

光皮树花芽分化的形态和解剖特征观察

何 见^{1,2}, 蒋丽娟^{1,①}, 李昌珠², 陈卫军¹

(1. 中南林业科技大学资源与环境学院, 湖南 长沙 410004; 2. 湖南省林业科学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 采用常规石蜡切片法对光皮树 [*Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják.] 花芽分化过程中的解剖学特征进行了研究, 并对花芽的外部形态也进行了观察。结果表明, 光皮树的顶芽和腋芽都可以进行花芽分化; 花芽分化在 2 月下旬开始, 4 月底基本完成; 整个花芽分化过程可划分为 5 个时期: 花芽未分化期、花序分化期、花萼分化期、花瓣分化期和雌雄蕊分化期, 其中花序分化期还可分为分化前期和分化后期。在花芽分化过程中, 光皮树的花芽形态逐渐增大、饱满, 径向和纵向伸长, 并在花瓣分化期形成塔形聚伞状花序。花芽纵切面的解剖结构显示, 在花芽分化过程中, 花芽内的生长锥逐渐增大并向上隆起; 在花萼分化期生长锥的边缘产生 4 个萼片原基; 在花瓣分化期花萼原基内侧分化出花瓣原基, 并与花萼原基交互而生; 雌雄蕊分化期在花瓣原基的内侧分化出雄蕊原基, 同时在生长锥中心形成雌蕊的心皮原基。经过一系列的生长分化过程最终形成光皮树的花萼、花瓣及雌蕊和雄蕊。

关键词: 光皮树; 花芽分化; 外部形态; 解剖结构

中图分类号: Q944.58; S792.99.01 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2009)02-0057-05

Observation of morphological and anatomical characteristics of *Swida wilsoniana* flower bud during differentiation process HE Jian^{1,2}, JIANG Li-juan^{1,①}, LI Chang-zhu², CHEN Wei-jun¹ (1. School of Resources and Environment, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. Hu'nan Academy of Forestry, Changsha 410004, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18(2): 57-61

Abstract: The anatomical characteristics of *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják. flower bud during differentiation process were studied by paraffin method, and the external morphology of flower bud was also observed. The results show that both terminal bud and axillary bud of *S. wilsoniana* can differentiate into flower bud. The differentiation starts at late February and ends around the end of April. The whole differentiation process may be divided into five stages, including flower bud undifferentiation stage, inflorescence differentiation stage, calyx differentiation stage, petal differentiation stage, pistil and stamen differentiation stage, in which the inflorescence differentiation stage can be divided into prophase and anaphase. In the flower bud differentiation process, the flower buds of *S. wilsoniana* gradually grow larger, and extend longitudinally and radially. Pyramidal cymes are initiated in petal differentiation stage. According to the longitudinal section of flower bud, in flower bud differentiation process, growing tip in the bud grows bigger and protrudes upward. Four calyx primordia arise around the growing tip in calyx differentiation stage. Petal primordia are initiated inside calyx primordia and alternately spaced with calyx primordia in petal differentiation stage. Stamen primordia appear inside petal primordia in pistil and stamen differentiation stage and meanwhile carpel primordia of pistil are initiated in the center of growing tip. These primordia develop into calyx, petal, pistil and stamen after growth and differentiation.

Key words: *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják.; flower bud differentiation; external morphology; anatomical characteristics

收稿日期: 2008-12-04

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2007BAD41B01); 国家科学技术部国际科技合作项目(2006DFA6320); 中南林业科技大学研究生科技创新基金资助项目(2006sz11)

作者简介: 何 见(1982—), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 主要从事森林培育与生物质能源的研究。

①通讯作者 E-mail: skyjiang@csuft.edu.cn

光皮树 [*Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják.] 也即光皮榉木, 又称花皮树, 为山茱萸科 (Cornaceae) 榉木属 (*Swida* Opiz) 落叶灌木或乔木, 喜光、耐旱、耐寒, 对土壤适应性较强, 在微盐或微碱性的沙壤土和富含石灰质的粘土中均能正常生长。光皮树广泛分布于黄河以南地区, 集中分布在长江流域至西南各地的石灰岩区, 垂直分布在海拔 1 000 m 以下的区域, 以湖南、江西和湖北等省最多。光皮树树皮白色带绿, 疤块状剥落后形成明显斑纹; 叶椭圆形或卵状长圆形; 花小, 白色; 核果球形, 紫黑色, 有白色贴伏短柔毛, 种子黄白色。光皮树具有广泛的用途, 其油为一级食用油, 长期食用可降低胆固醇、防治高血脂症; 还可作为生物柴油, 其燃烧特性和动力性能接近 0# 柴油, 是一种优良的代用燃料; 光皮树树形秀丽, 树干光泽美丽、耐腐朽, 可用作桥梁、枕木、农具、家具等; 光皮树的嫩枝叶可作绿肥和饲料, 花可酿蜜; 同时, 光皮树还是优良的绿化树种。

花芽是决定果实产量的主要因素, 花芽分化的数量和质量与果实产量与品质有直接关系, 掌握花芽分化规律是制定栽培管理措施的重要理论依据, 通过控制果实的生长发育, 达到丰产、优质的目的。目前, 对果树花芽分化的研究较多, 国内外已有大量的资料报道^[1-5]。

光皮树是我国重要的生物能源经济树种之一, 作为一种多用途的木本油料树种, 光皮树的生物学特性以及栽培利用价值已有大量的研究报道^[6-14], 但对光皮树花芽分化过程中解剖结构的变化尚未有研究报道。为了掌握光皮树的生长发育规律, 明确光皮树花芽分化的时间与特征, 作者对光皮树花芽分化过程中解剖结构变化进行了观察研究, 以期对光皮树的杂交育种、提高光皮树花芽诱导率与座果率的栽培技术研究提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试光皮树栽种于湖南省林业科学院林场师公坡试验基地内, 为 4 年生同品种的嫁接植株。选取树势健壮、植株大小及生长势基本一致的光皮树为样树。

1.2 方法

于 2007 年 9 月 15 日至 2008 年 5 月 23 日进行

实验观察。果实采收前, 每隔 10 天采集 1 次花芽样品; 果实采收后, 每隔 3 天采集 1 次花芽样品。从树冠外围生长正常的短枝上随机取 10 个大小相似的花芽, 用游标卡尺测量花芽的长度和宽度, 并记录芽的外形变化; 另取 10 个花芽, 立即用 FAA 固定, 用常规石蜡切片法制片^[15], 切片厚度 10 ~ 12 μm , 铁矾-苏木精-曙红对染, 加拿大中性树胶封片, 制成永久切片。用 Nikon E600 型光学显微镜观察花芽纵切面的解剖结构并拍摄照片, 记录花芽分化过程中解剖结构的变化。此外, 每次采样时同步观察花芽的外部形态并拍照。

2 结果和分析

2.1 光皮树花期的物候特征

在湖南省林业科学院林场区内, 当气温达 13 $^{\circ}\text{C}$ 左右时光皮树开始萌芽, 2 月下旬芽开始萌动并进入花芽分化期; 3 月上旬芽膨大; 3 月中旬进入始花期, 出现花序雏形; 3 月下旬花萼开始分化; 4 月上旬花瓣开始分化; 4 月中旬雄蕊开始分化; 4 月中旬至 4 月底雌蕊开始分化, 80% 的花分化完全, 现出肉眼可见的花蕾, 且有 5% 的花蕾开始开放, 至此, 花芽分化期结束。5 月上旬 80% 的花完全开放, 20% 的花开始落瓣; 5 月中旬 80% 的花完全落瓣, 进入始果期。

2.2 花芽分化过程中芽的形态及解剖结构特征

在光皮树花芽的分化过程中, 随细胞分裂、生长与分化的进行, 花芽的外部形态与内部结构发生变化。根据花芽的发育进程及其所表现的结构特征, 可将光皮树花芽的分化过程划分为 5 个不同的发育时期, 即花芽未分化期、花序分化期、花萼分化期、花瓣分化期、雌雄蕊分化期。

2.2.1 花芽未分化期 2 月 26 日以前, 光皮树尚未进入花芽分化期, 此时的芽体较小, 扁而矮, 呈等腰三角形 (图 1-1), 芽体直径约为 1.5 mm、长度约为 4.0 mm, 芽鳞片紧裹生长锥。芽体纵切面解剖结构 (图 1-2) 显示, 芽内的生长点低平, 微凹; 生长锥外表平滑, 纵切面呈凹圆丘状, 由形态一致的原始分生组织细胞所组成; 生长锥旁侧有小的叶原基, 依次向外有不同发育阶段的幼叶, 最外层包围着芽鳞片。在花芽未分化期, 从外部形态上无法辨别出光皮树的花芽和叶芽。

1. 外部形态 External morphology; 2. 纵切面 Longitudinal section. YL: 幼叶 Young leaf; GC: 生长锥 Growing tip; SQ: 鳞片 Squamule; LP: 叶原基 Leaf primordium; AP: 腋芽原基 Axillary bud primordium.

图1 光皮树花芽未分化期芽的外部形态及纵切面解剖结构
Fig. 1 External morphology and anatomical structure in longitudinal section of flower bud of *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják. at flower bud undifferentiation stage

2.2.2 花序分化期 花序分化期光皮树花芽的外部形态及解剖结构变化见图2-1~4。3月4日至3月10日为光皮树的花序分化期,这一时期可进一步细分为分化前期和分化后期。花芽分化前期的高峰约在3月4日,此时芽体较未分化时稍大,逐渐饱满并渐变为绿色(图2-1),芽体直径约2.0 mm、长度约6.0 mm;花芽分化后期约在3月10日进入高峰,此时芽体饱满,可以从芽的外形上分辨出叶芽和花芽,内层的芽鳞片变松弛,幼叶逐渐张开(图2-3),其直径约3.0 mm、长度8.0 mm。芽体纵切面解剖结构显示,花序分化前期生长锥的体积较未分化期时增大并向上隆起(图2-2),芽体的宽度和长度都有所增加,呈圆锥状,旁侧没有出现新形成的、短小的叶原基;花序分化后期芽内生长锥进一步向上隆起(图2-4),顶端变宽且趋于向上突起,呈圆柱形,

1. 分化前期花序外部形态 External morphology of inflorescence at differentiation prophase; 2. 分化前期花序纵切面 Longitudinal section of inflorescence at differentiation prophase; 3. 分化后期花序外部形态 External morphology of inflorescence at differentiation anaphase; 4. 分化后期花序纵切面 Longitudinal section of inflorescence at differentiation anaphase. GC: 生长锥 Growing tip; FP: 花原基 Floral primordium.

图2 光皮树花序分化期花芽的外部形态及纵切面解剖结构
Fig. 2 External morphology and anatomical structure in longitudinal section of flower bud of *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják. at inflorescence differentiation stage

外围有鳞片保护,为花芽原基发育后期的重要标志特征。

2.2.3 花萼分化期 光皮树在3月24日前后进入花萼分化期,此时期内花芽明显伸长,体积膨大,幼叶完全展开,超过未分化期芽体2倍以上(图3-1),直径约4.0 mm、长度约12.0 mm。芽体纵切面解剖结构显示(图3-2),在花萼分化期内,花芽内生长锥的顶端变得扁平加宽,基部的细胞不断进行分裂并持续向上伸长,平坦顶端的边缘开始产生萼片原基突起,并从周围形成4个小突起,两两相对、成对分化,但在纵切面上仅见2个小突起,4个萼片原基的分化表现出不同步性。

2.2.4 花瓣分化期 光皮树在4月7日前后进入花瓣分化期,此时期的芽体已形成小伞花序(图4-1),小伞花序的基部尤为明显,并由4~5个小穗构成,聚伞状花序呈塔形。芽体纵切面解剖结构显示(图4-2),花瓣分化期的花萼原基稍许伸长,顶端的细胞进行分裂,继续平展扩大,内弯;在其内侧分化出花瓣原基小突起,4个花萼原基内产生4个花瓣原基突起,但在纵切面上仅见2个花瓣原基突起,4个花瓣原基小突起与花萼原基交互而生。

2.2.5 雌雄蕊分化期 雌雄蕊分化期光皮树花芽的外部形态及解剖结构变化见图5-1~2。光皮树在4月中旬至下旬进入雌雄蕊分化期。此时期花芽

1. 外部形态 External morphology; 2. 纵切面 Longitudinal section. CP: 花萼原基 Calyx primordium.

图3 光皮树花萼分化期花芽的外部形态及纵切面解剖结构

Fig. 3 External morphology and anatomical structure in longitudinal section of flower bud of *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják. at calyx differentiation stage

1. 外部形态 External morphology; 2. 纵切面 Longitudinal section.

S: 萼片 Sepal; SP: 雄蕊原基 Stamen primordium; PP: 雌蕊原基 Pistil primordium.

图4 光皮树花瓣分化期花芽的外部形态及解剖结构

Fig. 4 External morphology and anatomical structure in longitudinal section of flower bud of *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják. at petal differentiation stage

1. 外部形态 External morphology; 2. 纵切面 Longitudinal section. S: 萼片 Sepal; Pe: 花瓣 Petal; St: 雄蕊 Stamen; Pi: 雌蕊 Pistil.

图5 光皮树雌雄蕊分化期花芽的外部形态及解剖结构

Fig. 5 External morphology and anatomical structure in longitudinal section of flower bud of *Swida wilsoniana* (Wanger.) Soják. at pistil and stamen differentiation stage

芽体的纵向与径向都增大和伸长,芽体长大(图5-1),雌雄蕊分化期持续时间较长。芽体纵切面解剖结构显示(图5-2),萼片继续伸长并向中心弯曲,在花瓣原基的内侧产生4个小突起,呈环状围绕生长点,雄蕊原基的细胞以平周分裂的方式进行分裂,使雄蕊原基逐渐突起;与此同时,芽内生长锥中心也渐渐隆起,形成1个体积较大的突起,即为组成雌蕊的心皮原基,同时顶端细胞以横向分裂方式向上延伸;最后,心皮的顶端与侧部愈合,基部膨大,形成雌蕊。

3 讨 论

植物花芽分化的研究在实际生产中具有重要的意义。弄清花芽分化各时期的特性,可为植物的杂交育种提供依据,并据此采取相应的合理栽培管理措施以提高果实的产量。大多数落叶果树的花芽分化时间为前一年的夏季和秋季,入冬前形态分化基本完成,翌年春季完成性器官分化后开花结实^[16];而光皮树花芽的分化、花器官的分化以及开花结实则在同一生长周年内完成。

目前,划分植物花芽分化时期的标准较多,也较混乱。一般认为,植物花芽分化开始的标志是芽体积的增大和顶端形状的改变^[17],对光皮树花芽的观察结果与这一观点一致。大多数学者将花芽分化时期划分为花芽未分化期、花芽分化始期、萼片分化期、花瓣分化期、雄蕊分化期和雌蕊分化期等6个时期,均以各部分的原基出现为划分标准^[17-19]。有些研究者认为,在花芽形态分化以后,雄蕊和雌蕊的内部组织还要进一步分化成熟,这是花芽分化后的性细胞成熟过程,并未明确属于花芽形态分化范围;而孙建云等^[20]认为,雄蕊原基和心皮原基的出现仅为雄蕊和雌蕊形态分化的开始,此后花药中分化出花粉粒、子房中分化出胚珠以及胚囊都是雄蕊和雌蕊继续分化的结果而且也是更为重要的过程,它们与受精作用和果实形成关系密切,都应属于花芽形态分化的范围。根据光皮树花芽分化各时期的外部形态和解剖特征以及雌雄蕊分化的同时性,可将光皮树的花芽分化时期划分为花芽未分化期、花序分化

期、萼片分化期、花瓣分化期和雌雄蕊分化期5个时期。

参考文献:

- [1] 黄 海. 关于果树花芽分化的研究(综述)[J]. 果树科学, 1987, 4(1): 44-47.
- [2] 许明宪, 黄尚志. 苹果花芽的生理分化和形态分化[J]. 园艺学报, 1962, 1(2): 137-152.
- [3] 蔡兴元, 虞锦星, 褚孟娜, 等. 李花芽分化物候期的观察[J]. 中国果树, 1984(2): 15-16, 37.
- [4] 李滢生, 黄 郊, 霍天喜, 等. 杏花芽分化观察[J]. 园艺学报, 1986, 13(1): 68-70, 73-74.
- [5] 郭志刚, 张 伟, 五井正宪. 金缕梅的叶芽形成与花芽分化[J]. 园艺学报, 2000, 27(6): 428-432.
- [6] 梁仰贞. 值得发展的油料植物——光皮树[J]. 植物杂志, 1996(2): 12.
- [7] 陈景震, 李昌珠, 肖志红, 等. 光皮树果实生长发育规律研究[J]. 湖南林业科技, 2008, 35(1): 4-5.
- [8] 向 明, 李昌珠, 李培旺, 等. 光皮树无性系幼苗整形修剪技术[J]. 湖南林业科技, 2008, 35(6): 59-60.
- [9] 李党训, 李昌珠, 陈永忠, 等. 植物燃料油原料树种光皮树繁殖技术的研究[J]. 林业科技开发, 2005, 19(3): 33-35.
- [10] 李正茂, 邓新华, 李党训. 光皮树经济性状及生物液体燃料开发研究构想[J]. 湖南林业科技, 1996, 23(2): 11-13.
- [11] 李昌珠, 蒋丽娟, 李培旺, 等. 野生木本植物油——光皮树油制取生物柴油的研究[J]. 生物加工过程, 2005, 3(1): 42-44, 53.
- [12] 王新其, 殷丽青, 施振周, 等. 光皮树育苗技术及适应性试验初报[J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2006, 24(3): 264-267.
- [13] 谢 风, 潘斌林, 胡松竹, 等. 光皮树研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(7): 2961-2962.
- [14] 万志渊, 黄利斌, 李晓储, 等. 明孝陵光皮树的生物学特性及繁育技术研究[J]. 科技园地, 2007(2): 3-5.
- [15] 李正理. 植物制片技术[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [16] 桂明珠, 王慧生, 谭 余, 等. 黑穗醋栗花芽分化的初步观察[J]. 东北农学院学报, 1985(1): 41-48.
- [17] Sedgley M, Griffin A R. Sexual Reproduction of Tree Crops[M]. London: Academic Press, 1989: 28.
- [18] 万云先, 王灶安. 桃花芽分化的初步研究[J]. 华中农学院学报, 1982(1): 75-77.
- [19] 王彩云, 高莉萍, 鲁鲁非, 等. ‘厚瓣金桂’桂花花芽形态分化的研究[J]. 园艺学报, 2002, 29(1): 52-56.
- [20] 孙建云, 王庆亚, 黄清渊. 李花芽形态分化的研究[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(3): 413-416.