

4 种野生鸢尾叶片解剖结构与耐旱性关系研究

王 俊,高亦珂
(北京林业大学 园林学院,北京 100083)

摘要:在光学显微镜下用徒手切片和离析法比较了 4 种野生鸢尾: 天山鸢尾(*Iris loczyi*)、准噶尔鸢尾(*Iris songarica*)、卷鞘鸢尾(*Iris potaninii*)和白花马蔺(*Iris lacteal*)的叶片解剖结构、角质层的厚度、表皮细胞大小、叶肉细胞的特征、气孔密集度、气孔器特征。角质层厚度为: 准噶尔鸢尾> 卷鞘鸢尾> 天山鸢尾> 白花马蔺; 解剖结构和气孔密度等证明天山鸢尾和准噶尔鸢尾应属于保护型、节约型、忍耐型和强壮型旱生植物, 卷鞘鸢尾和白花马蔺应属于保护型、忍耐型和强壮型旱生植物。四种鸢尾对于干旱环境都具有极强的适应性。
关键词: 天山鸢尾; 准噶尔鸢尾; 卷鞘鸢尾; 白花马蔺; 解剖结构; 抗旱性
中图分类号: Q 949. 71+8. 28 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2008)05-0101-04

Study on the Relationship between Leaf Anatomical Structure and Drought Resistance of Four Species of Iris

WANG Jun, GAO Yi-ke
(Landscape Architecture College of Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract: Anatomical character of leaves, which include the size of epidermal cells, ply of cutin, characteristics of mesophyll cells, density of stomata, characteristics of stomata, of four species of Iris which were introduced successfully from Qinghai province have been observed by the light microscope and eduction method. The results showed that the rate of volume and area of leaves; *I. lacteal*> *I. potaninii*> *I. loczyi*> *I. songarica*; ply of cutin; *I. songarica*> *I. potaninii*> *I. loczyi*> *I. lacteal*; *I. loczyi* and *I. songarica* belong to sheltering effect, economizer, endurance and tonicity by anatomical character and density of stomata, *I. potaninii* and *I. lacteal* belong to sheltering effect, endurance and tonicity. The confirmation was that the four species of Iris were xerophil, which have strongly adaptability for drought environment.
Key words: *Iris loczyi*; *Iris songarica*; *Iris potaninii*; *Iris lacteal*; anatomical structure; drought resistance

天山鸢尾、准噶尔鸢尾、卷鞘鸢尾和白花马蔺 4 种野生鸢尾对荒漠和高原草甸环境有极强的适应力。植物由于长期适应不同的生长环境, 形成了具有相对稳定的与其生长环境相适应的结构特点^[1]。叶是植物进行同化与蒸腾作用的主要器官, 植物对环境的适应性也更多地反映在叶的形态与结构上。通过研究 4 种野生鸢尾叶片的解剖结构, 能清楚地了解植株的生态习性和叶片的旱生结构, 旨在为鸢尾属育种选出高抗旱性种源, 并为引种栽培野生鸢尾提供理论依据。

1 四种野生鸢尾的生境概况
采集地点, 青海海北州山丘沙地、青海海晏(青海湖南岸草原)地处北纬 36°50'、东经 100°52', 海北州海晏县内, 海拔 3 380 ~ 3 450 m。属高原大陆性气候, 具有冷季漫长, 暖季短暂, 太阳辐射强, 气温日差较大, 干旱少雨, 降水比较集中等特点。年平均气温为-1.7℃, 月平均气温为-14.8℃。7 月平均气温为 9.8℃。年平均降水量约 600 mm, 主要降水量集中在夏季, 占年降水量的 80%, 蒸发量约 1 160.3 mm^[2]。采集地的植被类型为高山草甸, 土壤为高山草甸土。

2 试验材料与方法
2.1 试验材料
天山鸢尾(*Iris loczyi*)、准噶尔鸢尾(*Iris songarica*)、卷鞘鸢尾(*Iris potaninii*)和白花马蔺(*Iris*

收稿日期: 2008-04-22
基金项目: 北京林业大学研究生自选课题基金资助项目 (06jj072)
第一作者简介: 王俊(1983-), 女, 青海西宁人, 硕士, 从事花卉生物学研究。Tel: 15925614399; E-mail: wangjun0231@163.com。
通讯作者: 高亦珂(1966-), 女, 副教授, 主要从事花卉生物学和分子育种研究。E-mail: gaoyk@bjfu.edu.cn。

lactea) 4 种野生鸢尾, 于 2006 年 8 ~ 10 月引种。栽植于北京林业大学苗圃地。

2.2 试验方法

选定生长势良好的植株, 采无病虫害的成熟叶片, 剪取叶片中部 5 ~ 6 cm 长度的部分, 进行徒手切片, 每种鸢尾均采集 30 片叶片, 番红染色。叶片的角质层采用离析法获得。

利用光学显微镜测量表皮细胞大小(表皮细胞的长、宽), 气孔器的大小(气孔器的长轴与短轴), 并计算气孔密度、气孔指数等参数。每组数据均测 20 个值, 做平均值。

气孔密度的计算公式为: $D = S / (3.14 \times R^2)$
气孔指数的计算公式为: $I = [S / (S + E)] \times 100\%$

其中, S 为视野中的气孔数目; R 为视野半径; E 为同一视野内表皮细胞的数目。

3 结果与分析

3.1 叶片的外部形态特征

天山鸢尾叶片各部位几乎等宽, 顶端渐尖, 基部鞘状, 无明显中脉; 墨绿色; 长 10 ~ 30 cm, 宽 2 ~ 4 mm; 质地坚韧; 叶两面各具 6 条平行脉, 不明显。准噶尔鸢尾叶片各部位几乎等宽; 墨绿色; 长 10 ~ 20 cm, 宽 2 ~ 4 mm; 质地坚韧; 叶两面各具 8 条平行脉, 较明显。卷鞘鸢尾, 中部略宽, 顶端渐尖; 绿色; 长 5 ~ 15 cm, 宽 5 ~ 10 mm; 质地较软; 叶两面各具平行脉多数, 不明显。白花马蔺叶片各部位几乎

等宽, 顶端渐尖; 深绿色; 长 20 ~ 30 cm, 宽 5 ~ 10 mm; 质地坚韧; 叶两面各具 6 条平行脉, 较明显。天山鸢尾、准噶尔鸢尾、卷鞘鸢尾、白花马蔺的体积与叶表面积之比分别为 1.08、0.98、1.32、1.39。

3.2 叶片表皮细胞

从横切面观察, 4 种鸢尾叶片近轴端与远轴端的表皮均有 1 层排列紧密的圆形或椭圆形细胞组成, 且细胞壁均匀加厚; 表皮细胞的外切向壁上存在角质层, 其厚度不同(见表 1)。

天山鸢尾表皮细胞外附有角质膜和蜡质层; 且近轴端的比远轴端的略厚; 角质膜皱褶, 在表皮细胞上形成乳突, 且主要存在于近轴端及远轴端的叶缘处。准噶尔鸢尾叶片两端均有较多乳突分布。

准噶尔鸢尾和白花马蔺表皮细胞外附有角质膜和蜡质层; 且准噶尔鸢尾近轴端的比远轴端的略厚; 角质膜皱褶, 在表皮细胞上形成乳突; 叶片两端均有较多乳突分布。

卷鞘鸢尾表皮细胞外附有角质膜和蜡质层, 同准噶尔鸢尾; 位于维管束外侧的角质层略厚, 角质层在气孔两侧的表皮细胞上皱折形成乳突状突起, 且乳突较准噶尔鸢尾的高, 这样可使气孔更下陷; 叶片两端均有较多乳突分布。

表皮细胞的形状和大小存在较大差异(见表 2)。形状都较规则, 垂周壁均平直, 近轴端与远轴端的表皮结构无明显差别, 且都具有气孔器(见图 1)。

表 1 4 种鸢尾叶解剖结构特征比较

种名	栅栏组织厚度/ μm		海绵组织厚度/ μm		栅栏组织厚度/海绵组织厚度	
	近轴端	远轴端	近轴端	远轴端	近轴端	远轴端
天山鸢尾	28.67	26.37	24.85	17.91	1.15	1.47
准噶尔鸢尾	32.49	44.55	12.70	13.51	2.56	3.3
卷鞘鸢尾	—	—	—	—	—	—
白花马蔺	10.41	39.98	49.76	30.00	0.26	1.33

注: 天山鸢尾角质层厚度为维管束上方表皮角质层厚度, 其它部位的厚度为 7.27 μm 。

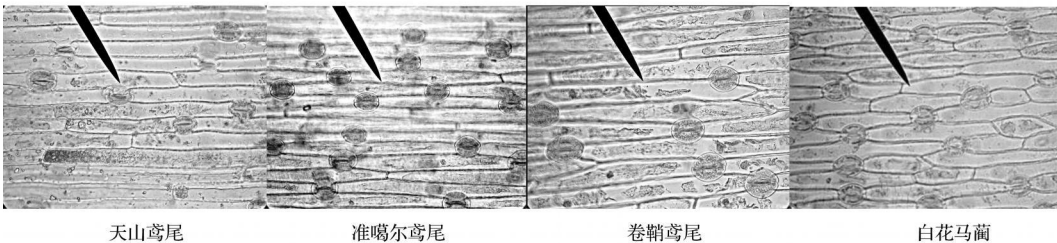


图 1 4 种鸢尾叶表皮及气孔器(徒手切片)

3.3 气孔器

气孔器均为规则形, 排列规则, 气孔成行, 与叶

的长轴平行。天山鸢尾气孔器铜钱状, 分布于表皮细胞的短边上; 准噶尔鸢尾、卷鞘鸢尾和白花马蔺气

孔器椭圆形, 分别分布于长方形、菱形的四个角上。气孔器的大小及密度存在较大差异。天山鸢尾的气孔器最小, 密度最小, 卷鞘鸢尾的气孔器最大, 准噶

尔鸢尾的气孔密度最大(见表 2)。
4 种鸢尾近轴端与远轴端均有气孔分布, 保卫细胞细胞壁角质化加厚; 气孔下陷; 具孔下室(见图 2)。

表 2 4 种鸢尾叶表皮结构特征比较

种名	位置	角质层厚度/ μm	形状	气孔大小 (长轴 $\mu\text{m}\times$ 短轴 μm)	表皮细胞大小 (长 $\mu\text{m}\times$ 宽 μm)	气孔指数/%
天山鸢尾	近轴端	9.30	长方形	11.33 \times 4.98	122.75 \times 89.13	27.52
	远轴端	6.50		12.45 \times 5.12	124.21 \times 89.40	21.88
准噶尔鸢尾	近轴端	10.40	长方形、菱形	14.21 \times 10.80	98.71 \times 11.57	44.90
	远轴端	12.38		14.56 \times 11.54	96.58 \times 10.92	38.10
卷鞘鸢尾	近轴端	10.34	长方形、菱形	20.94 \times 14.39	44.14 \times 11.10	25.71
	远轴端	6.30		20.81 \times 14.45	45.07 \times 11.86	24.24
白花马蔺	近轴端	9.15	菱形、稀三角形	16.77 \times 13.10	86.39 \times 12.75	36.21
	远轴端		和多边形	17.69 \times 14.34	86.78 \times 12.68	33.33

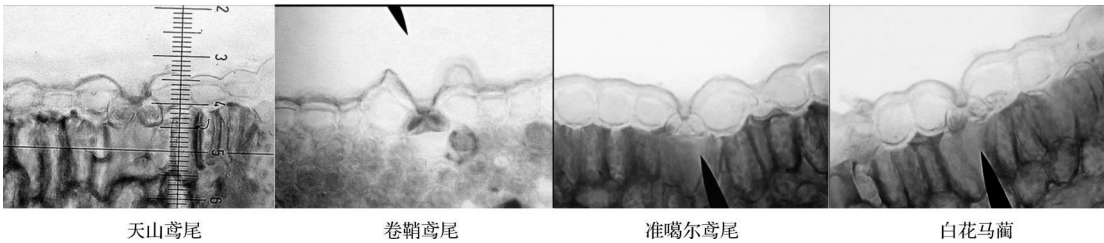


图 2 4 种鸢尾的气孔器(徒手切片)

3.4 叶肉细胞

从叶片横切面观察, 都为中部宽厚, 两边逐渐狭薄的特点。天山鸢尾、准噶尔鸢尾、卷鞘鸢尾和白花马蔺的横切面分别为近菱形、狭长形、狭长形和菱形, 都为等面叶。

4 种鸢尾的横切面相似, 叶肉细胞分化为栅栏组织和海绵组织, 环栅型。栅栏组织细胞短棒状, 1~3 层, 纵向排列, 紧贴表皮细胞的一层栅栏组织排列紧密, 并含较多叶绿体。紧贴主脉的栅栏组织为 3 层。天山鸢尾海绵组织细胞 2~3 层, 准噶尔鸢尾海绵组织细胞 1~3 层, 白花马蔺海绵组织细胞 4~5 层。海绵组织细胞椭圆形, 平行排列, 排列紧密, 胞间隙不发达, 外层的细胞较内层细胞含有较多的叶绿体。薄壁细胞(不含叶绿体)

紧贴于海面组织的内侧, 并连接各个维管束, 在空腔内形成网状结构。卷鞘鸢尾的叶肉细胞无栅栏组织与海绵组织的分化。叶肉细胞卵圆形, 2~5 层, 富含叶绿体。外侧的叶肉细胞排列紧密, 内侧的则排列较疏松。大型薄壁细胞(不含叶绿体)紧贴叶肉细胞的内侧。

3.5 维管束

维管束均为外韧型, 维管束发达, 并具有发达的维管束鞘。4 种鸢尾的维管束排列成环状位于叶肉细胞中。天山鸢尾和白花马蔺叶子近轴端和远轴端各有 6 条大维管束, 形成主脉, 而准噶尔鸢尾具有 8 条维管束, 形成主脉; 大维管束之间分布有 1~2 条小型的维管束。卷鞘鸢尾有 6 条维管束形成主脉, 不明显, 在两大维管束之间分布有小型维管束(见图 3)。

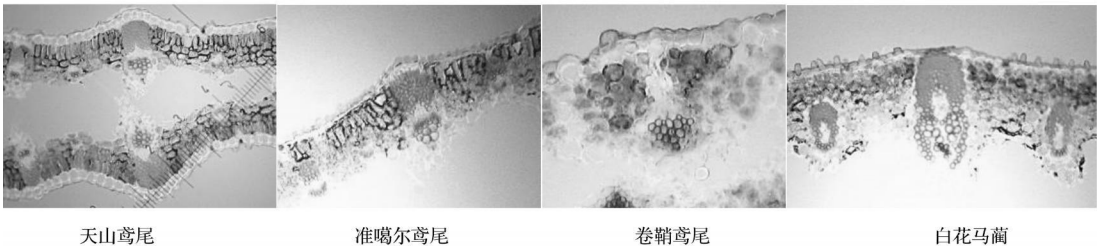


图 3 4 种鸢尾的维管束(徒手切片)

3.6 叶缘厚角组织

叶缘处均有厚角组织,但其厚度和形状存在较大差异。4种鸢尾的厚角组织均为鞘状,天山鸢尾

和准噶尔鸢尾的形状相似,天山鸢尾的厚度和宽度较准噶尔鸢尾的大;卷鞘鸢尾和白花马蔺的形状相似,且较前两者的小(见图4)。

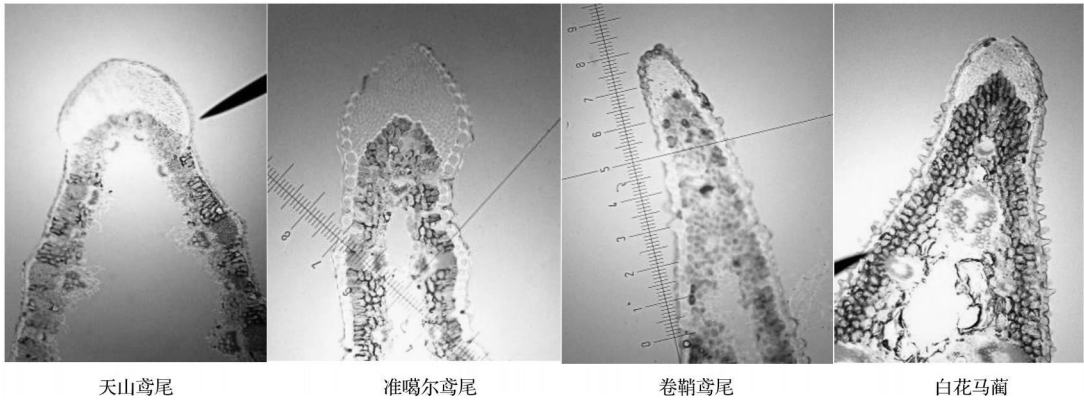


图4 4种鸢尾的叶边缘厚角组织(徒手切片)

4 讨论

植物的结构与其生活环境相适应,生活在特定环境中的植物具有一定的特殊构造,或经过长期的演化进化,产生与之相适应的结构和功能,植物才能适应环境条件^[3]。

4种鸢尾具有旱生植物的结构特点:①具有较大的体积与叶表面积之比。卷鞘鸢尾和白花马蔺的叶片较宽,天山鸢尾和准噶尔鸢尾的叶片很窄。植物由于外界生态因素的影响,逐渐演化出各种各样的形态结构来适应所生长的环境。一般旱生植物的叶子小而紧密,从4种鸢尾的叶横切面可看出叶体积与叶表面积之比为:白花马蔺>卷鞘鸢尾>天山鸢尾>准噶尔鸢尾。说明叶组织细胞排列紧密,这与燕子花和黄菖蒲叶片结构不同,具有发达的类似水生植物的通气组织^[4]。②表皮细胞的外壁上有较厚的角质层。表皮细胞外切向壁明显加厚,表皮上由脂肪性物质沉积形成发达的角质层,准噶尔鸢尾、卷鞘鸢尾和天山鸢尾的角质层外还附有蜡纸层。具有坚硬的角质层和蜡质,不仅可以防止叶内水分的丧失,还可以提供机械支持作用,对植物抗旱防风沙具有重要意义。角质层厚度比较为:准噶尔鸢尾>卷鞘鸢尾>天山鸢尾>白花马蔺。③植物为了抵御不良环境,提高自身的抗寒性和抗旱性,一般表现为小而数目众多的气孔、较小的表皮细胞体积、较密集的表皮毛。而天山鸢尾、准噶尔鸢尾、卷鞘鸢尾和白花马蔺的旱生特点明显,表现为气孔密集,气孔下陷较为明显,气孔开口较狭窄,孔下室狭小。相反,鸢尾属湿生的种类如玉蝉花等,气孔下陷的程度远远小于旱生种类,开口也较宽;④天山鸢尾、准噶尔鸢

尾和白花马蔺叶肉组织分化成栅栏组织和海绵组织,说明其生境中有很强光照,它们有很强的喜光性。⑤4种野生鸢尾维管系统发达,具维管束鞘的伸展区,起到补偿叶片失水的作用。⑥4种野生鸢尾具有大量贮水细胞,以增进保护水分的作用。

天山鸢尾和准噶尔鸢尾应属于保护型、节约型、忍耐型和强壮型旱生植物,具有较小的较厚的栅/海之比,较厚的角质层可有效防止水分蒸发,组织内含贮水细胞,叶肉栅栏组织发达,气孔和维管束密集等结构特征都有利于把干旱的影响减小到较低的水平,这是长期适应干旱生境的结果。卷鞘鸢尾和白花马蔺应属于保护型、忍耐型和强壮型旱生植物,较厚的角质层可有效防止水分蒸发,组织内含贮水细胞,气孔和维管束密集等结构特征来适应干旱环境。

通过对4种野生鸢尾叶解剖结构的比较研究,认为4种野生鸢尾的生态适应性和抗旱性与形态结构具有很强的相关性,四种野生鸢尾具有很强的耐旱能力,且花色美丽,开花早,群体花期长,是丰富城市景观的优良植物材料。具有很高的推广价值,除了作为城市地被的绿化材料,还可用于干旱地区的水土保持。

参考文献:

[1] 邢全,石雷. 枇杷叶英、叶片解剖结构及其生态学意义[J]. 园艺学报, 2004, 31(4): 526-528.
[2] 王明宁,王文青. 五种藏医药用植物叶解剖结构特征的研究[J]. 青海草业, 2002, 9 12(3): 6-8.
[3] 崔宏安. 葛藤不同类型叶耐旱结构的比较解剖学研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(12): 168-172.
[4] 刁晓华. 四种鸢尾的花卉生物学研究[D]. 北京: 北京林业大学硕士学位论文, 2006.