

拉萨河中游高寒草地植被群落光谱特征的研究

李伟娟, 方江平, 周尧治*

(西藏农牧学院 高原生态研究所, 西藏 林芝 860000)

中图分类号: S283

文献标识码: A

文章编号: 1004-7034(2018)11-0055-04

摘要: 为了判断拉萨河中游草地植被群落的发展趋势和草地生态系统的健康状况, 试验采用美国 ASD 公司的 FieldSpec4 Wide-Res 便携式地物光谱仪测定拉萨河中游草地植被群落的主要建群种、退化指示种及不同退化程度草地植被群落的光谱曲线。结果表明: 绿峰值、红谷值、红边位置及红边斜率可以准确地对拉萨河中游草地植被群落的主要建群种与退化指示种进行识别和分类; 将归一化植被指数(NDVI)、可见光波段、近红外波段(750~800 nm)、1 400 nm 的水分吸收谷的反射率作为草地不同退化程度的诊断指标可以对不同退化程度的草地植被群落进行区分, 从而判断拉萨河中游草地植被群落的发展趋势和草地生态系统的健康状况。

关键词: 拉萨河中游; 植被群落光谱; 光谱特征; 不同退化程度; 归一化植被指数

2013 年出版的《中国草原发展报告》显示, 2006—2011 年间西藏天然草原平均牲畜超载率达到 37.41%^[1]。在人类不合理的超载放牧^[2]、鼠兔虫害^[3]及全球气候变化^[4]的影响下, 拉萨河中游的高寒草地主要表现为草地生境日益恶化、水土保持的能力下降、草地生态系统平衡遭到破坏^[5], 严重影响了该区域经济社会的可持续发展。因此, 对拉萨河中游高寒草地植被群落特征的研究和监测高寒草地健康现状显得极其紧迫。截至目前, 西藏草地健康遥感监测主要还是基于植被指数变化的检测方法, 利用植被指数可以有效地估算生物量, 但草地健康指数下降之初生物量不一定明显下降, 可能仅仅是物种上的变化^[6]。因此在拉萨河中游的实地调查中, 将植被指数与高光谱遥感技术相结合调查拉萨河中游高寒草地植被群落的特征, 可以快速识别植被群落的物种变化。本试验选取拉萨河中游的林周县草地作为研究区域, 采用美国 ASD 公司的 FieldSpec4 Wide-Res 便携式地物光谱仪测定拉萨河中游草地植被的主要建群种、退化指示种及不同退化程度草地植被群落的光

谱曲线, 分析拉萨河中游草地群落的特征波段、特征参数和不同退化程度的草地群落归一化植被指数(NDVI), 可以识别群落中草本植被的种类, 判断拉萨河中游草地群落的发展趋势和草地生态系统的健康状况, 进而掌握拉萨河中游草地退化的现状, 为拉萨河流域草地健康定量遥感及监测奠定理论基础。

1 材料

1.1 研究区概况

研究区位于西藏自治区拉萨市林周县, 东连嘉黎县和墨竹工卡县, 西接堆龙德庆区, 北临当雄县, 南抵达孜县和拉萨市城关区, 位于东经 90°84′~91°93′、北纬 29°75′~30°47′之间, 总面积约为 4 512 km²。主要河流为澎波河、热振藏布、扎曲等, 多为季节性河流, 位于拉萨河中游的河谷地区, 长约 138 km, 平均海拔为 4 200 m, 年均温度为 2.9 °C, 降雨主要集中在 5—9 月份, 年降雨量为 495~530 mm, 属于高原温带季风半干旱气候, 干湿季节分明, 无霜期短, 日照时间长, 昼夜温差大。土壤类型主要是河谷草甸土、草原土和灌丛草原土等。植被类型是以高山沼泽草甸、高山灌丛草甸和亚高山灌丛为主的植被群落。

1.2 研究对象

本试验选取的观测对象为拉萨河中游林周县(林周草地)的主要建群种和退化指示种, 通过野外实地调查, 选择的主要建群种为高山蒿草(*Obresiapyg-maca*)、丝颖针茅(*Stipa capillacea*)、喜马拉雅草沙蚕(*Tripogon hookerianus*)、白尖苔草(*Carex atrofusca*)、白草(*Pennisetum flaccidum* Griseb), 这 5 种植物在研究区

收稿日期: 2017-10-03; 修回日期: 2017-11-14

基金项目 “十二五”国家科技支撑计划项目(2013BAC04B02; 2013BAC04B02-05); 西藏自治区厅校联合基金重点项目(2016-ZR-NZ-01)

作者简介: 李伟娟(1991—), 女, 硕士研究生, 研究方向为高光谱草地遥感, 466164101@qq.com.

* 通信作者: 周尧治(1976—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为气候变化对生态系统与社会的影响, zyzhn666@126.com.



属于广布性植物;退化指示种为狼毒(*Stellera chamaejasme*)、茎直黄芪(*Astragalus strictus*)、酸模叶囊吾(*Ligularia lapathifolia*)、架棚(*Ceratostigma minus*)。这4种有毒植物是西藏草地最常见的退化指示种^[7]。2015年7月12日调查植物群落的物种组成和采集林周县的主要建群种、退化指示种的植被叶片光谱以及不同退化程度草地群落的样方混合光谱。

2 方法

2.1 数据的获取

建群种和退化指示种光谱的采集方法:在研究区

域内,用美国ASD公司的FieldSpec4 Wide-Res便携式地物光谱仪自带的叶片夹持器测量建群种和退化指示种的叶片光谱。群落光谱采集方法:选取12个1 m×1 m的样方,将便携式地物光谱仪的传感器视场角调为25°并保持观测方向垂直向下,同时将光谱仪的探头立在样方中心上方约1.1 m处采集群落的光谱。根据当地的放牧历史、植被盖度及群落的NDVI选取3种不同退化程度的草地,即未退化草地、中度退化草地、重度退化草地,草地退化评价指标分级情况见表1。

表1 拉萨河中游草地退化评价指标的分级情况

Table 1 The evaluation index of grassland degradation in the middle reaches of Lhasa River

项目	未退化草地	中度退化草地	重度退化草地
NDVI	≥ 0.8	0.6~0.8	≤ 0.6
特点	植被生长良好,有围栏保护,无放牧等干扰	植被生长较弱,有围栏保护,放牧强度适中	毒草蔓延,有裸地及鼠丘,放牧压力大

2.2 数据处理

2.2.1 一阶微分处理 采用地物光谱仪自带的Viewspectro 6.2软件对原始光谱曲线进行预处理,去除异常点、异常曲线和阶跃后对测定的多条原始光谱曲线求平均值,然后对原始光谱进行一阶微分处理。一阶微分不仅能有效地去除光谱中存在的噪声,还能保留光谱原有特征,以便于提取原始植被光谱特征中的红边位置和边幅值等有效信息^[8],计算公式: $R'(\lambda_i) = [R(\lambda_{i+1}) - R(\lambda_{i-1})] / 2\Delta\lambda$ 。式中: $R'(\lambda_i)$ 为反射率在 λ_i 处的一阶微分, λ_i 为nm波段的波长, $R(\lambda_{i+1})$ 为波长 λ_{i+1} 处的植被光谱反射率, $\Delta\lambda$ 是波长 λ_{i+1} 到波长 λ_{i-1} 的间隔。

2.2.2 NDVI NDVI是描述植物生长状态和植被空间分布密度的因子,也能反映群落空间生物量的多少,NDVI越大表示群落的生物量越多,NDVI越小则表示群落的生物量较少^[9],计算公式: $NDVI = (R_{nir} - R_{red}) / (R_{nir} + R_{red})$ 。式中: R 是反射率, R_{nir} 是近红外光谱反射率, R_{red} 是红外波段的反射率。当NDVI大于0且小于1时,NDVI越大表示其植被覆盖率越高,群落的生物量越多;NDVI越小表示其植被覆盖率越小,群落的生物量较少。

2.2.3 数据的统计分析 应用美国ASD公司的FieldSpec4 Wide-Res便携式地物光谱仪自带的处理软件ViewSpecPro6.2导出光谱数据,对光谱数据进行预处理,剔除受仪器和外界干扰较大的1 800~2 500 nm波段后对原始光谱进行平滑处理,同时对原始光谱进行一阶微分计算,提取植被的光谱特征参数,然后利用Excel 2013软件对数据进行处理。

3 结果与分析

3.1 主要建群种与退化指示种的叶片光谱特征

绿峰位置是叶绿素的绿色强反射区,绿光的反射

峰越明显,植被健康状况越好;红谷位置是叶绿素的红光强吸收区,红光的吸收峰越明显,则植被的健康状况越好。主要建群种与退化指示种的光谱特征及其特征参数见图1和表2。

从图1和表2可以发现,除了白草,主要建群种的绿峰值在0.110 7~0.122 4范围内,红谷值在0.062 2~0.135 2之间,且在1 400 nm处水分吸收谷浅;而退化指示种有强绿光反射峰,“绿峰值”在0.061 4~0.095 7范围内,红谷值在0.028 3~0.061 9之间,与退化指示种红光相应的是二者叶片含水量高,在1 400 nm处水分吸收谷深。白草的绿峰值为0.063 7,红谷值为0.055 1,可见白草的健康状况优于其他主要建群种,但是不及退化指示种的健康状况。说明主要建群种植被健康状况不好而退化指示种生长旺盛,二者区分性较大,因此从绿峰值和红谷值可以准确将建群种与退化指示种区分开来。红边位置和红边斜率是反映植被健康状况的重要指标,红边位置和红边斜率越大,则表明其健康状况越好。表2中,退化指示种的红边位置在719 nm附近,红边斜率在0.004 1~0.006 8之间。除了白草,主要建群种的红边位置在700 nm附近;红边斜率除白尖苔草外,其余都在0.003 2~0.003 8之间,其中白草的红边位置在719 nm处,红边斜率为0.003 8,而白尖苔草的红边位置为701 nm,红边斜率为0.006 1,与其他草地植被对比具有明显的区分性。因此,除了白草和白尖苔草,通过提取草地植被的红边位置与红边斜率可以很好地对拉萨河中游草地植被的毒草与建群种进行识别和分类。白草和白尖苔草的红边斜率和红边位置有其自己的特征,其他建群种的植物特征与这两种植物特征不一样,是这两种植物能区分毒草和建群种的特征,还是其他建群种可以作为识别和分类的标准。

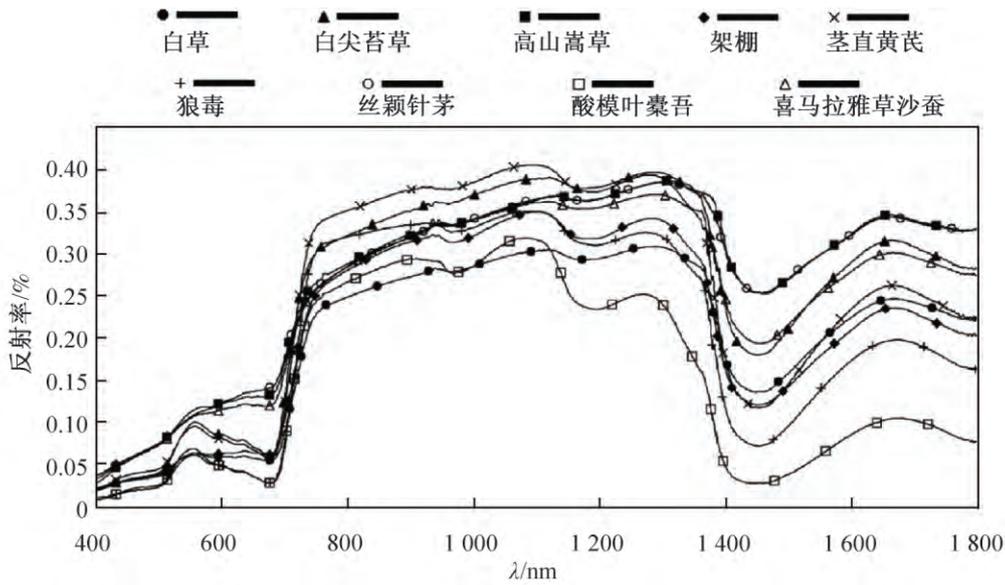


图1 主要建群种与退化指示种的光谱特征

Fig.1 Spectral characteristics of the main constructive species and degradation indicator species

表2 主要建群种与退化指示种光谱的特征参数

Table 2 The parameters of spectral characteristics for the main constructive species and degradation indicator species

项目	植物	绿峰位置	绿峰值	红谷位置	红谷值	红边位置/nm	红边斜率
退化指示种	狼毒	554	0.069 3	676	0.029 0	719	0.006 8
	茎直黄芪	557	0.095 7	676	0.058 7	719	0.006 2
	酸模叶囊吾	559	0.061 4	676	0.028 3	718	0.005 1
	架棚	560	0.063 9	670	0.061 9	719	0.004 1
建群种	白草	557	0.063 7	670	0.055 1	719	0.003 8
	丝颖针茅	568	0.122 4	668	0.135 2	700	0.003 8
	喜马拉雅草沙蚕	578	0.111 1	669	0.119 2	700	0.003 3
	白尖苔草	557	0.110 7	673	0.062 2	701	0.006 1
	高山嵩草	571	0.118 6	666	0.130 6	700	0.003 2

3.2 不同退化程度草地植被群落的光谱特征

拉萨河流域不同退化程度草地植被冠层的 NDVI 和群落光谱特征见表 3 和图 2。

表3 不同退化程度草地植被冠层的 NDVI

Table 3 The NDVI value of different degraded grasslands vegetation canopy

植被冠层	未退化草地冠层	中度退化草地冠层	重度退化草地冠层
NDVI	0.846 8	0.611 1	0.508 6

从表3数据可以看出,未退化草地冠层的 NDVI>中度退化草地冠层的 NDVI>重度退化草地冠层的 NDVI,表明 NDVI 越大,草地植被覆盖率越高,群落的生物量越多,因此 NDVI 与群落生物量密切相关^[10],能反映草地退化的程度。

由图2可知,在可见光波段,草地群落植被覆盖

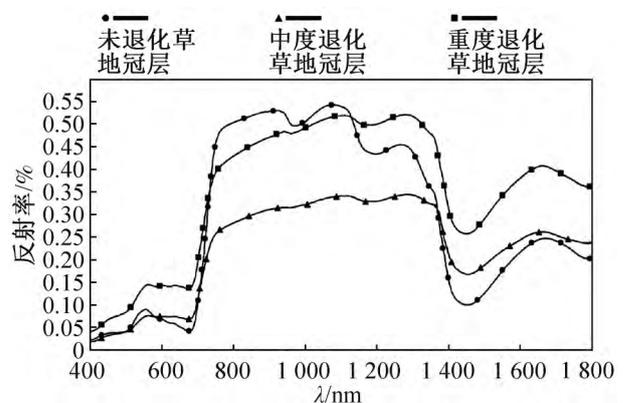


图2 不同退化程度草地群落的光谱特征

Fig.2 Spectral characteristics of different degraded grasslands community

率高则其相应反射率小,“红谷”越深,反映草地的退化程度低。同时,在近红外波段(750~800 nm),其反射率是未退化草地冠层>中度退化草地冠层>重度退



化草地冠层 表明近红外波段反射率与草地群落生物量密切相关^[11] 反映草地退化程度。此外 在1 400 nm 处的水分吸收谷可以体现退化的程度 水分吸收谷的深度与宽度都是未退化草地冠层>中度退化草地冠层>重度退化草地冠层 表明 1 400 nm 处的水分吸收谷是影响冠层中红外波段光谱响应的重要谱带 随着冠层水分的减少 植被中红外波段的水分吸收谷的宽度和深度明显降低 其反射率明显增大。因此 近红外波段(750~800 nm) 及 1 400 nm 的反射率可以作为草地退化的诊断指标。

4 结论与讨论

1) 反射率与草地群落生物量密切相关 因此能反映草地健康参数活力的程度。同类型的植物由于根系深度的差异导致其资源获取能力强弱不同 植物也因其叶绿素含量与水分含量的不同而不同 因此在植被的光谱曲线中呈现出不同的光谱反射率。

本试验通过提取拉萨河中游主要建群种与退化指示种光谱特征参数对拉萨河中游草地植被的退化指示种与建群种进行识别和分类。主要是因为高山嵩草、丝颖针茅、白尖苔草和喜马拉雅草沙蚕的共同特点是叶片薄且呈细条状 含水量低 根茎短 在干旱年份难以从深层土壤中吸收水分和养料供自身生长需求 植被的健康状况较差 因此在 2015 年干旱条件下测得的光谱曲线呈现绿光的反射峰接近消失的现象。酸模叶橐吾、茎直黄芪和狼毒的特点是根茎粗壮 可以从表层土壤中获取水分和养料供自身生长需要 还能在干旱年份从深层土壤吸收水分和养料维持其生长需求 表现为红光吸收峰最明显。表明绿峰值和红谷值可以准确地对拉萨河中游草地植被的退化指示种与建群种进行识别和分类 从而为判断拉萨河流域的草地退化程度提供依据。

2) 导数光谱技术可以减弱或消除其土壤背景、凋谢物及仪器噪声等对草地光谱特征的影响 对光谱反射率进行一阶微分可以使植被光谱的变化特征更清晰地反映出来^[12]。红边位置与红边斜率是描述植被色素状态和健康状况的重要指示因子 红边斜率越大 则其植被覆盖度越高 表明植被的生长状态越好 也是植物种区别于其他物种的重要光谱特征之一。

本研究通过对比主要建群种与退化指示种的红边斜率及红边位置发现 主要建群种红边斜率和红边位置的反射率都小于退化指示种 说明红边斜率和红边位置不仅可以用来区分拉萨河中游的主要建群种与退化指示种 还能说明退化指示种的生长状态优于主要建群种 从而可以为拉萨河流域草地退化提供判断依据。

3) NDVI 与群落生物量密切相关 能反映草地退化的程度 且植物红光吸收谷与水分吸收谷相互关联 只有叶片含水量高(在反射光谱上形成较深的水分吸收谷) 才能进行较强的光合作用(在红光波段形成较深的吸收谷)。

本研究中 3 个不同退化程度的草地植被冠层中未退化草地冠层的 NDVI 最大 重度退化草地冠层的 NDVI 最小。在可见光波段 草地群落植被覆盖率高则其相应反射率越小 “红谷”越深 同时 在近红外波段(750~800 nm) 其反射率是未退化草地冠层>中度退化草地冠层>重度退化草地冠层 表明可见光波段和近红外波段的反射率都与草地群落生物量密切相关 反映草地退化程度。此外 在 1 400 nm 处的水分吸收谷深度与宽度都是未退化草地冠层>中度退化草地冠层>重度退化草地冠层 表明此参数同样体现草地植被退化的程度。因此 NDVI、可见光波段、近红外波段(750~800 nm) 及 1 400 nm 水分吸收谷的反射率都可以用来表示草地不同退化程度的诊断指标 从而判断拉萨河中游围栏内外草地群落的发展趋势和草地生态系统的健康状况 进而掌握拉萨河中游草地退化的现状 为拉萨河流域草地健康定量遥感及监测奠定理论基础。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国农业部.中国草原发展报告[M].北京:中国农业出版社,2013.
- [2] 高宁宁,陈俊,张鹏莉,等.放牧对西藏高寒草甸地上生物量空间分布的影响[J].草地学报,2014,22(2):255-260.
- [3] 赵国琴,李广泳,马文虎,等.高原鼠兔扰动对高寒草地植物群落特征的影响[J].应用生态学报,2013,24(8):2122-2128.
- [4] 孟凡栋,汪诗平,白玲.青藏高原气候变化与高寒草地[J].广西植物,2014,34(2):269-275.
- [5] 张宪洲,何永涛,沈振西,等.西藏地区可持续发展面临的主要生态环境问题及对策[J].中国科学院院刊,2015,30(03):306-312.
- [6] 王焕炯,范闻捷,崔要奎,等.草地退化的高光谱遥感监测方法[J].光谱学与光谱分析,2010,30(10):2734-2738.
- [7] 王庆海,李翠,庞卓,等.中国草地主要有毒植物及其防控技术[J].草地学报,2013,21(5):831-841.
- [8] 魏秀红,靳瑰丽,范燕敏,等.伊犁绢蒿荒漠草地物种光谱特征分析及识别初探[J].草业科学,2016,33(10):1924-1932.
- [9] 李苗苗.植被覆盖度的遥感估算方法研究[D].北京:中国科学院遥感应用研究所,2003.
- [10] 夏小伟,靳瑰丽,安沙舟,等.围栏封育下伊犁绢蒿荒漠草地特征植物高光谱特征变化分析[J].草业科学,2015,32(6):870-876.
- [11] 段敏杰.放牧干扰下藏北紫花针茅高寒草地生物量遥感监测[D].北京:中国农业科学院,2011.
- [12] 袁媛.夏玉米叶绿素及叶面积指数高光谱遥感估算[D].杨凌:西北农林科技大学,2014.

(下转第 62 页)



- [3] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [4] 宋平, 张永根, 刘艳丽. 黑龙江省不同饲养方式下奶牛部分血液生化指标的测定与比较[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2007(12) : 32-33.
- [5] 王文奇, 侯广田, 罗永明 等. 不同精粗比全混合颗粒饲料对母羊营养物质表观消化率、氮代谢和能量代谢的影响[J]. 动物营养学报, 2014, 26(11) : 3316-3324.
- [6] BARGO F, MULLER L D, VARGA G A, et al. Ruminant digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations [J]. J Dairy Sci, 2002, 85(11) : 2964-2973.
- [7] 李大彪, 于永强, 王卫云 等. 单宁和聚乙二醇对绵羊和山羊瘤胃微生物数量和营养物质表观消化率的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(10) : 3155-3162.
- [8] 张立涛, 李艳玲, 王金文 等. 不同中性洗涤纤维水平饲料对肉羊生长性能和营养成分表观消化率的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(2) : 433-440.
- [9] 王慧, 刘永明, 王胜义 等. 复合微量元素营养舔砖对藏羊血清抗氧化能力和免疫功能的影响[J]. 中国草食动物, 2014, 34(4) : 42-45.
- [10] STANLEY C C, WILLIAMS C C, JENNY B F, et al. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves [J]. J Dairy Sci, 2002, 85(9) : 2335-2343.
- [11] 刘春龙, 李杰, 唐彦君. 丝兰皂甙对绵羊瘤胃发酵及血液生化指标的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2005, 36(8) : 784-788.
- [12] 张勇, 郭海明, 汤志宏, 等. 油菜籽颗粒料对湖羊生产性能、瘤胃发酵参数及血液生化指标的影响[J]. 草业学报, 2016, 25(10) : 171-179.
- [13] 王典, 李发弟, 张养东. 马铃薯淀粉渣-玉米秸秆混合青贮料对肉羊生产性能、瘤胃内环境和血液生化指标的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(5) : 47-54.

Effects of different feeding patterns on nutrients apparent digestibility and blood biochemical indexes in sheep

YU Zhongsheng, ZHANG Aizhong*, JIANG Ning

(College of Animal Sciences and Veterinary Medicine, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: The aim of the present study was to investigate the effects of different feeding patterns on nutrients apparent digestibility and blood biochemical indexes in sheep. Six sheep with permanent rumen fistula were selected as tested animals. 3×3 Latin square design were used in experiments that was divided into 3 stages. The animals were fed in different feeding modes. The traditional feeding mode was used in control group, namely first roughage and then concentrate. The interval between forage and concentrate feed was 30 min. The total mixed ration (TMR) group was fed with the full mixed ration, and the granular group was fed with the full mixed granular ration feeding. Each trial period was 17 days, including 10 days in pre-trial period of, 7 days in trial period and 51 days in whole period. The results showed that the effects of different feeding modes on apparent digestibility of dry matter, organic matter and crude fat were not significantly different among each group ($P>0.05$). Apparent digestibility of crude protein and neutral detergent fiber in TMR granule group was significantly higher than that in other two groups ($P<0.05$). The apparent digestibility of acidic detergent fiber in TMR granule group and control group was significantly higher than that in TMR group ($P<0.05$). There was no significant difference in the serum levels of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, total protein, albumin, globulin, triglyceride and urea nitrogen among each group ($P>0.05$). The glucose concentration in the TMR granule group was significantly higher than that in the control group ($P<0.05$). The total cholesterol content in control group and TMR group was significantly higher than that in TMR granular group ($P<0.05$). The results indicated that the pellet feed could promote the digestion and absorption of protein and fiber in sheep, reduce the content of urea nitrogen, improve feed conversion and nitrogen utilization rate, and promote their digestion and absorption.

Keywords: traditional feeding mode; fully mixed ration; pelleted feed; apparent digestibility; blood biochemical index; sheep (011)

(上接第 58 页)

Research on spectral characteristics of alpine grassland vegetation community in the middle reaches of Lhasa River

LI Weijuan, FANG Jiangping, ZHOU Yaozhi*

(Research Institute of Tibet Plateau Ecology, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University, Nyingchi 860000, China)

Abstract: The aim of the present study was to determine the developing trends of the grassland vegetation communities and the condition of grassland ecosystem in the middle reaches of Lhasa River. The spectral reflectance curve of main constructive species, degradation indicator species and grassland vegetation communities with different degradation degree in the middle reaches of Lhasa river were measured by using a Field Spec4 Wide-Res portable spectrometer of ASD corporation. The results showed that the green peak, red valleys, red edge position and red edge slope could be used to precisely identify and classify the main groups and degenerate indicators of the grassland vegetation community in the middle reaches of Lhasa river. The results indicated that as diagnostic indicators for the degree of grassland degradation, NDVI value, visible light band, near infrared band (750-800 nm) and 1 400 nm water absorption valley reflectivity could be used to classify the different vegetation communities in the grassland, hence we could judge the developing trends of the vegetation communities and the condition of grassland ecosystem in the middle reaches of Lhasa River.

Keywords: the middle reaches of Lhasa River; vegetation community spectrum; spectral characteristics; different degradation degree; normalized difference vegetation index (011)