊 全国中文核心期刊 全国优秀农业期刊

《植物遗传资源学报》是中国农业科学院作物科学研究所和中国农学会主办的学术期刊,为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、中国农业核心期刊、全国优秀农业期刊。本刊为中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库来源期刊(核心期刊)、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊,又被《中国生物学文摘》和中国生物学文献数据库、中文科技期刊数据库收录。据中国期刊引证研究报告统计,2010年度《植物遗传资源学报》影响因子1.081。

报道内容为大田、园艺作物,观赏、药用植物,林用植物,草类植物及一切经济植物的有关植物遗传资源基础理论研究、应用研究方面的研究成果、创新性学术论文和高水平综述或评论。诸如,种质资源的考察、收集、保存、评价、利用、创新,信息学、管理学等;起源、演化、分类等系统学;基因发掘、鉴定、克隆、基因文库建立、遗传多样性研究。

本刊为双月刊,大16开本,128页;国内统一连续出版物号CN 11-4996/S,国际标准连续出版物号ISSN 1672-1810;每期定价20元,全年120元;各地邮局发行,邮发代号82-643。编辑部常年办理订阅手续,如需邮挂每期另加3元。地址:北京市中关村南大街12号中国农业科学院《植物遗传资源学报》编辑部,邮编100081;电话:010-82105794,010-82105796(兼传真);网址:www.zwyczy.cn;E-mail:zwyczyxb2003@163.com, zwyczyxb2003@sina.com。

欢迎订阅! 欢迎投稿!