

# 花棒的生态、生理特性\*

张耀甲  
(兰州大学生物系)

## 摘 要

花棒 (*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.) 是我国西北沙漠地区优良的固沙植物, 具有明显的旱生特点; 叶呈细长棒状, 被浓密的白色表皮毛, 角质层厚, 气孔下陷, 栅栏组织发达; 根系发达, 具有根瘤; 束缚水含量高, 原生质粘滞度大, 渗透压和保水力强等, 这些特征都有利于适应干旱和炎热的沙漠生境。

**关键词:** 花棒; 生态-生理特性

花棒 (*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.) 又名细枝岩黄芪, 属豆科岩黄芪属, 为多年生沙生落叶灌木, 是我国西北沙漠地区流沙上的先锋植物, 具有耐干旱和高温、抗风沙, 生长较快, 萌蘖力强等特点。花棒不仅适应沙漠环境, 防风固沙作用大, 为优良的固沙造林树种, 而且又是一种优良的饲用植物。因此, 多年来许多人(刘家琼, 1981; 赵树元等, 1986; 廖次远, 1965; 黄兆华等, 1982) 对其进行了研究, 积累了大量的资料, 作者在前人工作的基础上, 对宁夏中卫沙坡头、甘肃民勤等地区的花棒进行了研究, 现将研究结果报道如下。

## 一、地理分布

花棒属于亚洲中部荒漠和半荒漠地带的植物种, 自然分布区位于温带荒漠和半荒漠区, 范围较广, 约在东经 83°—108°、北纬 37°30'—50°之间, 其分布区域是苏联的额尔齐斯河流域, 蒙古的西部, 我国新疆北部的哈巴河、布尔津和青河一带, 内蒙古的乌兰布和沙漠, 腾格里沙漠, 巴丹吉林沙漠和库布齐沙漠西段, 宁夏的中卫, 甘肃的河西走廊沙地(敦煌、酒泉、金塔及民勤等地), 青海的柴达木盆地沙地, 以我国巴丹吉林沙漠为分布中心。据有关资料介绍(中国植被编辑委员会, 1980; 赵树元等, 1986; 黄

\* 本文所引用的一些数据是我系植物专业学生在实习中测定的。

本文 1990 年 1 月 17 日收到。

兆华等1982), 花棒的分布区属典型的大陆性干旱气候, 年降水量一般在150—250毫米, 干燥度2.0—4.0, 年平均气温为8—9.6°C, 绝对最高温达42.5°C, 绝对最低温为-31.6°C, 温差变幅较大, 年较差达30—40°C, 最大年较差达70多度, 10°C以上的积温为2800—3500°C左右, 年日照约在2900—3500小时之间。其分布区西部年降水量更少, 平均<100毫米, 干燥度>4.0。花棒通常生在流动沙丘的背风坡或沙丘顶部形成单纯疏丛, 也见于半固定沙丘和丘间低地, 常与沙蓬 (*Agriophyllum squarrosum*)、籽蒿 (*Artemisia sphaerocephala*)、沙拐枣 (*Calligonum mongolicum*)、木蓼 (*Atraphaxis frutescens*)、柠条 (*Caragana korshinskii*)、油蒿 (*Artemisia ordosica*)、沙竹 (*Psammochloa villosa*) 等沙生植物混生, 组成不同的植被类型。花棒是流沙上生长的先锋植物, 适宜于荒漠区流动沙丘、半固定沙丘及覆沙戈壁上生长, 是优良的防风固沙植物。

## 二、花棒的生态学特征

### (一) 根系发达

增大根系的发育和增强根系的吸水能力是沙生植物抵抗干旱和高温的有效方式之一。花棒长期在干旱、高温的沙漠环境中生长, 有发达的根系是其显著的适应特征。其根系特点是: 主根不长, 而侧根极其发达, 向四周分布成网状 (图1)。主要根系大部分分布在10—60厘米的湿沙层内。主根伸展至含水率高的沙层后即加速向水平方向生长, 一旦水分消耗过多, 主根就再向垂直方向伸展, 一株5—6年生的植株, 根幅长达十余

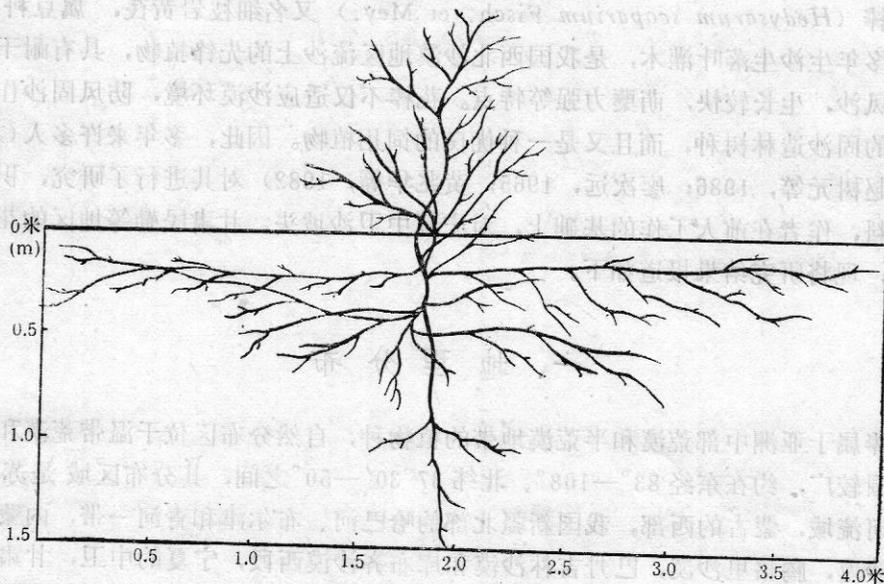


图1 花棒的根系

Fig. 1 The root system of *Hedysarum scoparium*

米, 有时可有好几层水平根系层, 常形成发达的根系网, 具有非常广大的吸水面积, 吸收沙层水分。花棒的根系还有一个特点是从苗期刚长出不久就产生1至数毫米的

棕色根瘤，而且随着侧根的生长，根瘤数目也急剧增加，大量根瘤的产生，增加了固氮作用，从而有利于在贫瘠的沙地上生长。

## (二) 萌蘖繁殖力强

花棒在被沙埋的茎于分枝结节处或被风蚀而暴露的根上能形成不定芽或不定根，进而发育成新的植株和根系，耐沙埋能力强，沙埋深度到株高一半左右时生长仍正常，但超过此高度时生长减弱；新枝梢顶端被沙埋达 20 厘米左右时，仍能迅速生长，顶出沙层，在萌发的新枝基部与主干交接的节间上沙埋后萌发出大量不定根。花棒不耐风蚀，受风蚀而生长削弱，所以在自然界常见到因风蚀使根部裸露而造成干枯或冻死的情况。

## (三) 形态、解剖学的适应特性

花棒由于长期在气候条件干旱、炎热的沙地上生长，其茎叶形态有明显的旱生特点，其主要表现在：叶面积的显著缩小，上部枝条小叶退化或脱落，变成长 5—17 厘米长的棒状叶轴，代行光合作用；茎叶灰白色，被覆有白色绒毛。表皮角质层较厚，表皮细胞小，气孔下陷，气孔数目多，栅栏组织非常发达，排成多层，海绵组织退化，花棒叶上表皮下的栅状组织中，分布有大型囊状细胞，囊内含黄褐色的树脂物质，这些物质可以提高原生质胶体的亲水性，对植物的抗旱性的提高有积极意义（刘家琼等，1982；冯显遼，1981）；机械组织极其发达，使植物有坚韧性，能抵抗风吹沙打，免受机械损伤，这是对沙区频繁风暴的良好适应。

# 三、花棒抗旱的生理适应特性

## (一) 植物体内水分状况的分析

为了探讨花棒适应干旱、炎热环境条件的方式和特点，我们测定了植物体内的水分状况，并用多浆旱生植物梭梭 (*Haloxylon ammodendron*) 和中生植物沙枣 (*Elaeagnus angustifolia*) 作对照。

1. 水分状况：总含水量用烘干称重法，束缚水的测定用折射仪法，结果如表 1。

植物体内的水分可分为自由水与束缚水，而束缚水的含量与植物的抗旱性成正相关，

表 1 植物体内水分状况

Table 1 Water condition in plants

植 物 种 Species	含 水 量 (占 鲜 重 %) Water content (Percentage of fresh weight %)			
	总 含 水 量 Total water	自 由 水 量 Free water	束 缚 水 量 Bound water	束 缚 水/自 由 水 BW/FW
花 棒 <i>Hedysarum scoparium</i>	71.75	42.10	29.65	0.70
梭 梭 <i>Haloxylon ammodendron</i>	78.86	40.00	38.86	0.97
沙 枣 <i>Elaeagnus angustifolia</i>	62.89	41.81	21.08	0.50

国内外的许多学者将束缚水的数量及束缚水与自由水的比值作为抗旱性的指标。我们的测定表明：花棒的束缚水含量低于耐旱、抗热的肉质旱生植物梭梭，而高于中生植物沙枣，自由水与束缚水的比值亦居于梭梭和沙枣之间（表1）。

2. 渗透压：花棒的一个显著特点是有较高的渗透压，这是长期适应干旱、炎热环境的特征之一。据测定（以大气压表示），花棒的渗透压最大，为19.68；梭梭次之，是16.60，沙枣最小，是13.35。

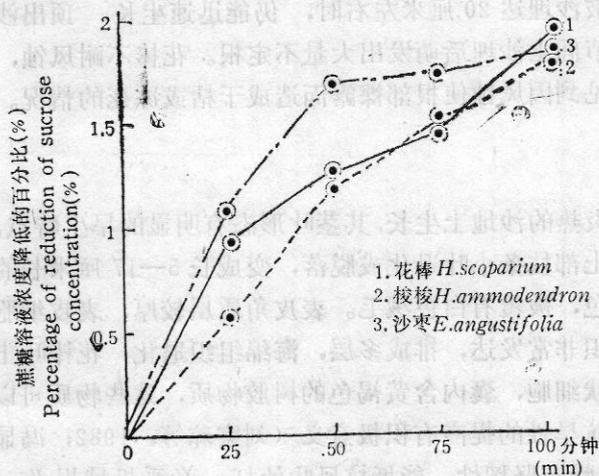


图2 植物体内保水力的变化

Fig. 2 Change of water-retaining capacity in plants

3. 保水力：保水力也是鉴定植物抗旱性的指标之一。用折射仪法测定了3种植物的保水力，测定结果如图2。

从结果看，在观测时间内，前50分钟保水力最大的是梭梭，其次是花棒，而沙枣的保水力最小，失水很快；但在以后的时间内，沙枣失水缓慢，逐渐停止失水，而花棒和梭梭继续失水。从总的趋势看，耐旱抗热的花棒和梭梭失水速度慢于中生植物沙枣，说明前者保持水分较多，后者较少。

4. 蒸腾强度：旱生植物不一定蒸腾强度低，相反，在水分供应充足时

其蒸腾强度正是相当高的，这样可以减低过高温对植物体的有害影响。我们用扭力天平快速称重法，测定了花棒等的蒸腾强度（表2）。从试验结果可以看出花棒的白天平均蒸腾强度稍小于梭梭，而大于沙枣，但最高蒸腾强度仍为花棒。

表2 三种植物的蒸腾强度[毫克/(厘米<sup>2</sup>·小时)]  
Table 2 Transpiring intensity of three species[mg/(cm<sup>2</sup>·h)]

植物种 Species	白天平均蒸腾强度 Average transpiring intensity in day time	最高蒸腾强度 Highest transpiring intensity
花棒 <i>Hedysarum scoparium</i>	22.60	44.60
梭梭 <i>Haloxylon ammodendron</i>	25.30	35.00
沙枣 <i>Elaeagnus angustifolia</i>	10.60	13.50

## (二) 细胞原生质的胶体化学特性

细胞原生质的胶体化学特性是了解植物抗旱性的重要因素之一。从所测定的原生质的粘滞度及其凝固温度等生理指标看出，植物的抗旱性和原生质粘滞度有密切的关系，原生质粘滞度愈高，植物体细胞内束缚水的含量越大，则植物抗旱、耐高温灼热的能力愈高。从测定的结果可见（表3），花棒的原生质粘滞度比梭梭小，但高于沙枣，其原

生质凝固温度界线和沙枣相近。

表3 三种植物的原生质胶体化学特性

Table 3 Colloidal chemistry characteristics of protoplasm of three species

植 物 种 Species	原生质粘滞度(分) Protoplasmic viscosity (min)	原生质凝固温度(°C) Protoplasmic coagulation temperature
花 棒 <i>Hedysarum scoparium</i>	58.7	51
梭 梭 <i>Haloxylon ammodendron</i>	68	55
沙 枣 <i>Elaeagnus angustifolia</i>	21	50

### (三) 光合、呼吸和叶绿素含量

光合作用是决定植物生长量的直接指标,用光合强度的大小来比较植物生长的好坏,虽然光合强度不能完全代表光合净产量,但是借助光合强度可以推测其收获量,表示出沙区植物生长的好坏和强弱。我们分别测定了花棒、籽蒿(*Artemisia sphaerocephala*)、黄柳(*Salix gordejvii*)的光合强度和呼吸强度及叶绿素含量(表4)。从测定的结果

表4 花棒等3种植物的光合强度、呼吸强度

[CO<sub>2</sub>毫克/(克干重·时)]和叶绿素含量(毫克/克鲜重)

Table 4 Photosynthesis rates and respiration rates [CO<sub>2</sub>mg/(g·dw·h)] as well as chlorophyll content [mg/(g·fw)] of *Hedysarum scoparium* and the other plants

植 物 种 Species	光 合 强 度 Photosynthetic rate	呼 吸 强 度 Respiratory rate	光合/呼吸值 Ratio of PR/RR	叶 绿 素 含 量 Chlorophyll content
花 棒 <i>Hedysarum scoparium</i>	8.90	2.38	3.73	6.63
籽 蒿 <i>Artemisia sphaerocephala</i>	5.56	1.51	3.68	2.62
黄 柳 <i>Salix gordejvii</i>	4.22	0.99	4.26	3.16

看出,花棒的光合强度为8.90CO<sub>2</sub>毫克/(克干重·时),比籽蒿、黄柳高,但从光合/呼吸的比值来看,黄柳是4.26,高于花棒。呼吸强度是植物代谢过程中的一个重要指标,从表4看出,花棒的呼吸强度为2.38CO<sub>2</sub>毫克/(克干重·时),也超过籽蒿和黄柳,说明花棒有较高的代谢水平。在测定中发现呼吸强度上午较低,下午升高,说明温度对呼吸作用有一定的影响,但花棒呼吸强度上下午变化幅度较小,反映出花棒的呼吸作用稳定。一般认为抗旱性强的植物,其代谢作用有高度的稳定性。我们认为花棒呼吸水平高,变化幅度小,是其抗旱的优良特性之一。从叶绿素含量的测定数据来看,花棒叶绿素的含量较高,3种植物叶绿素含量与光合、呼吸强度高基本上一致。

根据上述研究,我们认为在干旱、炎热的沙漠地区生长的花棒无论从形态、解剖的特征,还是从生态、生理特性上都具有对严酷生境的适应性。它们在形态、解剖方面具

有明显的旱生结构，如叶面积的显著缩小，叶变形呈细长棒状的叶轴；茎叶被覆有白色绒毛，角质层较厚，气孔下陷，栅栏组织发达，具对抗旱性有积极意义的树胶物质的囊状细胞；它的机械和输导组织发达等。花棒的侧根非常发达，借以增强在湿沙层中的吸水能力来抵抗大气干旱和高温的环境在根系上生有大量的根瘤，固氮能力强，有利于在沙地上生长和增强抗旱性。在生理特性上，花棒与中生植物沙枣比较，具有较高的束缚水含量和粘滞度，渗透压和保水力也较大，代谢强而稳定。这些特性充分反映了花棒能在流沙上生长得好的内在原因，也说明了花棒适应干旱环境的优异性。真不愧为固沙植物的先锋。

### 参 考 文 献

- 中国植被编辑委员会，1980，中国植被，科学出版社，956—962。  
 刘家琼，1981，柠条、花棒生理特性的研究，林业科技通讯，6:6—8。  
 刘家琼、蒲锦春，1982，河西走廊主要固沙植物的旱生结构及干旱对它的影响，中国科学院兰州沙漠研究所集刊，(2):75—98。  
 刘家琼、黎志坚、蒲锦春、刘兴民、曾泗弟，1988，我国沙漠中部地区主要不同生态类型植物脯氨酸的积累、光合、呼吸和叶绿素的含量，植物学报，30(1):85—95。  
 李正理、李荣敖，1981，我国甘肃九种旱生植物同化枝的解剖观察，植物学报，23(3):181—185。  
 冯显遄，1981，宁夏干旱地区树木叶片旱生结构的研究，林业科技通讯，11:13—17。  
 赵树元、吴高升、刘忠，1986，内蒙西部岩黄芪属饲用灌木调查研究，中国草原，2:23—28。  
 黄兆华、昭和斯图，1982，细枝岩黄芪一种沙生优良饲用植物，中国草原，2:39—43。  
 廖次远，1965，沙坡头优良固沙植物花棒的特性及其栽培技术，治沙研究，第7号，138—153。

## ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *HEDYSARUM SCOPARIUM*

Zhang Yaojia

(Department of Biology, Lanzhou University)

*Hedysarum scoparium* is fine dune-fixing plant in desert district of China. Studies have indicated that *H. scoparium* possesses very striking xeromorphic structures since leaves possess dense white epidermis hairs, and leaves change into slender club-shaped with deeper, sunken stomata and thick cuticle so that palisade tissues are well developed. It has a strong root system and many root nodules. The contents of bound water and protoplasmic viscosity are higher, and osmotic pressure and water-retaining capacity are also bigger. All these are beneficial to adapting the environment of drought, high temperature in summer.

**Key words:** *Hedysarum scoparium*; Eco-physiological characteristics