

# 基于空间技术的云南膏桐调查与潜在适宜地选择方法研究

闫海忠<sup>1</sup>, 吴兆录<sup>1</sup>, 吕 军<sup>1</sup>, 闫 超<sup>2</sup>

(1. 云南大学 生命科学学院, 云南 昆明 650091; 2. 云南农业大学 经济管理学院, 云南 昆明 650000)

**摘 要:** 以遥感数据、气象观测与土壤调查数据作为分析背景, 结合膏桐生长对气候、土壤与坡度等因素的要求, 采用农业生态区法和社会经济因素限制法, 开展云南膏桐种植重要地区的适宜性评价。传统的地面调查方法, 不仅工作量大、周期长, 而且精度不高。利用空间技术(遥感技术、地理信息系统和全球定位系统)针对农作物的分布和面积进行数字化定量研究, 旨在探索一种区域农业生产监测与评价的技术方法。

**关键词:** 生物质能源; 膏桐; 遥感调查; 潜在适宜地选择

**中图分类号:** S 793(274) **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)05-0143-06

膏桐(*Jatropha curcas* L)具有很高的经济价值, 是世界公认的最有可能成为未来替代化石能源并且开发潜力巨大的树种, 主要分布在美洲和亚洲热带、亚热带

地区<sup>[12]</sup>。在我国, 膏桐主要分布于广东、广西、云南、四川、贵州、台湾、福建、海南等省区<sup>[2-3]</sup>, 已经开始较大规模的种植和生产, 成为“灌木丛中绿色黄金”, 能源巨头眼中的下一个生物燃料富矿<sup>[4]</sup>, 因具有“不与粮争地、不与人争粮”的优点, 开始受到政府与企业的广泛重视<sup>[3, 5-7]</sup>。

## 1 研究区及膏桐种植问题概述

云南的膏桐多为栽培, 并有少量亦为野生, 广泛分布在滇东南、滇南、滇西南、滇东北及滇中的元江、金沙江、红河、澜沧江、南盘江和怒江等河谷地带, 海拔 1 600 m 以下, 年均温 17℃左右的干热河谷地区<sup>[2, 6, 8-10]</sup>, 在元谋

第一作者简介: 闫海忠(1965-), 男, 云南泸西人, 副教授, 现主要从事生态学和空间信息技术应用及开发等科研与教学工作。E-mail: hzyan2008@126.com。

基金项目: 云南大学校级科研资助项目(2009C15Q); 国家自然科学基金资助项目(C0870431); 云南省国际河流与跨境生态安全重点实验室开发基金资助项目(2010.3-2013.3)。

收稿日期: 2010-11-08

种, 为师宗县城更好地选择道路绿化树种提供了理论指导。建议在师宗县城选择行道树种时, 要充分考虑树种的抗寒性、吸硫能力、滞尘能力、抗污能力等特性。在此基础上, 还要遵循是适地适树的原则, 多选择本土树种。同时, 注重搭配色叶树种和观花观果树种, 考虑树种形态、色相等观赏性因素, 创造出丰富多彩的道路景观<sup>[4]</sup>。

## 参考文献

- [1] 张锁成, 谷建才, 仝小宛. 保定市城市行道树树种综合评价分级选择[J]. 河北林果研究, 2007, 22(4): 421-423.
- [2] 赵勇, 孙中党, 闫双喜, 等. 城市绿化植物综合评价及生态效益提高途径[J]. 河南科学, 2002, 20: 4.
- [3] 黎明, 李福秀, 马焕成, 等. 香木莲对短时低温胁迫处理的生理生态响应[J]. 北方园艺, 2006(1): 37-39.
- [4] 周大平. 城市绿化要讲科学配置, 选择树种不可随心所欲[J]. 瞭望, 1998, 19: 3.

## Evaluation and Ranking of Street Trees in Shizong County

ZHANG Xiao-xia, DUAN Xiao-mei, FAN Guo-sheng

(Faculty of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming Yunnan 650224)

**Abstract:** From resistancy to tree diseases and pests, pollution, cold, drought, sulfur, dust detentions, add oxygen ability, growth potential, appreciation ten aspects to make the analysis and evaluation to shizong county town. The conclusion was there are the three levels of road greening tree species, decided in to the planning of backbone, basis and general tree species.

**Key words:** street tree; planning of tree species; index evaluation

县可分布到 1 930 m 海拔的高度<sup>[8]</sup>。云南省将以生物乙醇和生物柴油作为今后生物质能源产业发展的重点和主要方向,并计划在 10 ~ 15 a 内新建膏桐基地 66.7 hm<sup>2</sup>,形成年产膏桐种子 200 万 t、产值超过 30 亿元的新兴优势产业,力争把云南打造成全国重要的生物柴油原料林基地<sup>[9,11]</sup>。从近年来的情况分析,云南较大规模种植膏桐可能突显出的若干问题如下<sup>[12-14]</sup>。第一,适合种植的环境条件及要求。有观点认为,膏桐对环境要求不高,可以生长在降水量少,沙漠化、土地沙化严重,其它植物不易生长的地方<sup>[2,7,8,15]</sup>。但是,作为一个经济树种,不仅只要求“种活”,还要稳产,甚至高产。要改变这类种观点所形成的误导,使膏桐种植不至于成为“空中楼阁”,急需通过研究选择适宜的膏桐种植地<sup>[16-19]</sup>。第二,种植所必需的土地资源。云南土地资源有限<sup>[20]</sup>,大面积种植膏桐等经济农作物,使其发挥出良好生态效益和经济效益,就要想办法寻找可供利用自然资源,拓展土地资源利用途径。第三,膏桐种植与热区其它的粮食和经济作物如橡胶、烤烟、甘蔗、木薯、红薯、马铃薯等<sup>[7,8,21]</sup>的种植关系协调。可以通过空间技术方法来对区域农作物的种植、生长和生产做评价与监测,为政府和企业的决策提供科学依据<sup>[5,16,17,22]</sup>。

## 2 背景数据

膏桐种植土地适宜性评价需要利用自然条件、用地格局、经营管理和投入等多方面的社会经济数据。这些数据大致可以分为:自然条件数据、土地利用数据与社会经济数据,其中自然条件数据又包括了气象数据、高程数据、土壤数据等<sup>[22-24]</sup>。通过对这些数据的处理与分析,可得到土地资源评价所需的信息,再结合膏桐生长对温度、水分、土壤与坡度等方面的要求标准<sup>[25]</sup>,可以对膏桐适种区域的土地适宜性等级做出评定<sup>[26-29]</sup>。

### 2.1 自然条件数据

2.1.1 气象数据 该研究采用的气象数据来源于云南气象局发布的 1950 ~ 2000 年气象台站观测记录。为适用于土地适宜性评价,该文基于气候数据插值算法将气候台站观测数据制备成气候栅格数据集<sup>[30]</sup>。该数据集囊括了常规气象统计指标,包括年平均气温、年平均极端最低气温、年平均极端最高气温、大于 0℃积温、大于 10℃积温、年平均降水量和湿润指数等指标。

2.1.2 高程数据 采用的高程数据(DEM)来源于云南 1:25 万数字高程模型,空间分辨率为 50 m。基于数字高程模型(DEM)数据,利用 GIS 的空间分析功能,提取了每个 1 km×1 km 地块上的平均坡度信息,作为判断土地适宜性的基础信息。

2.1.3 土壤数据 根据全国第 2 次土壤普查的记录,通过比对膏桐适种区土壤普查信息、行政区划图和 1:25 万地形图,在行政区划底图上标定了土壤调查点位置。

然后将记录土壤调查点位置的地图赋予 Lambert 投影制成土壤调查底图。在此基础上,将土壤调查属性数据链接到土壤调查底图上,并利用 Kring 插值算法,生成了包括土壤类型及其理化性状信息的空间数据。该数据以 ArcGIS GRID 格式存储,具体包括土壤类型、土层厚度、土壤有机质含量、土壤 pH 值、土壤质地(壤土体积比、黏土体积比、沙土体积比)等多项指标。基于这些数据,结合具体的作物要求,可以对土壤质量进行等级评定<sup>[5,16-17]</sup>。

### 2.2 遥感数据

根据该次调查的特点,采用的数据是丰水期(6~9 月份)的美国陆地资源卫星遥感数据(landsat TM),数据获取时间为 2009 年 8 月 10 日,空间分辨率为 30 m。采用的数据总体质量较好,空间分辨率满足 1:10 万调查精度,时相满足该项研究的要求。

2.2.1 时相选择 根据作物候历及膏桐生育期中不同作物的光谱差别,可以确认膏桐识别的最佳时相应为 6 月中、下旬与 9 月中、下旬。因此,该次调查选用了 2009 年 8 月 10 日过境的 Landsat TM 数据作为主要信息源。根据 TM 波段光谱效应及研究区农作物的光谱特征,试验中选用与作物生长有关的 TM 1、2、3、4、5 五个波段进行各种方案假彩色合成,结果表明,TM 2、3、4 与 TM 1、4、5 两种组合方案效果最佳。在合成的彩色照片上,绿色的农作物均表现为红色。其中,膏桐是鲜红色,玉米呈现暗红色,二者形成鲜明对比,较易区分。另外,图像对于区别耕地、草地、水域、居民地等地物效果较好。

2.2.2 数据处理 对于 Landsat TM 遥感数据采用植被、水体区别较明显的 4、3、2 波段进行 RGB 合成,然后用 3×3 数字模板进行中值滤波(medianfilter)增强。在 ERDAS 9.0 图像处理软件中,对影像进行几何精纠正。利用 1:5 万地形图采集地面控制点,对每一幅影像的 RGB 合成图像分别进行二阶多项式几何纠正,取值方式采用最临近点法。对于地面控制点的选取,采用不易变化,明显的控制点,如公路与公路、公路与河流的交点(桥梁)等,采集的地面控制点在整个图幅上均匀分布,保证了纠正的精度<sup>[41]</sup>。使用 ERDAS 软件,将纠正后的影像分别进行镶嵌,并使用各研究区界线对镶嵌后的影像进行裁切,将裁切后的影像进行线性增强,得到可供研究的卫星遥感影像图。

2.2.3 遥感影像解译方法 影像解译标志确定:地物波谱是在遥感影像上辨识地物的重要依据,不同地物在特定波段的反射率呈现出显著差异。利用地物的光谱反射率特征选择地物光谱反射率差异明显的波段进行组合,可以有效地提高不同地物在遥感影像上的辨识度。

2.2.4 编制遥感影像解译图进行膏桐面积量算 围绕调查的目标和任务,按照统一的技术标准和规范,充分

利用现有资料信息,采用内外业相结合的调查方法,查清云南膏桐的分布情况。以遥感影像为底图,根据解译标志,进行遥感分类,其结果在GIS中进行栅格矢量化,得到不同的膏桐分布的图斑边界,根据分类原则建立各类图斑相应的属性表。将重点区域和内业判读有困难的区域制成样方图,利用GPS的定位功能,进行野外实地验证。将变更的矢量标绘在图上,返回内业进行修改后绘制成膏桐遥感解译图。

### 2.3 土地利用数据

该研究采用的土地利用数据来自国土部门1:10万土地利用数据集<sup>20</sup>。该数据集基于Landsat TM/ETM数字影像解译而来<sup>31</sup>,数字影像的空间分辨率为30 m×30 m,该数据集包括了6个一级地类和25个二级地类。根据该研究目标,将土地利用类型进行了重新归类,具体分为耕地、有林地、灌木林地、疏林地、荒山草地、水域、建设用地和未利用地共8类用地类型。

### 2.4 GPS数据

GPS作为动态的野外数据采集工具重要的野外调查方法,也是该研究的主要技术手段之一。

**2.4.1 膏桐分布地的定位** 利用GPS的定位功能,对研究区内膏桐的分布位置进行实时定位和样地的野外选点,形成云南膏桐的GPS控制网,作为动态监测的基础。在控制网的基础上,可以根据不同的需求,进行不同的监测。

**2.4.2 宏观监测** 在TM影像上找明显地物点,外业观测,基于已建立的控制网,求出一系列地物点坐标,其作用主要有:作为TM影像几何精纠正的依据,用于宏观区域膏桐种植和生长变化的动态监测;根据膏桐遥感解译的需求,选择部分的地物特征点或区域,作为监督分类或非监督分类的训练样点(样区),对提高解译精度和明确解译标志,甚至检验分类结果等方面都起到了至关重要的功能,用于进行重点区域的膏桐动态监测。

**2.4.3 定点监测** 用GPS的RTK实时动态技术,把GPS的基站放在已建立控制网的某已知点上,流动站沿沟缘线、沟边线、沟底线、沟头连续采点的坐标,绘制出三维曲线。可以与该区域的卫星照片、地形图、野外实测的曲线比较变化情况。也可以作为动态监测的基础,定期用同样方法观测,比较其变化情况,再在地理信息系统的支持下进行分析与处理,求得更加确切的变化量。

### 2.5 社会经济数据

土地利用政策和投入等社会经济因素对膏桐种植适宜性评价结果具有重要影响。从自然条件来看,除水域和建设用地外,其它各类土地均有可能被用于膏桐种植,但这些土地是否真正被用于膏桐种植,除受自然条件影响外,还受土地利用政策条件、不同产业之间对土

地利用的竞争、投入强度等因素的影响。该研究将基于云南现有的土地管理政策法规和当地产业发展状况,对膏桐种植的社会经济限制条件做出判断。

## 3 研究方法

### 3.1 研究流程和分析步骤

该研究采用AEZ方法和社会经济因素限制法,其中AEZ方法,由联合国粮农组织与国际应用系统研究所共同研制的农业生态区法(Agro Ecological Zone, AEZ),对种植膏桐的地区的土地适宜性进行评价<sup>5 10 16-17, 32-33</sup>。具体思路与步骤如下:一是基于已有调查资料、文献及专家意见,设定膏桐对温度、水分、坡度及土壤等自然条件的要求,并将各种自然条件划分为适宜、较适宜和不适宜三级<sup>26-28</sup>;二是为了揭示不同因素对膏桐土地适宜性的影响,首先对种植膏桐的地区的土地进行单因子适宜性评价,分别得到温度、水分、坡度和土壤适宜性等级;三是在上述单因子评价结果的基础上,对土地适宜性做多因素的综合评价,即同时考虑适宜膏桐生长的温度、水分、坡度和土壤条件;四是基于经济社会条件约束,对上述多因素的综合评价结果作进一步的修正。

### 3.2 膏桐对自然条件的要求

膏桐生长结实与温度、水分、坡度及土壤等因素之间的关系,国内外已有不少学者对此开展了相应的研究。这些研究对膏桐的生长条件和适宜分布区域作了初步的区划<sup>26-29 34-36</sup>。虽然相关研究还不深入与系统,尚未形成统一公认的标准,但温度、水分、坡度及土壤是公认的影响膏桐生长的重要因素。

**3.2.1 温度条件** 膏桐属于热带喜温植物,一般而言,温度越高越有利于其生长结实。通常年极端低温不能小于0℃,否则膏桐无法安全越冬;当年均温度低于15~17℃时,结果情况不佳。当然温度只是影响结果量的主要因素之一,还同时受其它因素的影响<sup>26-29, 34-36</sup>。反映温度条件的指标有很多,主要包括年平均温度、大于0℃积温、大于10℃积温、年均极端最低气温和年均极端最高气温等。综合已有研究成果与专家意见,该文选取年均温度和年极端低温作为评价指标(表1)。

**3.2.2 水分条件** 膏桐耐干旱能力较强,已有相关研究表明,在一定水分条件范围内,膏桐生长结实与水分条件有正相关性,当然水分过多时不利于其生长结实。据观测,在我国西南地区当年均降雨量低于700 mm或大于1300 mm时,膏桐结果量将受影响,也就是说过于干旱或过于湿润均不利于膏桐生长结果。当然不同地区可能会有一定差异<sup>34-35, 37</sup>。降雨量是反映一个地区土壤水分条件的主要指标之一,但土壤水分条件同时还受潜在蒸散量影响。为了更全面客观地反映评价地区土壤水分条件,综合反映水分与温度平衡关系,该文基于Thornthwaite湿润指数来设定膏桐对水分条件的要求

标准<sup>[38]</sup> (表 1)。

3.2.3 坡度条件 地形坡度对排水、灌溉和土壤侵蚀等有直接影响,是决定土地是否适宜耕种的重要指标。一般将农业用地坡度分为 5 个等级,其中,大于 25°为陡坡地,侵蚀强烈,水土流失严重,不宜垦种<sup>[1]</sup>。该文在参照农业用地坡度分类标准的基础上,结合膏桐能源林经营特点与要求,将坡度适宜性作了划分(表 1)。

3.2.4 土壤条件 土壤质量取决于多种因素。它包括土壤类型、土层厚度、土壤有机质含量、土壤有机碳含量、土壤 pH 值和土壤质地等一系列理化指标;对于土壤评价指标的选择,目前尚无明确统一的标准,往往因研究目的或重点的不同而有所差异。该研究在参考已有文献和专家意见的基础上,选取土层厚度、有机质含量和土壤质地 3 个质量因素作为评价指标,采用模糊隶属度方法(Fuzzy Membership Approach)对研究地区土壤进行综合的适宜性评价<sup>[2, 7-8, 15, 39]</sup>。首先,对土壤 3 个因素指标分别进行等级排序(表 2),并根据膏桐生长对土壤的具体要求,分别确定 3 个质量因素指标的各自最适宜等级范围(这时隶属度取值为 1)和适宜的过渡带宽度(这时隶属度取值范围为 0.5~1)。其次,基于以上 3 个质量因素指标的具体等级、最适宜等级范围和过渡带宽度等信息,利用隶属度函数(Membership Function)针对土壤单元分别计算每个因素指标的隶属度。最后,基于单因素指标的隶属度,利用特定方法计算出土壤单元的综合隶属度,并按照综合隶属度的高低,对土壤质量进行等级划分,包括适宜的、较适宜的和不适宜的。具体方法参见文献[2, 7-8, 14-15, 24, 30-31, 37, 39]。

4 膏桐土地适宜性评价结果

4.1 适宜程度

基于上述数据与方法,对云南各主要分布区(滇南、滇东南、滇东北、滇西)膏桐土地适宜性进行了评价,主要结果分别按自然条件的单因子和多因素的综合评价以及社会经济限制因素综合分析。

表 1 膏桐生长对温度、水分与坡度条件的要求

	适宜	较适宜	不适宜
年均气温/℃	≥20	17~20	≤17
温度条件 年均极端			
最低气温/℃	≥2	0~2	≤0
水分条件 Thomthwaite 指数	100~33.3	-33.3~-66.7	>100 或<-66.7
坡度条件	≤15°	15~25°	≥25°

注:资料来源根据已有研究文献以及对膏桐研究专家咨询后综合判断。下同。

表 2 土壤属性指标等级排序

土壤属性指标等级	5	4	3	2	1
土层厚度/cm	≥100	100~75	75~50	50~30	≤30
土壤有机质含量/%	≥5.0	3.5~5	2.5~3.5	1.5~2.5	≤1.5
土壤质地 (壤土体积比/%)	≥40	40~30	30~20	20~10	≤10

注:土壤质量指标的最适宜(隶属度取值为 1)等级范围为≥4。适宜过渡带(隶属度取值为 0.5~1)宽度为 2(即等级 2~3)。土壤质地以壤土体积百分比表示。

4.2 膏桐土地适宜性多因素综合评价结果

在上述单因子评价结果的基础上,根据前面所确定的综合评价方法,并按照土地利用类型进行分类统计,可获得土地适宜性综合评价结果;其中,水域和建设用地不能用于种植膏桐,直接将其确定为不适宜等级。

首先,从总体上来看,属于适宜膏桐种植等级的土地面积非常有限,而较适宜等级土地面积相对较大,具有较大发展潜力。其次,从各地分布情况来看,滇南和滇东南膏桐种植潜力相对较大,而滇东北和滇西的潜力相对有限。适宜种植膏桐土地全部集中于滇南,较适宜种植膏桐土地,适合种植膏桐的土地在 80%以上。第三,从土地利用类型来看,灌木林地、荒山草地和疏林地是适宜或较适宜膏桐种植的主要土地类型。然而,上述适宜性综合评价结果,仅是基于膏桐对自然条件要求标准而得到的最大可能潜力,这些土地是否会真正被用于膏桐种植,还将取决于一系列社会经济限制因素。

4.3 对自然条件适宜性和社会经济限制因素的综合评价结果

为了使评价结果更具指导生产的实际意义,该研究根据研究地区经济社会条件及国家相关政策法规,对上述评价结果进行了必要的修正。

在参阅相关政策法规并征询林业主管部门、土地管理部、膏桐专家和当地农民等多方意见的基础上,对上述评价结果作如下修正:一是根据生物柴油发展必须遵循“不与粮争地”原则,耕地原则上不能用于膏桐种植,但考虑到当地农民有在田边地头种植膏桐作篱笆的习惯,将按照适宜和较适宜耕地面积的 2%计入。二是云南省也是我国天然林保护工程和退耕林工程主要实施区域之一,生态区位十分重要,而有林地和灌木林地是提供生态服务、确保生态安全的主要屏障,根据现有林业政策法规,有林地和灌木林地不能轻易改变其用途,故也需要从上述结果中加以扣除。三是荒山、草地和疏林地是可用于膏桐种植的主要土地类型,但同时也存在不同产业(如畜牧业、其它经济林产业发展)对这些土地利用的竞争问题,该研究假定有 50%荒山草地和疏林地可用于膏桐种植。

经修正后膏桐适宜土地面积明显减少。从总面积来看,各地区的适宜等级和较适宜等级土地面积大幅降低。从各分布情况来看,修正后适宜与较适宜等级土地仍然主要集中于滇南、滇东南,但面积规模大幅度减少。从土地利用类型来看,修正后荒山草地是适宜膏桐种植的最主要土地类型,其次为疏林地。

5 结论与讨论

5.1 结论

滇南和滇东南是云南省膏桐生物柴油发展重点区

域,各地区已经制定了宏伟的发展目标,并已开始大规模种植膏桐能源林、准备建立生物柴油加工厂;但是作为一个新兴产业,其发展仍面临着众多的不确定性。该研究基于卫星遥感数据、气象数据和土壤数据,以及膏桐生长对自然条件的要求标准,采用 AEZ 评价方法以及社会经济限制因素方法,对不同地州的膏桐土地适宜性进行了尝试性评价;从总的土地潜力来看,各地区适宜膏桐发展的土地规模与等级较难达到预期的种植面积目标,与规划发展面积相比存在较大的差距,即使将全部适宜与较适宜土地用于膏桐种植也较难满足各自所确定的预期种植面积目标。如果在土地潜力有限的情况下,要达到预期的产量目标,将主要依靠品种改良和种植技术进步等手段提高单位面积产量来实现。从分布的情况来看,滇南和滇东南土地潜力相对较大,而滇东北和滇西土地潜力很小。但滇南或滇东南适宜与较适宜等级的区域,虽然可以达到一定的发展目标,但主要集中于土地质量等级相对较差的土地,开发这些土地需要较大的投资,而且单位面积产量也可能相当低。需要说明的是,上述修正方案是在综合多方咨询意见后,基于现有经济、社会与政策环境下所作的相对合理的修正方案。土地利用竞争结果取决于土地在不同用途之间配置所能获得的相对收益,而相对收益本身是动态变化的,该研究假定 50% 可用于膏桐发展,只是所有可能方案中的一种。从土地利用类型来看,荒山草地是适宜膏桐种植的最主要土地类型。据该研究结果,荒山草地约占全部适宜和较适宜土地面积的 65%。

## 5.2 讨论

云南发展以膏桐为原料的生物柴油的方向是正确的,但发展的规模要适度,且推进速度不宜过快。虽然从长期来看,以膏桐为代表的林业生物柴油,具有“不与粮争地”的优点,符合中国生物液体燃料发展战略,具有较好的发展前景,但是云南适宜膏桐生长的土地潜力有限。同时,由于膏桐生物柴油产业发展还处于刚刚起步阶段,优良品种选育、丰产栽培技术等方面尚未取得突破,因此,膏桐生物柴油发展推进速度不宜过快、规模不宜过大,否则会对该行业自身健康发展造成损害,当务之急就是加强优良品种选育、丰产栽培技术等基础性研究。膏桐生物柴油发展区域布局应该有所侧重。目前,滇南、滇东南各地州,是确定的膏桐生物柴油重点区域,但从土地适宜性评价结果来看,滇东北和滇西北没有多少适宜等级土地,较适宜等级土地面积相当有限。因此,就土地潜力而言,滇南或是滇东南可以是未来膏桐生物柴油发展的重点区域,其它地区要视情况制定自己的发展战略。应该加强膏桐生物柴油发展的环境与经济影响评价。荒山草地是适宜膏桐种植的主要土地利用类型,约占全部适宜和较适宜土地面积的

2/3,如果今后要大规模发展膏桐生物柴油,势必会对当地畜牧业生产造成冲击,并对当地生态环境产生一定的(正面或负面的)影响。因此,在大规模发展膏桐生物柴油之前,应该对膏桐发展对生态环境以及畜牧业等其它产业发展的可能影响进行评估。此外需要说明的是,该研究仅仅是对膏桐土地适宜性所作的一个初步的评价分析,如果未来有更新的有关膏桐生长结实对自然条件要求的研究结果,有必要对该文提出的相关问题做进一步更为深入的研究。

## 参考文献

- [1] 云南省植物研究所. 云南经济植物[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1986.
- [2] 丘华兴. 中国植物志[M]. 44 卷, 第 2 分册. 北京: 科学出版社, 1996: 148.
- [3] 王涛. 中国主要生物质燃料油木本能源植物资源概况与展望[J]. 科技导报, 2005, 23(5): 12-14.
- [4] 李红强, 王礼茂. 能源作物的推广模式和替代效应初探—以云南省双江县膏桐推广种植为例[J]. 可再生能源, 2009, 27(4): 76-80.
- [5] 邓桃. 云南省膏桐种植发展现状与对策研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(14): 6785-6788.
- [6] 古立荣. 云南大力推进膏桐生物质能源产业发展[J]. 中国林业, 2008(8): 41.
- [7] 吕文, 王春峰, 王国胜, 等. 中国林木生物质能源发展潜力研究[J]. 中国能源, 2005, 27(11): 21-26.
- [8] 许玉兰, 蔡年辉, 胥辉. 麻风树的研究进展及育种探讨[J]. 福建林业科技, 2007, 34(3): 238-243.
- [9] 熊仁武. 膏桐的种植与发展前景[J]. 云南科技管理, 2008(5): 112.
- [10] 韩峰. 小桐子大规模开发中的生态保护问题[J]. 林业资源管理, 2009(2): 36-42.
- [11] 云南省林业厅. 云南省膏桐生物质能源产业投资和规模居全国首位[J]. 林业实用技术, 2008(2): 48.
- [12] Sardana J, Batra A, Ali D J. An expeditious method for regeneration of somatic embryos in *Jatropha curcas* [J]. *Phytomorphology: An International Journal of Plant Morphology*, 2000, 50(3-4): 239-242.
- [13] Sardana J, Batra A. In vitro plantlet formation and micropropagation of *Jatropha curcas* [J]. *Advances in Plant Sciences*, 1998, 11(2): 167-169.
- [14] Li H, Sun D, Zhang F R, et al. Suitability Evaluation of Fruit Trees in Beijing Western Mountain Areas Based on DEM and GIS [J]. *Transactions of the CSAE*, 2002, 18(5): 250-255.
- [15] 张无敌, 宋洪川, 韦小岩, 等. 小桐子开发与元谋县生态环境保护[J]. 云南师范大学学报, 2001, 21(5): 37-42.
- [16] 王曦, 龙春林. 云南小桐子资源调查与评价[J]. 云南植物研究, 2009, 31(5): 455-460.
- [17] 袁理春, 赵琪, 康平德, 等. 云南麻疯树(*Jatropha curcas*)资源生态地理分布及评价[J]. 西南农业学报, 2007, 20(6): 1283-1287.
- [18] 罗建勋, 奉正顺, 唐平, 等. 四川小桐子分布特点及适生环境选择初探[J]. 西南林学院学报, 2007, 27(3): 6-10.
- [19] 胡月明, 万洪富, 吴志峰. 基于 GIS 的土壤质量模糊变权评价[J]. 土壤学报, 2001, 38(3): 266-274.
- [20] 云南省发展计划委员会. 云南省国土资源厅[M]. 云南省国土资源遥感综合调查, 2004: 29-67.
- [21] 林娟, 周选国, 唐克轩, 等. 麻疯树植物资源研究概况[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(3): 285-290.

- [22] 郭卫军, 闽恩泽. 发展我国生物柴油的初探[ J ]. 石油学报, 2003, 19 (2): 1-6.
- [23] 邓志军, 程红焱, 宋松泉. 麻疯树种子的研究进展[ J ]. 云南植物研究, 2005(6): 605-612.
- [24] 张无敌, 宋洪川, 韦小岩, 等. 元谋县小桐子种植的适应性研究[ J ]. 农业与技术, 2001, 21(2): 22-25.
- [25] Sujatha M, Mukta N. Morphogenesis and plant regeneration from tissue cultures of *Jatropha curcas*[ J ]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 1996, 44 (2): 135-141.
- [26] 胡宗达, 吴兆录, 闫海忠, 等. 滇西南灯台树种植适宜区规划研究[ J ]. 云南大学学报(自然科学版), 2005(1): 86-92.
- [27] 卫三平, 李树怀, 卫正新, 等. 晋西黄土丘陵沟壑区刺槐林适宜性评价[ J ]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 103-106.
- [28] 罗林, 周应书, 王敏, 等. 板栗生态适宜性的 Fuzzy 评价模型[ J ]. 经济林研究, 2005, 23(1): 27-29.
- [29] 王桂芝. 基于 GIS 的三亚市热作土地适宜性评价模型的建立[ J ]. 测绘信息与工程, 1997(2): 23-28.
- [30] Jonathan Gressel. Biofuel: The little shrub that could-maybe[ J ]. News @Nature, 2007, 449: 652-655.
- [31] Ahamed T R N, Rao K G, Murthy J S R. GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis[ J ]. Agric Sys, 2000, 63(2): 75-95.
- [32] 李秀琴, 赵雁, 陈贤. 不同干热河谷生境对云南野生膏桐造林的影响[ J ]. 广东农业科学, 2009(3): 36-38.
- [33] 陈兴祥. 能源植物膏桐的生产与研究现状[ J ]. 山东林业科技, 2009 (3): 141-144.
- [34] 唐嘉平, 刘钊. 基于 GIS 的特色经济作物种植适宜性评价系统[ J ]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 9-12.
- [35] 邱炳文, 池天河, 王钦敏, 等. GIS 在土地适宜性评价中的应用与展望[ J ]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(5): 20-23, 44.
- [36] 臧敏, 卞新民, 王龙昌. 作物-地理生态适宜性评价指标体系研究[ J ]. 安徽农业科学, 2007, 35(6): 1571-1573.
- [37] Foidl N, Foidl G, Sanchez M, et al. *Jatropha curcas* L as a source for the production of biofuel in Nicaragua[ J ]. Bioresour Techn, 1996, 58(1): 77-82.
- [38] 郑剑非, 殷向荣, 严茨. 桑斯维特修订的水分区划方法介绍[ J ]. 气象科技, 1982, 10(5): 65-74.
- [39] 杜秉仁. 利用气候相似距分析有害生物适生区的几个问题[ J ]. 植物检疫, 1995(2): 117-118.

## Mothed of Survey and Potential Appropriate Land uses Choose of *Jatropha curcas* Based on Space Technology in Yunnan Province

YAN Hai-zhong<sup>1</sup>, WU Zhao-lu<sup>1</sup>, LV Jun<sup>1</sup>, YAN Chao<sup>2</sup>

(1.School of Life Sciences, Yunnan University, Kunming, Yunnan 650091; 2. School of Economics and Management, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract:** The main objective of this paper was to introduce space-based technology in key areas of Yunnan and the potential of *Jatropha curcas* survey methods to choose the technology appropriate lines, as government and business-related decision-making and related research provide a scientific basis. Remote sensing data, meteorological observation and analysis of soil survey data as a background, combined with the growth of *Jatropha curcas* on climate, soil and slope requirements and other factors, the use of agro-ecological zones and socio-economic constraints Law Act, to carry out important areas of cultivation of *Jatropha curcas* in Yunnan appropriate evaluation. The traditional ground survey methods, not only a heavy workload, long cycle, and accuracy was not high. This use of space technology (remote sensing technology, geographic information systems and global positioning system) for the distribution of crops and area of digitized quantitative study to explore a regional monitoring and evaluation of agricultural production technology and methods.

**Key words:** biomass energy; *Jatropha curcas*; potential appropriate choice; remote sensing survey