

簕仔树的叶片解剖结构研究

Leaf Anatomic Structure of *Mimosa bimucronata*

黄丽宜^{1,2}, 缪绅裕^{1,2}, 陈健辉^{1,2}, 李宝钊¹, 李 里¹

HUANG Li-yi^{1,2}, MIAO Shen-yu^{1,2}, CHEN Jian-hui^{1,2}, LI Bao-yue¹, LI Li¹

(1. 广州大学生命科学学院, 广东广州 510006; 2. 广州大学生命科学学院华南生物多样性保护与利用实验室, 广东广州 510006)

(1. College of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong, 510006, China; 2. Laboratory for Conserving and Utilizing Biodiversity of South China, College of Life Sciences, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong, 510006, China)

摘要:利用石蜡切片技术对簕仔树(*Mimosa bimucronata*)叶片进行解剖研究。结果表明,簕仔树的叶是异面叶,表皮角质层的角质化程度随发育的进行而增大。叶肉细胞排列紧密,在海绵组织和栅栏组织之间具有贮藏组织。叶脉维管组织发达,具四级叶脉组成脉序,第一级、第二级叶脉类型属半周韧、有限维管束;第三级、第四级叶脉类型属外韧、有限维管束。成熟叶片维管束鞘中有晶体细胞存在。另外,PAS反应显示,在叶片发育初期,海绵组织薄壁细胞、维管束鞘细胞、贮藏组织细胞中有较多淀粉粒分布,以后随着叶片的发育,这些部位细胞淀粉粒的分布越来越少。作为入侵植物,簕仔树叶片结构中角质层的厚度、淀粉粒的分布、栅栏组织与海绵组织紧密的胞间隙与其适合在耐热、耐涝、耐旱的环境生长相适应。

关键词:簕仔树 叶片 解剖结构 适应 入侵植物

中图法分类号:Q944 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2011)04-0369-07

Abstract: The leaf structure of *Mimosa bimucronata* is studied by paraffin method under the light microscope. The results show that the leaf of *M. bimucronata* is dorsiventral leaf, and that its cuticle becomes thicker as it grows up. The mesophyll cells are arranged closely and there is storage tissue between palisade tissue and spongy tissue. The vascular tissues of the vein are well-developed and the venation is formed by four veins: the primary and secondary veins are semi-amphicribal, and closed vascular bundles while the tertiary and quaternary veins are collateral, and closed vascular bundles. Crystal cells exist in the vascular bundle sheath of the mature leaf. In addition, the PAS staining shows that in the developmental stage of the leaf, a lot of starch grains are distributed within the parenchyma cells of the spongy tissue, the vascular bundle sheath cells and the storage tissue cells. These starch grains reduce gradually following the development of the leaf. As an invasive plant, the *M. bimucronata* has adapted the thickness of its cuticle, the distribution pattern of its starch grains and the intercellular space between its palisade tissue and spongy tissue to withstand high temperatures, flood and drought.

Key words: *Mimosa bimucronata*, leaf, anatomic structure, adaptation, invasive plant

簕仔树(*Mimosa bimucronata* Kuntze)又称光英含羞草,是含羞草科(Mimosaceae),含羞草属

(*Mimosa*)^[1]植物。簕仔树原产热带美洲,后经旅美华侨引入我国,主要在我国广东、海南等地区生长。簕仔树常分布于荒废果园、村边、路边、沟谷溪边或丘陵荒坡上,尤其偏爱靠近河溪旁的水湿处、少乔木或无乔木、光照条件好的地段,是一种喜光、喜湿的植物;因其种子多而小,风和雨水流动均能传播,且抗旱

收稿日期:2011-08-29

修回日期:2011-10-20

作者简介:黄丽宜(1970-),女,实验师,主要从事生物学相关实验的研究工作。

能力、再生能力极强,耐瘦瘠,故繁殖能力强而且生长速度快;被广泛用作薪炭柴及各类经济作物园的绿篱,是园林、绿篱的优良树种^[2,3]。簕仔树对土壤生境的要求并不高,适宜在年降水量大于 650mm 地区种植;栽种后 1 年内即可长至 2m 左右,枝杈浓密,耐热、耐涝、耐旱,再生能力很强,生长迅速,具有长达 2~30 年的围园防护效果^[4]。近年有研究表明,簕仔树已在华南地区产生适应辐射,并在该地区内迅速生长蔓延,排挤甚至杀死本地物种,形成单优群落,其种群扩散地区生物多样性明显降低;甚至对部分地区(如广东省)造成生态危害,严重影响了当地物种的多样性发展^[4~6]。

国内外学者对簕仔树的研究主要体现在种子吸涨^[7]、种子中酚的含量与被摄食关系^[8]、对生境的危害与防治^[9],以及相关的生态学特征方面^[4,10~13]的研究。文献^[3,4]研究报道显示,在簕仔树生长的周边,原来的植物均因无法与其竞争而难以生长,甚至死亡,并且簕仔树在区域内一经引入便难于根除,生长能力极强。具有入侵潜能的外来种通常表现出生态适应的广谱性和更大的生理耐受性、快速繁殖扩散的能力、较高的协同进化潜力、释放化学物质以及对资源较强的竞争能力等特性^[12,13]。作为外来入侵植物^[3]的簕仔树,目前尚未有针对的叶片结构、形态发育的详细报道。本研究对簕仔树叶片发育进行研讨,通过观察簕仔树叶片的生长情况,选取不同生长阶段的簕仔树叶片进行切片研究,观察其结构,了解其发生规律,希望为防御该物种的进一步入侵,提供一些基础理论资料。

1 材料与方法

1.1 实验材料

分别于 2009 年 5 月和 10 月,在广州大学城、广州南沙区,采集不同植株、不同发育阶段的簕仔树叶片,用卡诺氏固定液固定。70%酒精低温保存备用。

1.2 实验方法

1.2.1 常规观察材料制片

切取已固定的簕仔树叶片,用爱氏苏木精整体染色,常规石蜡切片法制片;幼嫩材料用 1% 碱性品红酒精液(95%)复染,切片厚度为 10 μ m,中性树脂胶封固,Olympus 显微镜观察并摄影。

1.2.2 组织化学观察材料制片

组织化学观察材料经梯度酒精脱水后用石蜡包埋,按常规石蜡切片法切片,切片厚度为 10 μ m,PAS 反应法(高碘酸-席夫反应法)染色鉴定淀粉粒,中性树脂胶封固,Olympus 显微镜观察并摄影。

2 实验结果

簕仔树的叶片为异面叶,由表皮、叶肉和叶脉三部分组成(图 1),叶片有基出叶脉 4~5 条,其中 1 条最粗,3~4 条较细。从叶片发生到三级脉导管尚未发育,为叶片发育期;从三级脉导管开始发育到各级叶脉发育完全,为叶片成熟期,各自有不同的发育特点。



图 1 成熟叶片

Fig. 1 Leaf in mature stage

2.1 发育期叶片的结构

在簕仔树叶片发育阶段其横切面可见,叶片由表皮、叶肉和叶脉组成。表皮细胞一般一层,角质层较为均匀,厚度为(2.5 \pm 0.8) μ m;在上表皮近叶脉附近具有不完全的复表皮。上、下表皮的的气孔器明显,其中分布在下表皮的气孔器密度较上表皮的大(图 2)。叶肉组织正处在发育时期,细胞排列紧密,胞间隙较不明显,已基本形成栅栏组织和海绵组织。栅栏组织平均厚度为(42.5 \pm 9.9) μ m,薄壁细胞略呈圆柱状,排列紧密,胞间隙小,细胞 2~3 层。海绵组织平均厚度为(24.5 \pm 6.6) μ m,由圆形或不规则的薄壁细胞组成,2~3 层,细胞大小不一,排列较紧密,有不发达的胞间隙,但是胞间隙较栅栏组织薄壁细胞稍大。海绵组织与栅栏组织之间为贮藏组织,细胞 1~2 层,比海绵组织细胞大,胞间隙比海绵组织薄壁细胞小,平均厚度为(17.7 \pm 5.8) μ m(图 3)。



图 2 发育期叶片叶肉组织横切面结构

Fig. 2 Cross section of the mesophyll tissue of developmental leaf

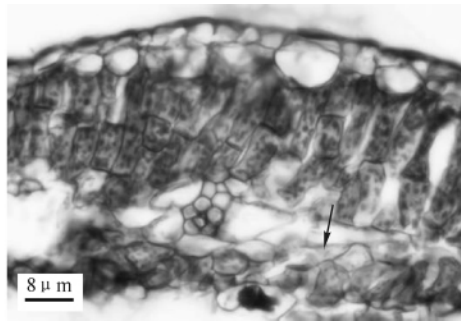


图 3 发育期叶片贮藏组织横切面结构

Fig. 3 Cross section of the storage tissue of developmental leaf

籐仔树叶片发育期的叶脉分为四级,一级脉为基出叶脉,其中 1 条最粗,位于其两侧有 3~4 条较细;一级、二级叶脉维管束为半周韧、有限维管束,三级、四级叶脉维管束为外韧、有限维管束。最粗的一级叶脉维管束近似椭圆形,整体横长为 $(101.0 \pm 27.1) \mu\text{m}$,原生木质部的导管直径为 $(4.0 \pm 0.8) \mu\text{m}$,后生木质部的导管直径为 $(6.9 \pm 3.4) \mu\text{m}$,没有看见形成层;导管分子外围包围着韧皮输导组织,韧皮输导组织外围是发达的纤维组织(图 4A);其余的 3~4 条较细的维管束,整体横长为 $(69.5 \pm 19.4) \mu\text{m}$ 。二级叶脉维管束形状近圆形,整体横长为 $(52.9 \pm 15.1) \mu\text{m}$,木质部的导管比较明显,能看到几个孔径较小的导管,但是导管数量大大少于一级脉,导管的直径为 $(4.5 \pm 1.5) \mu\text{m}$,其直径虽然小,但是能清晰地看见有数个导管团聚在一起,远轴面为一些筛管分子,筛管分子外围是发达的纤维组织;维管束外是一层薄壁细胞组成维管束鞘(图 4B)。三级叶脉的维管束处于发育早期,整体横长 $(30.9 \pm 5.9) \mu\text{m}$,薄壁细胞组成的维管束鞘内只有 1~2 个导管分子发育成熟,筛管尚未发育形成(图 4C)。四级叶脉的维管束只可以看见有薄壁细胞形成的维管束鞘包围的几个细胞,输导组织细胞尚未形成(图 4D)。

在 PAS 染色反应下,能够比较清楚地看到淀粉粒分布在贮藏细胞(图 5A)、维管束鞘的薄壁细胞(图 5B)以及海绵组织细胞(图 5C)中,其中贮藏细胞、海绵组织细胞中含比较多的淀粉粒,而维管束鞘的薄壁细胞中淀粉粒比较少。

2.2 成熟期叶片的结构

成熟期叶片的横切面可见,叶片厚度、各种组织比例等均比叶片发育期有增大。叶片的各个结构已趋近发育成熟,表皮细胞排列整齐,上、下表皮细胞近长方形,排列整齐,具复表皮的现象与发育期相似,不具有叶绿体;上、下表皮均有气孔器,下表皮的的气孔器数量明显多于上表皮,对比叶片发育期,叶表皮的

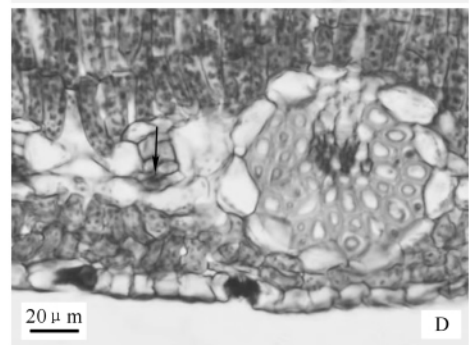
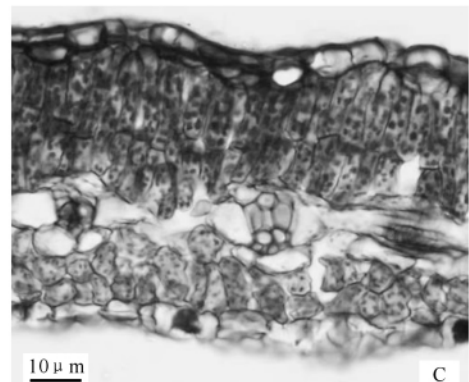
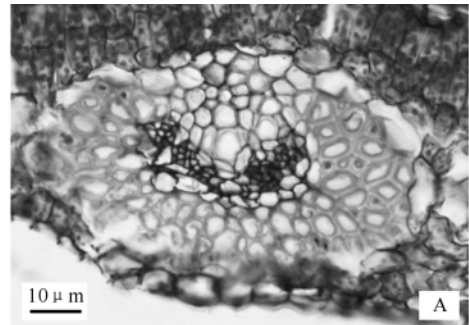


图 4 发育期叶片横切面结构

Fig. 4 Cross section of developmental leaf

A. 一级脉, B. 二级脉, C. 三级脉, D. 四级脉。

A. Primary vein, B. Secondary vein, C. Tertiary vein, D. Quaternary vein.

气孔器密度要少一些。角质化程度加深,而且上表皮的角质层增厚大于下表皮的;上表皮的角质层厚度为 $(3.8 \pm 1.1) \mu\text{m}$,下表皮的角质层厚度为 $(2.5 \pm 0.6) \mu\text{m}$ 。在叶片表面发现有少量表皮毛,呈长柱状。栅栏组织的薄壁细胞呈柱状或长方形,分布在叶的上表皮下,排列成较疏松的 2~3 层,细胞形状比成熟前更

长、更窄,胞间隙明显增大,平均厚度达 $(75.6 \pm 34.6) \mu\text{m}$,栅栏组织的薄壁细胞所含的叶绿体多。海绵组织的薄壁细胞紧贴在叶的下表皮,其细胞大小形态不一,海绵组织平均厚度为 $(78.2 \pm 28.8) \mu\text{m}$,细胞3~4层、排列较紧密,胞间隙增大更明显,所含叶绿体远少于栅栏组织(图6A)。贮藏组织细胞1~2层,细胞的切向轴增大明显,胞间隙比海绵组织薄壁细胞大,平均厚度为 $(19.5 \pm 4.6) \mu\text{m}$ (图6B)。

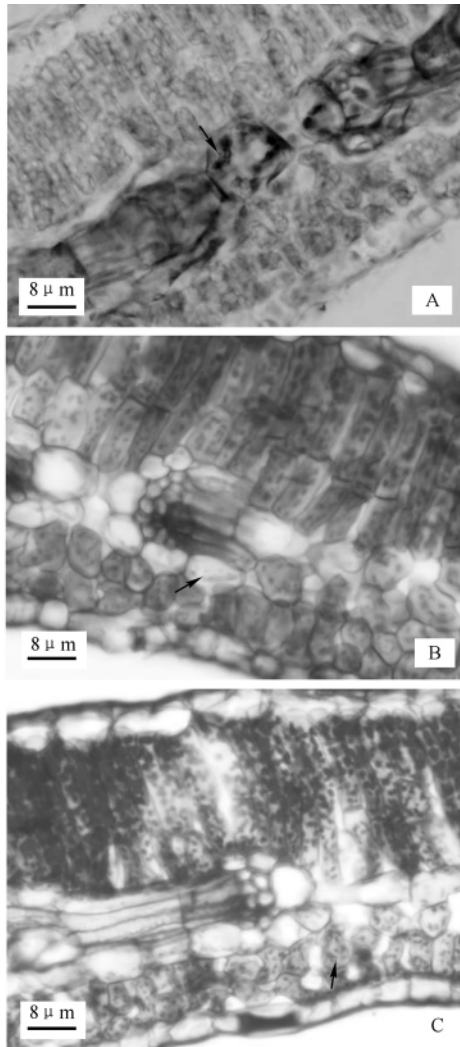


图5 发育期叶片横切面结构

Fig. 5 Cross section of developmental leaf

A. 贮藏组织的淀粉粒, B. 维管束鞘的淀粉粒, C. 海绵组织的淀粉粒。

A. Starch grains in storage tissue, B. Starch grains in vascular bundle sheath, C. Starch grains in spongy tissue.

成熟期叶片的叶脉同样可以分为一级脉、二级脉、三级脉、四级脉。其中最粗的一条一级脉略偏于叶片上缘,维管束呈椭圆形,直径长 $(119.5 \pm 21.5) \mu\text{m}$,为半周韧、有限维管束。原生木质部的导管直径为 $(4.8 \pm 1.3) \mu\text{m}$,后生木质部导管的直径为 $(7.9 \pm 1.5) \mu\text{m}$,木质部导管排列整齐。韧皮输导组织呈环

状分布在木质部外周,没有发现形成层,韧皮输导组织外围的是发达的纤维组织(图7A)。其余的3~4条较细的维管束,整体横长为 $(79.8 \pm 16.7) \mu\text{m}$ 。二级叶脉的维管束发育成熟,为半周韧、有限维管束。直径长为 $(61.3 \pm 15.7) \mu\text{m}$,导管的直径为 $(5.3 \pm 1.1) \mu\text{m}$,它的外侧大半部分被韧皮输导组织、发达的韧皮纤维包围;维管束外可见一层紧密的薄壁细胞组成的维管束鞘包围(图7B)。三级脉维管束大多已发育完全,可看见一层紧密的薄壁细胞组成的维管束鞘,以及木质部和韧皮部,维管束直径长为 $(38.2 \pm 13.8) \mu\text{m}$ 。薄壁细胞组成的维管束鞘内只有1~2个导管和夹杂着几个筛管分子,导管直径为 $(4.7 \pm 0.4) \mu\text{m}$ (图7C)。四级叶脉的维管束已经形成,可以看见有薄壁细胞形成的维管束鞘包围的几个细胞,输导组织中导管细胞已经形成,韧皮部正处于分化阶段,整体横长为 $(26.8 \pm 10.3) \mu\text{m}$ (图7D)。一级、二级叶脉与表皮间的机械组织的细胞数量明显多于发育期该部分的数量。

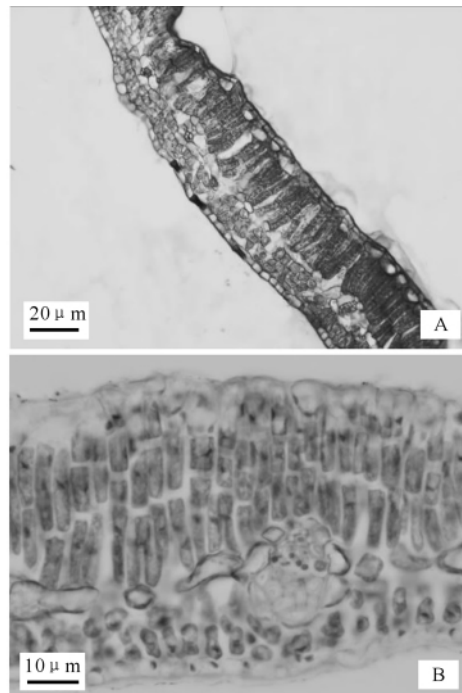


图6 成熟期叶片横切面结构

Fig. 6 Cross section of mature leaf

A. 叶肉组织, B. 贮藏组织。 A. Mesophyll tissue, B. Storage tissue.

在PAS染色反应下能够比较清楚地看到,淀粉粒分布在贮藏组织、海绵组织薄壁细胞以及维管束鞘的薄壁细胞中,相比而言海绵组织薄壁细胞中含较多的淀粉粒,维管束鞘的薄壁细胞中存在少量淀粉粒,而维管束鞘的淀粉多分布在中脉区维管束周围(图8A);原来在发育期含有较多淀粉粒的贮藏组织淀粉

粒的含量下降(图 8B)。另外,在维管束周围发现有晶体结构,晶体分布在维管束鞘细胞内,呈菱形晶体结构(图 9A),其中在一级脉的维管束鞘含的晶体多(图 9B),二级脉维管束鞘含的晶体数量比一级脉少。

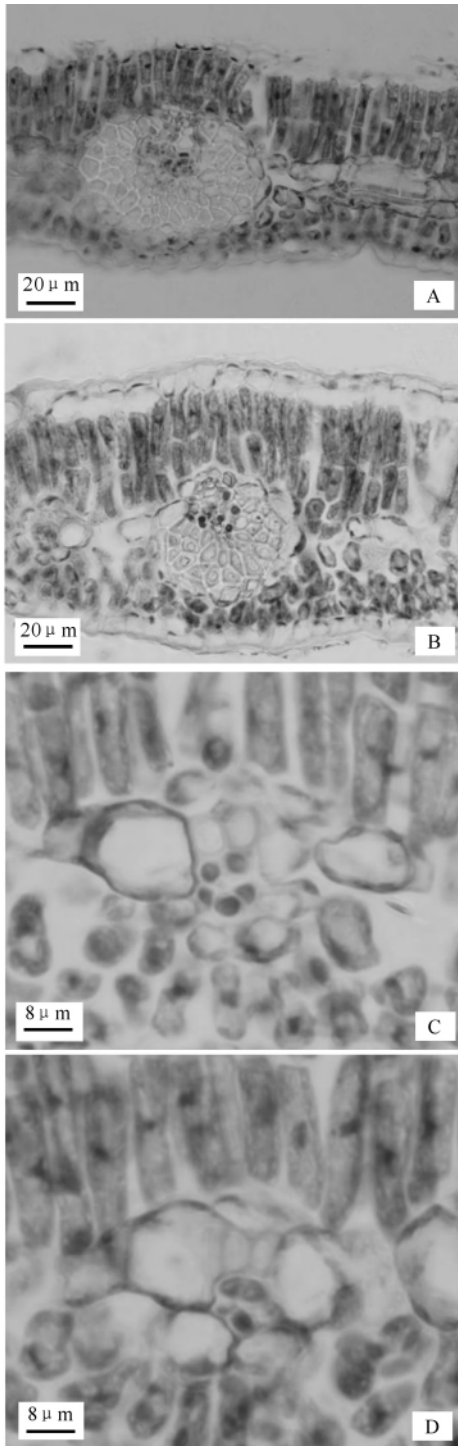


图 7 成熟期叶片横切面结构

Fig. 7 Cross section of mature leaf

A. 一级脉, B. 二级脉, C. 三级脉, D. 四级脉。

A. Primary vein, B. Secondary vein, C. Tertiary vein, D. Quaternary vein.

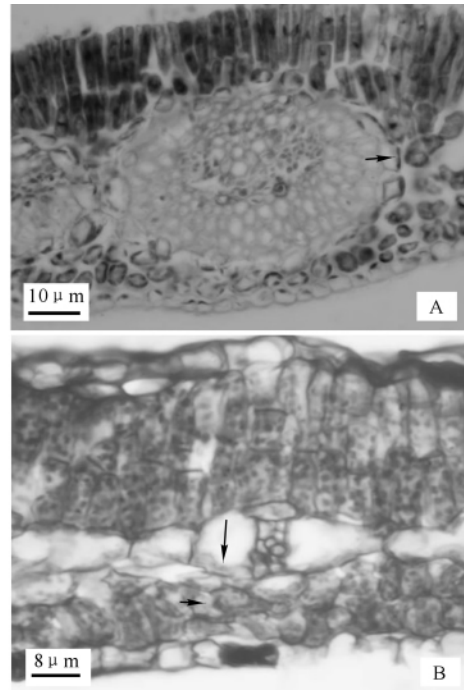


图 8 成熟期叶片横切面结构

Fig. 8 Cross section of mature leaf

A. 维管束鞘的淀粉粒, B. 贮藏组织和海绵组织的淀粉粒

A. Starch grains in vascular bundle sheath, B. Starch grains in storage tissue and spongy tissue.

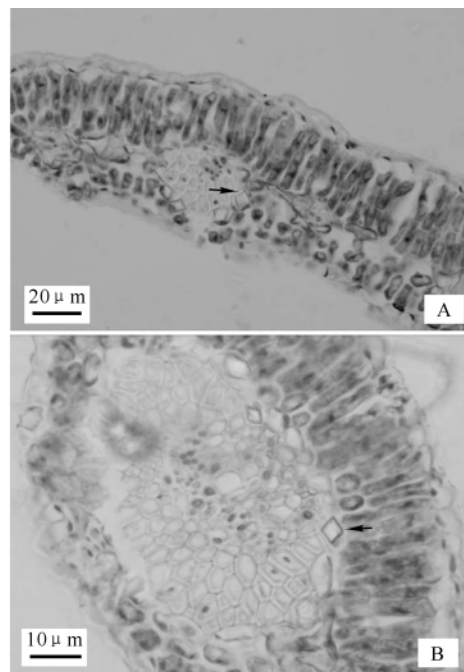


图 9 成熟期叶片横切面结构

Fig. 9 Cross section of mature leaf

A. 二级脉维管束鞘的晶体, B. 一级脉维管束鞘的晶体。

A. Crystal in secondary vein sheath, B. Crystal in primary vein sheath.

3 讨论

簕仔树在广东、海南、广西、江西等省(自治区)有

分布,并且箭仔树在区域内一经引入便难于根除,生长能力极强^[3,4]。对于箭仔树的入侵性分析,有学者曾提出如下判断:该种具有较强的抗逆性,能在一定的逆境条件下生长,并且生长迅速,具有较强的竞争能力,能在短时间内形成单优群落,排挤本地种,影响群落的自然演替^[9]。从本实验结果看,形态结构方面也有与这个判断吻合的内容。(1)从外部形态上看,箭仔树叶片表面积小,使得叶片表面积及其体积的比例减小,能有效减少蒸腾。这是箭仔树叶片具有旱生植物的最显著特征,因而箭仔树能适应干旱的生境。(2)从解剖结构上看,箭仔树叶片为异面叶,有背腹之分,大部分气孔器分布在叶的背面,这能防止强光对它自身的损伤。叶表皮一般由一层细胞组成,也具有复表皮;叶片上、下表面都具有一层角质层,在叶片发育期为 $(2.5 \pm 0.8) \mu\text{m}$,到叶片成熟期,上表皮的角质层厚度为 $(3.8 \pm 1.1) \mu\text{m}$,下表皮的角质层厚度为 $(2.5 \pm 0.6) \mu\text{m}$,角质化程度随发育的进行而增大,这些都有利于防止水分在体内的蒸腾散失,也可防御病菌侵害;成熟期上表皮的角质层急剧增加与其功能相适应,其主要起保护作用,不仅可以节制植物体内水分的散发,而且可以防御病菌或异物的侵入等。在成熟叶片中,厚角、厚壁等机械组织的含量多于发育期的叶,为叶片的生长提供了很大的机械强度,这被认为可以减低萎蔫时的损伤^[11]。栅栏组织细胞的排列紧密,细胞中叶绿体较为丰富,有助于光合作用的进行,符合箭仔树喜光的习性;而栅栏组织间的胞间隙,限制了叶内横向之间的水分运输;海绵组织在发育过程中,胞间隙与其他植物的叶片相比算紧密。叶脉维管系统发达,叶片成熟期的一级叶脉中,后生木质部导管直径大,可达 $(7.9 \pm 1.5) \mu\text{m}$,而三级叶脉导管直径也有 $(4.7 \pm 0.4) \mu\text{m}$,而且一级、二级叶脉里的导管数量较多、导管直径较大,能为植株本身运输提供充足的水分和无机盐。在水分供应适宜的时候,从维管束输导水分能力大为增强,使其在较干旱的地方得以生存,符合它可以在干旱地区生长的特点。以上观察结果符合文献^[14]指出的:叶外表面的减少,往往伴有某些内部结构,诸如细胞壁增厚,叶细胞变小,维管组织密度的增大;栅栏组织的发育增加,海绵组织相应减少等改变,因而光合作用的能力随之增加的结论。箭仔树的叶片表现出许多适应旱生植物叶片的特点,可有效防止水分在叶片内的散失,表现出耐旱、耐热的生态特性。

在成熟的箭仔树叶脉的维管束鞘周围,存在着一种菱形晶体结构。这些晶体结构的主要成分为钙盐,钙是植物维持正常生命活动所必需的营养元素之一,

在植物体内执行多种生理功能;同时,晶体细胞的存在可以为植株提供营养和作为生理生化功能的信使,以减少不良环境对组织的伤害;此外晶体细胞还可以为箭仔树提供更多的营养物质,更适应在贫瘠的土壤中生长^[15,16]。钙盐的形成可以减少金属离子对植物组织的伤害,有利于减少叶片中的水分因流动而散失,这样体现了箭仔树对生活环境的强适应性,使其得以在不良环境中生存。

由于植物在其生长过程中,营养物质中的可溶性糖具有“含量超过其本身消耗能力时,过量的糖就会以不溶状态——淀粉暂时贮藏,作为以后发育的物质贮备”的特点^[17]。在箭仔树叶片发育期,其细胞中的淀粉粒较多分布在贮藏组织细胞、叶脉维管束鞘、及其周围的海绵薄壁组织中,说明植物体内能将不用消耗的淀粉以颗粒形式储存起来,以有利于其进行生长及对抗不良环境的自身营养需求,此阶段叶片处于发育的上升阶段,淀粉粒的积累有助于植株的生长;而在成熟期,细胞的淀粉粒数量比发育期的要少,说明对于箭仔树本身而言,叶内有发达的维管束、输导组织,使小羽片也能产生最大限度的外展,既可以使植物叶片获得充足的水分,同时又为叶肉细胞进行光合作用提供充足水分,有助于光合作用的进行,这与该阶段叶片合成可以足够供给植物体生长所需,与淀粉粒的存在少的结果是一致的。伴随着光合作用能力的加强,叶绿体所能合成的有机物(如淀粉)也相应增多,可以支持箭仔树在土壤贫瘠的生境存活。海绵组织和栅栏组织之间贮藏组织的存在,以及在发育阶段贮藏组织淀粉粒的分布较多,都有助于其适应瘦瘠的环境,因而箭仔树可入侵裸地、荒地、丘陵荒坡、耕作和农作间隔时间长的农田、果园、人工干扰频繁的路边和宅旁等本土植物无法生存的地方。

目前,作为外来入侵物种的箭仔树已经在华南地区产生适应,并在该地区内迅速生长蔓延,甚至对部分地区(如广东省)造成生态危害,严重影响了当地物种的多样性发展;其原因在于“频繁、持续的人为干扰,消除了入侵植物分布区扩散的限制因子”^[18]。但是作为园林景观树种,箭仔树有改善栽培地环境,防护农作物,保土改土等作用,因而我们需要正确认识和看待箭仔树的入侵性,在合理利用其作用的同时,考虑采取遮蔽、轮伐等物理、化学和生物等综合治理、根除的措施,尽量降低箭仔树对本地生物多样性的危害和威胁。

参考文献:

- [1] 吴德邻. 广东植物志:第5卷[M]. 广州:广东科学技术
Guangxi Sciences, Vol. 18 No. 4, November 2011

- 出版社,2003:155-156.
- [2] Brancalion P H S, Novembre A D L C, Rodrigues R R, et al. Priming of *Mimosa bimucronata* seeds—a tropical tree species from Brazil[J]. *Acta Horticulturae*, 2008, 782:163-167.
- [3] 王忠,董仕勇,罗燕燕,等. 广州外来入侵植物[J]. *热带亚热带植物学报*, 2008, 16(1):29-38.
- [4] 邵志芳,赵厚本,陈炳辉,等. 外来植物光荚含羞草的入侵研究[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(14):5773-5774.
- [5] 徐正浩,王一平. 外来入侵植物成灾的机制及防除对策[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(3):124-127.
- [6] 王芳,王瑞江,庄平弟,等. 广东外来入侵植物现状和防治策略[J]. *生态学杂志*, 2009, 28(10):2088-2093.
- [7] Brancalion P H S, Novembre A D L C, Rodrigues R R, et al. Seed imbibition of five Brazilian native tree species[J]. *Acta Horticulturae*, 2008, 771:77-81.
- [8] Kestring D, Menezes L C, Tomaz C A. Relationship among phenolic contents, seed predation, and physical seed traits in *Mimosa bimucronata* plants[J]. *Journal of Plant Biology*, 2009, 52:569-576.
- [9] 江贵波,曾任森. 外来入侵植物的危害及防治[J]. *安徽农业科学*, 2006, 34(2):273-274.
- [10] 缪绅裕,陈健辉,王厚麟,等. 外来入侵植物箭仔树若干形态和生理生态特性[J]. *生态环境学报*, 2010, 19(6):1306-1311.
- [11] 张仲新,华珞,方正,等. 不同栽培方式对含羞草生长发育与生理特性[J]. *北方园艺*, 2009(3):168-170.
- [12] 逆清平. 外来入侵种的入侵特性分析[J]. *内蒙古电大学刊*, 2005, 4(8):22-23.
- [13] 桑卫国,朱丽,马克平. 外来种入侵现象、问题及研究重点[J]. *地球科学进展*, 2006, 21(3):305-312.
- [14] 刘穆. 种子植物形态解剖导论:第4版[M]. 北京:科学教育出版社,2008:82-84.
- [15] 许仙菊,陈明昌,张强,等. 土壤与植物中钙营养的研究进展[J]. *山西农业科学*, 2004, 32(1):33-38.
- [16] 周卫,林葆. 植物钙素营养机理研究进展[J]. *土壤学进展*, 1995, 23(2):12-17.
- [17] 席湘媛,叶宝兴. 蕈苡胚发育及贮藏营养物质的研究[J]. *植物学报*, 1994, 36(4):573-580.
- [18] 严岳鸿,何祖霞,龚琴,等. 广州的外来植物[J]. *广西植物*, 2007, 27(4):570-575.

(责任编辑:邓大玉)

研究证实减少卡路里的摄取能长寿

最近研究人员发现,人体内有一种酶是延缓人体老化的关键因素,它叫过氧化还原酶(Peroxiredoxin),有活性的过氧化还原酶可以降解人体细胞内的有害物质过氧化氢。随着年龄的增长,人体内的过氧化还原酶会逐渐遭到破坏,失去活性,但是 Srx1 酶可以对其进行修复,而减少卡路里的摄取量会促使人体 Srx1 的产量增加。也就是说只有当人体的卡路里摄入量得到一定限制时过氧化还原酶才会很好的发挥功效。研究人员以猴子为实验对象,通过逐渐降低其对糖和蛋白的摄入量,保持维生素和矿物质的摄入量,结果这些猴子的寿命明显延长了数年。他们随即在鱼类、啮齿类、昆虫、菌类等多个物种上进行了相同实验,都取得良好效果。目前研究人员正在检验过氧化还原酶是否也可以减少或延缓人类的神经类疾病,因为该种酶在延缓衰老的同时也对人类体内的蛋白质有保护作用,其保护人体蛋白质的过程又与一些神经系统类的老年病息息相关。

(据科学网)