

孔 红,王宝增,马建军,等. 非洲凤仙茎叶的解剖结构特征[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):211-213.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.060

# 非洲凤仙茎叶的解剖结构特征

孔 红,王宝增,马建军,姚 虹,刘敬利,张 燕

(廊坊师范学院生命科学学院,河北廊坊 065000)

**摘要:**制作非洲凤仙茎叶的石蜡切片,在光学显微镜下首次对非洲凤仙茎叶进行解剖结构观察,为非洲凤仙的分类及多倍体育种提供解剖学资料。结果表明,非洲凤仙茎的解剖结构与凤仙花属其他植物相似,由表皮、皮层和维管柱 3 个部分组成,仅皮层厚角组织和薄壁组织细胞层数、维管束数略有不同。茎的皮层薄壁细胞和髓部薄壁细胞中均有草酸钙结晶分布,为针晶束、针晶簇 2 种类型,且在形态、大小、排列方式及数量等与凤仙花属其他植物有所不同。叶的解剖结构由表皮、叶肉、叶脉 3 个部分组成,具有耐阴植物叶的结构特征。叶肉细胞中分布有草酸钙针晶束,与茎中的草酸钙针晶束特征一致。茎中草酸钙结晶特征对凤仙花属植物分类具有重要意义。

**关键词:**非洲凤仙;茎;叶;解剖结构;草酸钙结晶

**中图分类号:** S682.390.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0211-02

非洲凤仙(*Impatiens walleriana* Hook. f.)为凤仙花科凤仙花属植物,原产于非洲东部热带及少数暖温带地区,喜温暖湿润的环境,是较好的耐阴花卉之一。非洲凤仙茎秆透明,叶片亮绿,繁花满株,色彩绚丽,全年开花不断,是著名的装饰性盆花,在国际上十分流行<sup>[1-2]</sup>。但非洲凤仙进入我国时间不长,品种少,抗性差,发展速度不快,有关非洲凤仙的研究报道也较少<sup>[1-5]</sup>。本试验对非洲凤仙茎叶结构进行研究,并与凤仙花属其他植物茎叶的解剖学进行比较,旨在为非洲凤仙的分类研究及多倍体育种积累解剖学方面的资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

材料为非洲凤仙盆花,购于河北省廊坊市花卉市场。

### 1.2 方法

**1.2.1 石蜡切片方法** 取正常植株上部的茎及中部的完整成熟叶片,FAA 固定液固定,常规乙醇系列脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,切片,厚度 12  $\mu\text{m}$ ,番红-固绿对染,中性树胶封片,Olympus 显微镜观察并照相<sup>[6-7]</sup>。

**1.2.2 叶片表皮水封片法** 取正常植株叶片中部非边缘非叶脉部位,用镊子撕取叶片的上、下表皮,置于洁净的载玻片上,加 1 滴蒸馏水使表皮展开,然后盖上盖玻片,制好的装片在 Olympus 显微镜上观察并照相<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 非洲凤仙茎的结构

在横切面上,非洲凤仙茎由表皮、皮层和维管柱 3 个部分组成(图 1-A)。

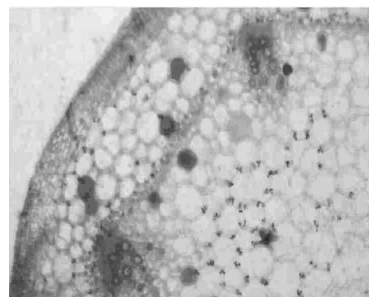
表皮为单层细胞,细胞小,排列紧密,外壁厚角质层薄,外切

向壁常加厚。

皮层由厚角组织和薄壁细胞构成,厚角组织即紧挨表皮内侧角隅加厚的细胞群,3~4 层,薄壁组织由薄壁细胞组成,具细胞间隙,4~5 层。

维管柱由维管束、髓及髓射线组成。维管束多束,呈环状排列,外韧型;髓和髓射线均由薄壁细胞组成。

茎的皮层薄壁细胞和髓部薄壁细胞中均有草酸钙针晶分布,针晶长棒形,聚集成针晶束,与茎的长轴垂直排列,分布数量多(图 1-B)。



A. 茎解剖结构(40 $\times$ )



B. 针晶束(400 $\times$ )

图1 非洲凤仙茎的横切面结构

### 2.2 非洲凤仙叶片结构

在横切面上非洲凤仙叶片结构由表皮、叶肉、叶脉 3 个部分组成(图 2-A)。

叶肉分栅栏组织和海绵组织。栅栏组织由 1 层长柱形细胞紧密排列而成,细胞长轴和叶表面相垂直。海绵组织排列

收稿日期:2015-07-28

基金项目:河北省教育厅重点项目(编号:ZD20131044)。

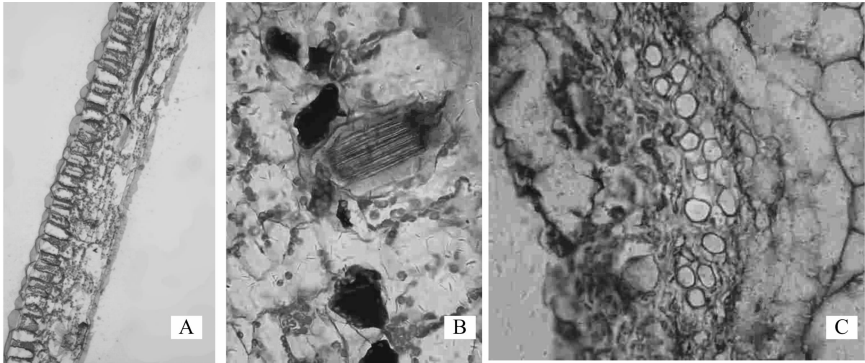
作者简介:孔 红(1964—),女,硕士,教授,研究方向为系统与进化植物学。E-mail:konghong64@163.com。

疏松,间隙较多,层次不明显。栅栏组织的叶绿体比海绵组织多。叶肉中可观察到草酸钙针晶,长棒形,聚集成针晶束,分布数量较少(图 2-B)。

叶脉中的主脉由维管束和薄壁组织组成,机械组织不发达。木质部位于叶片近轴面,导管发达,韧皮部位于叶片远轴

面,细胞较小;薄壁组织 5~7 层,细胞较大(图 2-C)。

上、下表皮细胞均为不规则形,排列紧密,外壁角质层均不明显,上表皮不具气孔器,下表皮气孔器发达,为不规则形,保卫细胞中叶绿体明显,无副卫细胞,保卫细胞大小为(21.30±0.85)μm(图 3)。



A—叶片解剖结构(100×); B—针晶束(400×); C—主脉结构(400×)

图2 非洲凤仙叶的横切面结构

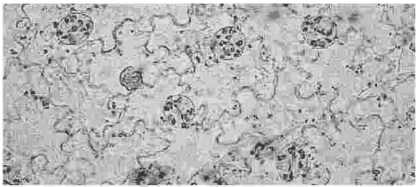


图3 非洲凤仙叶下表皮结构(400×)

3 结论与讨论

草酸钙结晶在植物中的分布具有一定的规律性,且形态

特征较稳定,可作为植物分类的重要依据之一<sup>[9]</sup>。草酸钙结晶主要有 3 种类型,即针晶、柱晶和簇晶,相关学者认为,它们可能代表系统进化树上 3 个独立的分支<sup>[10]</sup>,其中针晶最为常见<sup>[11]</sup>。陈薇等通过对 7 种凤仙花属植物茎的解剖学特征进行研究,发现凤仙花属植物茎的解剖学结构特征相近<sup>[9]</sup>,对于本属的分类学价值十分有限。而茎中草酸钙针晶的形态、长度、排列方式及丰富程度等在不同的物种中差异明显(表 1),提出草酸钙针晶的特征差异对凤仙花属植物的分类具有一定的科学意义。

表 1 7 种凤仙花属植物针晶的类型、形态及排列方式特征比较

种类	针晶类型	排列方式	形状	丰富度
长角凤仙花	针晶束	其长轴与茎的长轴平行排列	长棒形	多
红纹凤仙花	针晶束和针晶簇	针晶束长轴与茎的长轴平行排列,针晶簇与茎的长轴垂直排列	长棒形	少
黄金凤	针晶束	其长轴与茎的长轴平行排列	长棒形	少
紫花黄金凤	散针晶	零散、不规则分布于组织细胞中	短棒形	多
湖北凤仙花	散针晶	零散、不规则分布于组织细胞中	短棒形,少锥形	极少
锐齿凤仙花	针晶束和针晶簇	二者长轴均与茎的长轴平行或垂直排列	长棒形或长锥形	多
窄萼凤仙花	针晶簇	与茎的长轴平行或垂直排列	长锥形	多

本研究结果表明,非洲凤仙茎解剖结构与其他凤仙花属植物<sup>[9,12]</sup>基本相似,仅皮层厚角组织和薄壁细胞层数、维管束数略有不同,与凤仙花属植物的研究结果吻合,表明凤仙花属茎解剖结构较稳定,对于不同生态条件没有发生大的差异,作为一个自然类群在茎解剖结构方面体现出一致性。但与 7 种凤仙花属植物比较可以看出,非洲凤仙茎细胞中草酸钙针晶为长棒形、聚集成针晶束、与茎的长轴垂直排列、分布数量多等与其他凤仙花有明显的区别,凤仙花属茎解剖结构中草酸钙针晶多样性丰富,支持了草酸钙结晶特征对凤仙花属植物的分类具有一定科学意义的观点。

关于凤仙花属植物叶表皮及解剖结构,丛义艳等报道 6 种凤仙花属植物气孔仅分布在叶片的下表面,呈不规则排列<sup>[13]</sup>。高萌等报道,中国石灰岩地区 6 种凤仙花的叶上表皮细胞一般不具气孔器,下表皮细胞均为不规则形,均具气孔器,气孔器多为不等型<sup>[14]</sup>。余明艳报道,野生观赏植物天全凤仙的叶片结构具有耐阴植物叶的结构特征,未提到叶片中

有草酸钙结晶<sup>[15]</sup>。本研究结果显示,非洲凤仙叶表皮特点、气孔器类型及分布与丛义艳等报道<sup>[13]</sup>基本一致,可见作为同属植物在叶表皮体现出的共性。高萌等报道,气孔器多为不等型<sup>[14]</sup>,但从图片看应为不规则形,可能是表述有误。非洲凤仙叶片结构与天全凤仙<sup>[15]</sup>相似,也具有耐阴植物叶的结构特征,但在叶肉中观察到数量较少的草酸钙针晶束,与茎中草酸钙针晶束特征一致。由于叶结构报道较少,凤仙花属植物叶解剖结构及草酸钙结晶的特征是否具有分类学意义还有待进一步研究。另外,还开展了用秋水仙素诱导非洲凤仙多倍体的试验,结果表明,用秋水仙素处理后的植株叶片比普通植株叶片厚,有明显差异,可为多倍体育种提供解剖学方面的依据。

参考文献:

[1]周满宏,姜 翌,何雪峰,等. 非洲凤仙花生产栽培技术[J]. 农业科技与信息,2011(4):21-22.

柳恒饶,刘光斌,彭山青,等.晚松不同树龄不同部位的化学成分和热值研究[J].江苏农业科学,2016,44(9):213-217.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.061

# 晚松不同树龄不同部位的化学成分和热值研究

柳恒饶<sup>1</sup>,刘光斌<sup>1</sup>,彭山青<sup>1</sup>,李林检<sup>1</sup>,刘苑秋<sup>2</sup>,陈丹凤<sup>2</sup>,黄国贤<sup>2</sup>

(1.江西农业大学应用化学研究所,江西南昌 330045; 2.江西农业大学林学院,江西南昌 330045)

**摘要:**研究了晚松不同树龄的叶、枝、干各部位的化学成分和热值,结果表明:晚松在不同树龄间各种化学成分均不存在显著性差异。不同部位间各化学成分关系如下:水分平均含量在 46% 左右,不同部位间水分含量不存在显著性差异;灰分平均含量为叶 2.5%、枝 1.3%、干 0.6%,不同部位间的灰分存在极显著差异,表现出叶>枝>干的规律;纤维素平均含量为叶 19.2%、枝 26.9%、干 33.3%,木质素平均含量为叶 12.2%、枝 30.5%、干 31.1%,不同部位间纤维素、木质素含量存在极显著差异,都表现出干>枝>叶的规律;半纤维素平均含量为叶 11.2%、枝 13.5%、干 12.8%,不同部位间半纤维素含量不存在显著性差异;粗脂肪平均含量为叶 15.3%、枝 12.1%、干 12.9%,不同部位间粗脂肪含量存在显著性差异,叶中粗脂肪含量最高;可溶性糖平均含量为叶 7.4%、枝 2.6%、干 2.1%,不同部位间可溶性糖含量存在极显著差异,表现出干>枝>叶的规律;淀粉平均含量为叶 2.6%、枝 6.4%、干 2.8%,不同部位间淀粉含量存在极显著差异,枝的含量最高;单宁平均含量为叶 2.3%、枝 2.9%、干 3.5%,不同部位间单宁含量不存在显著性差异;蛋白质平均含量为叶 6.6%、枝 2.2%、干 1.5%,不同部位间蛋白质含量存在极显著差异,叶的含量最高。晚松热值较高,平均为 20 645 kJ/kg 左右,热值在不同年龄间存在显著性差异,树龄 6 年时热值最高;在不同部位间不存在显著性差异。而且晚松还具有较高的生物质产量和较强的生态适应性,因此,晚松是一种优良的生物质能源树种。

**关键词:**生物质能源;晚松;化学成分;热值

**中图分类号:** S781.41;TK6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0213-05

当今世界主要以煤炭、石油、天然气等化石燃料作为主要的能源物质,这些化石燃料不仅具有不可再生性,而且化石燃

料的大量利用还造成大气污染等一系列环境问题。开发探索可再生的绿色替代能源是未来能源产业发展的重要方向<sup>[1]</sup>。生物质能源就是一种高效清洁的可再生能源,具有可再生、来源广、污染小、不加剧温室效应等优点<sup>[2]</sup>,可替代化石燃料缓解人类面临的能源危机和环境困境,寻找品质优良的能源植物是发展生物质能源产业的关键。

晚松(*Pinus serotina*)原产美国东南部,我国自 20 世纪 60 年代开始引种并开展相关研究。目前,对晚松的研究主要集中在生理和种植方面。而对晚松生物质能源利用方面的研究还较少,因此对晚松作为生物质能源树种的各方面性能进行系统的研究就显得尤为重要。

李高阳等提出生物质产量、生态适应性、化学成分、热值

的特征及其分类学意义[J]. 生命科学研究,2006,10(4):328-332.

[10] Prychid C J, Furness C A, Rudall P J. Systematic significance of cell inclusions in Haemodoraceae and allied families: silica bodies and tapetal raphides[J]. Annals of Botany, 2003, 92(4): 571-580.

[11] Prychid C J, Rudall P J. Calcium oxalate crystals in monocotyledons: a review of their structure and systematics[J]. Annals of Botany, 1999, 84: 725-739.

[12] 陈 薇. 十五种凤仙花属(*Impatiens* L.)植物的解剖学及种子的微形态学研究[D]. 长沙:湖南师范大学,2007:25-29.

[13] 丛义艳,刘克明,陈 薇,等. 6 种凤仙花属植物叶表皮特征的微形态学研究[J]. 湖南师范大学:自然科学学报,2007,30(1):68-71.

[14] 高 萌,许为斌,杨海灵,等. 中国石灰岩专性凤仙花叶表皮特征及其分类学意义[J]. 广西植物,2011,31(6):730-734,843.

[15] 余明艳. 野生观赏植物天全凤仙生物学特性初步研究[D]. 雅安:四川农业大学,2010:23-29.

收稿日期:2016-02-10

基金项目:江西省科技成果重点转移转化计划(编号:20143BB190009);江西省南昌市科技支撑计划(编号:2014HHC006);江西农业大学研究生创新专项资金(编号:NDYC 2014-08);江西省重点研发计划(编号:20161BBF60083)。

作者简介:柳恒饶(1989—),男,山东滕州人,硕士研究生,主要从事生物质能源研究。Tel:(0791)83813574;E-mail:liuhengrao@163.com。

通信作者:刘光斌,副研究员,主要从事植物生物化学和生物质能源研究。Tel:(0791)83813574;E-mail:lgb267@126.com。

[2] 宋 伟. 北方地区非洲凤仙栽培生产技术[J]. 园艺与种苗,2014(9):41-42.

[3] 顾亚东,张华丽,张西西. 非洲凤仙花粉萌发条件及花粉活力研究[J]. 北方园艺,2011(6):65-67.

[4] 刘泽静,张 玲. 盐胁迫对非洲凤仙花实生苗细胞膜透性和丙二醛含量的影响[J]. 现代农业科技,2012(21):186,192.

[5] 王晶晶,蔡 赫,李然红,等. 非洲凤仙花细胞悬浮培养条件的优化[J]. 牡丹江师范学院学报:自然科学版,2009(3):13-14.

[6] 陈健辉,缪绅裕,黄丽宜,等. 海桑和无瓣海桑叶片结构的比较研究[J]. 植物科学学报,2015,33(1):1-8.

[7] 毛晓霞. 石蜡切片制作方法的改良[J]. 安徽农学通报,2013,19(8):15-16.

[8] 马 红,陶 波. 不同叶龄鸭跖草叶片显微结构观察[J]. 作物杂志,2008(4):39-42.

[9] 陈 薇,刘克明,丛义艳,等. 草酸钙结晶在几种凤仙花属植物中