

腾格里沙漠南缘种子植物区系及其资源属性

王具元¹, 高见¹, 柴成武²

(1. 甘肃林业职业技术学院 测绘工程系, 甘肃 天水 741020; 2. 甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: [目的] 调查植物区系, 分析资源属性, 为提高当地居民经济收入, 改善农村产业结构提供依据。[方法] 以样地调查数据为基础, 通过查阅种子植物名录, 对种子植物的区系属性、生活型属性和资源属性进行综合分析。[结果] 腾格里沙漠南缘有种子植物 31 种, 隶属 16 科, 31 属, 大科属种为藜科、菊科和禾本科, 草本植物最多, 占总种数的 67.7%, 生态植物、饲(食)用植物和药用植物分别占总种数的 83.87%, 51.61% 和 58.06%。[结论] 大科属种为藜科、菊科和禾本科, 它们在该保护区系中占有重要的地位, 表现出它们在该保护区植物区系中的重要性, 植物生活型中草本植物最多, 生态植物、以饲(食)用植物和药用植物所占比例较大。

关键词: 腾格里沙漠南缘; 种子植物区系; 资源属性

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2016)01-0277-04

中图分类号: Q948.5

文献参数: 王具元, 高见, 柴成武. 腾格里沙漠南缘种子植物区系及其资源属性[J]. 水土保持通报, 2016, 36(1): 277-280. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2016.01.049

Flora Resources of Seed Plant in Southern Margin of Tengger Desert

WANG Juyua¹, GAO Jian¹, CHAI Chengwu²

(1. Department of Surveying and Mapping Engineering, Gansu Forestry Technological College, Tianshui, Gansu 741020, China; 2. Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: [Objective] The objective of the study is to investigate and analyze the seed plant flora resources in order to provide the support for improvement of the economic income of local residents and the structure of rural industry. [Method] Based on collected data, a comprehensive analysis of the characteristics of the area, the life style and the resources of the seed plants was carried out by consulting the list of seed plant. [Results] In south margin of Tengger desert, there are 31 species of seed plants, belonging to 16 families, 31 genera and families. The Chenopodiaceae, Compositae, Gramineae and Herbaceous plants accounted for 67.7% of the total species. The ecological species, fodder species and medicinal species accounted for 83.87%, 51.61% and 58.06% of the total species respectively. [Conclusion] The Chenopodiaceae, Compositae and Gramineae are families with large number of species, and occupied an important position in the flora resources in this region and played a key role in the preservation of flora of the reserve. The herb species are the important life forms, and with the fodder and medicinal species accounted for a larger proportion.

Keywords: southern margin of Tengger desert, seed plant flora, resource properties

目前关于植物区系的定义, 中国普遍采用的是吴征镒和王荷生的观点, 即“所谓植物区系是某一地区或者是某一时期, 某一分类群, 某类植被等所有植物种类的总称”。植物区系是自然形成的产物, 是植物界在一定自然地理环境, 特别是自然历史等综合条件下长期发展和演化的结果^[1]。因此植物区系的构成中蕴涵着大量历史、地理、生态和系统进化的信

息, 对某一地区植物区系的调查研究是研究该地区不同时空尺度上植物多样性的基础。植物资源是人类赖以生存的条件, 是经济得以持续发展最基本的物质基础, 植物不仅具有食用和药用的作用, 另外, 香料、油脂、纤维、橡胶、染料、原料、生态旅游无一不与植物资源有关。目前发现 80% 的生物活性物质存在于植物体中, 食品、医药及生物制造业超过 60% 以上的原

收稿日期: 2014-12-06

修回日期: 2015-01-15

资助项目: 国家自然科学基金项目“沙区黏土质夹层土壤水分再分布与植物的生态响应”(31100519)

第一作者: 王具元(1975—), 男(汉族), 甘肃省定西市人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: 760318310@qq.com。

通讯作者: 柴成武(1980—), 男(汉族), 甘肃省白银市人, 硕士研究生, 副研究员, 主要从事荒漠化防治与荒漠生态研究。E-mail: chaichengwu@sina.com。

料都来自植物。为了给腾格里沙漠植物多样性保护决策制定提供科学依据,采用植物区系分析、野生植物资源调查,对研究区植物区系组成及其生境特点、野生植物的资源属性进行研究和分析,以期为提高当地居民自然保护的相关知识,调整农业产业结构提供依据。

1 研究区概况

腾格里沙漠南缘是中国土地荒漠化最严重的地区之一,20 世纪 50 年代以来,在该区开展了荒漠化土地恢复与生态工程建设。研究区古浪县黄花滩乡,地处河西走廊东端,腾格里沙漠南缘,是古浪县 8 个重点风沙口之一。地理位置为北纬 $37^{\circ}45' - 37^{\circ}50'$,东经 $103^{\circ}02' - 103^{\circ}04'$ 。气候属温带大陆性干旱气候,光照丰富,辐射强,温差大,干燥少雨,风大沙多且危害严重。年平均气温 4.9°C ;无霜期 166 d;年均降水量 170 mm 左右,年均蒸发量 1 769.9 mm。平均风速 3.5 m/s , ≥ 8 级大风年平均发生日数 15.9 d,平均沙尘暴日数 12.2 d。古浪县黄花滩乡人口 97 224 人,总面积 221.7 km^2 ,占全县总土地面积的 23%。土壤主要为灰钙土和风沙土。地貌类型以流动沙丘、白刺(*Nitraria tangutorum*)沙包和丘间低地为主。该区植被稀疏,种类单一,主要建群种以白刺、沙蒿(*Artemisia desertorum*)、沙米(*Agriophyllum squarrosum*)、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)为主。农业发展的主要水资源以地下水灌溉为主,地下水逐年下降,有的地方已经超过 40 m。

2 研究方法

野外调查内容主要包括植物标本的采集和植物群落的样地调查。根据不同的海拔高度和生境条件等差异,由南向北分布路线,选择分布相对集中的 10 个典型样地。每个样地内设 2 个 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 的样方,调查样方内所有灌木植物,并沿着每个灌木样方的对角线作 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 的 2 个草本小样方,调查所有草本植物。再运用植物区系地理学的基本原理,通过统计、排序以及比较分析等方法,对研究区种子植物区系进行研究和详细论述。

室内分析主要包括:① 通过对植物标本的鉴定整理出研究区种子植物名录;② 根据研究区种子植物名录对研究区的种子植物的区系属性、生活型属性和资源属性进行综合分析;③ 将研究区植物群落的样地调查资料进行汇总、计算和统计,分析不同类型植物群落的生境特征、种类组成。

3 结果与分析

3.1 植物区系基本组成

经过整理鉴定所采集的植物标本,研究区植物 31 种,隶属 16 科,31 属,其中无裸子植物,被子植物 16 科,31 属,31 种,其中双子叶植物 12 科,24 属,24 种,单子叶植物 4 科,7 属,7 种。该区植物区系组成贫乏,科属组成较为分散,结构简单,层次单调,植物组成均为适沙和耐沙的种类。

3.2 植物科属统计

从表 1 可知,大科属种为黎科、菊科和禾本科,其中黎科为 7 属,7 种,占总种数的 22.6%,菊科 5 属,5 种,占总种数的 16.1%,禾本科 4 属,4 种,占总种数的 12.9%,它们在该保护区系中占有重要的地位,表现出它们在该保护区植物区系中的重要性。其他为单科属种或少科属种,其中豆科 3 属,3 种,是仅次于黎科、菊科和禾本科的大科,其他科为单属种,这也从一个角度说明该区是沙地和丘间低地组成地貌特征。

3.3 生活型

生活型是生物对外界环境适应的外部表现形式,通过生活型可以明显地反映出植物与环境的关系。由表 1 可知,共有 5 种生活型,主要与该区地形、生境、水分条件简单有关。经统计草本植物最多,1 年生草本 8 种,占总种数的 25.8%,多年生草本 13 种,占总种数的 41.9%,两者合计 21 种,占 67.7%,灌木和乔木有 9 种,占 32.3%,主要由于本区有沙地、水分条件较好的丘间地,所以乔木和灌木类型也占一定比例,形成了该区生境景观分布的多样性和复杂性。

3.4 植物资源属性分析

植被是生态系统中的生产者,是维护地区生态平衡和保护、恢复生态的关键组成部分和因素,尤其是在干旱半干旱地区,植物在涵养水源、防风固沙以及维持和保护地区自然环境等方面有重要的作用。除此之外,研究区内的一些植物甚至还是其经济发展的重要依托,很多植物还具有比较高的综合开发和利用的价值,并有重要经济效益。

3.4.1 生态植物 生态植物指对地区生活环境的恢复、保护和重建有重要的植物。一些植物具有较强的防止水土流失和防风固沙的生态效益,可用于该区的生态建设。在研究区,具有生态价值的植物资源有 26 种,占总数的 83.87%,分别是沙米^[2]、雾冰藜^[3]、碟果虫实^[4]、白茎盐生草^[5]、沙芥^[6]、画眉草^[7]、砂蓝刺头^[8]、刺沙蓬、甘草、细叶骆驼蓬、马蔺^[9]、苦豆子^[10]、黄花矾松^[11]、砂引草、赖草、沙竹^[12]、芦苇^[13]、沙蒿^[14]、唐古特白刺^[15]、沙枣^[16]、柠条^[17]、新疆杨、

白榆^[18]、花棒、怪柳、沙拐枣等,如立枯沙米个体能有效降低风速,阻挡风沙流并形成沙舌,沙米群落能显著提高地表粗糙度,增大摩阻流速,降低群落内输沙量。怪柳耐干旱,耐盐碱,耐沙埋,对土壤要求不严,根系发达,蘖集性强,生长快,生物量大,是改造盐碱

地及营造防风固沙林优良树种。旱生芦苇在减少沙尘侵蚀,保护绿洲农田,盐碱地改良具有重要作用。沙竹主要生长在中、小型流动沙丘和较缓的沙坡上,也生长在固定或半固定沙丘上,具有良好的防沙、固沙作用。

表 1 荒漠植被植物种

生活型	植物种	科属	分布地貌类型
一年生草本	沙米	藜科沙蓬属	流动、半流动及固定沙地
	灰绿藜(<i>Chenopodium glaucum</i>)	藜科藜属	干河床、固定半固定沙地
	碟果虫实(<i>Corispermum patelli forme</i>)	藜科虫实属	半固定流动沙丘、沙地
	白茎盐生草(<i>Halogeton arachnoideus</i>)	藜科盐生草属	沙地、沙丘
	刺沙蓬(<i>Salsola tragus</i>)	藜科猪毛菜属	沙地
	雾冰藜(<i>Bassia dasyphylla</i>)	藜科雾冰藜属	沙丘、沙质草地、河滩
	沙芥(<i>Pugionium cornutum</i>)	十字花科沙芥属	固定、半固定、流动沙地
	画眉草(<i>Eragrostis pilosa</i>)	禾本科画眉草属	流沙及干河床沙地伴生种
多年生草本	砂蓝刺头(<i>Echinops gmelinii</i>)	菊科蓝刺头属	沙丘、沙地
	沙旋复花(<i>Inula salsoloides</i>)	菊科旋复花属	沙丘,干河床
	刺儿菜(<i>Cirsium setosum</i>)	菊科蓟属	沙地
	蒲公英(<i>Taraxacum officinale</i>)	菊科蒲公英属	干河床
	甘草(<i>Glycyrrhiza uralensis</i>)	蝶形花科甘草属	绿洲边缘沙地
	细叶骆驼蓬(<i>Peganum nigellastrum</i>)	蒺藜科骆驼蓬属	固定半固定沙丘、沙地
	苦豆子	豆科槐属	干河床、固定半固定沙地
	马蔺(<i>Iris lactea</i>)	鸢尾科鸢尾属	固定半固定沙地、干河床
	黄花矾松(<i>Limonium aureum</i>)	兰雪科补血草属	沙丘、沙地、砾质戈壁
	砂引草(<i>Tournefortia sibirica</i>)	紫草科砂引草属	覆沙干河床
	赖草(<i>Leymus secalinus</i>)	禾本科赖草属	干河床
	沙竹(<i>Psammochloa villosa</i>)	禾本科沙鞭属	流动沙地、沙丘
	沙葱(<i>Allium mongolicum</i>)	百合科葱属	沙地、砾质戈壁
芦苇(<i>Phragmites australis</i>)	禾本科芦苇属	丘间地	
半灌木	沙蒿	菊科蒿属	固定、半固定、流动沙地
	唐古特白刺	蒺藜科白刺属	固定半固定沙包
灌木	沙枣(<i>Elaeagnus angustifolia</i>)	胡颓子科胡颓子属	丘间地、绿洲边缘沙地
	柠条(<i>Caragana korshinskii</i>)	豆科锦鸡儿属	固定沙包,丘间地、绿洲边缘沙地
乔木	新疆杨(<i>Populus alba</i>)	杨柳科杨属	丘间地
	白榆(<i>Ulmus pumila</i>)	榆科榆属	丘间地
	花棒(<i>Hedysarum scoparium</i>)	蝶形花科岩黄芪属	固定沙包、沙丘
	怪柳(<i>Tamarix chinensis</i>)	怪柳科怪柳属	沙丘、沙地、砾质戈壁
	沙拐枣(<i>Calligonum mongolicum</i>)	藜科沙拐枣属	固定、半固定、流动沙地、丘间地

3.4.2 药用植物 药用植物是人类经过长期的实践证明,在医学上用于防病、治病的植物。经调查腾格里沙漠南缘的药用植物总计 18 种,占总数的 58.06%。其中,具有清热解毒、凉血利尿这类的药用植物,这些植物往往具有味苦、性凉的特点,主要有沙米、雾冰藜、沙芥^[6]、画眉草、砂蓝刺头、刺儿菜、甘草、苦豆子、赖草、芦苇^[13]、沙枣^[16]、怪柳、沙旋复花、唐古特白刺^[15]。具有活血化瘀、止痛消炎的药用植物有沙芥、画眉草、苦豆子、黄花矾松^[11]、赖草、沙葱等。此外,蒲公英^[19]具有抗菌、通乳、抗肿瘤、利胆、美容

的作用,柠条干馏后的油脂是治疗疥癣的特效药,白榆的果、树皮和叶入药,能安神,治神经衰弱、失眠,怪柳用于痘疹透发不畅或疹毒内陷,沙拐枣根治小便混浊,全草治皮肤皲裂。沙枣根煎汁可洗恶疮和狗的瘤疥,叶干燥后研碎加水服,对治肺炎、气短有效。沙葱富含维生素,对降血压有一定的疗效,主治伤风感冒,头痛发烧,腹部冷痛,消化不良等。

3.4.3 饲(食)用植物 腾格里沙漠南缘居民多以畜牧业及农业生产活动为主,因此优良的牧草是他们赖以生存的重要因素,牧草品质的优劣关系到居民经济

收入的高低。由于当地的自然环境比较脆弱,而且植物资源较少,所以,要因地制宜,适度放牧。经统计,研究区的饲(食)用植物资源主要有沙米^[2]、灰绿藜、雾冰藜、画眉草、刺儿菜、马蔺^[9]、砂引草、赖草、沙葱^[20]、芦苇^[13]、沙蒿^[14]、沙枣、柠条、沙拐枣、唐古特白刺等 16 种,占总数的 51.61%。沙区群众历来有采收沙米种子用以作炒面凉粉、糕点等食品的习惯,其中沙米凉粉走上高档宴席。灰绿藜幼株可作猪饲料,用沸水焯后换清水浸泡,炒食、凉拌、做汤。雾冰藜是劣等的野生饲用植物,在气候干旱的荒漠地区,对于当地的骆驼和很耐粗饲的绵、山羊,则有一定的饲用意义。砂蓝刺头青鲜时,其花序、叶、和果实可被牛、羊采食,属于中等饲用植物。刺儿菜可做青贮饲料,嫩苗又是野菜,炒食、做汤均可。蒲公英的根可以吃,也可以用来替代咖啡,花可以做酒,叶子可生吃,也可烹食,蒲公英炒肉丝具有补中益气解毒的功效。马蔺每亩可产草 500 公斤。幼嫩赖草是为山羊、绵羊喜食,可作为牲畜的抓膘牧草,牛、骆驼终年喜食。沙葱营养价值高,其腌制品口感清爽,性醇味辣,助消化、健胃。芦苇嫩茎、叶为各种家畜所喜食,也可用作割草地或放牧地。中国北方地区很早就有利用沙蒿籽做面条的习惯。

3.4.4 用材植物 用材植物是指能够为人类提供木材的树种,在沙区主要用作薪碳。在腾格里沙漠南缘用材植物有柠条、白榆、花棒、新疆杨、雾冰藜等,占总数的 16%。如柠条的枝条含有油脂,燃烧不忌干湿,是良好的薪炭材,白榆木材耐磨、耐腐,是造船、建筑、室内装修地板、家具的优良用材,花棒枝干含油脂,为优良薪柴。

3.4.5 工(农)业原料植物 工(农)业原料植物指可提供工(农)业用途,能够为工(业)提供原料或燃料的植物。腾格里沙漠南缘种子植物资源中具有工(农)业用途的植物包括白茎盐生草、黄花矾松^[11]、砂引草、芦苇^[13]、沙枣^[16]、柠条、白榆、怪柳,占研究区总植物总数的 26%。如砂引草的花香气浓郁,可提取其芳香油,还可做绿肥。芦苇的叶、叶鞘、茎、根状茎和不定根都具有通气组织,所以它在净化污水中起到重要的作用,芦苇茎秆坚韧,纤维含量高,是造纸工业中不可多得的原材料,用芦苇编制“苇席”铺炕、盖房或搭建临时建筑,芦苇茎内的薄膜做笛子的笛膜使用,可以制作乐器——芦笛,芦苇穗可以作扫帚,花絮可以充填枕头。沙蒿种籽所提取的沙蒿胶作为一种天然植物胶,能够在水中形成强韧的凝胶,且耐酸碱,性质十分稳定,沙蒿种籽的含油量在 20% 左右,富含亚油酸和维生素 E,在提取优质使用油方面具有良好的

前景。沙枣木材坚韧细密,可作家具、农具,亦可作燃料,是沙漠地区农村燃料的主要来源之一,沙枣果实还可酿酒、酿醋、制酱油、果酱等,糟粕仍可饲用,沙枣花香,是很好的蜜源植物,含芳香油,可提取香精、香料,树液可提制沙枣胶,为阿拉伯胶的代用品。花棒可用于编织,树干可作农具柄,茎皮纤维强韧,可搓麻绳,种子可榨油。

3.4.6 观赏(景观)植物 观赏(景观)植物,专门培植来供观赏(景观)的植物,一般都有美丽的花、奇特的叶或者是形态非常奇特,一般都有美化环境、改善环境和调节人体健康的功能,分为天然和人工培育植物。在腾格里沙漠南缘,可用来观赏(景观)的植物资源有马蔺^[9]、黄花矾松^[11]、芦苇^[13]、新疆杨、沙葱等。马蔺色泽青绿,在北方地区绿期可达 280 天以上,马蔺的花淡雅美丽,花密清香,花期长达 50 天,还可作为切花材料,马蔺生命力强,基本不需要日常养护,节约了水肥和管理投入。黄花矾松是干旱荒漠地区为数不多的野生花卉之一,花色艳丽,繁密华贵,保持时间极长,可作插花中的配材和衬花,也可用来制作干花,其韵味独特,是插花艺术中不可多得的花材,其适宜作地被、花坛、色带用花,在银川的公园和道路两侧构筑了金黄色的植物色块,取得了很好的景观效果。沙葱纤细清秀,叶色翠绿,花色鲜艳,美丽别致。是优良的花坛、地被或室内盆栽材料。芦苇种在公园湖边开花季节特别美观。在欧洲国家的公园,经常可以看到芦苇优雅的身影。新疆杨树型及叶形优美,在草坪、庭前孤植、丛植,或于路旁植、点缀山石都很合适,也可用作绿篱及基础种植材料。

4 结论

研究区内分布的种子植物共 16 科 31 属 31 种,植物种类相对贫乏,大科属种为藜科、菊科和禾本科,表现出它们在该保护区植物区系中的重要性,其他为单科属种或少科属种。研究区内没有特有成分,这也从一个角度说明研究区的植物区系相对年轻。研究区植物生活型比较单一,草本植物具有明显的优势。

结合植物生境,多年生草本荒漠植被占据绝对优势,1 年生草本主要为伴生种或干河床生长植物。荒漠植被主要为稀疏的白刺+沙蒿群落、沙蒿群落,群丛结构简单,但盖度较高,主要分布于沙滩。干河床生长植物盖度不高,种类较多,但 1 年生植物所占比例相对较大。这种植被构成及其分布形式和西北荒漠区大科的分布具有一定的相似性,说明该人工植被已经达到适合当地气候环境进行自然植被演替的阶段。

(下转第 286 页)

在供水水价中每 1 m^3 征收不低于 0.7 元污水处理费和 0.3 元的水资源费(两项合计为 1 元人民币),专款专用。每年可获取 1.30×10^{10} 元收入,按照各自贡献大小,分配给相关地市^[9]。

本文研究对象为南水北调安康段水源保护主要成本标准测算,主要涉及实际保护付出成本(显性成本)和受影响产业的机会成本。由于南水北调工程属于一个动态的工程,该工程将分为试运营阶段和正常运行阶段。在前期试运行阶段,付出成本具有很大的不稳定性,初期有加大趋势,随着影响的主要成本被发现完毕后会逐步趋于稳定状态。因此,在试运行初期测算过程中,付出成本难以全面覆盖。研究主要成本补偿标准对社会公众关注南水北调工程补偿问题和政府决策有一定的借鉴和参考价值。

[参 考 文 献]

- [1] 谢静怡,姚艺伟.丹江口库区水源地保护的生态补偿机制研究[J].理论月刊,2009(9):89-91.
- [2] 赵永平.南水北调中线完成投资 2086 亿元占在建工程总款 99%[N].人民日报,2014-07-04(10).
- [3] 陕西省人民政府.陕西省人民政府关于印发汉江丹江流

域水质保护行动方案(2014—2017 年)的通知,(陕政发〔2014〕15 号)[EB/OL].陕西省人民政府陕西调研之窗,<http://www.sxzy.gov.cn>,2014-04-21.

- [4] 何家理,李孝满,张翔.“四位一体联动机制”教育扶贫模式探析:安康市教育扶贫模式实证研究[J].西安文理学院学报,2013,16(3):59-62.
- [5] 张万锋.“南水北调”中线工程安康段水资源调查与开发研究[J].陕西农业科学,2011(2):120-121.
- [6] 朱九龙.国内外跨流域调水水源区生态补偿研究综述[J].人民黄河,2014,36(2):78-81.
- [7] 樊万选,方珺.国外流域生态补偿对我国区域经济平衡协调发展的启示与借鉴[J].创新科技,2013(10):8-10.
- [8] 安康生活网.南水北调中线水源主要来自陕南安康[EB/OL].<http://www.akshw.net/Article/Article-24.html>,2014-11-12.
- [9] 张旭东,刘铮.中国 960 多万平方公里国土划分“四类主体功能区”[EB/OL].中国发展门户网 www.chinagate.com.cn,2006-03-06.
- [10] 何家理,支晓娟.秦巴山区退耕还林效益评价研究:以陕南三市为例[J].生态经济,2008(10):22-27.
- [11] 高全成.汉江流域生态治理存在的问题及对策[J].陕西农业科学,2012(3):192-195.

(上接第 280 页)

[参 考 文 献]

- [1] 张宏达.华夏植物区系的起源与发展[J].中山大学学报:自然科学版,1980,19(1):12-24.
- [2] 马全林,王继和,张景光,等.流动沙丘先锋植物沙米的生态防护作用[J].水土保持学报,2008,22(1):140-145.
- [3] 梁继业,王彦阁,杨晓晖.鄂尔多斯高原雾冰葵在沙漠一河岸过渡带白刺沙堆上的空间分布特征[J].草业科学,2008,25(5):42-47.
- [4] 刘有军,刘世增,纪永福,等.碟果虫实种子萌发对策及生态适应性[J].草业科学,2010,30(24):6910-6918.
- [5] 王文,张德罡.白茎盐生草对盐碱土壤的改良效果[J].草业科学,2011,28(6):902-904.
- [6] 宋兆伟,郝丽珍,黄振英,等.光照和温度对沙芥和斧翅沙芥植物种子萌发的影响[J].生态学报,2010,30(10):2562-2568.
- [7] 李雪华,李晓兰,蒋德明,等.画眉草种子萌发对策及生态适应性[J].应用生态学报,2006,17(4):607-610.
- [8] 杨小菊,赵昕,石勇,等.盐胁迫对砂蓝刺头不同器官中离子分布的影响[J].草业学报,2013,22(4):116-122.
- [9] 孙广玉,蔡淑燕,胡彦波,等.盐碱地马蔺光合生理特性的研究[J].植物研究,2006,26(1):74-78.
- [10] 王晓敏,李军.苦豆子的研究及综合应用[J].农业科学

- [11] 王方琳,崔建国,尉秋实,等.黄花矾松组织培养及培养基筛选研究[J].中国农学通报,2014,30(13):45-50
- [12] 李久蒂,孙捷,匡柏健,等.沙竹中内生固氮菌的分离及鉴定[J].植物学通报,1997,14(1):52.
- [13] 付爱红,陈亚宁,李卫红.极端干旱区旱生芦苇叶水势变化及其影响因子研究[J].草业学报,2012,21(3):163-167.
- [14] 薛艳林,孙启忠,赵和平,等.沙蒿与玉米秸秆混合比例和乳酸菌制剂对混合青贮饲料品质的影响[J].动物营养学报,2014,26(5):1310-1319.
- [15] 罗光宏,王进,颜霞,等.干旱胁迫对唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)种子吸胀萌发和幼苗生长的影响[J].中国沙漠,2014,34(6):1357-1363.
- [16] 黄俊华,买买提江,杨昌友,等.沙枣研究现状与展望[J].中国野生植物资源,2005,24(3):26-29.
- [17] 庞琪伟,贾黎明,郑士光.国内柠条研究现状[J].河北林果研究,2009,24(3):280-283.
- [18] 杨淑红,王海波,罗晓雅,等.白榆种质资源收集、保存及利用研究[J].河南林业科技,2012,32(4):18-20.
- [19] 陈华,李银心.蒲公英研究进展和用生物技术培育[J].植物学通报,2004,21(1):19-25.
- [20] 贺访印,刘世增,严了柱.野生沙葱的资源分布与保护利用[J].中国野生植物资源,2007,26(2):14-17.