

刘婉, 徐小林, 郑兴峰. 反枝苋营养器官耐旱性解剖特征[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 334–337.

反枝苋营养器官耐旱性解剖特征

刘婉¹, 徐小林², 郑兴峰^{1,2}

(1. 江苏师范大学生命科学学院, 江苏徐州 221116; 2. 江苏师范大学城市与环境学院, 江苏徐州 221116)

摘要:通过石蜡切片和徒手切片法, 在光学显微镜下, 观察了反枝苋根、茎、叶的耐旱性结构特征。结果表明, 反枝苋主根和主茎肉质粗壮, 含较多的薄壁组织; 根产生周皮和一定次生维管组织生长, 次生木质部中薄壁组织或结合组织较多, 导管和木纤维稀少, 并具有内含韧皮部; 茎不产生周皮, 只进行产生散生维管束的次生长, 皮层和维管柱之间有机组织环带; 叶有栅栏组织和海绵组织分化, 细脉维管束鞘层细胞含叶绿体, 组成“花环结构”; 根、茎、叶含丰富的草酸钙簇晶。反枝苋具有较强的耐旱性, 与其发达的直根系、根和茎肉质粗壮、根产生周皮和异常次生木质部以及茎维管柱周围存在机械组织环带有关, 与根、茎和叶富含草酸钙晶体以及根和茎富含淀粉粒可能也有关系。

关键词:反枝苋; 耐旱性; 营养器官; 解剖; 结构

中图分类号: Q944.53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0334-03

反枝苋 (*Amaranthus retroflexus*) 是苋科 (Amaranthaceae) 一年生草本植物, 别名西风谷、野苋菜、人苋菜^[1-2]。反枝苋原产于美洲热带, 现广泛分布于世界各地, 是苋属入侵种中发生频率最多、分布最广和危害最严重的杂草, 其嫩茎叶也可作为野菜、药用、家畜饲料, 但过量食用能引起硝酸盐中毒^[1-4]。反枝苋广泛分布和极强的生存竞争能力, 和它是广生态幅、适应性强以及高光效 C₄ 植物的生理生态特征有关, 反枝苋能耐高温、干旱、强光、盐生、贫瘠的环境^[3-5]。研究表明, 苋科属种部分植物的叶片具有“花环”结构, 茎和根具有异常次生长^[2,4,6-7]。根次生木质部中具有内涵韧皮部; 茎在初生维管束外具有次生的散生维管束环, 或在髓部具有髓 (次生) 维管束^[8-12]。根、茎、叶中具有较多含草酸钙的晶胞^[11,13-15]。尽管研究认为 C₄ 植物^[7,16-17]、次生木质部内涵韧皮部^[11,17]、体内含无机盐晶体与耐旱性有关^[17], 但目前对苋类植物的耐旱性尚缺少针对性的解剖研究。耐旱等抗逆性植物具有形态结构和生理上的适应特征, 不同耐旱等抗逆性植物的适应性特征有不同的表现^[17-18]。通过对反枝苋根、茎、叶的解剖观察, 以期对反枝苋及苋类植物的耐旱等抗逆性有进一步了解。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料取自于人工盆栽的反枝苋植株。2011 年 3 月上旬, 将反枝苋种子播种于花盆, 在室外阳光充足的地方发芽生长。待植株约 20cm 时, 选长势良好并开始开花结果的植株进行观察, 取其主根、主茎中段及成熟未衰老叶片中部的材料, 用于徒手切片和石蜡切片。

1.2 方法

取根、茎、叶片新鲜材料进行徒手横切片, 并碘液染色观察淀粉粒; 材料或切片在 COIC ZSA302 型 YM310 数码摄像系统体视解剖镜下观察照相。用 FAA 液固定后进行常规的石蜡切片, 酒精脱水和二甲苯透明, 番红-固绿染色, 切片厚度 8~10 μm; 切片在 COIC XSZ-HS7 型 YM310 数码摄像系统光学显微镜下进行观察照相。

2 结果与分析

2.1 根的耐旱性解剖特征

根系为直根系, 略为肉质而主根较为粗壮。横切面上, 根表面为周皮。维管柱具一定的次生维管组织。次生木质部中具有内含韧皮部, 薄壁组织或结合组织较多, 结合组织的细胞壁比薄壁组织的略增厚, 导管和木纤维稀少。次生木质部围绕二原型的初生木质部, 初生木质部中部无明显髓部 (图 1、图 2)。皮层薄壁组织细胞、次生木质部的薄壁组织和结合组织细胞中含有丰富的淀粉粒 (图 2) 以及簇晶, 皮层中含晶细胞较多 (图 1)。

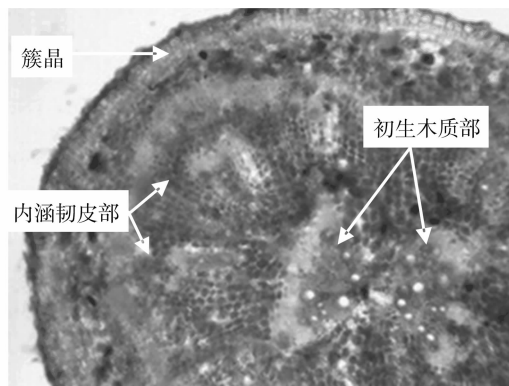


图1 反枝苋主根横切面结构 (徒手切片, 24 ×)

2.2 茎的耐旱性解剖特征

茎单轴分枝, 肉质, 主茎较为粗壮; 表面有纵棱、绿色略带紫红色和稀疏短的单细胞表皮毛。表皮单细胞层, 邻接表皮

收稿日期: 2013-04-27

基金项目: 江苏师范大学科研基金 (编号: 09XLB08)。

作者简介: 刘婉 (1988—), 女, 江苏沛县人, 硕士, 专业方向为植物学。E-mail: L707098092@126.com。

通信作者: 郑兴峰, 博士, 副教授, 从事植物形态结构和发育研究。

E-mail: zhxfeng@jsnu.edu.cn。

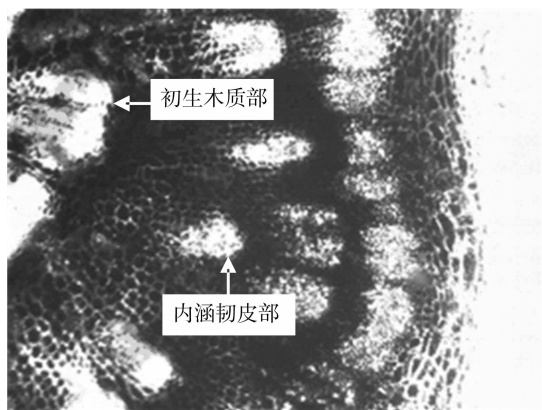


图2 反枝苋主根横切面结构 (徒手切片, I_2 -IK染色, $60\times$)

的皮层数列细胞为厚角组织,未见周皮(图3、图4、图5)。皮层最内即邻接维管柱的1~2层薄壁组织细胞含紫红色素(花青素)(图5)。维管柱的最外部即邻接皮层的部位为多层细胞壁增厚的机械组织环带(图3、图4、图5)。维管柱内维管束不规则2~3圈,外韧型和散生;髓部无维管束(图6)。维管束无维管束鞘,内圈的较粗,向外逐渐为较细(图6)。

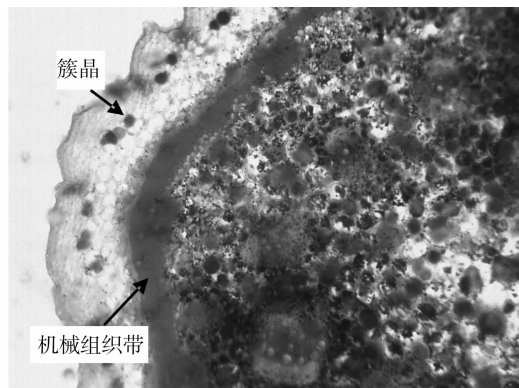


图3 反枝苋主茎横切面结构 (徒手切片, I_2 -IK染色, $24\times$)

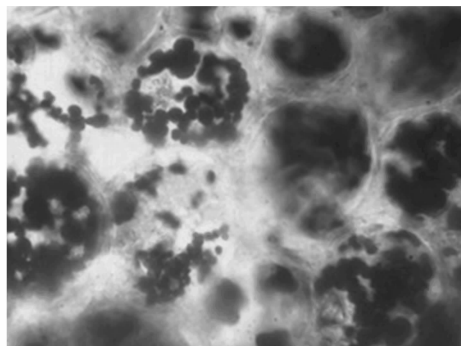


图4 反枝苋主茎髓薄壁组织 (徒手切片, I_2 -IK染色, $240\times$)

皮层、维管柱(包括髓部)的薄壁组织细胞中含有簇晶(图3、图5、图6);维管柱(包括髓部)的薄壁组织细胞含有淀粉粒,而皮层细胞不含或含少量淀粉粒(图3、图4)。

2.3 叶的耐旱性解剖特征

叶片羽状网脉,上下表皮被稀疏的单列细胞表皮毛。上、下表皮单层细胞,角质层不明显(图7、图8),气孔密集和不等型,下表皮气孔较上表皮密度大。中脉和其上的大侧脉,向

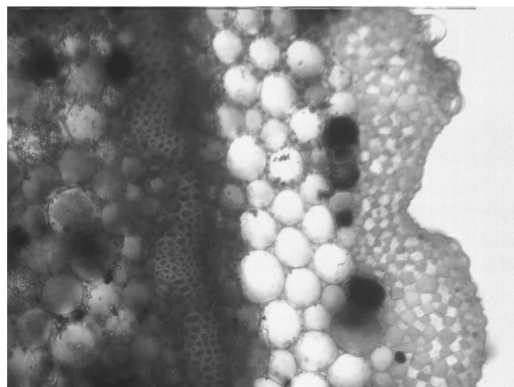


图5 反枝苋主茎横切面结构 (徒手切片, $24\times$)

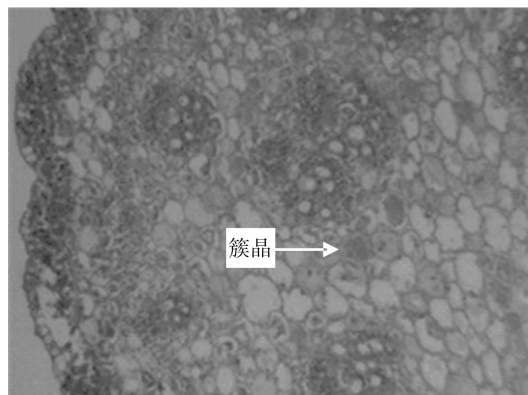


图6 反枝苋主茎横切面结构 (石蜡切片, $24\times$)

下表面明显突出(图7);中脉和其大侧脉之间,以及大侧脉之间有较密集的细网脉。异面叶、叶肉分化为上部的栅栏组织和下部的海绵组织;栅栏组织单层细胞,海绵组织细胞排列较紧密(图8)。叶脉维管束的导管少和孔径小,缺少机械组织(图7、图8)。细脉其鞘细胞体积较大和含丰富叶绿体,组成 C_4 植物的“花环”结构(图8)。中脉和大侧叶脉中维管束周围具不含叶绿体的薄壁组织和下表皮内方具有厚角组织;薄壁细胞中含晶细胞丰富(图9、图7)。叶肉中也有少量含晶细胞(图8)。叶片中的晶体为簇晶,与根和茎中相同。

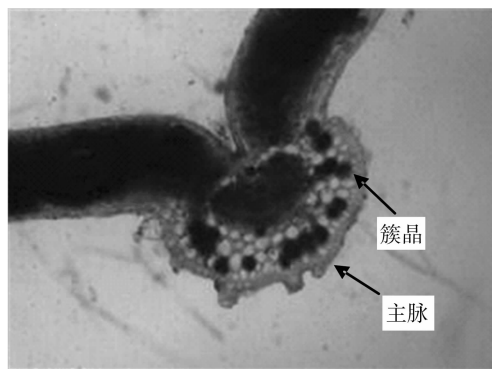


图7 反枝苋叶横切面结构 (徒手切片, $24\times$)

3 讨论

反枝苋主根和主茎肉质粗壮,含有较多薄壁组织,薄壁组织细胞能储藏较多的水分,是其重要的耐旱特征。苋类植物

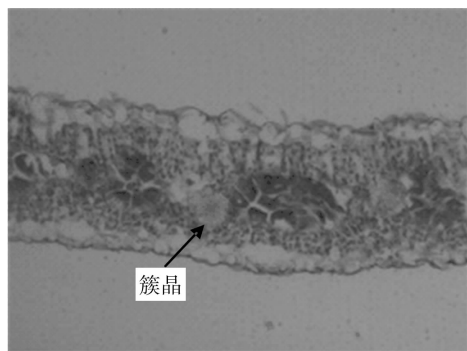


图8 反枝苋叶横切面结构(石蜡切片,60×)

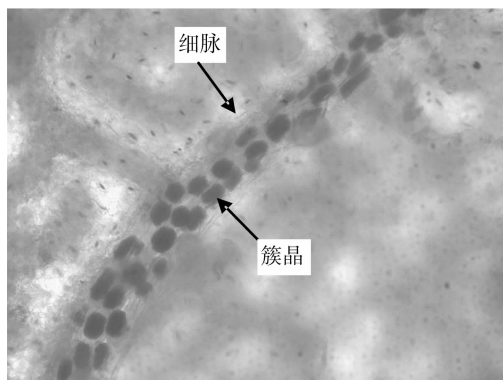


图9 反枝苋叶正面叶脉中含晶细胞(新鲜材料,24×)

具有深入土壤深层的发达根系,也是耐旱的重要特征^[19];在自然状态下,反枝苋的直根系会比本试验盆栽的更为发达。

苋类植物的根和茎产生异常次生生长^[8-12]。根产生具内涵韧皮部的次生木质部;次生木质部的导管和木纤维较少,含较多具有储藏功能的活组织细胞、薄壁组织和结合组织细胞^[8,10-11]。茎在初生长外部或/和髓部产生异常的次生的散失维管束,在髓部产生次生的散生维管束称为髓维管束^[8,12]。本试验未观察到反枝苋茎中有髓维管束,可能与种类不同有关,也可能与个别植株、取材部位和生长发育条件有关。苋类植物的根和茎产生的次生维管组织生长,使得根和茎(特别是主根和主茎)增粗,增加了薄壁组织细胞的含量,能储藏更多水分而具有较强的耐旱能力。内涵韧皮部处在具有输导水分和机械支持功能的次生木质部深处,功能得到维护和保护,有助于植物在干旱环境中的生存;异常次生结构木间木栓也具有隔离保护木质部的功能,是耐旱特征^[11,17]。根表面的次生保护组织周皮的产生,也有助于防止根中水分向外散失水分^[17]。

一些草本植物的茎中,在维管柱周围,或皮层以内存在多层厚壁细胞或纤维组成的环带——纤维带^[16]或厚壁组织环(层)^[20-22],具有增强机械支持和保护功能^[16-17,20,22],并与植物耐旱有关^[16-17]。纤维带或厚壁组织层除了机械支持和保护作用外,还可能具有防止茎内水分向外散失的作用。维管柱周围或皮层以内的纤维带或厚壁组织层,有认为来源于皮层或内皮层^[22],但仍然缺少更深入的研究^[16,20-21]。从本试验观察的反枝苋判断,可能来源于次生的形成层或额外形成层,即属于维管柱而不属于皮层,但不同的植物种类可能来源不同。

反枝苋茎和叶的表面具有非腺性的表皮毛,而根、茎和叶的表面和体内未观察到腺毛或腺体。具有非腺性的表皮毛常是旱生植物的一个特征^[17]。

无机晶体是植物中常见的后含物,有簇晶、砂晶、棱晶和针晶不同形态,包括草酸钙晶体、碳酸钙晶体和硅晶体^[15,23-24]。苋类植物富含草酸钙簇晶,也有少量砂晶和棱晶^[11,13-15]。目前关于植物体内无机盐晶体的功能,有进行钙调节、细胞渗透压调节、生理调控、解除重金属毒害、机械支持、光聚集与反射,以及防护被动物啃食功能等^[23-24],也有认为与植物耐旱性有关^[17]。苋类植物不仅含丰富草酸钙晶体^[11,13-15],也常富集硝酸盐^[1-3]。硝酸盐高度溶解于水,在植物体细胞中以溶解而非结晶状态存在。高含量的硝酸盐对人和动物有毒害作用。植物体或细胞形成无机盐晶体或富集高浓度无机盐,能调节或提供细胞渗透压,提高细胞保水或吸水能力^[17-18,24]。耐旱植物叶和轴器官较普遍存在黏液细胞^[17]。植物黏液主要成分为果胶类多糖,具有强亲水性,有助于植物组织细胞吸附和保持水分^[17,25]。淀粉粒是植物体内常见的储藏物,为植物提供能量、碳源。淀粉是多糖类物质,如同黏液,具有强亲水性,可能对增强植物耐旱性也具有一定的作用。

参考文献:

- [1] 左然玲, 强 胜. 外来入侵杂草——反枝苋[J]. 杂草科学, 2006(4): 54-57.
- [2] 鲁 萍, 梁 慧, 王宏燕, 等. 外来入侵杂草反枝苋的研究进展[J]. 生态学报, 2010, 29(8): 1662-1670.
- [3] 李晓晶, 张宏军, 倪汉文. 反枝苋的生物学特性及防治[J]. 农药科学与管理, 2004, 25(3): 13-16.
- [4] 王 敏. 太原市入侵植物反枝苋研究[D]. 太原: 山西大学, 2008.
- [5] 刘 伟, 朱 丽, 桑卫国. 影响入侵种反枝苋分布的环境因子分析及可能分布区预测[J]. 植物生态学报, 2007, 31(5): 834-841.
- [6] 王树安, 刘兴海, 李家义. 粒用苋营养品质及生物学特性研究初报[J]. 北京农业大学学报, 1985, 11(3): 265-274.
- [7] Wang Z R. C₄ plants in the deserts of China: occurrence of C₄ photosynthesis and its morphological functional types[J]. Photosynthetica, 2007, 45(2): 167-171.
- [8] 曹娟云, 李志军, 杨培君. 尾穗苋轴器官异常结构的研究[J]. 延安大学学报: 自然科学版, 1994(1): 60-65.
- [9] 杨培君, 胡正海. 苋轴器官异常结构的组织分化[J]. 汉中师院学报: 自然科学版, 1994(增刊): 61-67.
- [10] Rajput S K. Stem anatomy of Amaranthaceae: Rayless nature of xylem[J]. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 2002, 197(3): 224-232.
- [11] Carlquist S. Wood and stem anatomy of woody Amaranthaceae s. s.: ecology, systematics and the problems of defining rays in dicotyledons[J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2003, 143(1): 1-19.
- [12] 李金亭, 高 鹏, 朱命伟, 等. 牛膝(苋科)轴器官中异常结构的研究[J]. 武汉植物学研究, 2008, 26(2): 113-118.
- [13] 刘 阳, 吉都明, 吴 奔, 等. 尾穗苋叶生药学研究[J]. 人参研究, 2004, 16(3): 21-23.

胡 宁,刘 静,张永亮,等. 含水率对 2 种沙土根-土复合体残余强度的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(12):337-340.

含水率对 2 种沙土根-土复合体残余强度的影响

胡 宁¹, 刘 静¹, 张永亮¹, 苑淑娟², 周丹丹³, 袁红民⁴

(1. 内蒙古农业大学生态环境学院, 内蒙古呼和浩特 010019; 2. 内蒙古自治区灌溉排水发展中心, 内蒙古呼和浩特 010019;

3. 兴安盟水利工程质量监督站, 内蒙古乌兰浩特 137400; 4. 内蒙古森工集团, 内蒙古牙克石 022150)

摘要:针对内蒙古中部地区粉土质沙和含细粒土沙 2 种常见土壤类型及该地区典型水土保持植物小叶锦鸡儿, 通过室内直剪的快剪试验研究小叶锦鸡儿直根在不同含水率(含水率为 6.5%、15% 及饱和含水率)条件下提高 2 种土壤的残余特性。结果显示, 2 种沙土根-土复合体的残余强度随垂直荷载均呈线性增加趋势, 符合摩尔-库仑强度破坏准则; 在根系分布的浅层土(埋深为 1.5 m)范围内, 在这 3 种含水率条件下, 2 种沙土根-土复合体的残余强度与残余黏聚力均大于素土, 并随含水率的增加呈先增大后减小的变化趋势, 2 种沙土根-土复合体残余内摩擦角与素土相比变化不明显, 但随含水率的增加而逐渐减小; 2 种垂直荷载下, 含细粒土沙根-土复合体相对于相应素土的增长率大于粉土质沙根-土复合体的增长率, 含细粒土沙素土、根-土复合体增长率最大可达 17.78%、15.34%; 粉土质沙增长率最大为 11.65%、7.45%。

关键词:含水率; 沙土; 根-土复合体; 残余强度

中图分类号: S157.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)12-0337-04

岩土力学定义的残余强度是指土体达到强度破坏标准后(即达到抗剪强度峰值时), 继续增大剪切变形, 土体抗剪强度逐渐降低并趋于稳定, 这个稳定的终值强度即为残余强度^[1]。目前, 国内外关于残余强度的研究多集中于工程上边坡土体的稳定性分析^[2-4], 研究的对象多是素土或工程加筋土体, 而利用植物固土护坡, 植物根系对土体残余强度的研究仅有少量学者进行探讨, 未取得较完整的认识。国外学者曾对胭脂树、紫罗兰、香根草和含羞草 4 种植物群根提高土体的残余强度进行了研究, 结果表明, 根系能够提高土体的残余强

度, 且根径在 1~20 mm 范围内的细根固土效果优于粗根^[5]。毛妍婷等对狗尾草样方的原位剪切试验说明了由于根系的抗拉阻隔作用, 阻止局部的剪切破坏向连贯的剪切破裂发展, 从而使根-土复合体在达到峰值应力后仍具有一定的抵抗残余荷载能力^[6]。周云艳等对含有樟树直根系的土壤进行了现场直剪试验, 结果表明, 根系不仅提高了土体的抗剪强度, 而且还提高了土体的残余强度^[7]。这些研究多是以植物为主体, 针对不同植物根系提高相同土壤的强度特性进行的研究, 且多是对根-土复合体进行野外群根直剪试验, 野外试验虽能较真实地反映试验结果, 但它同时存在应力、应变分布不均匀, 影响试验结果因素复杂等缺点, 无法对根系-土样在特定条件下的相互作用及强度特性进行更深入地分析。因此, 本研究通过室内直剪试验, 研究特定条件(相同干密度、不同含水率)下同种植物代表根单根提高不同土壤根-土复合体的残余特性。本试验针对内蒙古中部地区粉土质沙和含细粒土沙 2 种常见土壤类型以及该地区典型水土保持植物小叶锦鸡儿(*Caragana microphylla* Lam.), 通过室内直剪试验研究不同

收稿日期: 2013-04-22

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 51064021); 内蒙古基金重点项目(编号: 2010ZD16)

作者简介: 胡 宁(1988—), 女, 陕西西安人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土保持。E-mail: 15849326125@163.com。

通信作者: 刘 静, 博士, 教授, 研究方向为干旱、半干旱地区的水土保持与荒漠化防治。E-mail: ljing58@126.com。

[14] 姜建萍, 高雅, 朱意麟, 等. 刺苋的显微结构研究[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(11): 2812-2813.

[15] Cuadra V P, Hermann P. Characterization and macropattern of calcium oxalate phytoliths in Argentinean endemic species of Chenopodiaceae (Amaranthaceae) [J]. Quaternary International, 2013, 287(2): 83-88.

[16] 耿世磊, 赵 晟, 吴 鸿. 三种草坪草的茎、叶解剖结构及其坪用性状[J]. 热带亚热带植物学报, 2002, 10(2): 145-151.

[17] 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(2): 35-40.

[18] 张 彤, 齐 麟. 植物抗旱机理研究进展[J]. 湖北农业科学, 2005(4): 107-110.

[19] 李家义, 王树安, 刘兴海, 等. 籽粒苋根系生长与抗旱性的观察[J]. 干旱地区农业研究, 1989(3): 34-41.

[20] 党荣理, 邓彦斌, 姜彦成, 等. 繁缕亚科几种植物解剖结构的研究[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 1995, 14(2): 69-76.

[21] 赵国祥, 韦仲新. 两种香荚兰茎的解剖学研究[J]. 云南植物研究, 1999, 21(1): 65-67.

[22] 周恒苍, 陈善娜, 李坤季, 等. 香荚兰茎叶解剖学特征研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2003, 25(增刊): 121-124.

[23] 谭 云. 植物草酸钙晶体的形成和功能[J]. 生物学通报, 2007, 42(10): 20-21.

[24] Faheed F, Mazen A, Elmoheisen S A. Physiological and ultrastructural studies on calcium oxalate crystal formation in some plants [J]. Turkish Journal Botany, 2013(37): 139-152.

[25] 刘晓凤, 谭敦炎. 荒漠植物种子黏液的生态学意义[J]. 植物学通报, 2007, 24(3): 414-424.