

西藏砂生槐的研究现状及其利用与保护对策

郭其强¹, 罗大庆^{1*}, 方江平¹, 仁德智¹, 王贞红¹, 傅军锋²

(1. 西藏高原生态研究所, 西藏 林芝 860000; 2. 汝阳县林业局, 河南 汝阳 471200)

摘 要:砂生槐是西藏特有的重要生物资源, 具有很好的固沙、饲用和药用价值。以往研究表明: 砂生槐种子天然萌发率较低, 萌蘖苗是对种群数量保持稳定有力的补充, 遗传多样性表明砂生槐在长期进化中各居群分化较大; 其枝、叶和种子饲用价值较高; 种子内含生物碱具有很高的药用价值。目前存在问题是由于保护措施缺乏, 种群受干扰较多, 导致天然砂生槐灌丛受破坏严重, 种群面积减少; 由于饲用和药用产品开发少, 导致经济效益低下, 人工种植积极性差。在未来应该加强对快繁技术的研究, 增加人工种植面积; 进一步开发相关的饲用和医药产品, 提高其经济价值, 提高人工种植积极性; 制订相应的保护对策和合理的开发方式, 为砂生槐灌丛的有效保护和开发利用提供基本保证。

关键词:砂生槐; 生态学特性; 开发利用; 保护对策

中图分类号: S793 文献标识码: A 文章编号: 1001-7461(2009)01-0098-04

Research Status, Utilization and Protection Measures of *Sophora moorcroftiana* in Tibet

GUO Qi-qiang¹, LUO Da-qing^{1*}, FANG Jiang-ping¹, REN De-zhi¹, WANG Zheng-hong¹, FU Jun-feng²

(1. Institute of Plateau Ecology, Linzhi 860000; 2. Forest Bureau of Ruyang, Ruyang 471200)

Abstract: *Sophora moorcroftiana* is one of an important biomass resources in Tibet, for it values in sand fixation, feeding and medicinal application. Previous researches showed that, its nature germination rate was low, but sprouting reproduction strongly supplemented to keep stable population; population differentiation was significant; its branches leaves and seeds were useful for animal feeding and medicinale application. However, there have been some problems existed, such as deficient protection measures and serious interference population make the livable habitats is reducing. At the same time, its lower economic benefit make the areas of artificial planting very small. In the future, the rapid-propagation technology should be studied and enlarge planting area, relevant products should be developed in order to improve the initiative for artificial planting the protection countermeasure and development mode should be developed. All of these are the basic guarantees of effective protection, development and utilization for *S. moorcroftiana* in Tiebet.

Key words: *Sophora moorcroftiana*; biological characteristics; development and utilization; protection strategy

砂生槐(*Sophora moorcroftiana*)又名“西藏狼牙刺”、“金雀花”等^[1], 为西藏特有种, 是雅鲁藏布江流域干旱河谷地区分布的一种特有豆科灌木, 也是该河谷区植被群落的主要建群种之一^[2]。因其具有

较强抗旱、固沙、水土保持等特性和饲、药等多种可利用价值, 成为国内外生态学和医药学领域研究的热点内容之一^[2-6, 23, 27]。有关研究自 20 世纪 80 年代开始相继有过一些报道, 2000 年以后针对砂生槐

②) 收稿日期: 2008-03-19 修回日期: 2008-05-14
基金项目: 国家科技支撑项目; 西藏高寒干旱退化生态系统恢复重建技术与示范(2006BAC01A04)。
作者简介: 郭其强, 男, 讲师, 主要从事森林生态学和物种多样性保护研究。
* 通讯作者: 罗大庆, E-mail: dqlo0894@163.com.

的研究相对增多,主要集中在对砂生槐的沙生适应性、种子生物碱的药用价值和固沙特性等方面^[5-14,22,24-26]。这些研究成果对于雅鲁藏布江流域的干旱河谷地区植被建设和恢复具有重要意义;同时种子内含物的抑菌作用和杀虫活性证明其具有重大的药用价值。砂生槐作为西藏特有的重要生物资源,在未来该如何利用其为生态、社会和经济展服务;在以后的研究中应该如何加强;如何合理利用和加强对现有资源的保护等问题,尤其值得思考。因此,本文通过对砂生槐的研究现状的综述,提出未来研究方向、开发利用和保护对策,为人们以后的深入研究提供参考。

1 生物学和生态学特性

1.1 地理分布和繁殖特性

砂生槐具有极强的抗旱、耐瘠薄及抗风沙等生态适应性,生长在海拔 2 800~4 400 m 的坡麓和河滩沙质地,主要分布在西藏的日喀则、山南、林芝地区和拉萨市雅鲁藏布江流经的河谷地区,此外,在尼泊尔、印度、锡金也有分布^[15]。

砂生槐具有种子繁殖和根蘖繁殖两种方式,在未受沙埋时,种子繁殖趋于占主导地位;在植株受到沙埋时,营养繁殖趋于占主导地位^[2,25-26]。据林少敏报道^[10],自然条件下砂生槐的种子的种皮不透气、不透水,发芽率仅有 10% 左右,经过刀刺破种皮及砂布磨擦种皮发毛(用具消毒)等物理处理之后,其发芽率可提高到 83%~90%;Carol C. Baskin 等^[22]通过热冷水的循环处理可以使其发芽率提高 79%;还有实验表明,越是采集年份越久的种子,其发芽率越高,相反,年份越近的种子,其萌发率越低,且对水热条件变化无响应,但一定程度的沙埋还可以促进砂生槐萌蘖更新^[3]。根据赵文智等^[5]研究表明实生苗密度与种子库密度呈正相关,遵循种子越多,萌发和保存的概率越大的一般规律。萌蘖苗数与种子库密度呈显著负相关则说明种群在种子生产少的情况下,通过萌蘖的方式进行更新,以维持种群稳定。以上研究说明,砂生槐的繁殖对其生境有一定的自我调节性。由于其生境的严酷,种子萌发期前有一段休眠期,导致种子不能及时萌发,后可能被雨水冲走或鸟兽食用,导致实生苗更新较差,但是当结实量少时,萌蘖苗数量的增加足以使得种群能够世代延续,维持稳定;经人为处理后种子发芽率大幅度提高,这可以为人工育苗提供技术支撑。

1.2 种群生长特点及遗传多样性

砂生槐种群在河谷植被中占有很重要的地位。就其分布而言,从阶地到低山地,其作为亚高山灌丛

植被的灌木层主要植物,以建群种成纯灌丛分布,成为河谷旱生植被发展过程中的先锋植物之一^[1],也作为植被组成中最稳定的植物种而分布于谷地的各个部位,且可定居并形成较大的盖度。在低洼地段较为良好的水土条件下,砂生槐能利用其萌蘖和生长的较强优势,扩展成密生的灌丛^[3]。研究表明随海拔梯度上升,砂生槐种群密度呈上升的趋势,种群个体基径呈下降趋势,但种群高度和新梢生长量并没有随海拔升高而呈明显的升降规律;对耐沙埋特性的研究表明,积沙厚度为 20~40 cm 时,砂生槐灌丛高度达到最大,大于 40 cm 时超过沙埋极限导致死亡^[5]。这说明砂生槐种群的繁殖特性并不随海拔梯度而呈明显的规律;也说明砂生槐适应的海拔范围较广,对因海拔变化而产生的气候变化也有较强的适应性;风沙干扰降低砂生槐种群的种子繁殖能力,但一程度的风沙干扰却促进了砂生槐种群的萌蘖繁殖。砂生槐种群在遇到风沙干扰时的这种均衡也是砂生种群适应沙漠和沙漠化环境的对策。

根据赵阿曼等^[10]和 Z. —M. Liu^[24]对分布在雅鲁藏布江流域的 10 个砂生槐天然居群,结果均表明:对于大多数多态位点来说,各居群通常共享常见基因,而稀有基因通常分布范围有限,地方性稀有基因是居群为适应特定的生态环境突变而产生的,其存在反映了居群遗传组成上的差异;居群的遗传多样性研究结果标明大部分居群均呈现杂合子过量状态,平均异交率较低(0.770),变动幅度为 0.529~0.949;居群的遗传分化表明总遗传变异的 17.48% 来源于居群间的遗传变异,82.52% 属于居群内的遗传变异。

以上结果说明在居群水平上砂生槐存在轻微的杂合子过量现象,由于环境恶化和人类活动干扰导致居群间分化较大;另一方面,地理因素如海拔高度对温度、水分等生态因子有着规律性影响,从而控制了居群分化。海拔高度不同的砂生槐亚居群,开花物候期不同,这就造成了由于传粉不同步而造成的遗传隔离。因此,遗传多样性研究为砂生槐资源保护提供了依据:砂生槐遗传变异主要保持在居群内,在迁地保护时要选择有代表性的居群,例如高海拔居群包含着绝大部分等位基因,说明其遗传多样性水平较高,应加以保护和管理,作为砂生槐种质资源就地保护的基地。

2 综合利用

2.1 生态效益

砂生槐的生态效益表现为具有极强的固沙能力。其地下根系相互交错,形成了立柱(主根)网状

(侧根)固沙结构。当根系从土壤中吸取水分和无机盐时,能使根部附近 5 cm 的砂粒产生的向根性的亲和力使其仅仅聚集在根部周围,形成沙根柱状体^[4]。砂生槐单体植株形成伞形固沙构架模式和砂生槐群落的立体网柱状固沙构架模式,使其具有趋于完美的牢固的固沙系统。目前,西藏雅鲁藏布江中部流域现有沙地面积 11.47 万 hm²,分别分布在拉萨市、日喀则地区、山南地区和河岸及谷坡地带^[11],据贡嘎县调查数据,仅全县草原沙化面积已达 4.6 万 hm²,尚有潜在沙化草地面积 6.1 万 hm²,且每年以沙化 200 hm² 的速度递增,每年长达数月的风沙季,严重影响了人们的正常生产生活秩序。多年来深根性固沙树种的良种选育一直困扰着西藏治沙界,也成为影响防沙治沙速度的主要原因之一,造林成活率和治沙速度缓慢,成效不高,使得造林成本居高不下。树种选择不当将给西藏防沙治沙工程带来严重的负面影响。乡土树种砂生槐治沙造林不但可以加快造林步伐,提高造林成活率,改善生态环境,而且能大幅度降低造林成本。以实现砂生槐的生态效益,起到较好的防风固沙和保持水土的作用。

2.2 饲用价值

砂生槐嫩枝叶是马、牛和羊等动物喜爱的饲料之一。据李玉祥的研究^[12],砂生槐种子蛋白质含量高达 30.6%,比其嫩枝蛋白质平均含量高 8.72%,比西藏青稞、小麦高近 3 倍。粗脂肪比其嫩枝叶高 6.69%,比禾谷类种子高 2~3 倍。热值 21 029.12 kJ/kg,比目前市售的配合饲料(7 964.76 kJ/kg)高 13 069.46 kJ/kg,比其嫩枝叶(17 463.53 kJ/kg)高 3 565.65 kJ/kg。

砂生槐枝叶砍伐后当年生嫩枝叶粗蛋白质最高,其次分别为花期老枝当年生嫩枝叶,花后期老枝当年生槐叶,秋后砂生槐叶。以上各粗蛋白质成分还高于豆科紫花苜蓿、红豆草。热值除秋后砂生槐叶分别低于紫花苜蓿、红豆草外,砍伐后当年嫩枝叶(18 629.12 kJ/kg)高于紫花苜蓿 8.34%,高于红豆草 0.17%;花期老枝当年生嫩枝叶(18 771.0 kJ/kg)高于紫花苜蓿 9.16%,高于红豆草 0.93%,花后期老枝当年生嫩枝叶(18 992.83 kJ/kg)高于紫花苜蓿 10.45%,高于红豆草 2.12%。

砂生槐种子 17 种氨基酸总量高达 24.53%,高于西藏箭舌豌豆(15.46%)的 8.87%,是西藏小麦和青稞的 1.57 和 2.55 倍。8 种必须氨基酸除色氨酸外,其余 7 种均高于西藏箭舌豌豆,大大高于西藏青稞和小麦。据李玉祥测定,平均每 hm² 砂生槐可提供薪 2 023.2 kg,提供牲畜可食的枝叶 62.84 kg,提供种子 166 kg。以上说明砂生槐的枝、叶和种

子均具有较高的饲用价值,具有很好的开发应用潜力。这对能源、植物蛋白资源极缺的西藏具有重要意义^[13]。

2.3 药用价值

砂生槐的种子和枝叶有药用价值。其种子谷氨酸含量高达 5.37%,精氨酸 2.94%,砍伐后当年生嫩枝叶含谷氨酸 1.79%,精氨酸 1.30%,花后期老枝当年生嫩枝叶含谷氨酸 1.86%,精氨酸 1.26%,这两种氨基酸具有调节人体植物性神经紊乱和治疗肝昏迷的药用效果。据崔建芳等人报导^[12,13],砂生槐种子氧化苦参碱、氧化槐果碱和苦参碱含量分别为 1.64%、0.50%和 0.17%,这 3 种生物碱均具有抗癌、升血、平喘和抗心律不齐等方面的药用效果。马兴铭等^[7,8]研究发现从砂生槐种子提取的生物碱具有抑制金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、铜绿假单胞菌生长繁殖的活性,对 SPC-A-1 和 GLC-82 肺腺癌细胞的增殖有明显的抑制作用;并且具有杀死细粒棘球绦虫原头蚴的活性,对小鼠具有中等强度的毒性^[14]。

3 存在的问题

3.1 快速繁殖技术研究缺乏

西藏砂生槐虽然得到了一些生态学家的重视并进行了相关的研究^[13],但由于起步较晚,截至目前对其生殖特性的研究还很有限。主要存在以下问题:(1)砂生槐种子自然条件下发芽率极低,仅为 10%,98% H₂SO₄ 处理的种子发芽率最高也只有 55%^[9]。严重制约了砂生槐植株的繁殖,不能为在短时间内大规模造林提供足够的苗木,如果长期在自然状态下繁殖,势必影响砂生槐种群的更新和扩张。(2)对于组织培养和萌蘖繁殖的无性繁殖方式的报道不多。基于组织培养的植物快速繁殖技术已日趋成熟,利用其种子或营养体探索砂生槐个体的快速繁殖技术,可以在短时间内为大面积造林提供充足的幼苗,对于加快种群繁衍速度具有重要意义。(3)对砂生槐个体生长规律和最适生境的研究还未见报道。砂生槐主要分布在雅鲁藏布江流域的干旱河谷地带,一年中遭受低温和大风的时间较长,还有放牧、人为砍伐、水淹和干旱等多种不利因素都影响砂生槐个体的生长。研究其生长规律和最适生境,如抗旱、耐寒和耐水淹等特性,不但可以为大规模育苗提供科学的技术保障,而且对选择合适的造林地、提高造林成活率和降低造林成本提供可靠保证。

3.2 合理配置和保护措施未见研究

目前砂生槐种群的分布仍以自然状态的形式存在,个体分布不均衡,被牛、羊等啃食以及当各地居民

随意砍挖等现象较严重。(1)如何对砂生槐的灌丛进行合理的配置,以发挥更好的固沙效果的研究未见报道。在我国宁夏沙坡头沙漠化治理过程中,利用灌草结合,设置不同定植位置、栽植方法、栽植深度、密度等技术措施,取得了较好的效果^[16],这可以为研究不同配置方式下砂生槐的固沙效果提供有力的参考。(2)相关的保护措施缺乏。目前只有极少数严重沙化的区域通过设置围栏来防止牲畜啃食,有关部门尚未对砂生槐的保护制订相关政策和规定。当地老百姓也大量砍伐砂生槐植株,作为篱笆和燃料,导致大部分发育良好的砂生槐灌丛被破坏,发育不好的地区退化更为严重,导致沙化加剧。

3.3 饲用和药用方面的研究和开发不够深入

砂生槐种子和枝叶营养成分含量较高,也是豆科植物中一种潜在的食用植物蛋白资源^[17]。鉴于砂生槐在西藏雅鲁藏布江河谷地区分布普遍,适应性强,近年来日喀则市的曲美、江当虽已有小规模栽培,但仍以放牧或樵采解决燃料之用,其种子仍任消失,自生自灭。因此有必要进行相关的饲用开发研究,为当地的畜牧业发展服务;对其种子内含物(生物碱)的药用产品开发也未见报道。这也是砂生槐开发利用研究中的薄弱环节,该方面的研究工作急需加强。

4 未来研究重点和保护对策

4.1 有力的政策保障

对砂生槐种群的保护和建设是一项长期的任务,要用相对稳定的政策和地方法规保护现有的砂生槐资源。由于植被建设是一项长期的工作,各级政府都应该有一个长期的规划^[18],对于沙化治理和植被建设等项目,应该坚持分期建设、分批投资、长期治理的指导思想,对于一些设立围栏、封禁和造林的地区,相应的经济补偿的配套政策应该跟上。

4.2 专项的资金投入

对雅鲁藏布江流域干旱河谷地区的植被建设、沙漠化治理是沿江两岸农业生产和经济发展的保证。在建设和谐西藏、平安西藏的前提下,国家和当地政府应该加大对植被保护和建设力度。防沙治沙、保持水土是雅鲁藏布江流域生态治理的重要环节,政府应该全额投资,充分考虑西藏自治区社会和经济背景。各级政府对现有砂生槐资源的保护项目应该明确经费、明确目标,确保专款专用。

4.3 系统的深入研究和增加相关产品开发

在未来应重点加强对砂生槐繁殖技术、饲用和药用价值方面的研究。砂生槐个体快繁技术研究可以为大面积营造人工固沙灌丛提供足量的苗木,以

扩大人工种群的规模,促进砂生槐种群的繁衍和扩散;研究在不同配置模式下砂生槐灌丛的固沙效果,以便为合理利用乡土树种营造固沙林提供科学依据^[19];砂生槐种子含有的生物碱具有重要的药用价值,但是目前的开发利用仍是一片空白,还需深入开发相关的藏医药产品,以提高其利用的经济价值。

4.4 合理的保护对策和利用方式

由于砂生槐具有很好饲、药、食和能源等多种应用价值,造成目前砂生槐灌丛破坏严重,对于不同分布位置的砂生槐资源要采取合理的保护对策和利用措施。西藏沙化土地主要分布在雅鲁藏布江中游河谷地区,这也是砂生槐种群的主要分布区,切实保护好现有的砂生槐灌丛,是当地沙漠化治理的关键所在^[20~21],在砂生槐资源破坏严重和裸露沙区要进行人工补植和撒播草种并举,并设立围栏进行保护,同时利用雨季造林和抗旱造林技术,以促进种群更新和提高植被覆盖率,提高人工植被建设速度,促进植被恢复;对于砂生槐灌丛覆盖度较好,但容易受牲畜啃食和人为破坏的地区,也要进行封禁;同时鼓励当地百姓在村子附件、房前屋后和自留地种植砂生槐,以缓解当地居民生活的饲用和燃料问题,一旦砂生槐内含物生物碱的藏药产品开发成功后,百姓就能通过种植砂生槐增加经济收入,就进一步提高人们种植砂生槐的积极性。

砂生槐的自身特性决定了其较高的研究价值和综合利用开发价值。在未来研究中,重点应该是在对现有资源的保护下,加强对砂生槐人工种群的扩繁和栽植面积的扩大。通过对西藏砂生槐的繁殖技术的深入研究、合理利用和相关医药产品的开发,使得砂生槐成为西藏取之不尽的生物资源和保护西藏脆弱的生态环境的天然屏障,以发挥其更好的社会效益、经济效益和生态效益,为西藏人们造福。

参考文献:

- [1] 吴征镒. 西藏植物志(第二卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 716-717.
- [2] 赵文智. 砂生槐沙生适应性初步研究[J], 植物生态学报, 1998, 22(4): 379-384.
- [3] 陈怀顺, 刘志民. 砂生槐种群特点及其在河谷植被中的作用[J], 资源生态环境网络研究动态, 1997, 8(3): 18-22.
- [4] 彭跃明. 西藏雅鲁藏布江中部流域砂生槐固沙作用研究[J], 林业科技, 1997, 22(6): 6-8.
- [5] 赵文智, 刘志民. 西藏特有灌木砂生槐繁殖生长对海拔和沙埋的响应[J], 生态学报, 2002, 22(1): 134-138.
- [6] 马兴铭, 李红, 尹少甫, 等. 藏药砂生槐子生物碱抗炎抑菌活性的研究[J], 中药研究, 2004, 32(5): 23-27.

(下转第 156 页)

spores in silage and raw milk [J]. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 2002, 81: 625-630.

[14] 时建军. 青贮接种菌的研究[J]. *中国饲料*, 2003 (5):15-17.

[15] Kung L J, Grieve D B, Thomas J W, *et al.* Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter [J]. *J. Dairy Science*, 1984, 67(1): 299-306.

[16] 孔凡德. 高水分黑麦草添加吸收剂或凋萎青贮对青贮料发酵品质和营养价值的影响[D]. 杭州:浙江大学硕士学位论文, 2002.

[17] Moseley G, Jones E L, Ramanathan V. The nutritional evaluation of Italian tyegrass cultivars fed as silage to sheep and cattle [J]. *Grass and Forage Science*, 1988, 43: 291-295.

[18] McDonald P, Whittenbury R. The ensilage process [C]// Butler G W, Baily R E (eds). *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. London: Academic Press, 1973: 33-58.

[19] 刘建新. 青贮饲料质量评定标准(试行)[J]. *中国饲料*, 1996 (21): 5-7.

[20] 王成章, 王恬. 饲料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 122-123.

[21] Kung L J, Sheprerd A C, Smagala A M, *et al.* The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration [J]. *J Dairy Sci*, 1998, 81: 1322-1330.

[22] 张吉鹏, 卢德勋. 试述反刍动物日粮中的纤维问题[J]. *中国乳业*, 2003 (7): 21-24.

[23] 晁洪雨, 李福昌. 日粮 ADF 水平对肉兔胃肠道发育、免疫及屠宰性能的影响[J]. *中国饲料*, 2007 (6): 11-13, 23.

[24] 王金梅, 李运起. 紫穗槐饲用价值及深加工技术[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2006 (11): 71-72.

[25] 刘贤, 韩鲁佳, 原慎一郎, 等. 不同添加剂对苜蓿青贮饲料品质的影响[J]. *中国农业大学学报*, 2004, 9(3): 25-30.



(上接第 101 页)

[7] 马兴铭, 李红玉, 尹少甫, 等. 西藏砂生槐生物碱抑菌抑瘤的实验研究[J]. *兰州大学学报:自然科学版*, 2003, 39(6): 74-77.

[8] 马兴铭, 李红玉, 王 波, 等. 西藏砂生槐生物碱抑菌及杀虫活性的测定[J]. *中国生物防治*, 2005, 21(3): 183-186.

[9] 林少敏. 西藏砂生槐种子萌发特性研究[J]. *草业科学*, 2002, 19(5): 30-32.

[10] 赵阿曼, 刘志民, 康向阳, 等. 西藏特有植物砂生槐天然居群遗传多样性研究[J]. *生物多样性*, 2003, 11(2): 91-99.

[11] 刘志民, 高红瑛, 蒋德明, 等. 西藏日喀则流沙固定的几个问题[J]. *中国沙漠*, 2003, 23(6): 665-669.

[12] 李玉祥. 西藏砂生槐综合利用价值的研究[J]. *草原*, 1998, 16: 55-58.

[13] 林少敏. 西藏砂生槐[J]. *草业科学*, 2002, 19(3): 34.

[14] 马兴铭, 李红玉, 尹少甫, 等. 砂生槐种子生物碱杀灭原头蚴及抗炎作用[J]. *中国寄生虫病防治杂志*, 2004, 17(4): 217-219.

[15] 中国科学院植物研究所, 中国科学院长春地理研究所编写. 西藏植被[M]. 北京: 科学出版社, 1988: 156-172.

[16] 唐麓君, 杨忠岐. 治沙造林工程学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 375-381.

[17] 贾丽, 曲式增. 豆科锦鸡儿属植物研究进展[J]. *植物研究*, 2001, 21(4): 515-518.

[18] 张文辉, 刘国彬. 黄土高原植被生态恢复评价、问题与对策[J]. *林业科学*, 2007, 43(1): 102-106.

[19] 张俊佩, 郭浩, 李国武, 等. 干热干旱河谷植被恢复技术探讨[J]. *世界林业研究*, 2006, 19(3): 77-80.

[20] 赵文智, 李森, 刘玉璋, 等. 西藏雅鲁藏布江中游下段沙地植被研究[J]. *中国沙漠*, 1994, 14(1): 68-75.

[21] 刘物华, 姜仁华. 西藏森林资源状况及管理对策建议[J]. *西藏科技*, 2007(3): 44-48.

[22] Carol C. Baskin. A Method for Breaking Physical Dormancy in Seeds of the Endemic Tibetan Plateau A Method for Breaking Physical Dormancy in Seeds of the Endemic Tibetan Plateau Shrub *Sophora moorcroftiana* var. *moorcroftiana* (Fabaceae) and Implications for Restoration Restoration[J]. *Natural Areas Journal*, 2007, 27(2): 118-123.

[23] Xingming Ma, Ethanolic extracts of *Sophora moorcroftiana* seeds induce apoptosis of human stomach cancer cell line SGC-7901 in vitro [J]. *African Journal of Biotechnology*, 2006, 5(18): 1669-1674.

[24] Liu Z. -M. Genetic Diversity, Population Structure, and Conservation of *Sophora moorcroftiana* (Fabaceae), a Shrub Endemic to the Tibetan Plateau[J]. *Plant Biology*, 2006, 8(1): 81-92.

[25] Zhao Wenzhi. Growth and reproduction of *Sophora moorcroftiana* responding to altitude and sand burial in the middle Tibet[J]. *Environ Geol*, 2007, 53: 11-17.

[26] Shizuo Toda. Inhibitory Effects of Resveratrol Oligomers in *Sophora moorcroftiana* on Lipid Peroxidation by Superoxide Anion[J]. *Pharmaceutical Biology*, 2004, 42(1): 55-58.

[27] Ma X M. Therapeutic effects of *Sophora moorcroftiana* alkaloids in combination with albendazole in mice experimentally infected with protoscolices of *Echinococcus granulosus* [J]. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 2007, 40: 1403-1408.