

# 西藏三种疯草高光谱特征比较

乔红波<sup>1</sup>, 杨亚飞<sup>1</sup>, 王保海<sup>2</sup>, 王敬龙<sup>2</sup>, 次仁多吉<sup>2</sup>, 刘建枝<sup>2</sup>

(1. 河南农业大学 信息与管理科学学院, 河南 郑州 450002; 2. 西藏自治区农牧科学院, 西藏 拉萨 850009)

**摘要:**为研究西藏地区疯草光谱特征, 使用 ASD HandHeld 野外便携式光谱仪测量茎直黄芪、毛瓣棘豆和冰川棘豆 3 种疯草冠层光谱反射率, 比较分析其光谱特征。结果表明: 3 种疯草具有植被的光谱曲线特征, 在 552, 670 和 760 nm 波段处差异显著。对原始光谱进行一阶微分处理, 3 种疯草红边斜率存在极显著差异。研究结果可为利用遥感技术大面积监测疯草空间分布提供理论依据。

**关键词:**疯草; 反射率; 微分光谱

**中图分类号:** S812.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2012)11-0146-03

疯草是世界范围内危害草原畜牧业生产最为严重的毒草, 在我国主要分布于内蒙古、甘肃、青海、西藏、新疆、陕西、宁夏和四川等地<sup>[1]</sup>。家畜采食后可引起中毒、流产以及死亡等危害。疯草对天然草地的严重破坏, 不仅导致草地有效载畜量逐年下降, 而且致使畜群结构严重失衡。

西藏草原有毒植物近百种, 但数量大、分布广、对牲畜危害最严重的主要是疯草类有毒植物。因采食疯草中毒的牲畜死亡率很高, 每年大批家畜因采食疯草中毒死亡, 或母畜不孕、流产、胎儿畸形、公畜不育及畜产品质量下降, 致使牧民的牲畜存栏数、出栏率和商品率大幅度降低<sup>[2-3]</sup>。疯草给西藏畜牧业造成巨大的经济损失, 同时也严重影响和制约了西藏畜牧业的可持续发展。以往主要是采取实地调查的方法, 但这种方法费时费力, 可监测范围十分有限。相对而言, 遥感的方法优势明显, 已成为牧场管理的一种重要技术手段。疯草的光谱特征是确定遥感识别参数的重要依据, 也是科学制定疯草空间分布趋势遥感监测方案的前提条件<sup>[5]</sup>。因此, 研究疯草光谱特征, 对疯草遥感监测具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验地点选择疯草覆盖度较高的萨嘎县、拉

孜县和改则县。数据采集时间选择疯草开花期间, 分别于 2010 年 6 月 19~25 日在日喀则地区萨嘎县、拉孜县 2 个实验区和 2010 年 7 月 19~25 日在阿里地区改则县实验区, 分别采集 3 种疯草光谱数据。数据采集采用 ASD FieldSpec Hand-Held 野外手持式高光谱测量仪。ASD 光谱仪波段值为 325~1 050 nm, 光谱分辨率 3 nm, 采样间隔(波段宽)为 1.41 nm, 视场角 2.5°并配有 3.5°镜头。

### 1.2 光谱测量方法

在疯草开花期间, 选择晴朗无风天气, 在 10:00~14:00 用 ASD FieldSpec Hand-Held 便携式光谱仪进行疯草冠层光谱反射率测定。测定时光谱仪探头垂直向下, 探头距疯草冠层顶约 1.0 m。测量前同步测量参考板反射和太阳辐射光谱以用于标定, 测量前和测量过程中均用 BaSO<sub>4</sub> 白板进行校正。重复测定 10 次, 统计分析时采用平均值。

### 1.3 数据处理

利用光谱仪自带软件 ViewSpec Pro 进行原始光谱处理, SPSS 软件进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 3 种疯草冠层的基本光谱反射特征

由图 1 可知, 茎直黄芪和毛瓣棘豆在可见光波段(380~760 nm)反射率较低, 冰川棘豆在可见光波段反射率较高。3 种疯草在 550 nm(绿波段)处有一个反射峰, 在 450 nm(蓝波段)有不同程度的抬升。680~760 nm 反射率急剧上升, 有一个反射的“陡坡”。760~930 nm 是“红外高台阶”(见图 1)。

收稿日期: 2012-08-13

基金项目: 农业部公益性行业专项资助项目(201203062)

第一作者简介: 乔红波(1978-), 男, 河南省南阳市人, 博士, 副教授, 从事农业信息化应用研究。E-mail: qiaohb@126.com。

通讯作者: 王保海(1952-), 男, 河南省长葛市人, 学士, 研究员, 从事植物保护研究。E-mail: wangbh@taas.org。

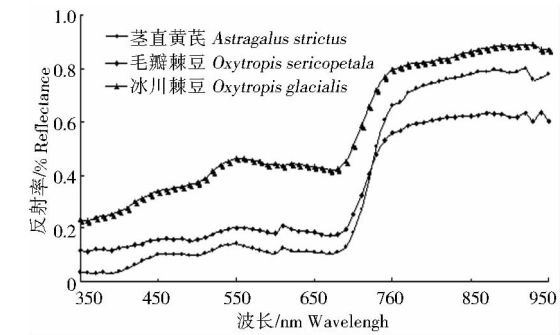


图1 3种疯草光谱反射曲线  
Fig.1 Spectral reflectance curve of the three kinds of locoweed

茎直黄芪、毛瓣棘豆和冰川棘豆的花为蓝紫色,茎直黄芪和毛瓣棘豆的花期在6月中旬,冰川棘豆的花期为7月中旬。蓝紫色的花使这3种疯草的光谱曲线在400~500 nm波段内抬升幅度比较明显,导致在600 nm附近形成小吸收谷。550 nm附近反射峰是绿色植物共有的特性,是由

绿色叶片细胞的反射引起的<sup>[9]</sup>。670~760 nm波段的反射率随着波长逐渐增加,并在760 nm附近趋于平缓,该波段范围即植物的“光谱红边”,是遥感识别健康植被与病虫害植被以及非植被目标的重要参数。

2.2 3种疯草特征波段的光谱差异

从表1中看出,3种疯草冠层反射率在552 nm波段冰川棘豆>毛瓣棘豆>茎直黄芪。670 nm波段与552 nm波段情况相同,冰川棘豆明显大于毛瓣棘豆和茎直黄芪,而毛瓣棘豆略微大于茎直黄芪。在760 nm波段,冰川棘豆明显大于毛瓣棘豆和茎直黄芪,而茎直黄芪略大于毛瓣棘豆。将3种疯草的各组数据做多重比较( $P=0.01$ ),在670 nm和760 nm波段处,疯草间存在极显著差异;在552 nm波段处,茎直黄芪和毛瓣棘豆不存在显著差异,冰川棘豆与其它两种疯草之间存在极显著差异。

表1 3种疯草特征波段光谱反射率比较

疯草种类 Kinds of locoweed	光谱反射率 Spectral reflectance		
	552 nm	670 nm	760 nm
茎直黄芪 <i>Astragalus strictus</i>	0.145±0.017 *	0.1112±0.02 **	0.5829±0.111 **
毛瓣棘豆 <i>Oxytropis sericopetala</i>	0.1857±0.019 *	0.1737±0.005 **	0.5079±0.062 **
冰川棘豆 <i>Oxytropis glacialis</i>	0.3003±0.043 **	0.3253±0.035 **	0.7545±0.037 **

2.3 3种疯草冠层反射率一阶导数光曲线比较

应用微分技术是高光谱遥感中常用的数据处理方法<sup>[7]</sup>。使用光谱微分比原始光谱反射率具有更重要的优势,比如减少因光照或土壤/残余物的反射带来的变异。从数学意义看,光谱一阶导数表示的是光谱的变化率,二阶导数突出光谱的弯曲点。光谱导数技术主要利用光谱导数迅速检测特定波长位置处光谱曲线的局部变化特征,如“光

谱红边效应”。红边是由于作物在红光波段强烈的吸收与近红外波段的反射造成的,通常采用两个因子来描述红边特征、红边斜率和红边位置。

由图2可看出,茎直黄芪光谱反射率一阶导数值范围在-0.035~0.035。利用光谱微分技术去除噪声后,红边斜率为0.013,红边位置在717 nm处。在红边左侧605 nm处有一个小峰值,为0.002 3。在红边左右两侧613 nm和757 nm

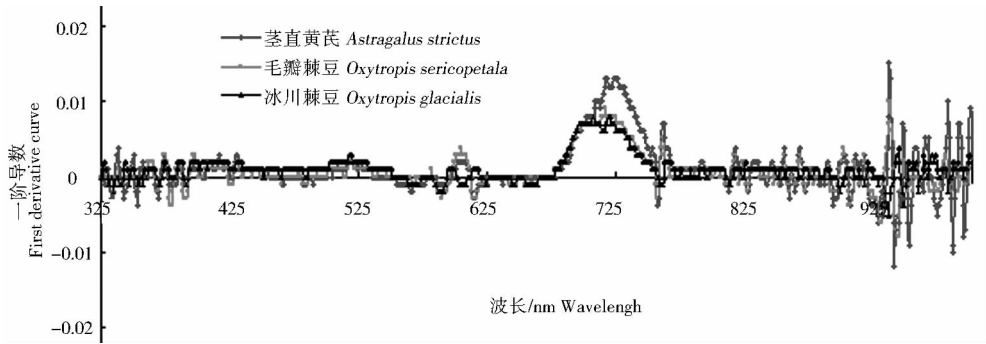


图2 3种疯草冠层光谱反射率一阶导数曲线  
Fig.2 First derivative curve of canopy spectral reflectance of the three kinds of locoweed

处,分别出现一阶导数低谷值,为 $-0.0027$ 和 $-0.0035$ 。毛瓣棘豆光谱反射率一阶导数值范围在 $-0.007\sim 0.009$ ,红边斜率为 $0.009$ 。红边位置在 $717\text{ nm}$ 处。红边左侧小峰值在 $604\text{ nm}$ ,值为 $0.0035$ 。在红边左右两侧 $615\text{ nm}$ 和 $756\text{ nm}$ 处,分别出现一阶导数低谷值,为 $-0.0027$ 和 $-0.0024$ 。冰川棘豆光谱反射率一阶导数值范围在 $-0.006\sim 0.013$ 。红边斜率为 $0.008$ 。红边位置在 $719\text{ nm}$ 处。红边左侧小峰值在 $518\text{ nm}$ ,为 $0.0027$ 。在红边左右两侧 $589\text{ nm}$ 和 $759\text{ nm}$ 处,分别出现一阶导数低谷值,为 $-0.0021$ 和 $-0.0013$ 。3种疯草光谱反射率一阶导数在近红外波段( $650\sim 800\text{ nm}$ )发生剧烈变化,3种疯草红边位置都在 $717\text{ nm}$ 附近,茎直黄芪红边斜率大于毛瓣棘豆,毛瓣棘豆红边斜率大于冰川棘豆,与测量时3种疯草的覆盖度情况一致。3种疯草红边左侧小峰均有一个小峰值,茎直黄芪和毛瓣棘豆峰值位置相同,而值不同。冰川棘豆和其它2种疯草小峰值出现位置和峰值均不同。此外,在红边左右两侧,三者均有低谷,茎直黄芪和毛瓣棘豆低谷位置基本一致,与冰川棘豆不同。

### 3 结论与讨论

该研究利用 ASD 野外便携式光谱仪对西藏地区3种疯草进行监测,结果表明:3种疯草在 $550\text{ nm}$ 有反射峰, $670\text{ nm}$ 有个吸收带, $450\text{ nm}$ 处有不同程度的抬升,这是由于叶绿素对绿波段反射强,对红波段吸收强,蓝波段抬升是由于受疯草蓝紫色花的影响。 $760\sim 930\text{ nm}$ 是“红外高台阶”,主要原因是叶内细胞结构和叶冠结构使得光在叶内散射,光谱反射率非常高。此外,3种疯草之间光谱反射曲线差异明显,特征波段达到显著差异。

红边是绿色植物在 $680\sim 740\text{ nm}$ 反射率增

高最快的点,也是一阶导数光谱在该区间内的拐点。研究证实,红边位置与叶绿素 a 和 b 浓度、植物叶细胞结构变化有关,也与植物冠层结构密切相关,它是鉴定胁迫和衰老状况的重要参数<sup>[8]</sup>。而红边斜率主要与植被覆盖度或叶面积指数有关,覆盖度越高,叶绿素含量越高,红边斜率越大<sup>[9]</sup>。为消除部分线性或接近线性的背景、噪声对目标光谱的影响,该研究通过光谱微分技术,对3种疯草冠层光谱分别求一阶导数,得到红边斜率的结论与前人研究结果基本一致<sup>[10]</sup>。

该研究所得结论可以为遥感识别这3种疯草提供数据参考,为今后利用卫星图像进行大面积遥感监测提供理论依据。

### 参考文献:

- [1] 赵宝玉,童德文,葛鹏斌,等.我国西部草原疯草危害调查[J].中国草地,2003,25(4):65-68.
- [2] 丁伯良,王建辰,薛登民,等.山羊甘肃棘豆中毒率、附睾的病理学研究[J].畜牧兽医学报,1994,25(4):368-374.
- [3] 丁伯良,王建辰.甘肃棘豆对山羊精子形态和超微结构的影响[J].西北农业大学学报,1994,22(2):44-49.
- [4] 杨可明,郭达志,陈云浩.高光谱植被遥感数据光谱特征分析[J].计算机工程与应用,2006,31:213.
- [6] 王保海,次仁多吉,王敬龙,等.西藏疯草研究进展[J].草原与草坪,2009(4):81-85.
- [7] 童庆禧,张兵,郑兰芬.高光谱遥感的多学科应用[M].北京:电子工业出版社,2006:26.
- [8] Zarco-Tejada P J,Pushnik J C,Dobrowski S,et al. Steady-state chlorophyll a fluorescence detection from canopy derivative reflectance and double-peak red-edge effects[J]. Remote Sensing of Environment,2003,84:283.
- [9] Le Maire G,Francois C,Soudani K,et al. Calibration and validation of hyper spectral indices for the estimation of broadleaves forest leaf chlorophyll content,leaf mass per area,leaf index and leaf canopy biomass[J]. Remote Sensing of Environment,2008,112:3846-3864.
- [10] 乔红波,程登发,孙京瑞,等.麦蚜对小麦冠层光谱特性的影响研究[J].植物保护,2005,21(2):21-26.

## Hyperspectral Features of the Three Locoweed in Tibet

QIAO Hong-bo<sup>1</sup>, YANG Ya-fei<sup>1</sup>, WANG Bao-hai<sup>2</sup>, WANG Jing-long<sup>2</sup>, CIREN Duo-ji<sup>2</sup>, LIU Jian-zhi<sup>2</sup>

(1. Information and Management Science College of Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002; 2. Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Lhasa, Tibet 850009)

**Abstract:** In order to research the spectral characteristics of locoweed in Tibet, canopy spectral reflectance of *Astragalus strictus*, *Oxytropis sericopetala* and *Oxytropis glacialis* were measured with ASD field Hand-Held spectroradiometers. The results showed that the three kind of locoweed had the same spectral curve characteristics with vegetation, but they were great different during wave band  $552, 670$  and  $760\text{ nm}$ . Meanwhile, the first order differential of their original spectrum showed that differences of red edge slope between those three kinds of locoweed were very significant. This research provided a theory evidence for monitoring spatial distribution of locoweed in large area with remote sensing technology.

**Key words:** locoweed; reflectance; differential spectrum