

## 沙棘叶片不定芽再生的研究

张端伟, 宋西德\*, 张宗勤, 张永, 周锋利, 潘静

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**以“实优1号”沙棘枝条水培芽叶片为试材,研究了叶片着生节位、同一叶片不同部位、不同浓度比值的6-BA与IAA对愈伤组织产生和不定芽再生的影响。结果表明,适宜水培叶片愈伤组织产生的外植体材料为水培茎尖上部与中部叶片的基部和中部,适宜诱导不定芽的外植体为下部叶片与中部叶片;同一叶片不同部位对不定芽再生率影响研究表明叶片中部为首选材料;可迅速高效的诱导不定芽发生的培养基为1/2MS+6-BA 0.7 mg/L+IAA 0.5 mg/L,平均每外植体分化不定芽数达到6.75个。

**关键词:**沙棘;叶片;不定芽;再生

中图分类号:S723.132

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2008)04-0093-04

### Studies on the Adventitious Shoot Regeneration from the Leaves of *Hippophae rhamnoides* L.

ZHANG Duan-wei, SONG Xi-de\*, ZHANG Zong-qin,  
ZHANG-Yong, ZHOU Feng-li, PAN-Jing

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Using hydroponics stem apexes of cultivar "Shiyou 1" of *Hippophae rhamnoides* as explants, different locations on the stem apexes, different parts of the of leaves and different concentrations of 6-BA with IAA were tested for their optimal effects on inducing callus and adventitious shoot regeneration. The results showed that the middle and proximal parts of the leaves from the upper and middle parts of the stem apexes were easier to induce callus, the upper and the middle parts of leaves were easier to induce adventitious shoot. The middle of the leaves was the most suitable explants to induce adventitious shoot; The medium that could induce adventitious shoots efficiently was 1/2 MS supplemented with + 6-BA 0.7 mg/L + IAA 0.5 mg/L with the multiplication coefficient of 6.75.

**Key words:** *Hippophae rhamnoides* L.; leaf; adventitious shoot; regeneration

沙棘为胡颓子科(Elaeagnaceae)沙棘属(*Hippophae*)植物,雌雄异株,是一种具有很高经济效益和生态效益的绿化树种,广泛分布于我国,特别是“三北”干旱、半干旱地区<sup>[1]</sup>。沙棘具有较强的耐旱性和耐寒性,且根系发达,具有良好的防风固沙、保持水土、改善环境等作用,是水土保持优良树种。近年来,沙棘的组织培养技术取得一定进展,主要以种子实生苗、茎尖和茎段为外植体<sup>[2]</sup>。以叶片为外植

体获得再生植株的研究还比较少<sup>[3-5]</sup>,且再生效率低,用于遗传转化有很大局限性。建立高效、稳定的不定芽再生体系是利用生物技术获得改良植株的前提。以叶片为外植体,具有继代速度快,增殖系数高的优点;6-BA是诱导愈伤组织再分化的有效外源激素<sup>[6]</sup>,IAA可使不定芽生长健壮,降低芽苗的畸形率,增加诱导苗的转化率,二者配合使用有利于芽体的分化和生长<sup>[7]</sup>;另外,只有生理状态适宜的叶片才

收稿日期:2007-10-29 修回日期:2008-03-21

基金项目:陕西省农业攻关项目(2007K01-11-01)。

作者简介:张端伟,女,在读硕士,主要从事林木育苗研究。Email:zhangduanwei125@126.com

\*通讯作者:宋西德,男,研究员,研究方向为林木种苗繁育理论与技术。

能得到理想的分化效果。基于以上原因,本试验以沙棘叶片为材料,对叶片着生节位、同一叶片不同部位,6-BA 和 IAA 配合使用对不定芽的影响进行了组织培养研究,以期能够快速诱导出不定芽,提高繁殖系数,为通过叶盘法开展农杆菌介导的沙棘遗传转化奠定良好基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料及其处理

供试材料为 2004 年从辽宁阜新沙棘良种选育研究所邮购并定植于本校教学试验苗圃的“实优 1 号”幼树,剪取生长健壮,阳面的 1~2 a 生休眠枝条。先将所采枝条浸泡在加有洗衣粉的自来水中 30 min,将枝条表面尘垢刷掉,再用洗洁净水刷洗后,自来水冲洗干净,截成 25 cm 左右插于盛水的烧杯,置于组培室,隔天换水,休眠芽萌发生长约 1 cm 时即可进行接种。

参照周松坤等<sup>[6]</sup>方法将水培芽用 70% 酒精浸泡 40 s,无菌水冲洗 3 次后;用 0.1% HgCl<sub>2</sub> 浸泡消毒 5 min,无菌水再冲洗 3~4 次后接种。

### 1.2 培养条件

培养基加入蔗糖 30 g/L,琼脂 5.5 g/L 及各种常用激素, pH 5.8~6.0,培养温度为 25±1℃,湿度 50%~60%,光照强度 2 000 lx,每天光照为 14~16 h。

### 1.3 方 法

**1.3.1 叶片着生节位、同一叶片不同部位对不定芽再生的影响** 将叶片按着生节位将水培茎尖上的叶片分三部分:上部幼叶(顶端未展开叶和即将展开叶)、中部叶片(幼叶向下数 2~3 片叶)、下部叶片(幼叶向下数第 4~5 片叶)。按叶片部位将同一叶片分为三部分(叶基、叶片中部、叶尖),在超净工作台上切成小块接种于 1/2MS+6-BA0.5 mg/L+KT0.2 mg/L+NAA0.02 mg/L 培养基上。40 d 后对愈伤组织诱导数、不定芽诱导数进行统计。

**1.3.2 不同浓度及比值的 6-BA 和 IAA 对不定芽再生的影响** 将处理过的水培茎尖取中部和下部叶片,切成小块接种在 1/2MS+IAA0.5 mg/L+6-BA0.3~1.2 mg/L 的 6 种培养基上,每个处理接种 40 片外植体,重复 3 次。40 d 后对不定芽诱导数、分化不定芽数进行统计。

**1.3.3 结果统计及分析** 计算愈伤组织诱导率(%)、不定芽再生率(%)与平均分化不定芽数。实验结果用 DPS6.55 统计分析软件进行方差分析和多重比较,涉及需要转化的数据采用反正弦平方根

法转换。

愈伤组织诱导率(%)=(分化愈伤组织的叶块数/接种总块数)×100%

不定芽再生率(%)=(分化不定芽的叶块数/接种叶块总数)×100%

平均分化不定芽数=分化的不定芽外植体总数/接种叶块总数

## 2 结果与分析

### 2.1 叶片着生节位、同一叶片不同部位对不定芽再生的影响

将叶片按不同节位,同一叶片按不同部位分别接入培养基,约 2 周即可见叶片上开始有愈伤组织形成。20 d 左右开始有绿色不定芽点出现。在观察中发现,上部叶片和中部叶片都比较容易诱导愈伤组织。上部叶片诱导的愈伤组织为乳白色,逐渐变为米黄色,后期容易褐化,不易形成不定芽;中部叶片诱导的愈伤组织最初为浅米黄色,随后逐渐开始有不定芽点生成,后期褐化现象比较轻微;下部叶片诱导的愈伤组织色泽比中部叶片的略深一些,后期褐化现象轻微。从同一叶片不同部位来观察发现,同一叶片部位不同其愈伤诱导率,不定芽再生率都有差异。40 d 时对实验结果进行统计(表 1)。

表 1 叶片着生节位、同一叶片不同部位对不定芽再生的影响

Table 1 Effect of the leaves from different locations on the stem apices and different parts of the leaves on adventitious shoot regeneration

叶片节位	叶片不同部位	接种数/个	愈伤组织诱导率/%	不定芽再生率/%	平均分化不定芽数/个
上部	叶基	40	95.0	2.5	0.03
	叶片中部	40	95.0	5.0	0.05
	叶尖	40	90.0	5.0	0.08
中部	叶基	40	92.5	50.0	1.23
	叶片中部	40	92.5	90.0	5.88
	叶尖	40	82.5	80.0	4.23
下部	叶基	40	85.0	60.0	1.30
	叶片中部	40	82.5	90.0	4.63
	叶尖	40	80.0	72.5	4.03

由表 1 可看出,不同节位或同一叶片不同部位由于生理状态不同,其再生能力有明显差异。进行方差分析和多重比较结果表明:(1)不同节位间( $p=0.0068$ )与叶片不同部位间( $p=0.0285$ )对愈伤组织诱导均有极显著影响,Duncan 多重比较结果(表 2)表明上部叶片和中部叶片对愈伤组织的影响显著优于下部叶片,其中上部叶片与中部叶片对愈

伤组织诱导率无显著差异,但均与下部叶片有显著差异;叶片基部与叶片中部显著优于叶尖,叶片基部与叶片中部间无显著差异,但均与叶尖有显著差异。从数据处理结果来看,上部叶片与中部叶片的叶片基部和叶片中部为适宜的诱导愈伤组织的材料。

表 2 愈伤组织诱导率 Duncan 多重比较

Table 2 Duncan multi-comparison on influence of the callus rate

处理 A	均值	5%显著水平	处理 B	均值	5%显著水平
上部	75.241 0	a	叶基	72.799 5	a
中部	71.160 8	a	叶片中部	72.151 9	a
下部	65.306 4	b	叶尖	66.756 9	b

注:处理 A 为叶片不同节位,处理 B 为叶片不同部位。

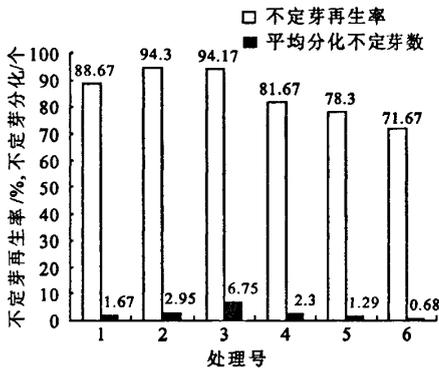


图 1 不同浓度及比值的 6-BA 和 IAA 对不定芽再生的影响

Fig.1 Effect of IAA and different concentrations of 6-BA on adventitious shoot regeneration

(2)不定芽再生率方差分析结果表明,不同节位间对不定芽再生率有极显著影响( $p=0.0011$ ),叶片不同部位间对不定芽再生率无显著影响( $p=0.0716$ )。进一步对不同节位间不定芽再生率进行 Duncan 多重比较(表 3)发现下部叶片与中部叶片显著优于上部叶片,下部叶片与中部叶片间无显著差异,但均与上部叶片有显著差异。对不定芽再生率起作用的大小顺序是下部叶片 > 中部叶片 > 上部叶片。虽然叶片不同部位对不定芽再生率无显著影响,但仍可得出叶片中部 > 叶尖 > 叶基。从分析结果来看适宜诱导不定芽的外植体材料为下部叶片与中部叶片的叶片中部(图 2,图 3)。

表 3 不定芽再生率 Duncan 多重比较结果

Table 3 Duncan multi-comparison on influence of the adventitious shoot induction rate

处理(不同节位)	均值	5%显著水平
下部	75.354 5	a
中部	75.000 0	a
上部	4.075 2	b

## 2.2 不同浓度及比值的 6-BA 和 IAA 对不定芽再生的影响

选择沙棘水培芽的中部和下部叶片接种于添加有 IAA 和不同浓度 6-BA 的培养基上,从试验结果(图 1)可看出叶片再生能力随着 6-BA 浓度的升高而增强,增殖系数迅速增大。当 6-BA 浓度依次为 0.3,0.5,0.7,平均分化不定芽数先由 0.68 上升为 6.75,但当 6-BA 浓度继续升高时,平均分化不定芽数反而降低,由 6.75 下降到 1.67。这说明适当 6-BA 浓度有利于芽的再生。

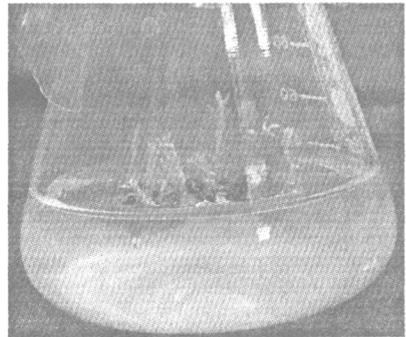


图 2 由水培叶片叶面中部诱导出的不定芽  
Fig.2 Adventitious shoot induced from the middle of leaves of hydroponics stem apices

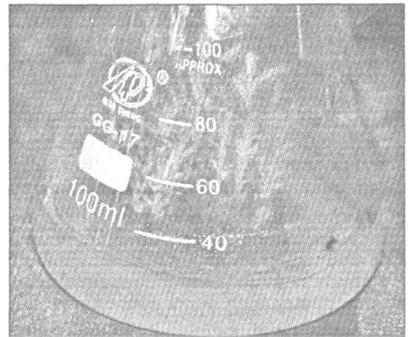


图 3 叶面中部形成不定芽继续培养形成的不定芽丛  
Fig.3 Adventitious shoot induced from the middle of leave grew and become shoots bushy by subculture

在试验中发现,6-BA 和 IAA 配合使用不经过或经过很少的愈伤组织阶段,就可直接分化出不定芽。从接种到不定芽点开始出现经历时间短。在 1/2MS+6-BA0.7~1.2 mg/L+IAA0.5 mg/L 上接种 10 d 即可在切口处发现绿色芽点,15 d 时绿色芽点已开始大量生长。随着 6-BA 浓度的增大,容易出现丛芽簇生和玻璃化问题,这导致了不定芽再生率升高而平均分化不定芽数下降的现象,需进一步研究,以提高增殖系数。因此,可迅速高效的诱导不定芽发生的培养基为 1/2MS+6-BA0.7 mg/L+IAA0.5 mg/L(图 4)。

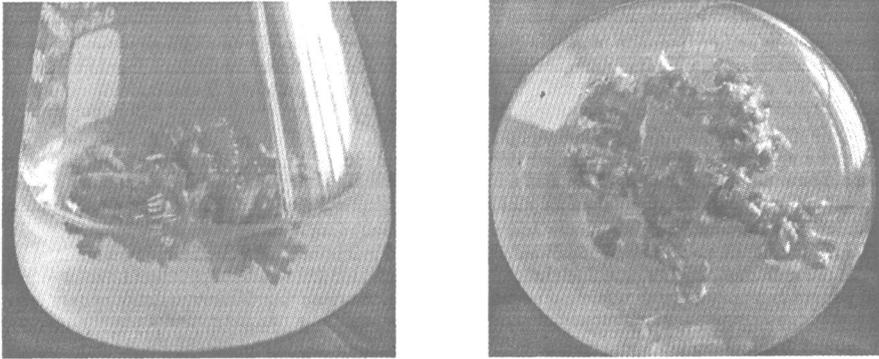


图4 水培叶片在1/2MS+6-BA0.7 mg/L+IAA0.5 mg/L直接诱导分化出的不定芽

Fig.4 Adventitious shoot induced from hydroponics stem apexes directly on 1/2MS+6-BA0.7 mg/L+IAA0.5 mg/L

### 3 结论与讨论

适宜良种沙棘“实优1号”水培叶片愈伤组织产生的材料为顶部与中部叶片的叶片基部和叶片中部。适宜诱导不定芽的材料为下部叶片与中部叶片,同一叶片不同部位对不定芽再生率无显著性差异,但仍以叶片中部为首选材料。可迅速高效的促进不定芽发生的培养基处理为1/2MS+6-BA0.7 mg/L+IAA0.5 mg/L,增殖系数可达6.75个。

只有生理状态适宜的外植体才能得到理想的分化效果,一般认为,材料越幼嫩分化能力越强,叶片的成熟度越高,细胞的分裂能力越差,生长越慢,分化不定芽的难度越大。而本试验研究结果则发现,上部叶片再生能力不强,这可能与中、下部叶片刚刚停止生长比较幼嫩,同时叶脉组织发达程度相对增强再生能力比较强有关。叶片的发育由两端向中间延伸,叶片中部细胞比两端幼嫩,更有利于分化不定芽<sup>[8]</sup>,本试验也发现叶片中部更适于诱导不定芽。

除叶片着生节位、同一叶片不同部位外,激素配比也是快速诱导不定芽的重要影响因素。本实验也尝试了赵国林等<sup>[4]</sup>、周松坤等<sup>[5]</sup>的培养基配方,效果

均不理想,不能快速诱导出不定芽。本试验虽可快速诱导出不定芽,但存在丛芽簇生与玻璃化的问题,导致增殖系数不能进一步提高,我们尝试从降低接种密度,减少琼脂用量方面解决这一问题,目前效果不大,正在进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 徐虹,梁宗锁. 沙棘组织培养技术的研究[J]. 西北植物学报, 2001,21(2):267-272.
- [2] 周松坤,宋西德,张宗勤,等. 近5年沙棘组织培养研究进展[J]. 西北林学院学报,2006,21(6):118-122.
- [3] 孙兰英,单金友,王春艳,等. 沙棘组织培养培养基筛选试验[J]. 沙棘,1998(3):14-15.
- [4] 赵国林等. 沙棘的组织培养和植株再生[J]. 植物生理学报, 1989,25(1):42.
- [5] 周松坤,宋西德,张宗勤,等. 良种沙棘“实优1号”组织培养研究[J]. 西北林学院学报. 2006,21(3):67-71.
- [6] 黄莺,范燕萍,王文先,等. 石竹愈伤组织诱导及再生[J]. 华南农业大学学报,自然科学版,2003,24(1):50-52.
- [7] 于丽艳,王志和,周波,等. 苹果离体叶片再生体系两步培养法的研究[J]. 落叶果树,2005(2):1-4.
- [8] 赵政阳,曹晓玲,黄英,等. 叶片成熟度对苹果试管苗叶片再生植株的影响[J]. 陕西农业科学,1997(1):20-21.

# 沙棘叶片不定芽再生的研究

作者: [张端伟](#), [宋西德](#), [张宗勤](#), [张永](#), [周锋利](#), [潘静](#)  
 作者单位: [西北农林科技大学, 林学院, 陕西, 杨陵, 712100](#)  
 刊名: [西北林学院学报](#) **ISTIC PKU**  
 英文刊名: [JOURNAL OF NORTHWEST FORESTRY UNIVERSITY](#)  
 年, 卷(期): 2008, 23(4)  
 引用次数: 0次

## 相似文献(10条)

1. 期刊论文 [何士敏](#), [汪建华](#), [秦家顺](#). [HE Shi-min](#), [WANG Jian-hua](#), [QIN Jia-shun](#) [几种沙棘叶片组织结构特点和抗旱性比较](#) - [林业科技开发](#)2009, 23(1)

沙棘是宝贵的植物资源,在改善生态环境、医学营养学等方面有重要的作用.研究沙棘叶片组织结构和抗旱性可为沙棘的开发利用提供参考依据.通过石蜡切片染色法制作沙棘叶横切的装片,在OLYMPUS显微镜下观察分析了沙棘的叶片厚度、栅栏组织厚度与海绵组织厚度的比值、表皮的角质层厚度、叶片组织结构紧密度和疏松度等叶片组织结构特点,同时探讨了沙棘树种的抗旱性.气孔密度大、栅栏组织/海绵组织厚度比值较大、叶片组织结构紧密、上表皮细胞较小者抗旱性较强.供试的5个品种抗旱性由强至弱依次为:齐棘1号,阿列依,楚伊,阿尔泰新闻,橙色.

2. 期刊论文 [赵广东](#), [刘世荣](#), [张振军](#), [贾瑞](#), [李学民](#), [王兵](#) [沙棘对辽宁西部杨树人工林叶片水分状况的影响研究](#) - [干旱区资源与环境](#)2005, 19(2)

通过在辽宁西部将沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)与小黑杨(*Populus cv. "Xiaohei"*)和欧美杨64号(*Populus euramericana cv. "N3016"*)的人工林分别按株混和行混两种方式进行混交实验,研究了固氮植物沙棘对辽宁西部杨树人工林叶片水分状况的影响规律.研究结果表明:(1)2000年6月,混交林叶片中的自然含水量和自由水含量明显降低,而束缚水/自由水、自然饱和和、临界饱和和和需水程度明显提高;2000年9月只有小黑杨混交林叶片呈现相同的变化趋势;2000年8月,沙棘对杨树人工林叶片水分状况没有显著影响;(2)在不同月份,杨树叶片中的自然含水量与自由水含量的大小顺序为8月>9月>6月;而束缚水/自由水、自然饱和和、临界饱和和和需水程度的大小顺序则为6月>9月>8月;(3)沙棘对杨树叶片水分状况的影响程度随杨树品种和混交方式的变化而变化.

3. 期刊论文 [刘瑞香](#), [杨劫](#), [高丽](#). [LIU Rui-xiang](#), [YANG Jie](#), [GAO Li](#) [中国沙棘和俄罗斯沙棘叶片在不同土壤水分条件下脯氨酸、可溶性糖及内源激素含量的变化](#) - [水土保持学报](#)2005, 19(3)

通过对中国沙棘(*Hippophae rhamnoides sinensis*)和俄罗斯沙棘(*Hippophae rhamnoides*)在野外不同生境和田间不同干旱胁迫条件下叶片脯氨酸、可溶性糖及内源激素含量的变化进行研究后发现:坡上土壤水分含量显著低于沟底的土壤水分含量,坡上中国沙棘叶片中的脯氨酸、可溶性糖含量比沟底明显增加,雌株的增加幅度大于雄株.在田间不同的干旱胁迫条件下,沙棘叶片内脯氨酸含量随着干旱胁迫程度和干旱胁迫时间的延长而增加,脯氨酸积累能力为中国沙棘>俄罗斯沙棘,雌、雄株之间的差异为雌株>雄株.沙棘叶片内可溶性糖含量随着干旱胁迫程度和干旱胁迫时间的延长而持续增加,沙棘叶片可溶性糖的积累能力因雌雄株和品种不同而出现一定差异,表现为俄罗斯沙棘>中国沙棘,雌株>雄株.随着土壤含水量的降低,沙棘叶片中的ABA显著增加,IAA和ZR的含量明显降低,GA的含量在胁迫初期升高,之后逐渐下降;中国沙棘叶片内源激素的变化幅度小于俄罗斯沙棘,雌株的变化幅度小于雄株.综合沙棘叶片中脯氨酸、可溶性糖、内源激素的变化,在干旱的适应性方面,中国沙棘和沙棘雌株更具有优势.

4. 期刊论文 [李小燕](#), [王林和](#), [李连国](#), [贾慧敏](#), [LI Xiao-yan](#), [WANG Lin-he](#), [LI Lian-guo](#), [JIA Hi-min](#) [沙棘叶片组织解剖构造与其生态适应性研究](#) - [干旱区资源与环境](#)2006, 20(5)

2003~2005年对沙棘的4个种类,不同立地条件的沙棘叶片组织结构进行显微观察研究,结果表明:不同种类沙棘叶片组织结构差异很大,并与其生态适应性密切相关;不同品种叶片组织结构紧密度(CTR值)有较大的差异,CTR值越大,其抗旱性越强,一般中国沙棘的CTR值大于俄罗斯沙棘;同一种类在不同立地条件下其CTR值也有明显差异,在干旱立地条件下,其叶片的CTR值增大.

5. 期刊论文 [王国富](#), [李连国](#), [李晓燕](#), [杜世勇](#), [张丽盈](#), [谢丽芬](#). [Wang Guofu](#), [Li Lianguo](#), [Li Xiaoyan](#), [Du Shiyong](#), [Zhang Liying](#), [Xie Lifen](#) [沙棘叶片表面形态特征与抗旱性的关系](#) - [园艺学报](#)2006, 33(6)

观察比较了抗旱性不同的4个沙棘品种的叶片大小、叶片表皮毛和气孔的形态特征.结果表明,抗旱性强的中国沙棘叶片小,表皮毛层数多,气孔小,气孔密度大;抗旱性差的俄罗斯大果沙棘叶片大,表皮毛层数少,气孔大,气孔密度小;两个杂交品种介于两者之间,更趋近于母本.说明叶片大小、表皮毛层数和气孔大小、气孔密度等指标与沙棘抗旱性密切相关.

6. 期刊论文 [吴林](#), [霍焰](#), [聂小兰](#), [王立军](#) [沙棘叶片组织结构观察及其与抗旱性关系的研究](#) - [吉林农业大学学报](#) 2003, 25(4)

对13个沙棘品种叶片组织结构进行观察,并测定其叶片结构参数.研究结果表明:各品种间叶片厚度、表皮毛密度、气孔密度、栅栏组织厚度、栅栏组织与海绵组织厚度比、叶片组织结构紧密度、疏松度、上表皮细胞大小等指标差异较大,各品种间表皮厚度、角质层厚度、气孔长度无明显差异.其中表皮毛密度大、气孔密度大、栅栏组织较厚、栅栏组织/海绵组织厚度比较高、叶片组织结构紧密度大、疏松度小、上表皮细胞较大者抗旱性较强.根据形态观察和解剖研究初步将各品种按抗旱性强弱分为以下3类:抗旱性较强的品种为中国沙棘;抗旱性中等的品种有巨人、阿列伊、冬久、丰产、楚伊、卡图尼、M5、MH、安沙、向阳、8911,抗旱性较弱的品种是M4.

7. 会议论文 [吴林](#), [霍焰](#), [李亚东](#), [张志东](#) [沙棘叶片组织结构观察及其与抗旱性的关系研究](#) 2002

对13个沙棘品种叶片组织结构进行观察、描述,并测定了叶片结构参数.研究结果表明,各品种间叶片厚度、表皮毛密度、气孔密度、栅栏组织厚度、栅栏组织/海绵组织厚度比、叶片组织结构紧密度、疏松度、上表皮细胞大小等指标差异较大,表皮厚度、角质层厚度、气孔长度各品种间无明显差异.其中表皮毛密度大、气孔密度大、栅栏组织较厚、栅栏组织/海绵组织厚度比较高、叶片组织结构紧密度大、疏松度小、上表皮细胞较大者抗旱性较强.根据形态观察和解剖研究初步将各品种按抗旱性强弱分为以下三类:抗旱性较强的品种为中国沙棘,抗旱性中等的品种有巨人、阿列伊、冬久、丰产、楚伊、卡图尼、M5、MH、安沙、向阳、8911,抗旱性较弱的品种是M4.

8. 学位论文 [李晓燕](#) [沙棘性状及形态解剖特征与其生态适应性研究](#) 2006

本文以沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)中国沙棘(*Hippophae rhamnoides sinensis* Rousi)亚种,俄罗斯大果沙棘及其两个杂交种(F1)为材料,对生长在不同生境下的中国沙棘,相同生境下的中国沙棘、俄罗斯沙棘及其两个杂交种的植物学性状、生长结果习性进行了系统的比较研究.利用光学显微镜对四种沙棘进行形态解剖学研究;利用扫描电镜对叶片表皮毛和气孔形态进行了扫描观察;利用LI~6400便携式光合测定仪进行了叶片光合速率及蒸腾速率测定,该研究为合理制定沙棘的栽培技术措施、选育沙棘新品种、进行沙棘抗性研究及发展沙棘产业提供了理论依据,主要结果如下:

1、对沙棘的根、根瘤、茎、叶、花、果实性状、新梢生长、果实发育动态变化、产量等进行了系统的比较研究,从生长量看,中国沙棘生长量较大

，杂交种和俄罗斯沙棘次之；从果实重量、体积、单株产量上来看，俄罗斯沙棘较大，杂交种沙棘次之，中国沙棘较小；从果实发育看，俄罗斯沙棘和中国沙棘果实体积的动态变化生长曲线均呈“S”型。

2、对中国沙棘、杂交种和俄罗斯沙棘进行形态解剖研究表明，生长在同一生境下的中国沙棘、杂交种和俄罗斯沙棘的茎、根系、根瘤形态解剖结构差异很大，不同种类沙棘茎、根的组织解剖结构中，导管直径以俄罗斯沙棘的导管直径最大，其次是杂交种，最小的是中国沙棘；导管密度则以中国沙棘根导管密度最大；根瘤形态解剖结构中表明，中国沙棘的维管束直径大，维管束内细胞、维管束外细胞均小，泡囊及泡囊密度均大，这与其原产地域密切相关；同一种类在立地条件不同的山地、滩地、果园的中国沙棘茎、根系、根瘤组织结构各部分也有明显差异，中国沙棘解剖结构与其生态适应性密切相关，长期的自然选择形成了中国沙棘解剖结构适应其严酷的立地条件变化的特征。

3、对叶片解剖结构研究表明，沙棘叶片具有相对发达的栅栏组织，因此沙棘叶片具备适应干旱的解剖结构。不同种类沙棘叶片组织结构差异很大，并与其生态适应性密切相关；不同种类叶片组织结构紧密度(CTR值)有较大的差异，CTR值越大，其抗旱性越强，中国沙棘的CTR值大于俄罗斯沙棘，体现了中国沙棘对干旱的适应性更强；同一种类在不同立地条件下其CTR值也有明显差异，在干旱立地条件下，其叶片的CTR值增大。

4、对叶片表皮毛和气孔形态进行了电镜扫描观察研究，在表面结构上，沙棘叶片具有发达的多层次的不同类型的表皮毛，较厚的角质层。中国沙棘与俄罗斯沙棘及杂交种相比，中国沙棘叶片小，表皮毛层次多，气孔密度大，具有较强的耐旱性。

5、沙棘为雌、雄异株植物，沙棘花芽分化分为花芽分化初期、花芽分化期、花蕾分化期、花萼分化期、雄蕊分化期、雌蕊分化期。花粉性细胞的发育经过花粉母细胞、二分体、四分体、单核花粉粒、双核花粉粒几个阶段。胚囊发育包括孢原阶段、大孢子母细胞、经减数分裂形成四分孢子、经有丝分裂形成成熟胚囊等几个阶段。该研究为合理制定沙棘的栽培技术措施和培育新品种提供了科学依据。

6、沙棘的光合速率和蒸腾速率都具有明显的日变化和季节变化，沙棘光合速率、蒸腾速率都与环境因子(气温、相对湿度、光合有效辐射等)间有密切关系。从不同种类沙棘光合作用来看，俄罗斯沙棘比中国沙棘的光合作用强，有利于制造养分，同时俄罗斯沙棘的蒸腾作用也比中国沙棘强。

通过上述研究，对中国沙棘、俄罗斯大果沙棘及其杂交种进行性状、形态解剖结构指标及适应性综合分析，中国沙棘具有旱生结构特点，抗旱能力强，在防止水土流失、荒山造林、生态建设中应以种植中国沙棘为主；俄罗斯大果沙棘具有果实大、产量高等优良栽培性状，在水分条件好或有灌溉条件的地区，可以发展俄罗斯大果沙棘。

## 9. 学位论文 [王金祥 沙棘叶片营养及富硒技术研究](#) 2006

沙棘(Hippophae rhamnoides L.)，又名醋柳(Seabuckthorn)，广泛分布于欧、亚大陆的温带、寒带及亚热带高山区，是我区重要的沙生植物资源。

本文比较分析了内蒙古地区分布的几种主要沙棘品种间叶片营养及矿物质差异，着重研究了不同时期不同沙棘品种叶片黄酮类物质的代谢规律。同时，以俄罗斯沙棘为材料喷施亚硒酸钠，探讨了沙棘的富硒能力。

结果如下：

1. 沙棘叶含有丰富的营养物质，粗脂肪和粗蛋白含量高达11.91%和22.87%，优于其他常规饲料。其粗纤维含量相对较低，粗蛋白/粗纤维的比值大于1，有的高达2.0，是一种适口性较好的饲料。同时，沙棘叶还含有丰富的矿物质营养、多糖和棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸等多种脂肪酸。
2. 沙棘叶含有较为丰富的黄酮类物质，其黄酮含量与发育时期存在明显的相关规律。即从5月份叶片发生时开始，黄酮含量逐渐升高；7月份达到最高值；而后开始下降；至9月下旬，黄酮含量下降至较低水平。统计分析表明，7月份与其他月份黄酮含量差异达到极显著水平( $p < 0.01$ )。同时，不同品种和不同器官间黄酮含量也存在明显差异，其中俄罗斯沙棘的黄酮含量较高，叶片的黄酮含量显著高于果实，其差异达到了极显著水平( $p < 0.01$ )。
3. 沙棘对硒元素具有很强的吸收能力。沙棘叶片和果实中的含硒量与喷施浓度呈线性正相关关系。这说明沙棘是一种积累型富硒植物，是重要的补硒植物资源。

## 10. 学位论文 [王国富 沙棘的形态解剖特性及生理指标与抗旱性关系研究](#) 2006

本文以中国沙棘，俄罗斯沙棘及其杂交种为材料，对田间植株的表面结构、解剖结构进行了详细的观察研究；在温室中，对已干旱胁迫处理过的植株研究了其渗透调节物质、保护酶体系、丙二醛、细胞膜透性等指标的规律性分析；探讨几个沙棘品种干旱适应性差异，为沙棘的抗旱造林及发展沙棘产业提供理论依据。研究结果如下：

1. 在表面结构上，沙棘叶片具有发达的多层次的不同类型的表皮毛；较厚的角质层。中国沙棘与俄罗斯沙棘及杂交品种相比叶片小，表皮毛层次多，气孔密度大，具有较强的耐旱性。
2. 在解剖结构上，沙棘叶片具有相对发达的栅栏组织，因此沙棘叶片具备适应干旱的解剖结构。中国沙棘的栅栏组织与海绵组织厚度之比明显大于俄罗斯沙棘及杂交品种。因此，从叶片的解剖结构上看，中国沙棘对干旱的适应性更强。
3. 在不同的干旱胁迫条件下，沙棘叶片内脯氨酸和可溶性糖含量随着干旱胁迫程度和干旱胁迫时间的延长而增加，脯氨酸积累能力为中国沙棘>俄罗斯沙棘，可溶性糖的积累能力表现为俄罗斯沙棘>中国沙棘。随着干旱胁迫程度的增加，沙棘叶片中脯氨酸和可溶性糖含量增幅增大，干旱逆境激发了沙棘对环境变化的应变潜力。综合脯氨酸和可溶性糖含量的变化，脯氨酸在渗透调节时的作用更大。
4. 不同干旱胁迫条件下，随着土壤含水量的降低，沙棘叶片中的SOD、POD活性在胁迫初期有所增加，随着干旱胁迫时间的延长呈现降低的趋势，沙棘叶片SOD、POD活性表现为中国沙棘高于俄罗斯沙棘；MDA含量和细胞膜透性的随着干旱胁迫程度的增加和胁迫时间的延长持续增加，俄罗斯沙棘高于中国沙棘。
5. 由于沙棘保护酶体系(SOD、POD)、渗透调节物质(可溶性糖、Pro)协调一致作用，长期轻度、中度干旱下沙棘叶片可溶性蛋白降解少，细胞膜透性、MDA含量增加缓慢，重度干旱下也能在一定时间内保持较小增幅，这些物质及生理过程是构成沙棘强耐旱性的内在基础。

通过综合指标分析，抗旱性为中国沙棘>俄罗斯沙棘，杂交品种干旱适应性受遗传因子的影响较大，在干旱适应能力上更接近其母体。

本文链接：[http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_xblxyxb200804021.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_xblxyxb200804021.aspx)

下载时间：2009年9月24日