



南疆不同生境骆驼蓬叶片解剖结构的生态适应性

任尚福

(喀什大学 研究生处,新疆 喀什 844008)

摘要:为探讨南疆不同居群骆驼蓬植物叶片对生境的适应性,采用石蜡切片法制作切片,每个材料选5个观察视野,用DMB5-223I-5图像处理显微镜照相,并用Arcview3.3软件测定叶片厚度、上角质层厚度、上表皮厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度、下表皮厚度及下角质层厚度。结果表明:3个不同居群中骆驼蓬叶片指数存在着显著差异;骆驼蓬-1叶片厚度、上角质层厚度、上表皮厚度、海绵组织厚度、下表皮厚度及下角质层厚度最大。各指标之间差异系数相差不大。骆驼蓬-2的栅栏组织厚度最大,其栅海比最高,为1.65。不同居群骆驼蓬叶片解剖结构的显著差异性表明不同的环境因子影响了骆驼蓬的生长发育,通过比较可知3个居群骆驼蓬适应性顺序为L-1>L-2>L-3,体现了植物为适应环境变化所形成的生存对策。

关键词:骆驼蓬;叶片解剖;生态适应性

目前南疆盐渍土壤面积在逐年扩大,并且盐渍土壤不适应绝大多数植物生长,因此培养选育适合当地生长的盐生植物,尤其是开发有经济价值的耐盐植物资源改良土壤,能长久有效的提高土壤利用率^[1]。骆驼蓬(*Peganum harmala* L.)作为新疆荒漠的优势种,对于干旱环境具有较强的适应能力,一般生于海拔530~1700 m的荒漠地带干旱草地、绿洲边缘轻度至中、重度盐渍化的沙地壤质低山坡或河谷沙丘。在南北疆各地均有分布。种子入药,宣肺止咳、祛风湿、解毒^[2],为西北地区常用的少数民族药物。骆驼蓬在分类上属骆驼蓬科(Peganaceae)骆驼蓬属(*Peganum* L.)多年生草本植物,是在干旱和半干旱区广泛分布的荒漠植物种^[3-4],在维护沙漠植被生态环境方面具有重要意义。骆驼蓬具有发达的根系和很强的耐旱、耐盐碱、抗寒的生物学特性,在改善西北地区生态环境中发挥着抗风固沙、防止沙漠化和水土流失及环境绿化等重要作用^[5]。本文主要通过南疆荒漠区作为研究区,选取该地区典型优势种植物骆驼蓬叶片解剖结构对环境适应多样性进行系统研究,为探讨骆驼蓬对荒漠生态环境的适应性以及其耐盐耐旱生理提供依据。叶片是植物进行同化和蒸腾作用的主要器官,通常被子植物的叶片由表皮、叶肉和叶脉三部分构成^[6],与周围环境有着密切的关系,在对环境适应时,其形态结构及生理生化方面均发生相应的变化,以叶的结构变

化最为明显。叶的形态结构多样性是对环境多样性的一种高度适应。马骥等^[7-10]对骆驼蓬属的形态特征、化学组成及其生态学与分类学意义有系统的研究。骆驼蓬属植物的叶表面角质层较厚,或略显革质,有光泽,以此来防止叶肉细胞受到灼伤^[11]。旱生植物叶的形态,一般面积较小而直立多数为等面叶,角质层和表皮细胞壁都增厚,气孔都有不同程度的下陷。叶肉的分化与中生叶相比较,主要特征为栅栏组织十分发达,多数叶肉细胞壁发生皱褶,有的种具有贮水组织^[12]。叶片长期暴露在外面,是植物进化过程中对环境变化较敏感且可塑性较大的器官,在不同选择压力下已经形成各种适应类型,其结构特征最能体现环境因子的影响或植物对环境的适应^[13]。但是对骆驼蓬叶片植物叶片解剖结构的生态适应性探究比较少,本文以南疆3个不同生境采集的骆驼蓬植物叶片为研究对象,用FAA液固定并保存,制作石蜡切片,然后测量各种叶片指数指标,旨在为进一步了解骆驼蓬植物叶片解剖结构对干旱环境的适应方式的多样性奠定基础。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

南疆属典型的大陆性干旱气候,昼夜温差大、干旱、光照长、降水量少、蒸发强烈,年平均气温10~13℃,无霜期200~220 d。试验选取阿克陶县、库车县、新和县作为研究区,各研究区气候特征见表1。

1.2 材料

参试材料骆驼蓬-1、骆驼蓬-2和骆驼蓬-3编

收稿日期:2018-03-20

作者简介:任尚福(1973-),男,博士,讲师,从事植物生理生态研究。E-mail:renshangfu@163.com。

号为 L-1、L-2 和 L-3,分别采集自库车县、阿克陶县和新和县。

表 1 各研究区域基本气候特征

Table 1 Basic climatic characteristics of different study area								
研究区域 Study area	平均气温/℃ Mean temperature	平均日照/h Mean sunshine	年降水量/mm Annual precipitation	年蒸发量/mm Annual evaporation	无霜期/d Frost-free days	东经/° East longitude	北纬/° Northern latitude	海拔高度/m Altitude
阿克陶县	9.8	2670	75.0	1900	169	42.2570	83.2546	1828
库车县	11.3	2727	76.3	2219	183	38.9454	75.5059	1829
新和县	12.0	3075	78.7	1993	201	41.4060	80.8464	1234

1.3 方法

1.3.1 取样方法 在每个研究区内,选择 3 个 3 m×3 m 的样方,在每个样方内随机选取 3 株生长健壮、长势一致的植株。取每颗植株中部取发育程度大致相同的一片正常生长叶片,用锋利的刀片从叶片中脉及周围部位切取 3~5 mm 的组织,立刻放在 FAA 固定液中封好编号,并用注射器抽取其中空气。

1.3.2 测定项目与方法 每个处理取 3 个材料,采用石蜡切片法制作切片,每个材料选 5 个观察视野,用 DMB5-223I-5 图像处理显微镜照相,并用 Arcview3.3 软件测定叶片厚度、上角质层厚度、上表皮厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度、下表皮厚度及下角质层厚度。

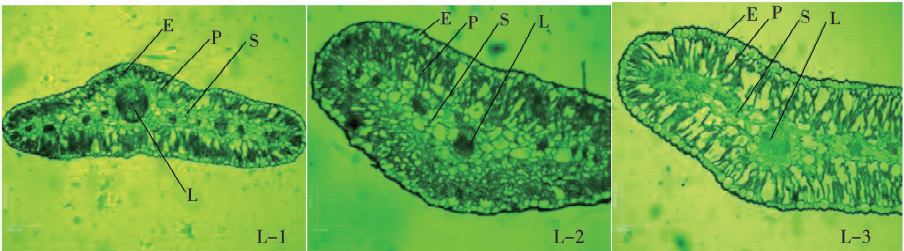
1.3.3 数据分析 采用 SPSS 17.0 软件进行数

据处理与分析,对不同居群间骆驼蓬叶片解剖结构特征比较在 $P<0.05$ 水平上进行单因素方差分析,用最小显著差法(LSD)检验各平均值间的差异显著性,并采用 Excel 2010 绘制图表。

2 结果与分析

2.1 不同居群骆驼蓬叶片厚度特征

骆驼蓬属植物叶片主要结构包括表皮、叶肉和叶脉(图1),叶横切面近椭圆形,叶肉相对比较厚,其中 L-1 最厚为 330.82 μm ,L-2 为 265.50 μm ,L-3 最薄为 192.75 μm ,经方差分析表明 3 个不同居群骆驼蓬叶片厚度具有显著差异,各居群叶片厚度的变异系数(CV)是 0.25。按照变异系数的划分等级:弱变异性 $\text{CV}<0.1$;中等变异性 $\text{CV}=0.1\sim1.0$;强变异性 $\text{CV}>1.0$ 。不同居群各叶片厚度的变异性为中等变异(表 2)。



E:表皮; P:栅栏组织; S:海绵组织; L:叶脉。
E:Epidermis; P:Palisade tissue; S:Spongy tissue; L: Leaf vein.

图 1 不同居群骆驼蓬叶片解剖结构

Fig. 1 Leaf anatomical structure of *Peganum harmala* L. in different groups

2.2 不同居群骆驼蓬叶片解剖表皮特征

由表 2 可知,骆驼蓬叶片表皮可分为上、下表皮两层,皆由单层细胞构成,细胞形状不规则,大小不等,彼此间紧密嵌合,上下表皮外面具有较厚的角质层,上表皮细胞厚度明显大于下表皮细胞厚度,上表皮厚度总平均值为 16.31 μm ,变异系数为 0.24,其中上表皮厚度 L-1 最大,为 21.13 μm ,显著大于 L-2 和 L-3 叶片的上表皮厚度。下表皮厚度平均值为 14.61 μm ,变异系数为 0.40,其中 L-1 下表皮厚度最大,为 22.17 μm 显

著大于 L-2 和 L-3 叶片的下表皮厚度。上角质层厚度平均值为 7.34 μm ,变异系数为 0.34,其中上角质层厚度 L-1 最大,为 10.61 μm ,显著大于 L-2 和 L-3 叶片的上角质层厚度,下角质层厚度总平均值为 5.38 μm ,变异系数为 0.31,其中 L-1 下角质层厚度最大,为 7.55 μm ,显著大于 L-2 和 L-3 叶片的下表皮厚度。经方差分析表明:不同居群骆驼蓬叶片上表皮、下表皮、上角质层及下角质层厚度均存在显著差异性。

表 2 不同居群骆驼蓬叶片解剖结构数据统计

Table 2 Leaf anatomical structure data statistics of <i>Peganum harmala</i> L. in different groups							
项目 Items	叶片厚度/ μm Blade thickness	上表皮厚度/ μm Upper epidermis thickness	上角质层厚度/ μm Upper stratum corneum thickness	下表皮厚度/ μm Lower epidermis thickness	下角质层厚度/ μm Lower stratum corneum thickness	栅栏组织厚度/ μm Fence tissue thickness	海绵组织厚度/ μm Spongy tissue thickness
骆驼蓬-1 <i>P. harmala</i> L.-1	330.82 \pm 18.76 a	21.13 \pm 0.60 a	10.61 \pm 0.22 a	22.17 \pm 0.58 a	7.55 \pm 0.26 a	166.77 \pm 3.44 a	117.40 \pm 2.85 a
骆驼蓬-2 <i>P. harmala</i> L.-2	265.50 \pm 7.22 b	15.39 \pm 0.62 b	6.22 \pm 0.22 b	10.98 \pm 1.09 b	4.37 \pm 0.19 b	148.42 \pm 3.87 b	89.98 \pm 3.42 b
骆驼蓬-3 <i>P. harmala</i> L.-3	192.75 \pm 13.28 c	12.42 \pm 0.38 c	5.19 \pm 0.42 c	10.68 \pm 0.66 c	4.22 \pm 0.12 c	95.78 \pm 2.95 c	75.12 \pm 1.62 c
平均值 Mean value	263.02	16.31	7.34	14.61	5.38	136.99	94.17
变异系数 C. V.	0.25	0.24	0.34	0.40	0.31	0.23	0.20

2.3 不同居群骆驼蓬叶片解剖叶肉特征

骆驼蓬叶肉根据细胞形态和胞间隙的不同,分为栅栏组织和海绵组织,主要结构是发达的栅栏组织,由多层与表面垂直的栅栏组织细胞组成,内含大量叶绿体,是进行光合作用和蒸腾作用的主要部位,海绵组织极不发达,分布于栅栏组织以内,细胞形态不规则,含有叶绿体较少,排列疏松,胞间隙大。由表 2 可知,在 3 种骆驼蓬叶片中,栅栏组织总平均厚度为 136.99 μm ,变异系数为 0.23,其中 L-1 栅栏组织最厚为 166.77 μm ,显著大于 L-2 和 L-3 栅栏组织厚度;海绵组织厚度的平均值为 94.17 μm ,变异系数为 0.20,其中 L-1 的海绵组织最厚 117.40 μm ,显著大于 L-2 和 L-3 海绵组织厚度。经方差分析表明:3 个不同居群骆驼蓬叶片栅栏组织厚度和海绵组织厚度分别具有显著差异性。植物栅栏组织与海绵组织的比值反映了栅栏组织的发育程度,比值越大,其栅栏组织越发达,越有利于植物的生长。通过比较分析,3 种骆驼蓬栅海比值都大于 1,L-2 最大,为 1.65,各居群栅海比之间差异显著。

3 讨论与结论

3.1 讨论

探索植物叶片形态解剖结构对环境变化的适应是植物对环境变化的适应性机制。长期生活在干旱荒漠地区的植物,尤其是暴露在空气中的叶,其组织结构对环境条件的反应极为敏感。叶形态和结构特征被认为最宜表征地上生境因子的影响及植物对环境的适应性^[14-15]。骆驼蓬植物具有

一套与干旱环境相适应的特殊组织结构,表现出许多适应干旱环境的特点,从而决定了它能够适应荒漠的恶劣生存环境,成为一种因地制宜的、值得高度重视的用于绿化荒漠的旱生植物。骆驼蓬叶片相对比较厚,最厚的 L-1 叶片厚度为 330.82 μm ,有研究指出植物叶片厚度大的水分蒸发的少,耐旱性强^[16-17]。Kolattukudy^[18]指出,叶片角质层是一层具有保护作用的蜡质,覆盖在叶片表皮细胞、嫩枝及没有周皮的植物组织上。角质层厚度与植物抗旱能力相关,能够有效减少蒸腾,从而减少植物体内水分的流失^[19]。所有骆驼蓬叶片皆具有较厚的角质层,L-1 上角质层厚度最大,为 10.61 μm ,防止了水分的大量丧失同时又阻止外界有害物质侵入植物体,保护了内部组织不受损害。在叶片解剖结构中,表皮比较厚,L-1 上表皮最厚,可达 21.13 μm ,表皮对叶片一方面有很大的保护作用^[20],另一方面还能通过改变光量子反射使得叶片能够利用更多的有效辐射进行光合作用。

植物具有厚的叶片、发达的栅栏组织、栅栏细胞长柱形、海绵组织排列紧密、厚的角质膜和表皮毛发达以及下皮层结构等,是对干燥或强光生境的适应^[21]。周智彬^[22]研究指出叶肉细胞的组成、薄厚程度等对植物的光合能力有决定性作用。一般认为旱生植物有发达栅栏组织(或多层栅栏组织)和不发达的海绵组织。栅栏组织中包含较多叶绿体,海绵组织主要起气体交换及蒸腾作用,栅栏组织与海绵组织的比值可以表征植物光合效率、生长速度和产量^[19]。骆驼蓬叶肉栅栏组织较

发达,植物叶片的栅栏组织与海绵组织的分化程度反映了其生长环境的水分状态^[23],一般在旱生条件下,植物的栅栏组织常有多层,而其海绵组织则较少。3种骆驼蓬栅海比都大于1,其中L-2栅海比最大,为1.65,说明L-2光合作用及抗旱能力最强。叶片栅栏组织发达、海绵组织排列相对紧密等特征是对强光生境的适应^[24-25],这与蔡永立等^[24]的研究结果是一致的。这种特征确保骆驼蓬既可以正常的生长发育,又可以避免干旱区强烈的阳光对叶肉细胞的灼伤,是对干旱环境条件的高度适应的体现。

通过对骆驼蓬采集地点生长环境的分析,其一般生活在干旱的坡地,降雨较少蒸发强烈。通过对其上表皮角质层厚度、上表皮细胞厚度、栅栏组织、海绵组织、下表皮细胞厚度、下表皮角质层厚度、叶片厚度、栅栏组织厚度与叶片海绵组织厚度比值的测量与分析,L-1上下角质层厚度、上下表皮细胞厚度、栅栏组织的厚度、叶片厚度等比较厚,L-2海绵组织厚度叶较厚,说明叶片解剖结构与地形、气候和环境有比较紧密的联系。不同生境的同一物种的解剖结构特征是相似的,通过本试验叶片解剖结构研究,说明不同居群骆驼蓬植物的叶片具有相对不同的旱生特征,这是它们长期适应当地沙漠干旱、日照强、土壤贫瘠、风沙大、高温差等恶劣环境的结果。叶片解剖结构特征受物种本身特性、发育阶段、环境等多种因素的影响,本文仅仅是针对3个不同居群叶片解剖结构特征研究,因此今后还需研究各发育阶段叶片的解剖特性,研究尺度还应该进一步拓宽。

3.2 结论

生活在不同生境的骆驼蓬叶片的解剖结构发生了适应当地生态环境的变化,表现为一系列的抗旱性的生理变化特征。骆驼蓬植物叶片解剖结构的共同特征是叶横切面近长椭圆形,其结构包括表皮、叶肉和叶脉;表皮、角质层较厚;叶肉栅栏组织极为发达,栅海比较大。

不同居群骆驼蓬叶片指标差异显著,通过比较可知3个居群骆驼蓬适应性顺序为L-1>L-2>L-3。

参考文献:

- [1] 李彬,王志春,孙志高,等.中国盐碱地资源与可持续利用研究[J].干旱地区农业研究,2005(2):154-158.
- [2] 李志军,黄文娟,杨赵平.新疆塔里木盆地野生植物图谱[M].北京:科学出版社,2013.
- [3] Kartal M, Altun M L, Kurucu S. HPLC method for the analysis of harmol, harmalol, harmine and harmaline in the

seeds of *Peganum harmala* L. [J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2003, 31: 263-269.

- [4] 刘建新,赵国林.干旱胁迫下骆驼蓬抗氧化酶活性与渗透调节物质的变化[J].干旱地区农业研究,2005,23(5):127-131.
- [5] 马骥,王勋陵.中国荒漠地区骆驼蓬属植物种类与分布[J].中国沙漠,1998,18(2):131-136.
- [6] 周云龙.植物生物学[M].北京:高等教育出版社,1999.
- [7] 马骥,王勋陵,李俊祯,等.骆驼蓬属叶表皮特征的研究[J].草业学报,1997,6(4):49-56.
- [8] 马骥,王勋陵,赵松岭.西北地区骆驼蓬属元素化学成分的分析[J].西北植物学报,1995,17(4):86-91.
- [9] 马骥,王勋陵,赵松岭.骆驼蓬叶中氨基酸组成与抗逆性的关系[J].中国沙漠,1997,17(1):44-48.
- [10] 马骥,王勋陵,赵松岭.骆驼蓬属种子微形态及其生态学及分类学意义[J].武汉植物学研究,1997,15(4):323-327.
- [11] 高强,燕玲,冯振旗.藜藜科13种植物叶结构对环境适应性研究[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2008(2):50-57.
- [12] 吴丽芝,刘果厚,马秀珍.藜藜科四种旱生植物叶结构的比较解剖及其系统学意义[J].内蒙古林学院学报,1998(4):21-24,26.
- [13] 王勋陵,王静.植物的形态结构与环境[M].兰州:兰州大学出版社,1989:105-138.
- [14] 何冬梅,刘庆,林波等.人工针叶林林下11种植物叶片解剖特征对不同生境的适应性[J].生态学报,2008,28(10):4739-4748.
- [15] Mott K A, Gibson A C, O' Leary J W. The adaptive significance of amphistomatic leaves[J]. Plant Cell Environ, 1982, 9: 455-460.
- [16] 刘红茹,冯永忠,王得祥.延安5种木犀科园林植物叶片结构及抗旱性研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2013,41(2):75-80.
- [17] 马小芬,王兴芳,李强.不同种源地文冠果叶片解剖结构比较及抗旱性分析[J].干旱区资源与环境,2013,27(6):92-96.
- [18] Kolattukudy P E. Biosynthetic pathways of cutin and waxes, and their sensitivity to environmental stresses[C]. Lancashire: The Society for Experimental Biology Annual Meeting, 1996.
- [19] 李军,卫发兴,陈风顺.从六个核桃无性系(种)叶的形态解剖比较其抗旱性[J].河南林业科技,1997,17(3):9-11.
- [20] 王雁.北京市主要园林植物耐荫性的研究[D].北京:北京林业大学,2006.
- [21] Esau K. Anatomy of seed plants[M]. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons Press, 1977: 351-372.
- [22] 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.
- [23] 陈雪梅,王友保.浅谈叶片结构对环境的适应[J].安徽农学通报,2007,13(19):80-81.
- [24] 蔡永立,宋永昌.浙江天童常绿阔叶林藤本植物的适应生态学(I)叶片解剖特征的比较[J].植物生态学报,2001,25(1):90-98.
- [25] Mendes M, Gazarini L, Rodrigues M. Accumulation of Myrtus communis to contrasting mediterranean light environments effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations[J]. Environmental and Experimental Botany, 2001, 45: 165-178.



重金属吸附材料在不同浇灌方式和不同质地土壤中的吸附效果

汪庆华,彭圉凯,刘 君,蔡 欣,杨 雍

(西安市农产品质量安全检验监测中心,陕西 西安 710077)

摘要:为开发有效的土壤环境污染治理、修复技术,通过对比分析探讨了3种浇灌方式(A:土壤始终保持湿润状态;B:水灌透,但不溢出,待土壤干透时再灌水,依次循环;C:土表始终保持2 cm左右水层,放置7 d时间)及砂壤土、酸性壤土、碱性壤土中吸附材料吸附率的差异,研究不同灌溉方式及土壤质地对重金属吸附材料吸附效果的影响。结果表明:灌水方式C中吸附材料的吸附效果高于灌水方式A、B;相同灌水方式中,吸附材料对镉元素的吸附效果表现为砂壤土>酸性壤土>碱性壤土;吸附材料对镍元素的吸附效果表现为砂壤土>碱性壤土>酸性壤土。

关键词:浇灌方式;土壤质地;吸附材料

根据全国土壤污染状况调查,土壤重金属污染日趋严重,全世界平均每年排放到环境中的Hg约为 1.5×10^4 t, Pb约为 5×10^6 t, Ni约为 1.0×10^6 t,中国受Cd、As、Cr、Pb等金属污染土壤面积约占耕地面积的五分之一^[1]。重金属在土壤中具有普遍性、隐蔽性、表聚性、难降解性和不可逆性,使得重金属污染成为土壤各类污染中最

不易修复的一种^[2]。重金属修复技术主要分为两大类,一类就是改变重金属形态,使其从钝化状态变成可迁移态,利用物理、化学、生物等技术移出土壤,这类方法成本高,操作复杂;另一类就是使可迁移态重金属钝化留在土壤中,使其不能随植物进入食物链,此种方法较多,便于操作,成本小。本研究中使用新型重金属吸附材料是以硅胶为无机刚性骨架键合聚合胺脂类有机物构成的一种新型有机/无机复合功能材料,可与活性的重金属离子发生螯合作用,将其固定,达到去除重金属离子的目的,对交换态性镉、镍具有很好的吸附效果,成本小,操作简单。

收稿日期:2018-03-28

基金项目:西安市科技创新支持计划资助项目[NC1504(5)]。

第一作者简介:汪庆华(1974-),男,畜牧师,从事农业环境及农产品质量安全检测工作。E-mail:109431624@qq.com。

通讯作者:杨雍(1982-),男,学士,高级农艺师,从事农产品质量安全检测工作。E-mail:11056189@qq.com。

Ecological Adaptability of Leaf Anatomical Structure of *Peganum harmala* in Different Habitats of Southern Xinjiang

REN Shang-fu

(Postgraduate Department of Kashgar University, Kashgar 844008, China)

Abstract: In order to explore the adaptation of the leaves of different groups of *Peganum harmala* plants to habitats in southern Xinjiang, we made slices with the paraffin section method, each material selected 5 fields of view, image processing using DMB5-223I-5 microscopy, and used Arcview 3.3 software to measure leaf, cuticle, epidermis, palisade and sponge tissue thickness. The results showed that there were significant differences in the leaf index. The *Peganum harmala* of L-1 among 3 groups had the biggest thickness including leaves, cuticle, upper epidermis, spongy tissue, the lower epidermis and lower stratum corneum. There was no significant difference between the different coefficient. L-2 had the maximum thickness of palisade tissue, and palisade spongy ratio up to 1.65. The leaf anatomical structure of *Peganum harmala* L. in different groups showed that significant differences of different environmental factors affecting the growth and development of *Peganum harmala* L. The *Peganum harmala* L. adaptability's order was as L-1>L-2>L-3 through the comparison of three populations, reflected that the survival strategy of plants adapt to the changing environment.

Keywords: *Peganum harmala*. ; leaf anatomical structure; ecological adaptability