

毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶的解剖特征

山宝琴^{1,3}, 贺学礼^{1,2}

(1 西北农林科技大学 生命科学院, 陕西 杨凌 712100; 2 河北大学 生命科学院, 河北 保定 071002;

3 延安职业技术学院, 陕西 延安 716000)

[摘 要] 为了进一步研究蒿属植物系统分类及植物适应极旱生环境的机理, 运用石蜡切片法, 在光学显微镜下观察了毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶的解剖特征。结果表明, 12 种蒿属植物的叶片分等面叶和异面叶两种类型, 叶表皮细胞形状为长条形和不规则型, 垂周壁式样为平直、弓形、浅波状和深波状; 气孔器以不规则型为主, 仅有 1 种为环列型, 保卫细胞椭圆形或圆形, 隆起, 气孔排列方式为平列型和散乱型, 气孔指数差异较大。12 种蒿属植物叶片具有明显的强旱生植物结构特征, 如叶面积显著缩小, 表皮毛发达, 角质膜厚, 栅栏组织极为发达并具环栅结构, 维管束多且具维管束鞘, 气孔器密集, 均生于表皮细胞水平下面, 孔下室较大等。12 种蒿属植物的叶解剖特征表现出一定的种间差异, 如叶表皮细胞形状、细胞垂周壁式样、气孔指数等, 这些特征为蒿属植物种间分类提供了依据。

[关键词] 蒿属植物; 叶解剖特征; 毛乌素沙地

[中图分类号] Q949. 783. 504

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)06-0211-07

Leaf anatomic characteristics of 12 species of *Artemisia* in Mu Us desert

SHAN Bao-qin^{1,3}, HE Xue-li^{1,2}

(1 College of Life Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2 College of Life Science, Hebei University, Baoding, Hebei 071002, China; 3 Yan 'an Vocational Technologic Institution, Yan 'an, Shaanxi 716000, China)

Abstract : The primary abjective is to provide experimental evidence for the systematic taxonomy of *Artemisia* and for plant adaptive abilities to the aridiry. The leaf anatomic characters of 12 species of *Artemisia* in Mu Us desert were observed with the light microscope under the conditions of paraffin section. The results show that there are two types ,the isolateral leaf and the bifacial leaf. The shape of leaf epidermal cells are oblong and irregular. The anticlinal walls can be divided into four types ,straight ,arched ,sinuate and sinuolate. Most of the stomatal apparatuses are irregular ,only one specie is cyclocytic. The style of stoma guard cell is oval or circular. Borehole pattern of stomatal has paracytic type and anomocytic type. The results also show the typical structure features of xerophytes :small leaves ,thick cuticle vein and hair , developed surrounding paling tissues. Out of their veins there are surrounding bundle sheath. Stomatal is below the epidermal cell and so on. Some characters of the leaf epidermis of 12 species of *Artemisia* , such as shape of epidermis cell or pattern of anticlinal walls and stomatal index ,etc. show more or less difference among the species. Those characters provide experimental evidences for the division of species of *Artemisia*.

Key wards : *Artemisia*; leaf anatomic characteristics; Mu Us desert

†收稿日期] 2006-04-21

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30470133)

[作者简介] 山宝琴(1970—),女,新疆乌鲁木齐人,讲师,在读博士,主要从事植物系统与进化研究。

[通讯作者] 贺学礼(1963—),男,陕西蒲城人,教授,博士生导师,主要从事植物系统与进化研究。

E-mail :xuelh1256@yahoo.com.cn

蒿属 (*Artemisia*) 是菊科植物中一个大属,我国约有 200 余种,主要分布在我国西北、华北、东北及西南各省区,其中毛乌素沙地约有蒿属植物 15 种^[1-2]。蒿属植物不仅具有重要的经济价值、药用价值和饲用价值,而且有些种类是我国干旱草原,特别是荒漠草原的建群种、优势种或伴生种^[3-4]。叶片的解剖学特征在植物分类学研究中的价值已被前人反复论证^[5-11]。有关蒿属植物叶表皮结构的研究也已有报道^[12-14],但由于蒿属植物相对种类繁多、形态复杂,这些资料还有待补充和完善。目前,有关毛乌素沙地强旱生环境下生长的蒿属植物叶片解剖结构的报道还很少,尤其未见有关山蒿 (*A. brachyloby*)、内蒙古旱蒿 (*A. xerephytiea*) 和华北米蒿 (*A. girldii*) 的研究。由于长期适应流动沙丘、半固定沙丘或戈壁荒漠环境的需求,蒿属植物逐渐演化出各种各样的形态和结构。叶是植物体进行同化、蒸腾作用的

主要器官,因此叶的组织结构对生境条件变化的反映最为敏感。植物体对外界环境的长期适应也较多地反映在叶的形态结构上。本研究通过对毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶片解剖结构进行观察和分析,以期为进一步研究蒿属植物系统分类及植物适应极端旱生环境的机理提供依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

毛乌素沙地 12 种蒿属植物于 2005-10-05 ~ 15 采自毛乌素沙漠周边县市,每种材料均取自花序下的第一叶,对每一叶片再分别从基部的 1/3 处(基部)、1/2 处(中部)和 2/3 处(梢部)取样。对应标本均经专家辅助鉴定,凭证标本现存于河北大学标本馆,具体情况见表 1。

表 1 毛乌素沙地 12 种蒿属植物的来源
Table 1 Origin of studied material of *Artemisia* in Mu Us desert

种名 Species	采集地 Locality	海拔/ m Altitude	东经 East longitude	北纬 North latitude	环境 Habitation
圆头蒿 <i>A. sphaerocephala</i>	内蒙古鄂托克旗 Etuoke, Inner Mongolian	1 370	108 00 47 "	39 08 32 "	荒漠 Desert
黑沙蒿 <i>A. ordosica</i>	内蒙古鄂托克旗 Etuoke, Inner Mongolian	1 434	108 33 55 "	39 38 03 "	荒漠 Desert
茵陈蒿 <i>A. capillaries</i>	宁夏盐池 Yanchi, Ningxia	1 340	107 23 51 "	37 48 28 "	路旁草丛 Tussock of pathway
莨蓂蒿 <i>A. anethoides</i>	宁夏盐池 Yanchi, Ningxia	1 340	107 23 51 "	37 48 28 "	路旁草丛 Tussock of pathway
内蒙古旱蒿 <i>A. xerephytiea</i>	内蒙古鄂托克旗 Etuoke, Inner mongolian	1 370	108 00 47 "	39 08 32 "	荒漠 Desert
灰苞蒿 <i>A. roxburghiana</i>	内蒙古东胜平台镇 Hantai, Dongsheng, Inner Mongolian	1 490	109 46 05 "	39 29 39 "	荒漠 Desert
白叶蒿 <i>A. leucophylla</i>	陕西省榆林大刘塔 Daliuta, Yulin, Shaanxi	1 434	110 17 10 "	39 13 29 "	乌兰木伦河岸 Riverside of Wulanmulun
冷蒿 <i>A. frigida</i>	内蒙古沙井 Shajin, Inner Mongolian	1 390	108 06 32 "	36 18 31 "	荒漠 Desert
柔毛蒿 <i>A. pubescens</i>	榆林沙漠植物园 Desert arboretum, Yulin	1 090	109 42 53 "	38 20 05 "	灌木林 Shrubbery
山蒿 <i>A. brachyloby</i>	陕西省店塔 Dianta, Shaanxi	1 040	110 26 16 "	38 59 14 "	岩石山 Rock
华北米蒿 <i>A. girldii</i>	陕西省店塔 Dianta, Shaanxi	1 040	110 26 16 "	38 59 14 "	岩石山 Rock
猪毛蒿 <i>A. scoparia</i>	内蒙古东胜苏家梁 Sujialiang, Dongsheng, Inner Mongolian	1 290	110 11 30 "	39 29 39 "	灌木林 Shrubbery

1.2 方 法

取新鲜蒿属植物叶片,立刻用 FAA 固定液固定并保存。叶片解剖结构观察采用石蜡切片法,叶片平切、横切,切片厚度 10 μm。番红和固绿对染,加拿大树胶封藏。将干燥切片置于 Olympus 显微镜下观察,并进行显微照相。对每种植物随机抽取 20 个视野观察气孔器类型,用下式计算气孔指数:

气孔指数 = 单位视野气孔数/ (单位视野气孔

数 + 单位视野表皮细胞数) ×100。

2 结果与分析

2.1 12 种蒿属植物叶片横切面的特征

对 12 种蒿属植物叶片横切面观察发现,蒿属植物叶特征形态差异明显,但不同采样点同一种蒿属植物的叶形态结构相似。蒿属植物叶片有等面叶和异面叶之分(表 2),等面叶的叶肉在远轴面和近轴

面全部分化为栅栏组织,或小的海绵组织夹在上下栅栏组织之间,如华北米蒿 (*A. girldii*) (图版 -A);栅栏组织细胞大多为长柱形,少见短柱形(如山蒿(*A. brachyloby*) (图版 -B))、球形(如华北米蒿(*A. girldii*) (图版 -A))。异面叶叶片近轴面为栅栏组织,远轴面为海绵组织;12 种植物叶片上、下表皮均为一层表皮细胞,表皮细胞外壁有厚角质膜,密

被表皮毛;叶脉维管束发达,大多具 4~5 个维管束,外包围管束鞘;韧皮部有筛管分子,木质部有导管。等面叶的叶肉薄壁细胞常特化成贮水腔;气孔器密集,分散于上下表皮,或仅见于下表皮(如灰苞蒿(*A. roxburghiana*) (图版 -C));上、下表皮气孔器均生于叶表皮细胞水平以下,有较大的孔下室。

表 2 毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶片横切面的显微特征

Table 2 Leaf transverse section characteristics of 12 species of *Asteris* in Mu Us desert

种名 Species	叶类型 Type of leaf	表皮毛 Trichome	栅栏组织 Palisade tissue	海绵组织 Spongy tissue	维管束含 导管数 Vessel number of vascular bundle	贮水腔数 Water-storingcavity
圆头蒿 <i>A. sphaerocephala</i>	等面叶 Isolateral	-	3~4 层 3-4 layer	-	5	2
黑沙蒿 <i>A. ordosica</i>	等面叶 Isolateral	-	2~3 层 2-3 layer	-	4	-
茵陈蒿 <i>A. capillaries</i>	等面叶 Isolateral	-	2~3 层 2-3 layer	-	2~3	-
莨蓂蒿 <i>A. anethoides</i>	等面叶 Isolateral	+	2~3 层 2-3 layer	-	2~3	1
内蒙古旱蒿 <i>A. xerephytiea</i>	等面叶 Isolateral	+	2 球形 Ball-shaped	-	4~5	-
灰苞蒿 <i>A. roxburghiana</i>	异面叶 Bifacial	-	1 层 One layer	2~3 层 2-3 layer	5	-
白叶蒿 <i>A. leucophylla</i>	异面叶 Bifacial	+	1~2 层 1-2 layer	2~3 层 2-3 layer	4	1
冷蒿 <i>A. frigida</i>	等面叶 Isolateral	+	2~3 层 2-3 layer	-	4~5	-
柔毛蒿 <i>A. pubescens</i>	等面叶 Isolateral	+	2 层 2 layer	-	2	1
山蒿 <i>A. brachyloby</i>	等面叶 Isolateral	+	2~3 层、短柱状 2-3 layer,short pillar-shaped	-	2	-
华北米蒿 <i>A. girldii</i>	等面叶 Isolateral	+	1~2 层、球形 1-2 layer,ball-shaped	2~3 层 2-3 layer	5	-
猪毛蒿 <i>A. scoparia</i>	等面叶 Isolateral	+	2~3 层、球形 2-3 layer,ball-shaped	-	5	-

注:“-”表示无,“+”表示有。
Note:“-”represents no,“+”represents yes.

2.2 12 种蒿属植物叶片平切面的特征

12 种蒿属植物叶表皮细胞形状分为长条形和不规则型两种(表 3),长条形细胞长宽比为 5~3。垂周壁式样有平直、弓形、浅波状和深波状,纵向相接成行,各行平行排列于叶脉;不规则型表皮细胞垂周壁式样呈浅波状(图版 -A、B、C)和深波状,细胞间相互嵌套,结合紧密。气孔器类型多为不规则型,少见环列型(如华北米蒿)(图版 -A)。保卫细胞椭圆形或圆形,隆起,如白叶蒿(图版 -D)。气孔排列方式分为平行型(如圆头蒿(图版 -E)、莨蓂蒿(图版 -F))和散乱型。气孔指数差异较大。12 种蒿属植物叶表皮细胞形状、细胞垂周壁式样、气孔指数等在属下各组并无系统差异,但不同种间差异明显。

2.3 12 种蒿属植物叶的旱生特征

Schow 早在 1822 年就提出了“旱生植物(xerophil)”的概念,周智彬等^[15]、王勋陵等^[16]对旱生植物结构特征进行了解剖学研究。相对于植物其他器官而言,叶对环境条件的变化最为敏感,并在长期适应过程中形成了特殊的结构和功能。12 种蒿属植物由于长期适应毛乌素沙地的干旱环境,叶片大都具有明显的旱生植物结构特征。

(1)叶面积显著缩小。蒿属植物叶的小裂片呈狭线形、狭线状披针形,或退化成丝线形,毛发状;叶表皮毛状体很发达;表皮细胞排列紧密,垂周壁波状凸起且相互紧密嵌套,有较厚的角质层;表皮附属物发达,不仅能够减少叶面蒸腾、反射光的照射、避免叶肉组织受损伤,还可提供机械支持作用,对沙生植物抗旱防风沙具有重要意义。

(2) 栅栏组织极为发达,为强旱生结构特征。10 种具有等面叶的蒿属植物,其上、下叶表皮内都有栅栏组织,这一特征有助于植物抵御强烈日光的照射。这是因为栅栏组织垂直于上、下表皮方向排列,与光线照射方向平行,植物利用衍射光部分,防止了强光对叶肉的灼伤,同时提高了光合作用面积。10 种蒿属植物中,除华北米蒿外,其余种类的叶缘均为典型的环栅型,使叶片表面积与体积比较小。王勋陵等^[16]研究认为,旱生植物叶肉结构的演化关系应当是一种树枝状的发展图式,而环栅型是最进化的旱生结构之一。

(3) 叶脉发达而稠密,脉间区小,叶脉外方均有维管束鞘包围;维管束多达 4~5 个。气孔器密集,

均生于其表皮细胞水平下面,具有较大孔下室,可造成湿润的小环境,减少水分蒸腾。白叶蒿(*A. leucophylla*) (图版 -D)、圆头蒿(*A. sphaerocephala*) (图版 -E)、莳萝蒿(*A. anethoides*) (图版 -F) 有明显的贮水腔等。

蒿属植物叶肉分化程度与生境显示出极大的相关性。华北米蒿虽有海绵组织,但其上、下表皮均有栅栏组织的分化,仍属于等面叶,只有不发达的海绵组织夹在上、下栅栏组织间,而异面叶灰苞蒿(*A. roxburghiana*) (图版 -C) 和白叶蒿(*A. leucophylla*) (图版 -D) 的下表皮叶肉全部分化为海绵组织,细胞间隙大。结合以上几种植物的适生环境及分布,这种演化充分说明叶肉的分化程度受生境的影响很大。

表 3 毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶片平切面的显微特征

Table 3 Leaf planar section characteristics of 12 species of *Asteris* in Mu Us desert

种 名 Species	表皮细胞形状 Shape of epidermis cell	垂周壁式样 Anticlinal walls	气孔器类型 Type of stomatal apparatus	气孔排列方式 Borehole pattern of stomatal	气孔指数 Stomatal index
圆头蒿 <i>A. sphaerocephala</i>	长条形 Oblong	平直 Straight	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	16.3
黑沙蒿 <i>A. ordosica</i>	长条形 Oblong	平直 Straight	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	10.4
茵陈蒿 <i>A. capillaries</i>	长条形 Oblong	浅波状 Sinuolate	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	6.6
莳萝蒿 <i>A. anethoides</i>	不规则型 Irregular	浅波状 Sinuolate	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	12.5
内蒙古旱蒿 <i>A. xerephytiea</i>	不规则型 Irregular	深波状 Sinate	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	16.6
灰苞蒿 <i>A. roxburghiana</i>	不规则型 Irregular	浅波状 Sinuolate	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	5.0
白叶蒿 <i>A. leucophylla</i>	长条形 Oblong	弓形 Arched	不规则型 Irregular	散乱型 Anomocytic	18.5
冷蒿 <i>A. frigida</i>	不规则型 Irregular	深波状 Sinuate	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	10.1
柔毛蒿 <i>A. pubescens</i>	不规则型 Irregular	浅波状 Sinuolate	不规则型 Irregular	散乱型 Anomocytic	22.4
山蒿 <i>A. brachyloby</i>	长条形 Oblong	浅波状 Sinuolate	不规则型 Irregular	散乱型 Anomocytic	14.3
华北米蒿 <i>A. girdii</i>	长条形 Oblong	浅波状 Sinuolate	环列型 Cyclocytic	散乱型 Anomocytic	17.3
猪毛蒿 <i>A. scoparia</i>	不规则型 Irregular	深波状 Sinuate	不规则型 Irregular	平行型 Paracytic	14.6

3 结论与讨论

本研究结果表明,12 种蒿属植物叶特征形态差异明显,但不同采样点同一种蒿属植物的叶形态结构相似。12 种蒿属植物叶表皮细胞形状、细胞垂周壁式样、气孔指数等在属下各组间虽无系统差异,但作为同组种间分类依据是可行的。如龙蒿组中,圆头蒿(*A. sphaerocephala*) (图版 -E)、黑沙蒿(*A. ordosica*) (图版 -G) 叶表皮细胞为长条形,垂周壁平直,茵陈蒿(*A. capillaries*) (图版 -H) 叶表皮细胞为长条形,垂周壁浅波状,柔毛蒿(*A. pubescens*)

(图版 -I) 叶表皮细胞不规则,垂周壁浅波状,而猪毛蒿(*A. scoparia*) (图版 -J) 表皮细胞不规则,垂周壁深波状(表 3),细胞间相互嵌套,与莳萝蒿组的内蒙内旱蒿(图版 -K)、冷蒿(图版 -L) 相似。

叶片表皮附属物的有无、形状,叶肉组织的分化程度,栅栏组织形状等在属下等级分类中具有一定的意义。解剖学上等面叶和异面叶是两种截然不同的类型,前者多出现在高纬度、高海拔的长日照干旱地区,多为原始类群;后者多出现在低纬度、低海拔的短日照湿润地区,多为进化或较进化的类群。由表 2 可知,蒿亚属莳萝蒿组中,莳萝蒿和冷蒿均为等

面叶,属原始类群;异面叶白叶蒿和灰苞蒿属于艾组,为较进化的类群。龙蒿亚属中,华北米蒿属于牡蒿组,有海绵组织的分化,而龙蒿组的5个种,圆头蒿(*A. sphaerocephala*) (图版 -E)、黑沙蒿(*A. ordosica*) (图版 -G)、茵陈蒿(*A. capillaries*) (图版 -H)、柔毛蒿(*A. pubescens*) (图版 -I)、猪毛蒿(*A. scoparia*) (图版 -J)均是没有海绵组织分化的等面叶,从适应与进化角度看,牡蒿组较龙蒿组表现出一定的优越性和进化性,从而也证明了牡蒿组较龙蒿组更加进化这一推论。这与林有润^[17]的研究结果一致。

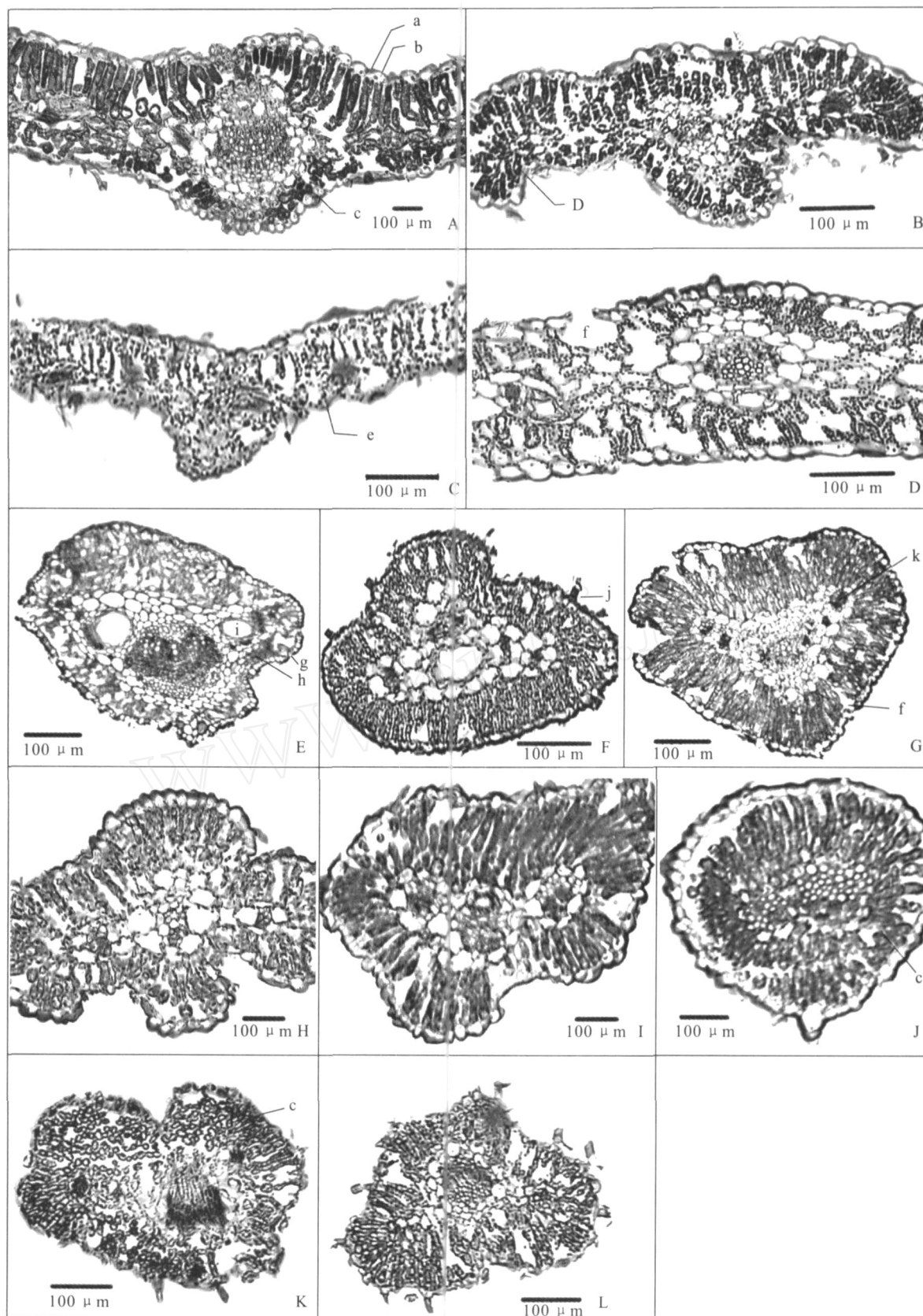
球形栅栏组织仅见于华北米蒿(*A. girldii*) (图版 -A)、猪毛蒿(*A. scoparia*) (图版 -J)和内蒙古旱蒿(*A. xerephytiea*) (图版 -K)这3种等面叶植物,是一种原始性状,茆蒿和冷蒿(图版 -L)均为等面叶,也是原始性状,说明茆蒿组和龙蒿组均是蒿属最原始的类群。林有润^[17]认为,牡蒿组大多数种均分布于我国低海拔至中海拔的湿润或半湿润地区,叶片均为有叶肉分化的异面叶。但观察表明,华北米蒿作为一个分布在沙漠边缘的特殊种,不仅为等面叶,而且有球形栅栏组织,可能是其适应干旱、长日照而遗留的原始特征。

叶片的解剖结构对蒿属属下等级分类具有一定的参考价值,尤其是表皮细胞形状、垂周壁式样、叶肉组织分化程度、栅栏组织形状等。此外,由于长期适应干旱风沙的气候条件,毛乌素沙地广泛分布的12种蒿属植物虽然分属于蒿属的5个组^[18],其叶片解剖结构却不同程度地表现出旱生植物的结构特征,体现出植物适应环境而产生的趋同性演化趋势。蒿属植物具有叶面积缩小、表皮毛和厚角质膜发达、栅栏组织异常发达、维管束多且具维管束鞘等特征,是其适应或抵御外界环境(水分和光照)的胁迫,维持植物正常的生理生态机能,从而成为荒漠植被生

态系统中的优势种或建群种的需要。

参考文献

- [1] 马毓泉,富象乾,陈山,等. 内蒙古植物志(第六卷) [M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1982:103-158.
- [2] 张剑林,于兆英,徐朗然,等. 黄土高原植物志(第五卷) [M]. 北京:科学技术文献出版社,1989:283-325.
- [3] 林有润. 中国蒿属志[J]. 植物研究,1988,8(4):1-61.
- [4] 戴小平,刘延庆,梅全洗. 蒿属药用植物药理活性研究进展[J]. 中药材,2005,28(3):243-248.
- [5] 周守标,孟娜,蒋继宏. 安徽产大戟属植物叶表皮微形态[J]. 云南植物研究,2005,27(5):517-524.
- [6] 任辉,潘开玉,陈之端,等. 葡萄科植物叶表皮特征及其系统学意义[J]. 植物分类学报,2003,41(6):531-544.
- [7] 丁雨龙,赵奇僧. 竹叶结构的比较解剖及其对系统分类意义的评价[J]. 南京林业大学学报,1994,18(3):1-6.
- [8] 邵邻相,张凤娟. 6种松科植物叶表皮的扫描电镜观察[J]. 植物研究,2005,25(3):280-285.
- [9] 陆嘉惠,李学禹,周玲玲,等. 甘草属植物叶表皮特征及其系统学意义[J]. 云南植物研究,2005,27(5):525-533.
- [10] 蔡联炳,张梅妞. 国产赖草属的叶表皮特征与组群划分[J]. 植物研究,2005,25(4):400-406.
- [11] 蔡联炳,张燕,张同林. 根据叶表皮特征试论国产三齿稷亚族的属间关系[J]. 西北植物学报,2004,24(9):1691-1696.
- [12] 邢怡,张大维,宫晓波. 东北地区蒿属植物比较形态学研究. 叶表皮结构[J]. 植物研究,2000,20(1):49-57.
- [13] 蒋林,林有润. 中国蒿属植物比较形态和解剖学研究. 茎、叶解剖构造[J]. 仲恺农业技术学报,1997,10(1):12-23.
- [14] 王凌诗,荆淑清,张贵一. 中国东北蒿属叶表皮特征研究. 龙蒿组[J]. 哈尔滨师范大学学报,1994,10(2):90-98.
- [15] 周智彬,李培军. 我国旱生植物的形态解剖学研究[J]. 干旱区研究,2002,19(1):35-40.
- [16] 王勋陵,马骥. 从旱生植物叶结构探讨其生态适应的多样性[J]. 生态学报,1999,19(6):787-792.
- [17] 林有润. 论蒿属的演化系统兼论蒿属与邻近属的亲缘关系[J]. 植物研究,1982,2(2):2-60.
- [18] 林鎔,林有润. 中国植物志(第七十六卷第二分册) [M]. 北京:科学出版社,1991:1-250.

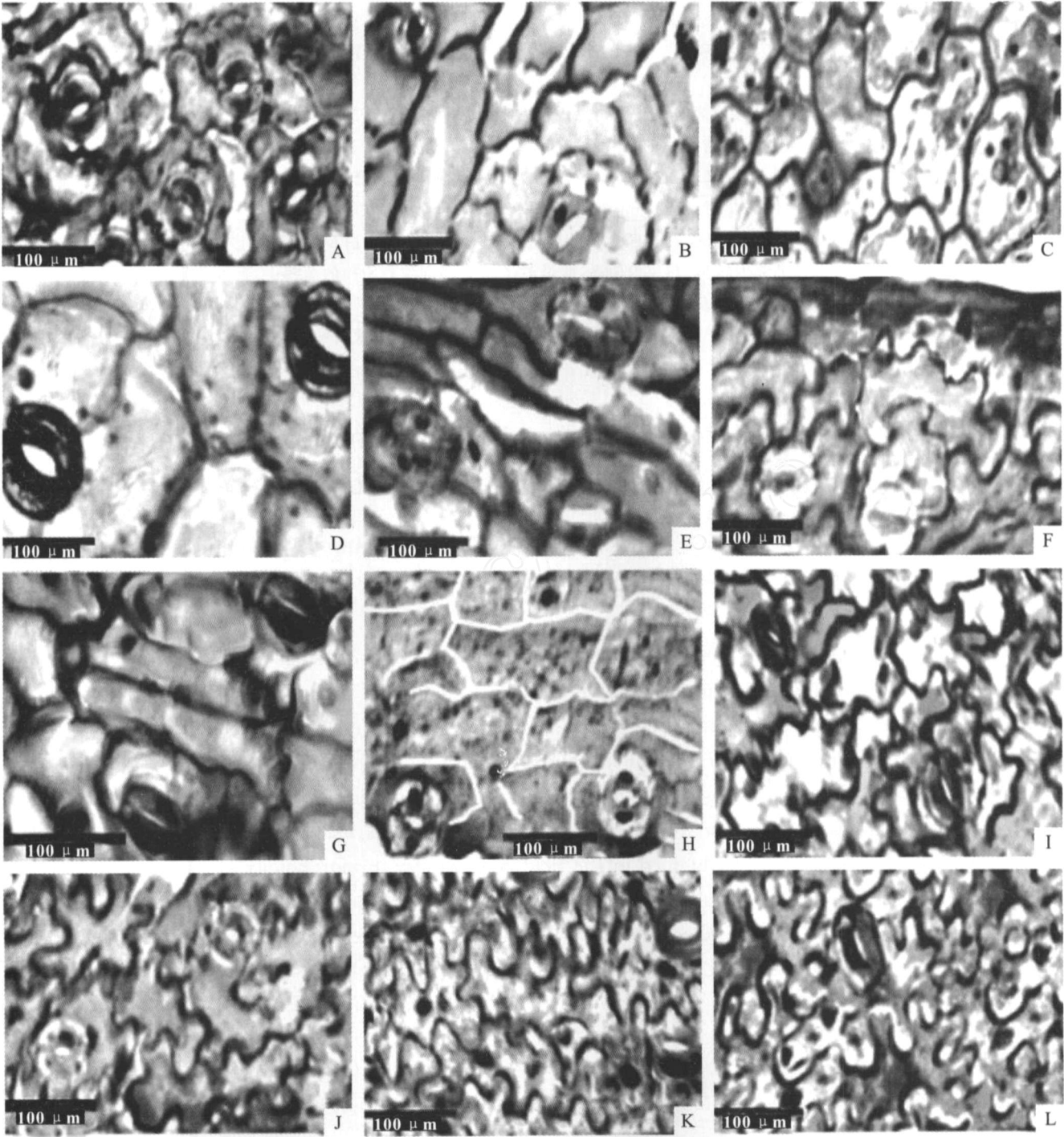


图版 光镜下毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶片横切面的解剖结构

A. 华北米蒿; B. 山蒿; C. 灰苞蒿; D. 白叶蒿; E. 圆头蒿; F. 莜萝蒿; G. 黑沙蒿; H. 茵陈蒿; I. 柔毛蒿; J. 猪毛蒿; K. 内蒙古旱蒿; L. 冷蒿;
a. 角质层; b. 表皮细胞; c. 球形栅栏组织; d. 短柱状栅栏组织; e. 海绵组织; f. 孔下室; g. 气孔; h. 栅栏组织; i. 贮水腔; j. 表皮毛; k. 维管束

Plate Light microscope photograph of leaf transverse section of 12 species of *Artemisia* in Mu Us desert

A. *A. girldii*; B. *A. brachyloby*; C. *A. roxburghiana*; D. *A. leucophylla*; E. *A. sphaerocephala*; F. *A. anethoides*; G. *A. ordosica*;
H. *A. capillaries*; I. *A. pubescens*; J. *A. scoparia*; K. *A. xerephytiea*; L. *A. frigida*; a. Cuticle vein;b. Epidermis cell;
c. Ball-shaped palisade tissue;d. Short pillar-shaped palisade tissue;e. Spongy tissue;f. Stomata chamber;
g. Stometal;h. Palisade tissue;i. Water-storing cavity;j. Trichome;k. Vascular bundle



图版 光镜下毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶片平切面的解剖结构

A. 华北米蒿; B. 山蒿; C. 灰苞蒿; D. 白叶蒿; E. 圆头蒿; F. 莨萝蒿; G. 黑沙蒿; H. 茵陈蒿; I. 柔毛蒿; J. 猪毛蒿; K. 内蒙古旱蒿; L. 冷蒿
Plate Light microscope photograph of leaf planar section of 12 species of *Asteris* in Mu Us desert
A. *A. girldii*; B. *A. brachyloby*; C. *A. roxburghiana*; D. *A. leucophylla*; E. *A. sphaerocephala*; F. *A. anethoides*; G. *A. ordosica*;
H. *A. capillaries*; I. *A. pubescens*; J. *A. scoparia*; K. *A. xerephytiea*; L. *A. frigida*