

七子花保护生物学

Conservation Biology of *Heptacodium miconioides*

金则新 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

濒危物种的保护生物学研究已成为当前生态学和环境科学中的研究热点之一。本专著是作者十几年来对国家二级重点保护植物——七子花进行多学科综合研究成果的系统总结。全书共分9章,从保护生物学角度系统研究了七子花生物学特性、生化成分及生物活性、光合生理生态、种群结构与动态、生殖生态、遗传多样性、群落生态、物种多样性及多度分布等,阐述了导致七子花濒危的内在机制和外部因素,并提出了相应的保护策略,对科学有效地保护七子花具有重要的理论与实践意义。

本书可供生物学、生态学、林学、农学等学科专业的师生和科研工作者及其他相关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

七子花保护生物学/金则新等著. —北京:科学出版社, 2009
ISBN 978-7-03-024792-6

I. 七… II. 金… III. 忍冬科-生物多样性-研究 IV. Q949.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 099290 号

责任编辑:张会格 刘 晶 李秀伟/责任校对:张 琪
责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年7月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2009年7月第一次印刷 印张: 18 1/2 插页: 2

印数: 1—800 字数: 355 000

定价: 79.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

著者名单

金则新 李钧敏 边才苗 柯世省 张文标

写作分工

第1章	七子花生物学特性	边才苗	
第2章	七子花的生化成分及生物活性	李钧敏	
第3章	七子花光合生理生态	柯世省	
第4章	七子花种群结构与动态	金则新	张文标
第5章	七子花生殖生态	边才苗	
第6章	七子花种群的遗传多样性	李钧敏	
第7章	七子花群落生态	金则新	张文标
第8章	七子花群落物种多样性及多度分布	金则新	张文标
第9章	七子花的濒危机制及保护对策	李钧敏	
统稿		金则新	

前 言

保护生物学是研究生物多样性保护的科学,即研究如何从保护生物物种及其生存环境着手来保护生物多样性的科学。由于人类活动造成生境退化、毁灭,对生物资源过度开发、外源物种侵入、次生灭绝效应导致物种连锁性消亡,现今生物多样性正面临着严重的威胁。保护生物学就是在生态出现诸多危机的背景下产生的。植物是自然生态系统中的生产者,是人类和其他生物赖以生存的物质基础。但长期以来,由于自然和人为的原因,致使许多有重要科学价值或经济价值的植物遭到严重的破坏,数量急剧减少,许多植物处于濒临灭绝甚至已经灭绝的境地。因此,加强对植物的保护,维持生态平衡,合理利用野生植物资源,保护植物的多样性,提高农作物及其他经济植物的质量和产量,保护植物种质资源,特别是保护珍稀濒危植物,已成为当务之急。

七子花 (*Heptacodium miconioides* Rehd.) 是忍冬科 (Caprifoliaceae) 的落叶小乔木,为我国特有的单型属植物。1907 年, Wilson 在一次科学探险活动中首次在我国的湖北兴山采得其标本,他的同事 Rehder 将此标本命名为七子花。1931 年,郝景盛将浙江标本亦鉴定为 *Heptacodium miconioides*。1952 年, Shaw 根据采自我国宁波华亭山的标本发表了本属的另一新种——浙江七子花 (*Heptacodium jasminoides*)。同年, Metcalfe 根据对湖北兴山标本和上述标本进行比较形态解剖研究,认为 *Heptacodium miconioides* 与 *Heptacodium jasminoides* 除了芽鳞片的数目、叶片的形状和花序的宽狭有所区别外,其他方面完全一致。徐炳声未见到 *Heptacodium miconioides* 的模式标本,也未见到湖北省模式产地的同类标本,但根据原始描述,他认为这个种在形态上与 *Heptacodium jasminoides* 没有明显的种级区别,而且两者分布纬度基本相同,因此予以归并。七子花独特的花序外形曾困扰过一些植物学家,不知如何定其系统位置。由于它的基本聚伞花序具 3 朵花,并且轮生和短缩成头状,似忍冬属忍冬亚属 (*Lonicera* subgen.) 和鬼吹箫属 (*Leycesteria*), 特别是鬼吹箫 (*Leycesteria formosa*); Weberling 也根据其花序特征得出相同结论,认为它和忍冬族 (*Lonicereae*) 近缘; Metcalfe 根据木材解剖结构,包括气孔复合体、皮层的组成和内壁,以及木质部的导管和纤维等,认为它接近于鬼吹箫属和毛核木属 (*Symphoricarpos*), 虽然这些结构与忍冬族的其他成员有明显差异,但由于生态条件和族内变异等原因,认为这种差异可能并不重要;在忍冬族分类系统也把它放在忍冬族内。然而,七子花的子房结构和果实似六道木属 (*Abelia*), 其树皮的外貌似双

盾木属 (*Dipelta*) 和蜡实属 (*Kolkwitzia*); 徐炳声选择了 33 个性状 (大多数为外部形态性状) 建立了一个树状图, 结果显示这个属更接近于北极花族 (*Linnaeae*)。另外, Golubkova 曾以其建立一新族——七子花族 (*Heptacoidieae*), 但至今未被人接受。虽然七子花介于忍冬族和北极花族之间, 但从总体考虑, 尤其是子房的结构和果实的性状在狭义忍冬科内的分族中比花序更为重要, 故置于后一族为宜。无论如何, 它是联系忍冬族和北极花族之间的纽带。另外, 七子花还是优良的观赏树种, 树形优雅, 花色美丽; 其宿存的花萼增大, 并变为紫红色, 好似第二次开花, 因而吸引了众多研究者的注意。七子花产于浙江的临安、东阳、新昌、奉化、余姚、磐安、临海、仙居、天台、金华, 安徽的泾县、宣城以及湖北的兴山等地。它们多生于悬崖峭壁、沟谷、山坡灌丛和林下, 由于受环境破坏和长期樵采的影响, 原本分布范围狭窄的七子花更为稀少, 在模式标本产地湖北兴山已灭绝。因此, 七子花先后被列入《中国植物红皮书》(第一册)、中国被子植物关键类群中高度濒危种类和中国生物多样性保护行动计划优先保护物种, 现已列为国家首批二级重点保护植物。

本书结合了分子生物学、遗传学、生殖生物学等多个学科的实验、方法和理论, 对我国特有的珍稀濒危植物七子花的遗传多样性、生殖生态学、物种多样性等重要的前沿问题进行了深入研究, 从群落、种群、分子水平分析了七子花的濒危现状, 结合生理生态、遗传结构和繁育系统揭示了七子花的濒危机理, 提出了七子花的保护措施, 对科学有效地保护七子花具有重要的理论与实践意义。同时, 次生代谢产物的分析有助于对七子花的科学评价和开发利用。本书是国内外有关七子花保护生物学研究的第一部专著。作者于 1993 年开始对七子花进行系统研究, 已连续研究十余年, 受到了浙江省自然科学基金项目——濒危植物七子花种群生态学研究 (399203)、台州市科技局项目——濒危植物七子花种质资源保护及开发利用研究 (20040287) 的资助, 研究成果丰富, 许多成果发表在国外 SCI 刊物或国内权威刊物上。

在项目进行过程中, 野外取样得到了浙江师范大学郭水良教授和刘鹏教授、宁波大学倪穗教授、浙江省清凉峰国家级自然保护区管理局张宏伟高级工程师、浙江省大盘山国家级自然保护区管理局陈子林高级工程师和韦福民高级工程师以及浙江省临海市大田中学周荣满老师的大力帮助, 在此深表感谢。非常感谢台州学院生命科学学院杨蓓芬副教授、张俊会老师、邵红老师、研究生丁丽亚同学参与项目的部分工作。

由于著者水平有限, 书中难免有不足之处, 欢迎读者提出宝贵意见。

金则新

2008 年 11 月 11 日

目 录

前言

第 1 章 七子花生物学特性	1
1.1 引言	1
1.2 七子花的生物学特征	2
1.2.1 七子花的形态特征	2
1.2.2 七子花营养器官的解剖学特征	3
1.2.3 七子花的开花习性与传粉方式	5
1.2.4 七子花的细胞学研究	5
1.2.5 七子花的小孢子发育和雄配子形成	6
1.2.6 七子花种子发育生物学	7
1.3 七子花的地理分布	8
1.3.1 七子花的分布	8
1.3.2 生境特点	10
1.4 七子花生活史中的薄弱环节	11
1.4.1 无限的开花能力	11
1.4.2 自交为主的传粉方式	11
1.4.3 成功结实的概率很低	11
1.5 小结和讨论	11
1.5.1 七子花的主要生物学特性	11
1.5.2 亟待解决的生物学问题	12
参考文献	13
第 2 章 七子花的生化成分及生物活性	18
2.1 引言	18
2.2 研究方法	21
2.2.1 材料	21
2.2.2 样品的处理	22
2.2.3 初生代谢产物含量分析	23
2.2.4 次生代谢产物含量分析	24
2.2.5 黄酮类化合物的薄层层析及定性鉴定	26
2.2.6 七子花叶片提取物抑菌活性分析	26

2.2.7 七子花叶片抑菌活性动态分析	27
2.3 不同生境七子花叶片生化成分分析	28
2.3.1 碳水化合物含量	28
2.3.2 核酸含量	29
2.3.3 叶片粗蛋白和可溶性蛋白含量	29
2.4 七子花叶片蛋白质组分的动态变化	30
2.4.1 七子花叶片中蛋白质组分含量	30
2.4.2 七子花叶片各蛋白质组分的百分含量动态变化	31
2.4.3 七子花叶片各蛋白质组分的相关性分析	31
2.5 七子花不同器官次生代谢产物含量分析	32
2.6 七子花叶片次生代谢产物含量分析	34
2.6.1 七子花不同亚层叶片中次生代谢产物含量分析	34
2.6.2 七子花不同亚层叶片次生代谢产物含量的相关性分析	35
2.7 七子花叶片次生代谢产物的动态变化	36
2.7.1 七子花叶片的次生代谢产物含量变化规律	36
2.7.2 七子花叶片次生代谢产物含量的相关性分析	37
2.8 七子花叶片黄酮类化合物成分分析	37
2.8.1 七子花不同营养器官总黄酮含量分析	37
2.8.2 七子花不同营养器官黄酮类化合物的层析分析	38
2.8.3 不同树龄七子花营养器官总黄酮含量比较	39
2.8.4 七子花不同种群黄酮类化合物的成分分析	40
2.9 七子花叶片提取物的抑菌活性分析	42
2.9.1 七子花药效成分提取最适溶剂的确定	42
2.9.2 不同器官提取物的抑菌活性	43
2.9.3 七子花提取液的最小抑菌浓度	43
2.9.4 七子花抑菌活性部位的确定	44
2.9.5 七子花不同时期叶片抑菌活性分析	44
2.10 小结与讨论	46
参考文献	47
第3章 七子花光合生理生态	52
3.1 引言	52
3.2 研究方法	55
3.2.1 七子花及其主要伴生植物光合作用日变化测定	55
3.2.2 七子花与其主要伴生阔叶树光合参数的季节变化测定	55
3.2.3 光补偿点和光饱和点测定	56

3.2.4 叶绿素含量测定	56
3.2.5 硝酸还原酶活力测定	56
3.2.6 七子花幼苗光合特性测定	57
3.3 七子花及其主要伴生植物光合作用日变化	58
3.3.1 七子花冠层不同层次叶片净光合速率日变化	58
3.3.2 不同生境七子花叶片净光合速率日变化	58
3.3.3 七子花与其主要伴生植物净光合速率日变化的比较	59
3.3.4 七子花与其主要伴生植物叶绿素含量的比较	61
3.3.5 七子花与其主要伴生植物光补偿点 (LCP) 和光饱和点 (LSP) 的比较	63
3.4 七子花与其主要伴生植物光合参数的季节变化	64
3.4.1 光合作用日变化	64
3.4.2 日均净光合速率月变化	66
3.4.3 光补偿点和光饱和点	67
3.4.4 叶绿素含量	68
3.4.5 硝酸还原酶活性	71
3.5 自然条件下七子花幼苗光合作用日变化	72
3.5.1 光合参数日变化	72
3.5.2 光合作用与蒸腾作用的光响应	74
3.5.3 不同时刻光合参数的 CO_2 响应	76
3.6 受控条件下七子花幼苗光合作用的光响应和温度响应	77
3.6.1 光强对光合参数温度响应的影响	77
3.6.2 温度对光合作用光响应的影响	78
3.6.3 温度对光合作用 CO_2 响应的影响	80
3.6.4 光强对光合作用 CO_2 响应的影响	80
3.7 七子花濒危机制的生理生态学分析	81
3.8 小结与讨论	82
3.8.1 七子花及其主要伴生植物光合作用日变化	82
3.8.2 七子花和其伴生阔叶树光合参数的季节变化	84
3.8.3 七子花幼苗的光合生理特性	84
参考文献	85
第4章 七子花种群结构与动态	92
4.1 引言	92
4.2 研究方法	93
4.2.1 七子花种群结构和分布格局	93
4.2.2 七子花群落的种类调查	94

4.2.3 空间分布格局的测定	94
4.2.4 Hegyi 单木竞争指数模型	94
4.3 七子花种群结构	94
4.3.1 种群径级结构	94
4.3.2 种群高度结构	96
4.3.3 种群空间分布格局	96
4.4 七子花群落优势种结构	98
4.4.1 高度结构	98
4.4.2 立木级结构	99
4.4.3 优势种空间分布格局	100
4.5 七子花种群的竞争关系	102
4.5.1 种内竞争关系	102
4.5.2 种间竞争关系	103
4.5.3 竞争强度与对象木胸径的关系及其预测结果	105
4.6 小结与讨论	106
参考文献	107
第5章 七子花生殖生态	112
5.1 引言	112
5.2 方法	117
5.2.1 样地概况	117
5.2.2 研究方法	118
5.3 七子花的开花习性	120
5.3.1 花枝及花序的构成	120
5.3.2 开花物候与开花动态	122
5.3.3 花部形态及其变异	123
5.4 繁育系统与传粉方式	125
5.4.1 七子花的杂交指数	125
5.4.2 七子花的花粉-胚珠比 (P/O)	125
5.4.3 传粉方式的观测	125
5.4.4 花粉的落置与萌发	126
5.5 七子花的结实特性	128
5.5.1 开花位置对结实的影响	128
5.5.2 开花位置对种子重量的影响	130
5.5.3 去基轮花对花序开花与结实的影响	131
5.5.4 果实和种子的形态及其变异	131

5.6 小结与讨论	133
5.6.1 七子花的生殖生态学特征	133
5.6.2 七子花的致危因素及分析	134
5.6.3 展望	137
参考文献	138
第6章 七子花种群的遗传多样性	148
6.1 引言	148
6.2 研究方法	151
6.2.1 七子花基因组 DNA 的提取及分析	151
6.2.2 七子花 RAPD 扩增条件的优化	153
6.2.3 七子花 ISSR 扩增条件的优化	154
6.2.4 七子花遗传多样性的分析	156
6.3 七子花基因组 DNA 的提取及分析	162
6.3.1 不同方法抽提七子花嫩叶 DNA 的质量与产量	162
6.3.2 七子花植株不同器官 DNA 含量的比较	164
6.4 七子花 RAPD 扩增条件的优化	165
6.4.1 模板 DNA 量对 RAPD 带的影响	165
6.4.2 引物浓度对 RAPD 带的影响	166
6.4.3 Mg^{2+} 浓度对 RAPD 带的影响	166
6.4.4 dNTP 浓度对 RAPD 带的影响	167
6.4.5 <i>Taq</i> 酶单位对 RAPD 带的影响	167
6.4.6 不同缓冲系统对 RAPD 带的影响	167
6.4.7 退火温度对 RAPD 带的影响	168
6.4.8 BSA 对 RAPD 条带的影响	169
6.4.9 乙酰化的 BSA 对 RAPD 扩增条带的影响	169
6.4.10 BSA 对 <i>Taq</i> 酶浓度的影响	169
6.5 七子花 ISSR 扩增条件的优化	172
6.5.1 退火温度的确定	172
6.5.2 Mg^{2+} 浓度对 ISSR 扩增的影响	173
6.5.3 dNTP 浓度对 ISSR 扩增的影响	173
6.5.4 <i>Taq</i> 酶单位对 ISSR 扩增的影响	173
6.5.5 模板 DNA 量对 ISSR 扩增的影响	173
6.5.6 BSA 用量对 ISSR 扩增的影响	174
6.5.7 引物浓度对 ISSR 带的影响	175
6.5.8 甘油浓度对 ISSR 带的影响	175

6.6 不同年龄级七子花种群的遗传多样性及遗传分化	175
6.6.1 RAPD 扩增引物的筛选	175
6.6.2 多态位点比率	175
6.6.3 Shannon 信息指数估计的遗传多样性	177
6.6.4 Nei 指数估计的基因多样性	178
6.6.5 七子花不同大小级种群的聚类分析	180
6.7 不同海拔高度七子花种群的遗传多样性及遗传分化	181
6.7.1 引物的筛选	181
6.7.2 多态位点百分率	181
6.7.3 遗传多样性	182
6.7.4 遗传分化	183
6.7.5 七子花种群遗传结构与生态因子的相关性	186
6.8 天台县 5 个七子花种群的遗传多样性分析	187
6.8.1 5 个种群的遗传多样性	187
6.8.2 5 个种群的遗传分化	188
6.8.3 遗传相似度与遗传距离	189
6.8.4 聚类分析	190
6.9 浙江省七子花天然种群遗传多样性及遗传分化	190
6.9.1 七子花天然种群遗传多样性及遗传分化的 RAPD 分析	190
6.9.2 七子花天然种群遗传多样性及遗传分化的 ISSR 分析	195
6.9.3 两种分子标记结果比较	199
6.10 叶绿体 DNA 的多样性	199
6.11 七子花空间遗传结构	200
6.11.1 全部植株的空间遗传结构	200
6.11.2 不同年龄等级个体间的空间自相关分析	202
6.12 小结与讨论	206
6.13 七子花遗传多样性与濒危之间的关系	209
参考文献	210
第 7 章 七子花群落生态	221
7.1 引言	221
7.2 研究方法	222
7.2.1 七子花群落调查	222
7.2.2 七子花群落种间联结性测定	222
7.3 七子花群落的种类组成	224
7.3.1 群落的区系组成	224

7.3.2 群落的地理成分分布	224
7.4 七子花群落的外貌特征	234
7.4.1 生活型	234
7.4.2 叶级谱	236
7.4.3 叶型、叶质与叶缘	237
7.5 七子花群落结构特征	238
7.5.1 成层现象和层片结构	238
7.5.2 层间植物	238
7.6 群落乔木层的优势种分析	239
7.7 群落种间关联性	239
7.7.1 乔木层种间联结性分析	239
7.7.2 灌木层种间联结性分析	240
7.8 小结与讨论	242
参考文献	243
第8章 七子花群落物种多样性及多度分布	246
8.1 引言	246
8.2 研究方法	247
8.2.1 样地设置	247
8.2.2 物种多样性测定	248
8.2.3 物种多度分布	249
8.3 植物区系	249
8.4 群落物种多样性及各物种多度分布	251
8.4.1 木本植物多样性及各物种多度	251
8.4.2 草本植物多样性及多度	254
8.5 植物生活型与物种多样性	255
8.6 群落结构与物种多样性	257
8.7 群落科、属、种组成多样性	262
8.8 七子花群落与其他森林群落物种多样性比较	263
8.8.1 木本植物多样性比较	264
8.8.2 乔木层物种多样性比较	267
8.8.3 灌木层物种多样性比较	267
8.8.4 草本层物种多样性比较	268
8.8.5 不同群落结构与物种多样性比较	268
8.9 小结与讨论	269
参考文献	270

第9章 七子花的濒危机制及保护对策	275
9.1 引言	275
9.2 七子花稀有和濒危的人为因素	275
9.3 七子花稀有和濒危的自然因素	275
9.3.1 七子花种群的进化历史	276
9.3.2 七子花种群所处的特异的生态环境	276
9.3.3 七子花种群的生殖生物学和种群动态特点	277
9.3.4 七子花种群的遗传多样性	277
9.4 七子花的保护策略	278
参考文献	279

图版

第 1 章 七子花生物学特性

1.1 引言

七子花 (*Heptacodium miconioides* Rehd.) 是忍冬科 (Caprifoliaceae) 的落叶小乔木, 为我国特有的单型属植物 (徐炳声, 1988)。1907 年, Wilson 在一次科学探险活动中首次在我国的湖北兴山采得标本 (NO. 2232), 其同事 Rehder (1916) 将该标本命名为七子花。1931 年, 郝景盛将浙江标本 (耿以礼, NO. 1068) 亦鉴定为 *Heptacodium miconioides*。1952 年, Airy-Shaw 根据采自我国宁波华亭山的标本 (W. Hancock 22 及 88) 发表了本属的另一新种——浙江七子花 (*Heptacodium jasminoides*)。同年 Metcalfe 对湖北兴山标本 (E. H. Wilson NO. 2232) 和宁波华亭山标本做了比较形态解剖研究, 认为 *Heptacodium miconioides* 与 *Heptacodium jasminoides* 除了芽鳞片的数目、叶片的形状和花序的宽狭有所区别外, 其他方面完全一致。徐炳声 (1988) 未见到 *Heptacodium miconioides* 的模式标本, 也未见到湖北省模式产地的同类标本, 但根据原始描述, 他认为这个种在形态上与 *Heptacodium jasminoides* 没有明显的种级区别, 而且两者分布纬度基本相同, 因此予以归并。

七子花独特的花序外形曾困扰过一些植物学家, 不知如何定其系统位置。由于它的基本聚伞花序具 3 朵花, 并且轮生和短缩成头状, 似忍冬属忍冬亚属 (*Lonicera* subgen.) (Rehder, 1916) 和鬼吹箫属 (*Leycesteria*), 特别是鬼吹箫 (*Leycesteria formosa*) (Shaw, 1952); Weberling (1966) 也从花序特征得出相同结论, 认为它和忍冬族 (*Lonicereae*) 近缘; Metcalfe (1952) 根据木材解剖结构, 包括气孔复合体、皮层的组成和内腔, 以及木质部的导管和纤维等, 认为它接近于鬼吹箫属和毛核木属 (*Symphoricarpos*), 虽然这些结构与忍冬族的其他成员有明显差异, 但由于生态条件和族内变异的分布等原因, 这种差异可能并不重要; 在忍冬族分类系统 (Fukuoka, 1972) 也把它放在忍冬族内。然而, 七子花的子房结构和果实性状似六道木属 (*Abelia*) (Rehder, 1916), 其树皮的外貌似双盾木属 (*Dipelta*) 和蟠实属 (*Kolkwitzia*) (Coombes, 1990); 徐炳声 (1983) 选择了 33 个性状 (大多数为外部形态性状) 建立了一个树状图, 结果显示这个属更接近于北极花族 (*Linnaeae*)。另外, Golubkova (1965) 曾以其建立一新族——七子花族 (*Heptacoidieae*), 但至今未被人接受。虽然七子花介于忍冬族和北极花族之间, 但从总体考虑, 尤其是子房的结构和果实的性状在

狭义忍冬科内的分族中比花序更为重要,故置于后一族为宜。无论如何,它是联系忍冬族和北极花族之间的纽带(汤彦承和李良千,1994)。另外,七子花还是优良的观赏树种,树形优雅,花色美丽,其宿存的花萼增大,并变为紫红色,好似第二次开花,因而吸引了众多研究者的注意。

七子花产于浙江的临安、东阳、新昌、奉化、余姚、磐安、临海、仙居、天台、金华,安徽的泾县、宣城以及湖北的兴山等地。它们多生于悬崖峭壁、沟谷、山坡灌丛和林下,由于受环境破坏和长期樵采的影响,原本分布范围狭窄的七子花更为稀少,在模式标本产地湖北兴山已灭绝。因此,七子花先后被列入《中国植物红皮书(第一册)》(傅立国和金鉴明,1992)、中国被子植物关键类群中高度濒危种类(陈灵芝,1993)和中国生物多样性保护行动计划优先保护物种(中国生物多样性保护行动计划总报告编写组,1994),现已列为国家首批二级重点保护植物(于永福,1999)。本章介绍七子花的生物学特性,包括形态结构特征、生殖特性、细胞学特征、种子和果实的发育规律等,并从开花、雌雄配子体的发育、传粉和结实的角度探讨该物种濒危的原因。

1.2 七子花的生物学特征

1.2.1 七子花的形态特征

七子花属落叶灌木或小乔木,株高可达7 m;幼枝略呈四棱形,红褐色,疏被短柔毛;枝具条纹,髓部发达;茎干树皮灰白色,叶状剥落。冬芽具鳞片,一般在3月中旬开始活动,3月底展枝长叶,1个月后,新枝及其叶片就基本成形,但新枝仍然在缓慢地伸长,且这种生长可延续到7月,即到花期开始后停止。叶对生,全缘,叶柄1~2 cm,叶厚纸质,卵形或矩圆状卵形,长8~15 cm,宽4~8.5 cm,顶端长尾尖,基部钝圆或略呈心形;近基部三出脉,背面脉上有稀疏柔毛,无托叶。

顶生圆锥花序近塔形,长8~15 cm,宽5~9 cm,具2~4节;由多轮紧缩呈头状的聚伞花序组成,每轮含1对具3朵花的聚伞花序及1顶生单花,共7朵花,属名即基于此(徐炳声,1988)。但是,这个“顶生单花”不是一朵花,而是一个未发育的小花序,因七子花有开多轮花的花序(边才苗等,2002)。花序分枝开展时,上部长约1.5 cm,下部长2.5~4 cm;小花序头状,各对小苞片形状、大小不等,最外一对有缺刻。花芳香,无梗,总苞片大而圆,卵形,宿存,内包含10枚常两两交互对生、密被绢毛的鳞片状苞片和小苞片,外面4枚,里面6枚。萼筒陀螺状,密被刚毛,萼檐5裂,裂片长椭圆形,与萼筒等长(2~2.5 cm),密被刺刚毛,花萼增大而宿存;花冠白色,筒状漏斗形,筒稍歪,基

部两侧不等, 5裂, 稍呈二唇形, 裂片长椭圆形, 上唇直立, 3裂, 下唇开展或反卷, 2裂; 花冠长1~1.5 cm, 外面密生倒向短柔毛。雄蕊5枚, 花丝着生于花冠筒中部, 较花冠裂片长, 花药长椭圆形。子房3室多胚珠, 其中含有多数胚珠的2室不育, 另一室含1枚能育的胚珠; 花柱被毛, 柱头圆盘形。瘦果状核果, 革质, 长椭圆形 (长1~1.5 cm, 直径3 mm), 冠以宿存而增大的萼裂片, 3室, 2室空而扁, 第三室含1枚种子。种子近圆柱形 (长5~6 mm), 上部扁, 外种皮膜质; 胚乳肉质, 胚呈短圆柱形, 生于种子基部。花期约2个月, 初花期在7月5日前后, 终花期为9月上旬, 但某些年份可延迟到9月下旬; 有两个开花高峰, 分别为7月下旬和8月中旬。果实发育期2~2.5个月, 10月中下旬开始落果落叶, 11月底成为无叶的休眠枝。

1.2.2 七子花营养器官的解剖学特征

1. 根的解剖结构

七子花根的初生结构由表皮、皮层、维管柱三部分组成。表皮为一层排列紧密的细胞, 细胞较小, 外壁具角质层, 根毛不明显。皮层由十多层薄壁细胞组成, 细胞排列疏松, 胞间隙明显, 外皮层和内皮层排列整齐紧密, 无胞间隙。维管柱结构比较复杂, 包括中柱鞘和初生维管组织。中柱鞘由多层细胞组成。初生木质部和初生韧皮部相间排列, 初生木质部呈辐射状排列, 由原生木质部构成多个辐射状的木质部脊, 原生木质部细胞小而壁薄, 后生木质部细胞大且壁较厚, 导管的横径大, 初生韧皮部由筛管、伴胞、薄壁组织组成, 中央为多个厚壁细胞构成的髓 (徐根娣等, 2002)。

2. 茎的解剖结构

七子花的茎干树皮灰白色, 片状脱落, 幼茎呈四棱形。幼茎的横切面由表皮、皮层和维管柱三部分组成。表皮无附属物, 由一层细胞构成, 横切面呈长方形或正方形, 排列紧密整齐, 暴露于空气的切向壁轻微角质化。皮层由多层薄壁细胞组成, 靠近表皮的1~2层细胞排列整齐紧密, 呈矩形、近方形或近圆形, 内含有叶绿体。在幼茎棱角处细胞明显加厚, 形状不规则, 为厚角组织。在茎部中央是多层髓细胞层, 细胞呈圆形、椭圆形或六边形, 排列较疏松, 胞间隙明显。维管柱包括维管束、髓和髓射线。

茎横切面中部是12个排列成一圈的维管束, 6大6小, 中间以髓射线隔开, 初生韧皮部在外方, 初生木质部在内方, 属外韧维管束 (徐根娣等, 2002)。中柱鞘外层为厚壁组织 (石细胞和纤维) 构成的连续环, 有些石细胞还有大的晶体; 初生木质部为内始式发育, 其导管呈单纹和梯纹, 木纤维集中分布在边缘

(Metcalf, 1952)。茎中央为薄壁组织构成的髓, 当茎继续生长时, 节间部分的髓被拉破形成髓腔。

3. 叶的解剖结构

叶由表皮、叶肉和维管组织三部分构成。表皮细胞排列紧密整齐, 横切面呈矩形, 表皮的外层有角质层, 防止水分过度蒸发, 气孔集中在下表皮。异面叶, 叶肉由栅栏组织和海绵组织两部分组成。栅栏组织细胞两层, 长柱状, 排列整齐, 胞间有空隙, 内含丰富的叶绿体; 海绵组织细胞排列疏松, 胞间空隙较大, 细胞形状不规则, 排列不整齐。维管组织主要分布于叶脉中, 维管束的木质部位于上方, 韧皮部在下方。中脉的维管束相当发达, 并有形成层, 中脉两面都突出, 形成脊。由厚壁组织形成的机械组织发达, 位于上、下表皮之内 (徐根娣等, 2002)。

叶的表皮角质层有丝带状加厚, 细胞轮廓不清晰, 垂周壁呈波浪状, 细胞向上隆起呈龙骨状。上表皮细胞形状不规则, 细胞凹凸明显, 以腺鳞为基点向四周发散分布, 无气孔; 下表皮细胞形状较规则, 细胞表面隆起平缓, 以腺鳞为基点向四周发散分布。叶脉细胞长条形, 稍膨胀, 上有条状角质突起, 细胞排列不整齐, 端线不清晰。上下表面都被有单细胞、针状毛, 多直立, 其细胞表面有疣状和条状角质突起。毛基部有 1~2 圈表皮细胞层, 呈辐射状排列, 这些表皮细胞相对其他表皮细胞更为饱满, 中间隆起, 外面角质加厚明显。腺鳞较少, 大多数呈圆顶状, 主要分布于下表皮。气孔仅分布于叶下表面, 密度较大, 呈星散分布。气孔下陷, 保卫细胞加厚不明显, 副卫细胞相对于保卫细胞突起, 为平列型, 在叶脉处无分布。整个气孔较小, 椭圆形或近圆形, 其下的丝带状角质加厚聚集突起, 并呈辐射状向四周发散分布。七子花叶表面角质膜薄, 为阴生植物叶的特征; 而气孔器开闭能力强, 具副卫细胞, 保卫细胞内、外侧壁厚度差别明显, 说明其进化程度较高 (徐根娣等, 2006)。

4. 芽的解剖结构

七子花的枝芽具鳞片, 着生于枝的侧面。纵切面结构较简单, 分为顶端分生组织、叶原基、幼叶和腋芽原基、芽轴等几部分。顶端分生组织位于枝芽上端。叶原基是顶端分生组织下面的一些突起, 是叶的原始体, 叶原基愈向下愈长, 较下面的已长成较长的幼叶。腋芽原基是幼叶叶腋内的突起, 将来形成腋芽; 芽轴明显, 为枝的雏形 (徐根娣等, 2002)。