

云南省腾冲县几种蔬菜反射 光谱特征的初步分析

杨存建^{1,2}, 杨建祥³, 李春燕⁴, 任国业⁵

(1. 四川师范大学省软件重点实验室遥感与 GIS 应用研究中心, 四川 成都 610068;

2. 云南大学生态研究所, 云南 昆明 650091; 3. 云南省林业调查规划设计院, 云南 昆明 650051;

4. 电子科技大学地表空间信息技术研究所, 四川 成都 610054;

5. 四川省农业科学研究院遥感应用研究所, 四川 成都 610066)

摘要:蔬菜光谱特征的测定和分析对遥感识别蔬菜具有极其重要的意义。利用 SE590 地物光谱仪在野外对腾冲县的几种蔬菜进行了反射光谱值的测定, 并制作了光谱曲线图, 对其光谱特征进行了分析。在此基础上, 对其光谱数据进行一阶导数的变换, 并对各蔬菜的一阶导数的特征进行了分析。研究表明, 在波长 400~679 nm 的范围上, 可以根据其反射值的高低, 将蔬菜分为两组, 一组为大白菜、豌豆、牛皮菜和青菜, 另一组为葱、大蒜和香菜。对于第一组而言, 根据反射的峰值、谷值、坡度和反射值的高低等特征可以将它们区别开。对于第二组而言, 根据其在 726~1 100 nm 范围上反射值的高低, 可以将其区别开来。就各种蔬菜的一阶导数特征而言, 大白菜、豌豆、大蒜、葱和香菜等均在特定的波段位置存在着独特的一阶导数特征, 据此可以将其区别出来。而牛皮菜和青菜却没有独特的一阶导数特征。

关键词:光谱; 蔬菜; 特征分析

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2008)06-0639-04

1 引言

地物光谱特征的测量和分析是遥感理论研究的重要内容, 也是各种遥感应用分析的基础^[1]。目前美国已对 1 000 多种岩石矿物、土壤和 3 000 多种植物以及 60 余种水体的反射、辐射和吸收特性进行了系统的测试分析^[2,3]。近年来, 我国的大批科学工作者, 如伍瑞卿和杨存建对不同发育阶段和不同盖度的油菜进行了光谱测定和分析^[4], 童庆禧^[5]、宫鹏^[6]、田庆久^[7]、唐延林^[8]、刘建明^[9]、田国良^[10]、万余庆^[11]等地物光谱也开展了广泛深入的研究, 测量和研究的对象包括了自然界的植被、土壤、岩石、水体和人工建筑物等地物, 研究的波段基本覆盖了遥感所使用的所有波段。

蔬菜的监测和调查对于合理发展蔬菜, 改善菜

农的收益和繁荣蔬菜市场均具有极其重要的意义。蔬菜光谱特征的测定和分析对于蔬菜的遥感监测和调查具有极其重要的基础意义。谢丽娟^[12]等对国内外运用近红外光谱分析技术对蔬菜品质无损检测的研究进行了综述。因此, 我们在腾冲县对几种蔬菜进行了地面光谱测定, 并对其光谱反射特征进行了分析, 其目的是揭示出各蔬菜之间的光谱特征差异, 为蔬菜的遥感监测和调查提供理论基础。

2 试验区及数据

试验区为云南省腾冲县。腾冲县位于云南西部, 与缅甸接壤, 是中国面向南亚开放的桥头堡。腾冲有 2 400 多年历史, 是省级历史文化名城和云南新兴的旅游胜地。在 1999 年 1 月 15 日、16 日和 17 日, 我们利用 SE590 地物光谱仪 (0.4~1.1 μm) 在

野外对腾冲县的几种主要蔬菜进行了反射率的测定。被测定的蔬菜如表 1 所示。

表 1 腾冲县几种主要蔬菜

Table 1 Several main vegetables in Tengchong county			
蔬菜品种	描述	蔬菜品种	描述
大白菜	未卷心,未成熟	大蒜	盖度 40%
豌豆	生长期	葱	盖度 40%
牛皮菜	生长期	香菜	生长期
青菜	生长期		

3 光谱测定结果及初步分析

3.1 几种蔬菜的光谱特征分析

利用所测定的各蔬菜光谱反射率制作其光谱曲线,如图 1 所示。

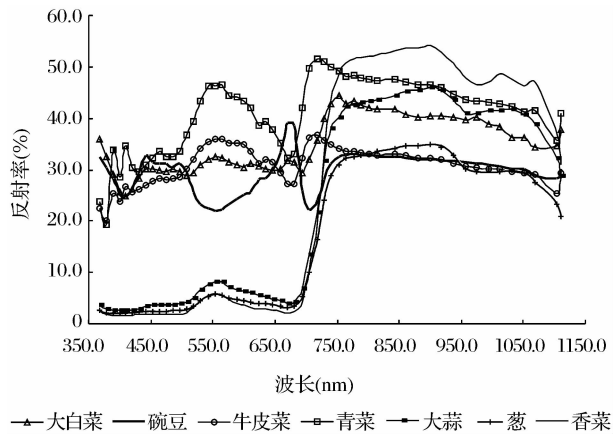


图 1 几种蔬菜的光谱曲线

Fig. 1 Spectrum curve of several vegetables

从图 1 中可以看出,通过对各蔬菜光谱曲线的分析,可以将蔬菜在总体上分为两组:大白菜、豌豆、牛皮菜和青菜为一组,葱、大蒜和香菜为二组。在波长 400~679 nm 的范围上,其光谱曲线形态和反射率有明显的区别,一组的反射率高于二组的反射率。据此,可以构建如下区别模型:

IF $P > T_1$ THEN 为一组,否则,为二组

这里 P 为蔬菜的反射率。 T_1 为利用 400~679 nm 范围上的反射率将一组与二组区分开来的阈值。

对于第一组的大白菜、豌豆、牛皮菜和青菜而言。其光谱曲线之间也存在部分差异。对于豌豆而言,在波长 547 nm 和 717 nm 附近有明显的低谷,而在 679 nm 附近却有一个明显的峰值。而该组的其它蔬菜不具备这些特征,因此,利用这些特征可以将其与该组的其它蔬菜品种区别开来。青菜和牛皮

菜在总体趋势上比较接近,而且二者在 562 nm 和 722 nm 附近都有一个明显的峰值,在 681 nm 附近都有一个低谷,这与该组的其它蔬菜有所差异,据此,可以将二者与其它蔬菜区别开来。青菜的反射率比牛皮菜高,而且在 681~722 nm 的波长范围上,青菜光谱曲线的坡度比牛皮菜陡。据此可以将青菜与牛皮菜区别开来。大白菜的光谱曲线与牛皮菜比较接近,只是 750~1 100 nm 的波段范围上,大白菜的反射率总比牛皮菜高。据此,可以将大白菜区分出来。

对于第二组的葱、大蒜和香菜而言,具有的相似特征为:400~711.5 nm 范围上的反射率明显低于 711.5~1 100 nm 的反射率。在 400~726 nm 的范围上,葱、大蒜和香菜的光谱曲线非常接近。据此,也可以将其与其它组的蔬菜区分开来。它们之间的反射率差异主要是在 726~1 100 nm 的范围上,表现为香菜的反射率高于大蒜,而大蒜又高于葱。根据这一特征可以构建模型将其区分开来。

3.2 几种蔬菜光谱的一阶导数特征分析

为了进一步揭示出这些蔬菜反射光谱的一阶导数特征差异,分别采用如下公式(1)对其光谱数据进行一阶导数的变换。

$$d(R_n) = (r_{n+1} - r_{n-1}) / (\lambda_{n+1} - \lambda_{n-1}) \tag{1}$$

其中: r 表示反射率, λ 表示波长, $d(R_n)$ 表示第 n 个波长位置的反射率的一阶微分。

对其结果进行简化为正值和负值,其正值表示其反射率随波长的增加而增加,其负值表示其反射率随波长的增加而减少。在此基础上进行统计分析,以发现其特征知识。

对于大白菜而言,在 463.7 nm、899.6 nm、1 060.2 nm 和 1 063.4 nm 等位置处,只有大白菜的值为负,而其它蔬菜均为正。在 1 066.5 nm 处,只有大白菜的值为正,而其它蔬菜均为负。利用这些特征可以将大白菜从其它蔬菜中区别出来。

对于豌豆而言,在 449.8 nm、486.1 nm 和 1 038.2 nm 等位置处,只有豌豆的值为负,而其它蔬菜均为正。利用这些特征可以将豌豆从其它蔬菜中区别出来。

对于大蒜而言,在 880.6 nm、902.8 nm 和 934.3 nm 等位置处,只有大蒜的值为正。而其它蔬菜均为负,利用这些特征可以将大蒜从其它蔬菜中区别出来。

对于葱而言,在 810.4 nm 位置处,只有葱的值为正,而其它蔬菜为负,利用这些特征可以将葱从其

它蔬菜中区别出来。

对于香菜而言,在 997.3 nm 位置处,只有香菜的值为正,而其它蔬菜为负,利用这些特征可以将香菜从其它蔬菜中区别出来。

对于牛皮菜和青菜而言,其一阶导数值与其它蔬菜相比,没有比较独特的特征。

4 结 语

本文研究表明,在波长 400~679 nm 的范围上,可以根据其反射值的高低,将蔬菜分为两组,一组为大白菜、豌豆、牛皮菜和青菜,另一组为葱、大蒜和香菜。对于第一组而言,根据反射的峰值、谷值、坡度和反射值的高低等特征可以将其彼此区别开。对于第二组而言,根据其在 726~1 100 nm 范围上反射值的高低,可以将其区别开来。就各种蔬菜的一阶导数特征而言,大白菜、豌豆、大蒜、葱和香菜等均在特定的波段位置存在着独特的一阶导数特征,据此可以将其区别出来。而牛皮菜和青菜却没有独特的一阶导数特征。

致谢:感谢中国科学院遥感应用研究所童庆禧院士、郑兰芬研究员、罗修岳研究员、刘建贵博士和中国科学院地理科学与资源研究所励惠国研究员等的帮助!

参考文献:

[1] Zhang K,Guo N,Wang R Y,*et al.* Research on Spectral Reflectance Characteristics for Desert Meadow of North West China[J]. *Advances in Earth Science*, 2006, 21(10): 1063-1069. [张凯,郭锐,王润元,等.西北荒漠草甸植被光谱反射特征研究[J]. *地球科学进展*, 2006, 21(10), 1063-1069.]

[2] Leeman V. The NASA Earth Resources Spectral Information System: A Data Compilation [M]. NASA-CR-115757, Willo Run Lab, Michigan University, 1971.

[3] Su L H, Li X W, Wang J D, *et al.* Some Problems in Constructing the Ground Object Spectral Knowledge Base and Its Services[J]. *Advances in Earth Science*, 2003, 18(2): 185-191. [苏理宏,李小文,王锦地,等.典型地物光谱知识库建库与光谱服务的若干问题[J]. *地球科学进展*, 2003, 18(2): 185-191.]

[4] Wu R Q, Yang C J. A Pilot Study of Reflecting Spectrum

Characteristics for Rape in Tengchong County of Yunnan Province[J]. *Geo-Information Science*, 2006, 8(4): 136-140. [伍瑞卿,杨存建.云南省腾冲油菜反射光谱特征与应用分析[J]. *地球信息科学*, 2006, 8(4): 136-140.]

[5] Tong Q X, Zheng L F, Wang J N, *et al.* Study on Imaging Spectrometer Remote Sensing Information for Wetland Vegetation[J]. *Journal of Remote Sensing*, 1997, 1(1): 50-57. [童庆禧,郑兰芬,王晋年,等.湿地植被成像光谱遥感研究[J]. *遥感学报*, 1997, 1(1): 50-57.]

[6] Pu R L, Gong P. *Hyperspectral Remote Sensing and Its Applications* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2000: 123-327. [浦瑞良,宫鹏.高光谱遥感及其应用[M].北京:高等教育出版社, 2000: 123-327.]

[7] Tian Q J, Gong P, Zhao C J, *et al.* A Feasibility Study on Diagnosing Wheatwater Status Using Spectral Reflectance[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(24): 2645-2650. [田庆久,宫鹏,赵春江,等.用光谱反射率诊断小麦水分状况的可行性分析[J]. *科学通报*, 2000, 45(24): 2645-2650.]

[8] Tang Y L, Huang J F, Wang X Z, *et al.* Comparison of the Characteristics of Hyperspectra and the Red Edge in Rice Corn and Cotton[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(1): 29-1067. [唐延林,黄敬峰,王秀珍,等.水稻、玉米、棉花的高光谱及其红边特征比较[J]. *中国农业科学*, 2004, 37(1): 29-35.]

[9] Liu J M, Chen J P. Indexing of Spectrum Curves: Method and Implication[J]. *Advances in Earth Science*, 1995, 10(2): 205-209. [刘建明,陈建平.光谱曲线指数化的方法和意义[J]. *地球科学进展*, 1995, 10(2): 205-209.]

[10] Tian G L. Imaging Spectrometry Remote Sensing Technology in Geological Investigations on Themineral Resources[J]. *Advances in Earth Science*, 1992, 7(5): 74-75. [田国良.矿产地质调查中的成像光谱遥感技术[J]. *地球科学进展*, 1992, 7(5): 74-75.]

[11] Wan Y Q, Zhang F L, Yan Y Z. The Application of the Hyperspectral Remote Sensing Technology to Water Environment Monitoring[J]. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2003, (3): 10-14. [万余庆,张凤丽,闫永忠.高光谱遥感技术在水环境监测中的应用研究[J]. *国土资源遥感*, 2003, (3): 10-14.]

[12] Xie L J, Ying Y B, Yu H Y, *et al.* Application of Near Infrared Spectroscopy Technique to Nondestructive Measurement of Vegetable Quality[J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2007, 27(6): 1131-1135. [谢丽娟,应义斌,于海燕,等.近红外光谱分析技术在蔬菜品质无损检测中的应用研究进展[J]. *光谱学与光谱分析*, 2007, 27(6): 1131-1135.]

Analysis of the Spectrum Feature of Different Vegetable in
Tengchong County of Yunnan Province

YANG Cun-jian^{1,2}, YANG Jian-xiang³, LI Chun-yan⁴, REN Guo-ye⁵

(1. *The Research Center of RS & GIS Applications, Sichuan Normal University, Chengdu 610068, China;*
2 *Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming 650091, China;*
3. *Yunnan Institute of Forestry Plan and Design, Kunming 650051, China;* 4. *Institute of Geo-surface
Information Technology, University of Electronic and Technology of China, Chengdu 610054, China;*
5. *Sichuan Academy of Agriculture Science, Institute of Remote Sensing Applications, Chengdu 610066, China*)

Abstract: The measure and analysis of the spectrum of vegetables is very important for applying remote sensing in identifying vegetable. The spectrum data of the different vegetables such as Chinese cabbage, garden pea, cattle vegetable, verdure, garlic, onion, parsley are gotten by using SE590 hyper-spectral radiometer in Tengchong county of Yunnan province. The spectrum curves of the vegetables are made based on the spectrum data. The spectrum feature is analyzed based on the spectrum data. The first order derivative transfer was carried out in the spectrum data. The first order derivative feature is analyzed. It is shown that: The vegetables can be divided into two groups according to their reflectivity during 400nm to 679nm. The first group with higher reflectivity includes Chinese cabbage, garden pea, cattle vegetable, verdure. The second group with lower reflectivity includes onion, garlic and parsley. Each vegetable can be differentiated from each other according to the peak value, valley value and slope of their spectrum curves, and their reflectivity value in the first group. Each vegetable can be differentiated from each other according to their reflectivity values during 726nm to 1 100nm in the second group. The unique first order derivative feature can be used to identify Chinese cabbage, garden pea, garlic, onion and parsley.

Key words: Spectrum; Vegetable; Feature analysis