

# 大车前与平车前营养器官的比较解剖学研究

王玉良<sup>1</sup>, 郑玉华<sup>1</sup>, 努尔巴衣·阿布都沙勒克<sup>2</sup>

(1. 安徽科技学院 生命科学学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 新疆大学 资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830046)

**摘要:** 利用光学显微镜和石蜡切片技术对生长在盐碱地的大车前和平车前的营养器官进行了比较解剖学研究。结果表明二者的解剖结构存在差异: 平车前根的木栓层较大车前的狭窄, 栓内层细胞层数较少; 平车前叶表皮的细胞角质膜较薄, 孔下室较小, 构成维管束鞘的薄壁细胞较大车前小, 束鞘细胞两层。二者都具有适应盐渍环境的结构特征: 营养器官中通气组织发达; 根结构中薄壁组织和木栓发达; 叶表皮角质层发达。

**关键词:** 大车前; 平车前; 盐生植物; 比较解剖学

**中图分类号:** Q944.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)05-0603-04

## Comparative anatomy study on vegetative organs of *Plantago major* and *P. depressa*

WANG Yu-Liang<sup>1</sup>, ZHENG Yu-Hua<sup>1</sup>, ABDUSALERK · Nurbay<sup>2</sup>

(1. Department of Biology, Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China;

2. College of Resources and Environment, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** Comparative anatomy research was carried out on the vegetative organs of halophyte *Plantago major* and *P. depressa* in salinized soil by light microscope and paraffin section. The results show that there are some difference of anatomical structures between the two species: phellem layers of *P. depressa* is thinner than that of *P. major*, and phelloderm of the former is less than that of the latter; epidermis cuticle on the leaf of *P. depressa* is thinner, and sub-stomatic chamber and parenchyma cells around the vascular bundle sheath are also smaller than that of *P. major*; the vascular bundle sheath of *P. depressa* consist of two layers of cell. Both of them have characteristic adapt to salt circumstances; rich aerenchyma in vegetative organs, developed phellem and parenchyma in secondary structure of roots, thick cuticula in leaf cortex.

**Key words:** *P. major*; *P. depressa*; halophyte; comparative anatomy

我国有约  $3.46 \times 10^7$  hm<sup>2</sup> 的盐渍土地(熊毅等, 1990), 种植耐盐植物是治理盐渍土的有效途径, 而耐盐植物品种的培育和筛选是这种治理方法的关键(赵可夫等, 2002), 我国有盐生植物 400 余种, 其中包括车前属的一些种类(赵可夫等, 1999; 米吉提·胡达拜尔地等, 2000)。我国有车前属植物约 20 种, 全国分布(胡嘉琪等, 2002)。20 世纪 90 年代以来,

车前属植物被广泛用作中药学、进化生物学等研究的实验材料(郭水良, 2002)。利用生长于盐渍土的车前属植物进行解剖学研究, 探讨其营养器官与生境间的关系, 尚未见文献报道。本文对生长在盐碱地上的大车前和平车前的营养器官进行比较解剖学研究, 旨在阐明这两种植物对盐渍生境的结构适应特征, 为筛选抗盐植物, 开发抗盐种质资源提供解剖学资料。

收稿日期: 2008-02-30 修回日期: 2009-01-20

基金项目: 安徽科技学院专项基金(ZRC200436, ZRC200425); 安徽省自然科学基金(KJ2008B07ZC); 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043508) [Supported by Special Foundation of Anhui Science and Technology University(ZRC200436, ZRC200425); Natural Science Foundation of Anhui Provincial Education Department(KJ2008B07ZC); State Key Basic Research and Development Program of China(G1999043508)]

作者简介: 王玉良(1965-), 男, 山东高密人, 硕士, 从事植物学教学和研究, (E-mail) wyl2663922@163.com.

## 1 材料和方法

大车前(*Plantago major*)和平车前(*P. depressa*)均采自内蒙古赤峰宁城盐碱地(pH8.2)。野外盐渍土地上选生境和生长年限相同、长势和大小相近的植株,采挖后清水洗净,分别截取包括中脉叶的部位,根均为根毛区后方部位3~4 cm小段,抽气后FAA固定,梯度乙醇脱水,二甲苯透明,常规石蜡切片,切片厚度8~12  $\mu\text{m}$ ,番红-固绿对染,欧林巴斯显微镜下观察、照相、测量。细胞大小和导管直径为随机取20个测量的平均值。角质膜厚度和木栓厚度为随机取10个部位测量的平均值。

## 2 观察结果

### 2.1 车前根的横切面结构

大车前根的横切面结构最外是周皮,周皮的木栓层由2~4层细胞构成,平均厚度约(34.8 $\pm$ 4.4)  $\mu\text{m}$ ,栓内层细胞较多,由5~8层细胞构成,细胞排列疏松,具丰富胞间隙。次生维管组织由次生木质部和次生韧皮部构成。次生韧皮部十分发达,约占根横切面直径的1/2,大部分是韧皮薄壁细胞,薄壁细胞呈多面体型,细胞排列疏松,形成发达的气腔,最大气腔约为139.2  $\mu\text{m}$  $\times$ 27.8  $\mu\text{m}$ ,次生木质部中导管丰富,管孔直径较小,平均为(34.7 $\pm$ 5.7)  $\mu\text{m}$ ,没有明显的维管射线,髓不甚明显(图版I:1,2)。

与大车钱相比较,平车前根周皮的木栓层较狭窄,仅由1~2层细胞构成,细胞壁栓质化程度较低(番红染色较淡),栓内层由4~5层细胞构成,与木栓形成层相邻的2层栓内层细胞排列规则,远离木栓形成层的几层细胞排列疏松,细胞间隙发达,次生韧皮部发达,约占根横切面的1/2,次生韧皮部中,同样具发达的细胞间隙,最大间隙为125.1  $\mu\text{m}$  $\times$ 24.8  $\mu\text{m}$ ,次生木质部中的导管横切面上排列稀疏,呈辐射状,管孔直径明显较平车前为小,平均仅为(14.3 $\pm$ 2.7)  $\mu\text{m}$ ,具有明显的髓(图版I:3,4)。

### 2.2 车前叶的横切结构

大车前叶上、下表皮均由一层细胞构成,构成表皮的细胞有两种,一种在横切面上呈长圆筒形,另一种为鼓形,上表皮细胞的外壁具有明显的角质膜,角质膜平均厚度为(2.8 $\pm$ 0.4)  $\mu\text{m}$ 。叶肉明显分化为栅栏组织与海绵组织,栅栏组织细胞呈长圆柱形,排

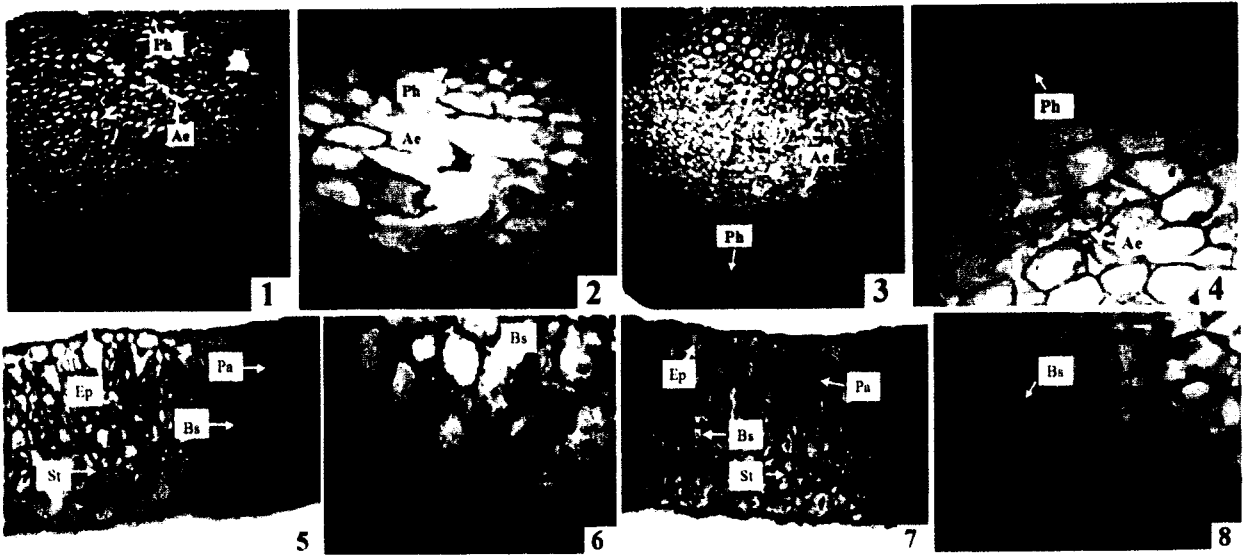
列较为紧密,由2~3层细胞构成,构成海绵组织的细胞呈不规则型,排列十分疏松,具有发达的细胞间隙。上、下表皮均具气孔,气孔下都具有发达的孔下室,孔下室最大直径可达152.9  $\mu\text{m}$  $\times$ 41.7  $\mu\text{m}$ ,孔下室与细胞间隙连在一起,形成曲折的通气管道。主脉中木质部十分发达,由数列导管构成,侧脉较弱,叶脉维管束鞘由一层明显的薄壁细胞构成,薄壁的束鞘细胞与叶肉细胞构成较为明显的花环状结构(图版I:5,6)。

平车前上、下表皮同样由一层细胞构成,构成表皮的细胞形态与大车前大致相同,表皮细胞外壁亦具有角质膜,但较薄,角质膜平均厚度为(2.2 $\pm$ 0.2)  $\mu\text{m}$ 。叶肉中栅栏组织由2~3层细胞构成,细胞圆柱形,排列很紧密,构成海绵组织的细胞呈不规则型,排列较为疏松,具有细胞间隙。上、下表皮均具气孔,气孔下方具有孔下室,但较小,最大的仅为41.7  $\mu\text{m}$  $\times$ 40.7  $\mu\text{m}$ ,主脉维管组织发达。与大车前不同,平车前的束鞘表现为典型的C<sub>3</sub>植物特征:束鞘细胞两层,外层为薄壁细胞,体积大,与叶肉细胞联系疏松,内层为厚壁组织细胞,体积很小、排列紧密。构成维管束鞘的薄壁细胞(外层束鞘细胞)较大车前小,与大车前一样,这些薄壁的束鞘细胞明显缺乏叶绿体,在形态、大小和排列上能与周围叶肉细胞明显区分开来(图版I:7,8)。

## 3 讨论

从结构上看出,盐生环境的大车前和平车前根解剖结构上存在差异,这些差异表现在周皮木栓层厚度、栓化程度、胞间隙大小、导管直径、叶片角质层厚度和束鞘类型等方面。这些差异与植物适应环境的能力存在一定关系。

在盐渍环境中生长的某些植物,没有去除或减少外界环境中盐胁迫的能力,但能在植物体内建立某种屏障或机制,部分地阻止盐分进入植物体内(赵可夫等,1999)。盐渍环境中的大车前和平车前,在相同生态环境下形成了趋同构造:根均具有较发达的木栓,木栓细胞排列紧密。栓质的主要成分是难溶于水的脂类物质,不透气、不透水,且栓化细胞无纹孔,这些特征使土壤中的高浓度盐分很难进入根中,栓化结构起到过滤膜的作用,避免了高浓度盐分对植物体的伤害作用。这种现象在禾本科的一些种类中有过报道(陆静梅等,1994,1996)。二者根中均



**图版 I** Ae:通气组织; Ph:木栓; Ep:表皮; Pa:栅栏组织; St:海绵组织; Bs:维管束鞘。1. 大车前根的横切面结构, 示木栓、通气组织( $\times 100$ ); 2. 大车前根的横切面结构, 示木栓、通气组织( $\times 400$ ); 3. 平车前根的横切面结构, 示木栓、通气组织( $\times 100$ ); 4. 平车前根的横切面结构, 示木栓、通气组织( $\times 400$ ); 5. 大车前叶的横切面结构, 示表皮、栅栏组织、海绵组织、维管束鞘( $\times 100$ ); 6. 大车前叶的横切面结构, 示维管束鞘( $\times 400$ ); 7. 平车前叶的横切面结构, 示表皮、栅栏组织、海绵组织、维管束鞘( $\times 100$ ); 8. 平车前叶的横切面结构, 示维管束鞘( $\times 400$ )。

**Plate I** Ae: aerenchyma; Ph: phellem; Ep: epidermis; Pa: palisade tissue; St: spongy tissue; Bs: bundle sheath. 1. Transverse view of *P. major*'s root, showing the phellem, aerenchyma ( $\times 100$ ); 2. Transverse view of *P. major*'s root, showing the phellem, aerenchyma ( $\times 400$ ); 3. Transverse view of *P. depressa*'s root, showing the phellem, aerenchyma ( $\times 100$ ); 4. Transverse view of *P. depressa*'s root, showing the phellem, aerenchyma ( $\times 400$ ); 5. Transverse view of *P. major*'s leaf, showing epidermis, palisade tissue, spongy tissue, bundle sheath ( $\times 100$ ); 6. Transverse view of *P. major*'s leaf, showing bundle sheath ( $\times 400$ ); 7. Transverse view of *P. depressa*'s leaves, showing the epidermis, palisade tissue, spongy tissue, bundle sheath ( $\times 100$ ); 8. Transverse view of the transverse view of *P. depressa*'s leaves, showing the bundle sheath ( $\times 400$ ).

具较发达的通气组织, 这与盐碱地土壤板结、空隙小、毛细通透性差、氧气不足的环境相适应, 在这样的逆境中植物体内形成发达的通气组织, 解决了在缺氧的环境中正常呼吸和新陈代谢的需要。在同样生长于盐碱地的马齿苋 (*Portulaca oleracea*) 中也发现有类似的特征结构(王桂芹等, 2005a)。

从解剖结构上看出, 两种车前的根都显著地表现为肉质化的特点, 表现为韧皮部发达, 且大部分由韧皮薄壁细胞组成, 木质部量相对较少, 栓内层细胞层数多, 与周皮的一般分化方式不同(刘穆, 2006)。植物体肉质化是很多盐生植物的典型特征, 这种肉质化不仅使植物体容纳较多的水, 也能够容纳较多的盐。根系的形成和根的发育受土壤中各种理化因素的影响, 在长期适应过程中, 植物也会对那些较为稳定的影响因子作出反应。已经发现拟南芥菜 (*Arabidopsis thaliana*) 根系生长的差异明显受  $\text{NO}^-$  的影响, 并已将有关的基因 ANR1 克隆, 证实是一种拟南芥菜的 MADS 盒基因, 在其根发育的可塑性方面有决定性作用(许智宏, 1999)。较早的研究表明土壤含盐量与植物肉质化之间存在明显相关

性(Mothes, 1932)。因此, 肉质化是盐生车前对胁迫环境的适应特征, 并且是稳定的遗传性状, 肉质化程度会因土壤盐碱化的程度而异。

大车前叶脉束鞘具花环状结构, 但束鞘细胞与周围叶肉细胞结合并不十分紧密, 是介于  $C_3$  和  $C_4$  植物的中间类型(陆静梅等, 1994)。植物的生长发育是一个开放系统, 必须对环境条件的变化作出多种反应, 以利于其生长发育的需要, 植物的外部形态乃至内部结构和生理机能可以在不同的生态环境中饰变, 发生重建, 因此  $C_3$  途径可以转变成  $C_4$  途径, 以及  $C_3$  途径可以转变为 CAM 途径, 这是植物对盐渍环境的一种适应性表现(赵可夫, 2002)。

同样是生长在盐碱地环境的平车前束鞘与大车前具有较大的差异, 其束鞘表现为典型的  $C_3$  植物特征: 束鞘 2 层, 外层为薄壁组织、内层为厚壁组织, 并没有象大车前一样发生束鞘结构上的变化, 这可能意味着平车前在抗盐适应方面不如大车前。平车前的次生韧皮部更宽、薄壁细胞量多, 初生射线也较多, 即肉质化程度更高, 这可能弥补了部分抗盐性的不足。二者在这些结构上的差异对其生态幅具有一

定的影响,可以作为筛选抗盐植物的依据之一。

#### 4 结论

植物的外部形态与其内部结构是密切相关的,结构是执行功能的保障和基础,植物的抗盐性是其结构密切相关(Fahn,1964;霍尔,1987),在形态、结构上具也有多样的抗盐机制(王桂芹等,2005b),大车前与平车前利用的是其中的发达的木栓层、通气组织和贮水组织等达到这一目的。大车前的木栓层厚度要明显厚于平车钱,次生木质部中的导管无论是从数量上还是管孔直径上远比平车前丰富和大的多,根和叶中所形成的通气组织较平车前发达,且有代谢途径的改变。因此二者相比,可以推断大车前是对盐渍环境具有更高适应能力的植物,较平车前有较强的抗盐胁迫的能力,更具开发和应用前景。

#### 参考文献:

- 米吉提·胡达拜尔地,徐建国. 2000. 新疆高等植物检索表[M]. 乌鲁木齐:新疆大学出版社,496-498
- 刘穆. 2006. 种子植物形态解剖学导论[M]. 第3版. 北京:科学出版社,72-74
- 赵可夫,李法曾. 1999. 中国盐生植物[M]. 北京:科学出版社,15-17
- 胡嘉琪,崔鸿宾,李振宇. 2002. 中国植物志(70)[M]. 北京:科学出版社,318-345
- 霍尔 M A. 1987. 植物结构功能和适应[M]. 姚璧君等译. 北京:科技出版社,164-268
- Fahn A. 1964. Some anatomical adaptations of desert plants[J]. *Phytomorphology*, **14**:93-102
- Guo SL(郭水良). 2002. Advances in ecology and evolutionary biology of the genus *Plantago*(车前属植物生态与进化生物学研究进展)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), **19**(5):567-574
- Lu JM(陆静梅),Li JD(李建东). 1994. The primary probe of anatomy structure on *Aeluropus litoralis* var. *sinensis*(獐茅解剖结构初探)[J]. *J Northeast Norm Univ(Nat Sci Edi)*(东北师范大学学报·自然科学版), **3**:92-95
- Lu JM(陆静梅),Li JD(李建东),Zhou DW(周道玮), et al. 1996. The structure study of the saline-alkali in five salt-tolerant forage plants in the Songnen Plains(松嫩平原5种盐生牧草耐盐结构研究)[J]. *Acta Prat Sin*(草业学报), **5**(2):9-13
- Mothes K. 1932. Ernährung, stuktur and thranspiration[J]. *Ein Beitrag Zur Kausalen Analyse der Xeromerphosen Biol Zbl*, **52**:193-223
- Wang GQ(王桂芹),Chen KL(陈卡琳),Duan YJ(段亚军). 2005a. Anatomy structures study of *Portulaca oleracea*(盐生马齿苋解剖学研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), **25**(4):406-409
- Wang GQ(王桂芹),Wang YL(王玉良),Wang XY(王秀艳). 2005b. The salt resistance mechanism of the morphology and structure in the halophyte(盐生植物形态、结构抗盐机制的研究与进展)[J]. *J Lanzhou Univ(Nat Sci Edi)*(兰州大学学报·自然科学版), **41**:419-423
- Xu ZH(许智宏). 1999. Plant development and reproduction: advances and perspectives(植物发育与生殖的研究:进展和展望)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), **41**(9):909-920
- Zhao KF(赵可夫). 2002. Plants adapt to salt adversity(植物对盐渍逆境的适应)[J]. *Bull Biol*(生物学通报), **37**(6):7-10
- 胡适宜. 1982. 被子植物胚胎学[M]. 北京:人民教育出版社,51-58
- 匡可任,路安民. 1978. 中国植物志(茄科)[M]北京:科学出版社:67(1):8-18
- Bertin RI, Newman CM. 1993. Dichogamy in angiosperms[J]. *Ann Review of Bot*, **59**:113-152
- Cruden RW. 1977. Pollen-ovule ration; a conservative indicator of breeding systems in flowering plant[J]. *Enolution*, **35**:1-6
- Dafni A. 1992. Pollination Ecology[M]. New York;Oxford Univ Press,1-57
- Grant V. 1981. Plant speciation[M]. 2rd ed. New York;Columbia University Press
- He YP(何亚平),Liu JQ(刘健全). 2003. A review on recent rdvances in the studies of plant breeding system(植物系统研究的最新进展和评述)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **27**(2):151-163
- Liu LD(刘林德),Zhu N(祝宁),Shen JH(沈家恒). 2002. Comparative studies on floral dynamics and breeding system between *Eleuthrococcus senticosus* and *E. sessiliiflorus*(刺五加、短梗五加的开花动态及繁育系统的比较研究)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **22**(7):1041-1049.
- Qi WQ(奇文清),You RL(尤瑞麟),Chen XL(陈晓麟). 1998. Pollination biology in *Cimicifugananchunaensis*, an endangered species(Ranunculaceae)(濒危植物南川升麻传粉生物学的研究)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), **40**(8):668-694
- Shi ZG(石志刚),An W(安魏),Jiao EN(焦恩宁). 2008. Genetic polymorphism of 18 *Lycium barbarum* resources based on nrDNA ITS sequences(基于 nrDNA ITS 序列的 18 份宁夏枸杞资源的遗传多样性)[J]. *J Anhui Agri Sci*(安徽农业科学), **36**(24):10 379-10 380
- Xiao YA(肖宜安),He P(何平),Li XH(李小红). 2004. Floral syndrome and breeding system of the endangered plant *Disanthus cercidifolius* var. *longipes*(濒危植物长柄双花木的花部综合特征与繁育系统)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **28**(3):333-340

(上接第 591 页 Continue from page 591)