

我国柽柳属植物种质资源及繁殖技术研究进展

荀守华¹, 乔来秋², 康 智¹, 何洪兵², 陈纪香²

(1 山东省林业科学研究院, 山东 济南 250014; 2 山东省东营市林业局, 山东 东营 257091)

[摘 要] 为了为柽柳属植物的综合开发应用提供参考依据, 文章论述了柽柳属植物的生物学和生态学特性, 综述了我国柽柳属植物种类的资源调查、鉴定评价、收集保存及引种育种情况, 总结了国内柽柳播种育苗、扦插育苗和组织培养育苗的研究现状, 指出了柽柳属植物种质资源研究方面存在的问题, 提出了柽柳属种质资源创新研究和开发利用的建议。

[关键词] 柽柳属; 种质资源; 引种; 遗传育种; 繁殖技术

[中图分类号] S793.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)09-0097-06

Research progress on germplasm resource and propagational technology of *Tamarix* L. in China

XUN Shou-hua¹, QIAO Lai-qiu², KANG Zhi¹, HE Hong-bin², CHEN Ji-xiang²

(1 Shandong Academy of Forestry, Jinan, Shandong 250014, China;

2 Forestry Bureau of Dongying City, Dongying, Shandong 257091, China)

Abstract: In order to offer reference to integrated application of species for *Tamarix* L. in China, this paper discussed the taxonomy, biology and physiology characteristics of tamarisk, reviewed the research advances on investigation, identification and evaluation, collection and storage of germplasm resources of *Tamarix* L., and summarized genetic breeding, seeding seedlings, cutting seedlings and tissue culture of *Tamarix* L. so as to put forward the direction of innovative research and application based on indicated problems in research of germplasm resources of *Tamarix* L..

Key words: *Tamarix* L.; germplasm resources; introduction; genetic breeding; propagational technology

柽柳属(*Tamarix* L.)植物为堇菜目(Violales)柽柳科(Tamaricaceae)灌木或小乔木^[1]。柽柳属植物在全世界分布广泛,主要生长在温带和亚热带的干旱、半干旱、草原及盐碱地带^[2]。欧洲全境除北欧之外均有柽柳分布,非洲北部和西部、西亚、南亚、中亚至东亚均有柽柳自然群落,北美洲从欧亚大陆引种柽柳后,柽柳自然繁殖迅速,成为分布广泛的外来树种之一^[3-6],澳大利亚也引种栽培了柽柳^[7]。我国柽柳属树种主要分布在西北干旱、半干旱地区以及

华北滨海盐碱地区,以新疆、青海和甘肃三省区最多^[2]。柽柳材质坚硬均匀,可用于建筑,制作农具,可作造纸、人造板的原材料。柽柳木材富含硫,易燃,是优质薪炭材,其嫩枝叶含粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、粗灰分等,可作牲畜的饲料,干燥枝叶是中药材,其味辛、性平,能解表利尿、发汗解毒、透麻疹和治关节风湿病等。故柽柳是一类生态价值很高兼备经济价值的树种。

随着我国生态建设的发展和城乡绿化水平的提

†收稿日期] 2006-08-18

[基金项目] 山东省农业良种工程项目“优质抗逆专用林木品种选育”(2005-D99-10)

[作者简介] 荀守华(1963-),女,山东历城人,研究员,主要从事林木遗传育种和新品种保护研究。

高, 桤柳这一古老树种的应用价值越来越受到重视, 对其综合研究也逐渐深入。但是多年来, 国内对桤柳属植物的研究多集中在分类学、生物学、生理学等方面^[2, 8-11], 对桤柳种质资源的研究开发投资少、力量薄弱、水平较低、成果不显著。为了促进桤柳属植物种质资源的开发研究, 提高桤柳属新品种选育数量和质量, 使桤柳属植物的综合利用价值得到更好地开发应用, 作者对我国桤柳属植物种类的资源调查、鉴定评价、收集保存及引种育种情况进行了综述, 对国内桤柳育苗技术研究现状进行了总结, 并指出了当前桤柳属植物种质资源研究存在的问题, 提出了桤柳属种质资源创新研究和开发利用的建议。

1 桤柳属植物的生物学与生态学特性

桤柳属植物枝条纤细稠密, 叶小、鳞片状, 无叶柄及托叶, 鳞叶抱茎而生, 枝叶融合一体。桤柳的花小, 总状或圆锥花序, 花瓣红色、粉色, 稀白色, 多数种类春、夏、秋三季开花。

桤柳为阳性树种, 喜光, 喜热, 根系发达, 主根深可达 8 m, 侧根伸展达 1.5 ~ 2 m。该属植物抗逆性强, 显著特征是抗干旱、耐盐碱、耐贫瘠、抗风蚀和沙埋。在形态特征上桤柳属植物形成了一系列适应干旱环境的旱性器官, 在生理上通过降低渗透势、积累渗透调节物质、调节内源激素变化等生理反应, 达到在水分胁迫条件下维持正常生理功能的目的^[8-10]。桤柳是典型的泌盐性盐生植物, 茎叶表面具有泌盐的盐腺, 体内吸收积累的过多盐分依靠盐腺排出体外; 根部还有拒盐腺^[11-12], 对根系周围土壤中的盐分排斥吸收。在新疆以氯化物-硫酸盐为主要成分、含盐量 30 ~ 50 g/kg 的盐土上, 大面积营造桤柳(短穗桤柳、长穗桤柳、盐地桤柳、刚毛桤柳、异花桤柳、细穗桤柳)林获得成功^[2]。在黄河三角洲地区以氯化钠为主要盐分、含盐量 12 ~ 20 g/kg 的盐土上, 中国桤柳能够成活并正常生长^[13-14]。

2 桤柳属植物的分类学研究

从世界各国植物分类学家对桤柳属的分类结果看, 目前对该属的分类较混乱, 尚无一个确定的种类数量。早在 1895 年, Niedenzu 编写出版了《桤柳属的分类检索表》, 书中记载了 67 种桤柳^[2]。同年, Engler 和 Prantl 主编的《植物自然分科志》中记载了 64 种桤柳(作者是 Niedenzu)^[2]。该卷于 1925 年再版时, 作者将桤柳属增加到 77 种^[2]。1926 年, Arendt 主编的桤柳属专著出版, 书中描述了 63 种

桤柳^[2]。1990 年出版的《中国植物志》第五十卷第二分册记载桤柳属约 90 种, 我国约 18 种 1 变种^[15]。中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所研究员刘铭庭对桤柳属植物分类研究史作过详细介绍, 现引用几处我国学者对中国分布的桤柳属植物种类的研究情况。

我国近代植物学著作中对桤柳属植物较详细记述者有周汉潘的《河北习见树木图说》(1934 年)^[16]和陈嵘的《中国树木分类学》(1953 年)^[17], 前一书中记载了 3 种桤柳, 后一书中记载了 4 种桤柳; 1962 年, 张学忠等^[18]发表了“中国西北的桤柳”, 文中记载了 10 种桤柳, 其中包括 1 个新种——甘肃桤柳(*Tamarix. gansuensis* X. Z. Zhang); 1979 年, 刘铭庭^[19]发表了“新疆桤柳属一新种”, 即塔克拉玛干桤柳(别名沙生桤柳)(*T. taklamakanensis* M. T. Liu); 同年, 刘铭庭^[20]在“中国桤柳属(*Tamarix* L.) 种类及其利用”一文中介绍了 18 种桤柳; 1988 年, 张鹏云和刘铭庭^[21]发表了“桤柳属四新种”, 即莎车桤柳(*T. sachuensis* P. Y. Zhang et M. T. Liu)、塔里木桤柳(*T. taremensis* P. Y. Zhang et M. T. Liu)、白花桤柳(*T. albiflorum* M. T. Liu)和金塔桤柳(*T. jintaensis* P. Y. Zhang et M. T. Liu); 20 世纪 90 年代后, 我国学者重点从枝叶形态特征^[22-23]、花粉形态^[24]、染色体数目^[25]、植物化学分类^[26]、DNA 序列分子系统分类^[27]等方面评价鉴定了我国自然分布的桤柳属植物种类。

1994 年, 刘铭庭发表了“中国桤柳属植物种类及其地理分布”, 文中介绍了 20 种桤柳属植物^[28], 这是目前国内研究桤柳属分类最完整的一份资料。刘铭庭依据花(包括花序、花盘、苞片、花瓣、雄蕊、雌蕊)、果实和种子、叶及枝条的性状特征, 对我国分布的桤柳属植物进行了系统分类, 采集模式标本, 得出我国产 20 种桤柳, 分别是长穗桤柳(*Tamarix elongata* Ledeb.)、短穗桤柳(*T. laxa* Willd.)、紫杆桤柳(*T. androssowii* Litv.)、异花桤柳(*T. gracilis* Willd.)、甘肃桤柳(*T. gansuensis* X. Z. Zhang)、密花桤柳(别名山川桤柳)(*T. arceuthoides* Bunge)、多枝桤柳(*T. ramosissima* Ledeb.)、多花桤柳(*T. hohenackeri* Bunge)、塔克拉玛干桤柳(别名沙生桤柳)(*T. taklamakanensis* M. T. Liu)、细穗桤柳(*T. leptostachys* Bunge)、刚毛桤柳(*T. hispida* Willd.)、莎车桤柳(*T. sachuensis* P. Y. Zhang et M. T. Liu)、盐地桤柳(别名短毛桤柳)(*T. karelinii* Bunge)、塔里木桤柳(*T. taremensis* P. Y. Zhang et M. T. Liu)、垂

枝柽柳(*T. korolkowii* Rgl. et Schmalh)、白花柽柳(*T. albiflorum* M. T. Liu)、无叶柽柳(*T. aphylla* (Linn.) Karst.)、金塔柽柳(*T. jintaensis* P. Y. zhang et M. T. Liu)、甘蒙柽柳(*T. austromongolica* Nakai)、中国柽柳(别名柽柳、三春柳)(*T. chinensis* Lour.)。其中,无叶柽柳(*T. aphylla* (Linn.) Karst.)仅在台湾省有引种栽培,中国柽柳(*T. chinensis* Lour.)在华北、华东、华中和西南等地均有分布,其余种类在西北地区均有连续或间断分布^[2]。

柽柳属的上述分类结果在我国学术界仍有争议,其中对白花柽柳这个种尚有争议,华丽等^[27]用分子系统学方法和程争鸣等^[26]用植物化学分类学方法进行的鉴定结果表明,白花柽柳是一个自然存在的种。

张道远^[29]选取生长习性、植物形态、解剖结构、花粉特征以及种子微形态特征等共66个性状,采用简约法对国产的柽柳属16种植物进行分支分析,并用靴带检验法(Bootstrap)计算内部分支的支持率,分支图表明,国产柽柳属植物分为4个分支,分别属于Baum^[30]所划分的组及组中不同的系,从一个侧面说明基于经典分类所划分的组是比较自然的,同意Baum的属下分类系统;同时基于分支分类结果并结合分子证据,张道远还对对国产柽柳属间亲缘关系及有争议种的分类学地位进行了探讨,认为甘蒙柽柳是独立于中国柽柳的种,多花柽柳是独立于多枝柽柳的种,盐地柽柳是刚毛柽柳的变种,而叶抱茎呈鞘状的沙生柽柳和莎车柽柳系统学关系很近,是较为原始的一类柽柳^[31]。

除此之外,柽柳属内还有天然杂种或变种,正式记载的有短穗柽柳的一个变种——伞花短穗柽柳(*T. laxa* var. *polystachya* (Ledeb.) Bunge)^[15]。

柽柳属人工选育的栽培品种也已经问世。乔来秋等^[32]从中国柽柳中选育出2个优良无性系东柽1号(*T. chinensis* 'Dongcheng 1')和东柽2号(*T. chinensis* 'Dongcheng 2'),已通过成果鉴定并推广应用。

3 柽柳属植物种质资源调查收集、引种和遗传育种研究

3.1 柽柳属种质资源调查与收集

因柽柳属植物集中分布在新疆、青海、甘肃、宁夏、内蒙(西部)等省区,其种质资源的调查汇集工作首先在上述地区开展。1956~1960年,新疆综合考

察队在植被调查中对柽柳种类作了大量研究,在植被分类中划出柽柳群落,同时计算出新疆的柽柳群落面积为560万 hm^2 ^[2]。1959~1960年,中国科学院治沙队在南、北疆沙漠考察中,对柽柳资源作了较详细地调查和采集^[2]。1960年以后,新疆生物土壤沙漠研究所、兰州沙漠研究所、兰州大学新疆林业勘查设计院等单位对新疆柽柳属资源先后作了调查研究,对合理利用和保护柽柳资源开展了试验研究^[2]。

1972年,中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所吐鲁番治沙站成立,此后连续多年开展了柽柳引种汇集研究,至1985年共引栽柽柳属植物15种^[2]。在此基础上,中国科学院新疆生态与地理研究所(原中科院新疆生物土壤沙漠研究所)于1992年建立了吐鲁番沙漠植物园柽柳专类园,面积2 hm^2 ,至2005年共收集保存了17种柽柳^[33]。柽柳属种质资源的另一个汇集保存地点是新疆和田地区的策勒县。1983年,中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所在南疆和田建立了策勒治沙站,至1988年底引种成活柽柳属植物16种^[2]。这两个种质资源库的建立,不仅为开展柽柳属植物的系统发育研究及其多样性保护提供了条件,而且也为柽柳属引种、育种提供了植物材料。

3.2 柽柳属植物的引种试验研究

西北地区生长的柽柳种类被引种到山东^[34]、河北^[35]、辽宁^[36]、黑龙江^[37]等地栽植,其适应性和生长表现不尽一致。乔来秋等^[34]于1998年春从新疆吐鲁番引进了13种柽柳,在山东省东营市林业局中心苗圃、胜利油田七分厂和河口区太平乡分别建立了柽柳引种试验测定林3片,面积共计2.7 hm^2 。通过6年的育苗和造林试验,各种柽柳的保存率和生长量出现明显差异,细穗柽柳、短穗柽柳、塔克拉玛干柽柳、盐地柽柳和紫杆柽柳5种柽柳造林后第2年即全部死亡,这些种类的柽柳在当地不能存活和正常生长,引种不成功^[34];甘肃柽柳、白花柽柳、长穗柽柳、密花柽柳、多枝柽柳和刚毛柽柳6种柽柳的存活率为10.0%~33.3%,生长量较差,需要进一步驯化。多花柽柳和甘蒙柽柳2种柽柳的存活率为65%~80.0%^[34],说明这2种柽柳在黄河三角洲滨海盐碱地区存活率较高,并能正常生长发育,可作为引种成功的柽柳种类进行推广应用。

杨太新等^[35]于2004年引进8种柽柳,在河北农业大学吴桥试验站开展引种试验,结果表明,在河北省(吴桥)盐碱地区特定的土壤类型和气候条件下,中国柽柳(对照)插穗成活率最高,平均为

81.7%,其次为甘肃桤柳和甘蒙桤柳,成活率分别为 68.6%和 65.1%,长穗桤柳、直杆桤柳和多花桤柳的成活率均低于 10%。

3.3 桤柳属植物的遗传育种研究

目前,对桤柳属植物遗传育种研究报道较少。2004 年,山东省东营市林业局选育出 2 个桤柳栽培品种,其来源是在黄河三角洲中国桤柳天然林中发现的 2 个变异单株,并进行了无性繁殖和遗传表型测定,经评价鉴定,这 2 个无性系具有枝叶繁茂,落叶期比当地中国桤柳晚,其中 1 种桤柳品种的花有明显退化等特征,且这些特征能够稳定遗传,是中国桤柳的 2 个优良品种,分别命名为东桤 1 号(*T. chinensis* 'Dongcheng 1')和东桤 2 号(*T. chinensis* 'Dongcheng 2')^[32]。

4 桤柳属植物繁殖技术的研究进展

桤柳属树种繁殖容易,常用的繁殖方法有播种育苗和扦插育苗。此外,组织培养育苗也取得了成功,这为进一步开展桤柳细胞遗传学和分子生物学研究以及基因工程育种奠定了基础。

4.1 播种育苗

桤柳种子微小,吐絮后种子会随风飞扬,应适时采收。种子成熟时的特征是蒴果颜色由黄绿变成深红或紫红色,果穗上果实自行开裂吐絮时,是采种最适当的时机。将采回的种子放在通风处晾干,使果实开裂散出带毛的种子,这时即可播种,新采的种子发芽率可达 90%以上^[13]。若种子不能及时播种,要将种子放在布袋中低温贮藏,贮藏温度保持在 3~5℃,湿度控制在 70%~75%,这样可以保存 1 年左右^[13]。

播种前要选好育苗地,整地做畦。育苗地土质以沙质壤土为宜,勿选在土质粘重或盐分过重的地区。先将育苗畦灌足水,当水未完全渗入土中、而土又似露未露的时候将种子均匀撒在苗床上,使种子随水下渗贴附于地表。李必华^[13]研究认为,播种后不要覆土。董必慧等^[38]提出,将种子撒在苗床的水面上,然后用木板或树枝击打水面,使种子尽快与床土接触,以保证发芽率,播种量以 45~60 kg/hm² 为宜,播种后半月之内每 2~3 d 用小水浸灌 1 次,保持苗床湿润。桤柳播种育苗苗期管理要注意两点:一是前期要及时浇水,保持苗床湿润,生长后期要控水,让苗床有干土期;二是要培养大苗、壮苗,即适时间苗,防止苗木过密,苗距应在 0.15 m×0.3 m 或 0.2 m×0.3 m,产苗量在 16.5 万~22.5 万

株/hm²^[13]。一般 1 年生苗高可达 1 m 左右,第 2 年春季可出圃造林。

4.2 扦插育苗

扦插育苗又分硬枝扦插育苗和嫩枝扦插育苗 2 种。桤柳硬枝扦插可在春秋两季进行。春季扦插插穗在春季或上年冬季剪穗均可,但冬采插穗需窖藏。李必华^[13]的试验结果表明,春季随采随插和冬采春插其扦插成活率没有明显差别,但春采可省去冬藏,降低成本。赵延茂等^[39]进行的桤柳扦插育苗试验结果表明,插穗长度和粗度是影响扦插成活率和苗木生长量的主要因素,插穗长 15~20 cm、粗 ≥0.50 cm 育苗效果较好;覆盖地膜可明显提高扦插育苗成活率和苗木生长量,且随土壤含盐量的增加,效果越显著。李必华^[13]以中国桤柳为试验材料,将插穗剪成 20 cm 长,用 40 mg/L 的萘乙酸浸泡 24~48 h,或用 60 mg/L 的生根粉浸泡 14 h,结果表明,2~3 d 后插穗发芽率与清水处理无明显差异。荀守华等^[40]也得出了同样的试验结果,分别用 100 mg/L 和 200 mg/L 的 ABT1 号生根粉浸泡中国桤柳插穗 1 h,或用 500 mg/L 浸泡插穗 20 min,其插穗成活率较清水处理没有明显提高。由此可知,ABT1 号生根粉不能显著提高桤柳的扦插成活率。董必慧等^[38]的研究结果表明,桤柳插穗用生根粉处理,成活率可达 95%。曹晏等^[41]对甘蒙桤柳插穗用 200 mg/L 的 ABT2 号生根粉溶液浸泡 30 min,其育苗成活率比清水处理增加 7.2%,平均株高增加 21.2%,平均地径增加 9.2%,平均侧根数增加 33.3%,平均芽数增加 25%,整株鲜重增加 47.8%。李必华^[13]试验结果表明,桤柳扦插育苗的株行距宜在 20 cm×30 cm 至 20 cm×40 cm,即以 12 万~16.67 万株/hm² 为宜。刘铭庭^[2]创造的“窄行密植扦插法”中,插穗长 10 cm,行距 20 cm,株距 2.5~3 cm,成活率达 95%左右,每公顷产苗量达到 178.2 万株,苗木平均高 1.2 m。

桤柳嫩枝扦插育苗解决的关键技术是扦插时期、气温和插床的湿度。陈启民等^[42]认为,插穗应当在树枝发芽后生长 50~60 d,待嫩枝贮藏了足够的养分,日平均气温达到 25~35℃ 时扦插成活率较高;此外他们还开展了桤柳全光雾嫩枝扦插试验,剪取插穗时间是在 7 月初,10 d 之内插穗生根,在 8 月底至 9 月初移栽造林,成活率可达 90%。

4.3 组织培养育苗

程磊等^[43]对中国桤柳进行了组织培养试验,以 4 月份桤柳幼嫩枝条为外植体,通过对培养基的筛

选试验得出,起始培养基为 MS + BA 0.5 mg/L,增殖适宜培养基为 MS + BA 1.0mg/L,生根培养基为 1/2MS + KT 3.0 mg/L,而且在 MS + KT 3.0 mg/L 上,50 d 可以完成从嫩芽分化到生根的整株培养全过程,生根成苗率达 90 %。

李利红等^[44]用中国柽柳嫩枝和嫩茎段为材料,研究了其在 6 种不同培养基上的生根反应,结果表明,以 MS 培养基生根效果最好,生根率达 100 %;其次是 B5 培养基,生根率达 70 %;根的长度和苗的高度均以 MS 培养基最好;加激素的培养基不具有生根能力。

5 柽柳属植物种质资源研究存在的问题和开发利用建议

综上所述,经过全国各地许多单位和科研人员多年的试验研究,我国柽柳属植物种质资源的调查鉴定、收集保存及引种育种工作均取得了一定成绩,但存在的问题也较突出:一是缺乏全面、系统和长期的种质资源研究利用计划;二是种质资源研究开发投资不足,技术力量薄弱;三是现有种质资源的保存方式单一,种质资源的研究创新利用处于初级阶段。

针对上述问题,笔者对柽柳属植物种质资源的研究开发利用提出以下建议:(1)制定一套立足当前着眼长远的柽柳属种质资源保护利用规划方案,加强种质资源的异地保存研究,探索离体保存或设施保存方法;(2)加强柽柳属植物国外引种工作,丰富我国柽柳属植物的种质资源;(3)制定柽柳属植物长期的育种计划和完善的育种策略,广泛开展人工选择育种、杂交育种和辐射诱变育种,根据区域特点制定适宜的育种目标,开展不同材种、不同用途的定向培育研究;(4)加强柽柳属植物遗传基因的分离、鉴定和转化研究,对其抗盐、耐旱、抗寒、耐涝等抗逆基因进行开发利用;(5)柽柳属植物是一类综合利用价值很高的树种,除用在西北的荒漠、半荒漠和内陆盐碱地区造林绿化外,还应在园林盆景造型、城市绿化、绿色通道建设和荒山绿化中开发其价值和用途。

[参考文献]

[1] 任宪威. 树木学[M]. 北京:中国林业出版社,2002:238-247.
[2] 刘铭庭. 柽柳属植物综合研究及大面积推广应用[M]. 兰州:兰州大学出版社,1995:1-142.
[3] Deloach C J, Gerling D, Fornasari L, et al. Biological control programme against saltcedar (*Tamarix* spp.) in the United States[C]. Proceedings of the 9th international symposium on biological control of weeds. 1996:253-260.

[4] Leon G L, Vasquez A R. Distribution of tamarisk (*Tamarix* spp.) in northern Mexico[C]. Rangelands in a sustainable biosphere Proceedings of the Fifth International Rangeland Congress. 1996:312-313.
[5] Zavaleta E. The economic value of controlling an invasive shrub[J]. Ambio, 2000, 29(8):462-467.
[6] Gaskin J F, Schaal B A. Hybrid *Tamarix* widespread in U. S. invasion and undetected in native Asian range[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2002, 99(17):11256-11259.
[7] Fuller M. Athel pine (*Tamarix aphylla*) [J]. Agnote Darwin, 1992, 539:2.
[8] 翟诗虹,王常贵,高信曾. 柽柳属植物抱茎叶形态结构的比较观察[J]. 植物学报,1983,25(6):519-525.
[9] 张道远,尹林克,潘伯荣. 柽柳属植物抗旱性能研究及其应用潜力评价[J]. 中国沙漠,2003,23(3):252-256.
[10] 王霞,侯平,尹林克,等. 水分胁迫对柽柳组织含水量和膜透性的影响[J]. 干旱区研究,1990,16(2):12-15.
[11] 张道远,杨维康,潘伯荣,等. 刚毛柽柳群落特征及其生态、生理适应性[J]. 中国沙漠,2003,23(4):446-450.
[12] 郝金标,张福锁,陈阳,等. 盐生植物根冠区土壤盐分变化的初步研究[J]. 应用生态学报,2004,15(1):53-58.
[13] 李必华. 滨海拓荒植物[M]. 济南:山东科学技术出版社,1994:34-36.
[14] 陈纪香,荀守华,徐化凌,等. 柽柳新品种耐盐能力试验研究[J]. 山东林业科技,2006(2):16-17.
[15] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1990:142-176.
[16] 周汉潘. 河北习见树木图说[M]. 北平:静生生物调查所出版,1934:325-328.
[17] 陈嵘. 中国树木分类学[M]. 北京:中国林业出版社,1953.
[18] 张学忠,贾恢先. 中国西北的柽柳[J]. 兰州大学学报:自然科学版,1962,11(1):89-104.
[19] 刘铭庭. 新疆柽柳属一新种[J]. 植物分类学报,1979,13(3):53-58.
[20] 刘铭庭. 中国柽柳属(*Tamarix* L.) 种类及其利用[J]. 新疆沙漠,1979(1):3-6.
[21] 张鹏云,刘铭庭. 柽柳属四新种[J]. 西北植物学报,1988,8(4):259-264.
[22] 张道远,谭敦炎,张娟. 国产柽柳属 16 种植物当年生小枝比较解剖及其生态意义[J]. 云南植物研究,2003,25(6):653-662.
[23] Zhang Dao-yuan. A cladistic analysis of *Tamarix* from China[J]. Acta Botanica Yunnanica, 2004, 26(3):275-282.
[24] 张元明,潘伯荣,尹林克. 中国柽柳科(*Tamaricaceae*)花粉形态研究及其分类意义的探讨[J]. 西北植物学报,2001,21(5):857-864.
[25] 翟诗虹. 柽柳属植物的染色体数目[J]. 植物分类学报,1986,24(4):273-274.
[26] 程争鸣,潘惠霞,尹林克. 柽柳属和水柏枝属植物化学分类的研究[J]. 西北植物学报,2000,20(2):275-282.
[27] 华丽,张道远,潘伯荣. 中国柽柳属和水柏枝属的分子系统

- 学研究[J]. 云南植物研究, 2004, 26(3): 283-289.
- [28] 刘铭庭. 中国柽柳属植物种类及其地理分布[J]. 新疆林业科技, 1994(1): 5-9.
- [29] 张道远. 中国柽柳属植物的分支分类研究[J]. 云南植物研究, 2004, 26(3): 275-282.
- [30] Baum B R. The genus *Tamarix* [M]. Israel: Jerusalem Academic Press, 1978: 12-17.
- [31] 张道远, 陈之端, 孙海英, 等. 用核糖体 DNA 的 ITS 序列探讨中国柽柳科植物系统分类的几个问题[J]. 西北植物学报, 2000, 20(3): 421-431.
- [32] 乔来秋, 荀守华, 何洪兵, 等. 柽柳优良无性系选育研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(2): 129-134.
- [33] 中国科学院新疆生态与地理研究所. 吐鲁番沙漠植物园——柽柳专类园[EB/OL] (2005-07-13) [2006-06-12]. <http://www.tebg.org>.
- [34] 乔来秋, 王玉祥, 荀守华, 等. 柽柳引种试验研究[J]. 山东林业科技, 2004(6): 18-20.
- [35] 杨太新, 郭玉海, 王华磊. 不同柽柳种引种试验初报[J]. 中国种业, 2005(2): 34-35.
- [36] 孟康敏, 杨秀清, 潘文利, 等. 辽宁滨海盐碱地土壤改良及造林技术研究[J]. 林业科学, 33(1): 25-33.
- [37] 王士臣. 耐盐碱树种——柽柳无性繁殖技术[J]. 现代化农业, 1994(10): 18-19.
- [38] 董必慧, 苏国兴. 沿海滩涂柽柳育苗造林及其开发利用[J]. 林业实用技术, 2003(7): 7-9.
- [39] 赵延茂, 刘月良, 郑秀社. 滨海盐碱地柽柳扦插育苗试验报告[J]. 山东林业科技, 1997(3): 1-4.
- [40] 荀守华, 何洪兵, 陈纪香, 等. 柽柳扦插育苗试验报告[J]. 山东林业科技, 2004(6): 34-35.
- [41] 曹 晏, 魏文龙. ABT 生根粉在甘蒙柽柳扦插育苗中的应用[C]. 青海农林科技西宁市林业论文专辑. 西宁: [出版社不详], 2002: 23-24.
- [42] 陈启民, 刘 康, 朱玉伟, 等. 全光雾柽柳嫩枝扦插及造林技术试验初报[J]. 新疆林业, 2004(3): 24-25.
- [43] 程 磊, 周根余. 柽柳的组织培养与快速繁殖[J]. 上海师范大学学报: 自然科学版, 2001, 30(2): 67-71.
- [44] 李利红, 李先芳, 韦小敏, 等. 柽柳生根组织培养的研究[J]. 河南林业科技, 2005, 25(1): 30-31.

(上接第 96 页)

[参考文献]

- [1] 金开镡, 付仓生, 李振兰, 等. 泡桐丛枝病病原及传播途径的研究[J]. 中国林业科学, 1978(4): 1-4.
- [2] 金开镡, 付仓生, 李振兰. 泡桐丛枝病传毒昆虫研究: [J]. 林业科技通讯, 1981(12): 23-24.
- [3] 朱本明. 我国植物类菌原体病害及其防治[J]. 自然杂志, 1987, 10(10): 757.
- [4] 朱本明. 植物类菌质体病害[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981: 108.
- [5] 杨俊秀. 应用³²P 和⁸⁶Rb 对泡桐丛枝病病枝叶吸收磷钾规律的研究[J]. 林业科学, 1989, 25(2): 167-170.
- [6] 王 蕤, 王守宗, 孙秀琴. 激素对泡桐丛枝病发生的影响[C]// 泡桐文集. 北京: 中国林业出版社, 1982: 40-46.
- [7] 杨俊秀, 胡锦涛, 朱 炜, 等. 泡桐无性系 II · 2 等对丛枝病抗性[J]. 林业科学研究, 1986(9): 36-67.
- [8] 张锡金, 田国忠, 董钦才. 温度处理和茎尖培养结合脱除泡桐丛枝病 LMO[J]. 林业科学, 1994, 30(1): 34-38.
- [9] 熊耀国, 竺肇华, 何景涛, 等. 抗丛枝病优良无性系 C161 的选育及测定[J]. 泡桐, 1985(1): 28-35.
- [10] Yuan. T-L Ovarall O. The researches of phytoplasma associated with tree diseases in china[C]// Programme and abstracts of the fifth international workshop on phytoplasmas. 北京: 中国林业科学研究院, 1996: 7.
- [11] Hu S Y. A monograph of the genus paulownia, taipei [J]. Quarterly Journal of The Taiwan Museum, 1959, 12(1/2): 36-48.
- [12] 郑万钧. 中国树木志[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 5088-5097.
- [13] 裘维蕃. 植物病毒学[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 28-30.
- [14] Nelson R R. 植物抗病育种——概念和应用[M]. 河北保定地区科技情报所, 译. 北京: 农业出版社, 1979: 12-24.
- [15] Lanly J P. Ponulas for disease resistance[M]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985: 19-46.
- [16] 李传道. 林木病害流行与治理[M]. 北京: 林业出版社, 1995: 24-27.
- [17] 蒋建平. 泡桐栽培学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 201-203.