

文章编号: 1007-0435(2004)02-0140-05

围栏封育对轻牧与重牧金露梅灌丛的影响

周华坤¹, 周立¹, 赵新全¹, 周彦艳², 刘伟¹, 严作良¹

(1. 中科院西北高原生物研究所, 西宁 810001; 2. 青海大学农牧学院, 西宁 810003)

摘要: 连续5年的封育对轻牧与重牧区金露梅灌丛产生了影响。结果表明: 封育后轻牧与重牧区的丰富度指数、多样性指数和均匀度指数都有所下降; 总盖度、枯草盖度和上下层株高增加, 绿草盖度减少, 群落内主要植物种群特征发生相应变化, 轻牧区金露梅灌丛的莎草类、杂草类和金露梅的地上生物量减少, 而枯草、禾草的生物量增加, 其中枯草生物量增加显著($P < 0.05$), 优良牧草比例由0.72下降为0.62; 在重牧区金露梅灌丛的枯草、禾草及莎草生物量增加显著($P < 0.05$), 金露梅的生物量增加不显著($P > 0.05$), 而杂草生物量减少显著($P < 0.05$), 优良牧草比例由0.48上升为0.59; 围栏封育后轻牧区金露梅灌丛的草场质量指数明显下降, 重牧区草场质量指数明显上升。

关键词: 草原学; 生态; 封育; 轻牧; 重牧; 金露梅灌丛

中图分类号: S812

文献标识码: A

Effect of Fencing on Lightly and Heavily Grazing *Potentilla fruticosa* Shrublands

ZHOU Hua-kun¹, ZHOU Li¹, ZHAO Xin-quan¹, ZHOU Yan-yan², LIU Wei¹, YAN Zuo-liang¹

(1. Institute of Biology of Northwest Plateau, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai Province 810001, China;

2. College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining, Qinghai Province 810003, China)

Abstract: A five-successive-year fencing of the lightly and heavily grazing *Potentilla fruticosa* shrublands has decreased their species richness, plant diversity and evenness. The total coverage, dead materials coverage, and height of top and bottom layers of the plant communities have all increased, while the live shoot coverage has decreased. Fencing has also affected the characteristics of the two plots' plant populations. In the lightly grazing plot, the above-ground biomass of sedges, forbs, and *P. fruticosa* have dwindled, whereas the biomass of dead materials and grasses have expanded, with the biomass of dead materials increasing markedly ($P < 0.05$). The proportion of palatable herbage dropped from 0.72 to 0.62. In the heavily grazing plot, the biomass of dead materials, grasses and sedges have increased noticeably ($P < 0.05$), the biomass of *P. fruticosa* did not expand much ($P > 0.05$), while that of forbs dwindled markedly ($P < 0.05$). The proportion of palatable herbage rose from 0.48 to 0.59. Consequently, fencing impairs the quality of lightly grazing *P. fruticosa* shrubland, and improves the quality of heavily grazing *P. fruticosa* shrubland.

Key words: Grassland science; Ecology; Fencing; Lightly grazing; Heavily grazing; *Potentilla fruticosa* shrub

高寒草场围栏封育往往使植被层的高度、盖度和地上生物量增加, 植物群落郁蔽度提高, 改变小型哺乳动物, 尤其是高原鼠兔 (*Ochotona curzoniae*) 等的栖息地结构, 可有效控制害鼠数量, 使草地生态系统进入一个良性循环, 是高寒退化草地改良和鼠害生态治理的方案之一^[1-8]。近年来, 青藏高原的草场退化严重^[9], 许多研究认为过度放牧干扰是青藏高原草地退化的主

要原因^[10]。以金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 灌丛为代表的高寒草场是青藏高原的主要植被类型之一^[11]。为此, 选择轻牧和重牧金露梅灌丛样地做封育效果评价研究, 研究封育措施对轻牧和重牧金露梅灌丛植物种多样性、植物群落、生物量、草场质量的影响, 以期为今后合理利用草地, 科学经营管理, 防止草地退化, 改善生态环境提供参考依据。

收稿日期: 2003-02-20; 修回日期: 2004-05-08

基金项目: 国家“十五”科技攻关项目课题(2001BA606A-02), 中科院海北定位站基金(110201665)和国家重点基础研究专项(G1998040800)

作者简介: 周华坤(1974-), 男, 青海乐都人, 在读博士生, 主要从事草地生态学研究, 已发表论文10余篇

1 材料与方法

1.1 样地设置

1997 年夏季, 在海北站进行长期放牧监测试验的轻牧和重牧金露梅灌丛大样地(面积分别为 1.60 hm², 载畜量分别为 2.55 和 4.47 羊单位/hm²)内, 建立围栏封育小样地, 禁止牛羊采食与践踏, 封育小样地面积均为 30 m × 30 m, 封育围栏以外的草地是放牧样地。

海北站地处青藏高原东北隅, 祁连山北支冷龙岭东段南麓的平缓滩地, 位于 37°29′~37°45′N, 101°12′~101°33′E, 平均海拔 3200 m^[12]。属典型的高原大陆性气候特点, 无四季之分, 仅有冷暖二季之别, 冷季漫长、干燥而寒冷, 暖季短暂、湿润而凉爽^[13]。土壤为高山草甸土和高山灌丛草甸土, 土壤表层和亚表层有机质含量丰富。植被类型主要有高寒灌丛、高寒草甸和沼泽化草甸^[14, 15]。以金露梅为建群种, 总覆盖度达 50%~90%, 伴生种主要有线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)、矮嵩草(*K. humilis*)、紫羊茅(*Festuca rubra*)、雪白萎陵菜(*Potentilla nivea*)、藏异燕麦(*Helictotrichon tibeticum*)以及高山唐松草(*Thalictrum alpinum*)等优良牧草。

1.2 测定项目

经过连续五年的封育, 于 2002 年 9 月 5~10 日, 在轻牧与重牧区灌丛封育样地内外进行群落调查和生物量测定。

1.2.1 采用样方法进行群落调查, 样方面积为 50 cm × 50 cm, 重复 10 次, 其中植物种群分盖度采用点测法, 点测时如碰到立枯物或凋落物, 则记为枯草盖度; 如碰到禾草、莎草、杂类草和金露梅, 则记为绿草盖度。

1.2.2 植株高度和密度测定, 其中莎草和禾草的密度以分蘖计, 金露梅以分枝计, 杂类草以株计。

1.2.3 样方调查后, 金露梅只采摘当年萌发的新枝和嫩叶, 其它齐地面刈割, 按不同种分开, 在 60℃ 烘箱内烘干至恒重后称重, 并分为灌木、禾草、莎草和杂草四大类群, 另将枯草归为一类。

1.3 数据分析

1.3.1 重要值(NV) = (相对盖度 + 相对地上生物量) / 2 × 100

1.3.2 生物多样性指数, 包括:

(1) Shannon-Wiener 指数

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i \cdot \ln P_i)$$

其中, P_i 是种 i 的相对重要值(物种多样性指数); “ s ” 是样方中的物种数(丰富度指数)

(2) Simpson 指数

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (P_i \cdot P_i) \quad (\text{物种多样性指数})$$

(3) Pielou 指数 $E = H / \ln(s)$ (均匀度指数)

1.3.3 草场质量指数(The Index of Grassland Quality, IGQ)

$$IGQ = \sum_{i=1}^3 (i \cdot S_i)$$

其中, “ i ” 是不同种的适口性值, 牧草按其适口性划分为 5 类(优、良、中、差、毒); 适口性值依次为 3, 2, 1, 0, -1; S_i 为样方中各个种的分盖度。

1.3.4 试验数据采用 SPSS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 封育对物种多样性的影响

封育措施下轻牧区和重牧区金露梅灌丛的物种多样性发生了明显的变化, 灌木与优良牧草如禾草和莎草的种数没有太多减少, 只是杂类草减少明显。轻牧金露梅灌丛在封育条件厦物种多样性指数和均匀度指数都下降, 但不显著($P > 0.05$); 重牧区 Pielou 均匀度指数下降不显著外, Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 多样性指数和丰富度指数显著下降($P < 0.05$) (表 1)。

2.2 封育对群落结构的影响

植物群落的结构可以由高度和盖度加以说明。金露梅灌丛的垂直结构一般分为上下两层, 上层包括金露梅、部分禾草和较高杂类草, 株高一般为 20~45 cm, 下层包括莎草、部分禾草和低矮杂类草, 高度为 2~15 cm。封育使轻牧区和重牧区的金露梅灌丛上下层株高均有所增加(图 1), 其中上层株高增加显著($P < 0.05$), 下层株高增加不显著($P > 0.05$)。

在封育条件下, 轻牧区金露梅灌丛总盖度略有增加, 但不显著($P > 0.01$), 重牧区的总盖度则显著增加($P < 0.05$)。封育使轻牧区和重牧区的金露梅灌丛枯草盖度显著增加, 绿草盖度显著减少($P < 0.05$)。

5 年围栏封育使轻牧区主要植物种群的株高部分有所增加, 部分减少; 除了藏异燕麦和异针茅(*S. tipa*)

aliena) 的分盖度、密度和重要值有所增加外, 其它主要种群的上述特征均有所下降(表 2)。

表 1 封育措施下物种多样性的变化

Table 1 Change of species biodiversity under fencing treatments

处理 Treatment	丰富度指数(S) Richness index	Shannon-Wiener 多样性指数(H) Shannon-Wiener diversity index	多样性指数(D) Simpson diversity index	Pielou 均匀度指数 (E)Pielou richness index
轻牧区金露梅灌丛(LGSH) Lightly Grazed <i>Potentilla fruticosa</i> Shrubland	38 ^c (禾草 莎草 杂草 灌木= 6 4 27 1)	2.28 ± 0.13 ^{cd}	0.83 ± 0.03 ^b	0.63 ± 0.03 ^{abc}
轻牧金露梅灌丛封育(LGSHF) Fencing of Lightly Grazed <i>Potentilla fruticosa</i> Shrubland	32 ^d (禾草 莎草 杂草 灌木= 6 4 21 1)	2.13 ± 0.27 ^d	0.81 ± 0.06 ^b	0.61 ± 0.08 ^{bc}
重牧金露梅灌丛(HGSH) Heavily Grazed <i>Potentilla fruticosa</i> Shrubland	44 ^a (禾草 莎草 杂草 灌木= 6 4 33 1)	2.62 ± 0.19 ^a	0.88 ± 0.03 ^a	0.69 ± 0.05 ^a
重牧金露梅灌丛封育(HGSHF) Heavily Grazed <i>Potentilla fruticosa</i> Shrubland	33 ^b (禾草 莎草 杂草 灌木= 5 4 23 1)	2.34 ± 0.27 ^{bc}	0.83 ± 0.06 ^b	0.67 ± 0.08 ^{ab}

注: 表中数据为平均值 ± 标准差。各列数据如有相同字母, 则差异不显著 ($P > 0.05$)

Note: Data in the table represent mean ± standard deviation. Data with the same letter in one column are not significantly different ($P > 0.05$)

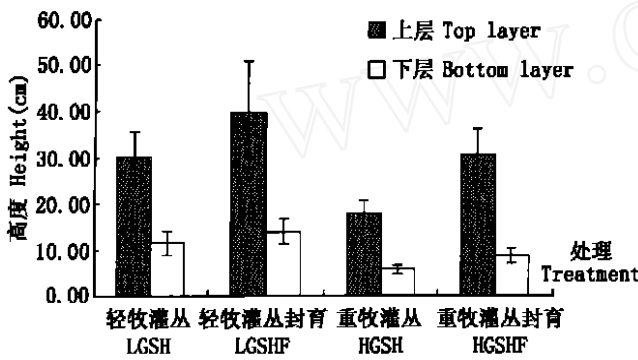


图 1 封育措施对群落垂直结构的影响

Fig. 1 Influence of fencing on vertical structure of plant community

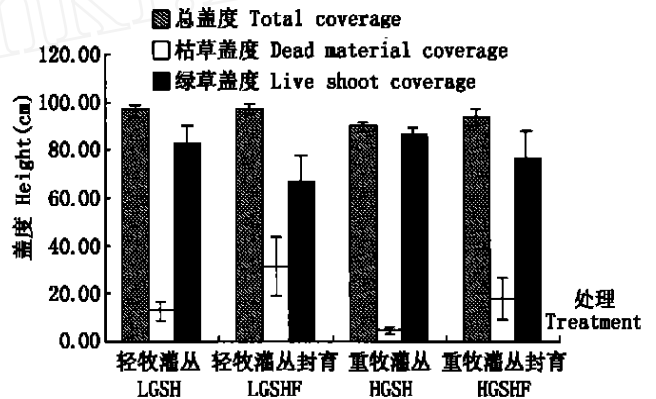


图 2 封育措施对群落盖度的影响

Fig. 2 Influence of fencing on community coverage

表 2 封育措施对轻牧金露梅灌丛主要植物种群特征的影响

Table 2 Influence of fencing on main plant populations of lightly grazed *Potentilla fruticosa* shrub

种名 Species name	高度(cm) Height		盖度(%) Coverage		密度(unit/0.25 m ²) Density		重要值 Important value	
	轻牧	封育	轻牧	封育	轻牧	封育	轻牧	封育
	Lightly grazing	Fencing	Lightly grazing	Fencing	Lightly grazing	Fencing	Lightly grazing	Fencing
金露梅 <i>Potentilla fruticosa</i>	23.50	28.08	22.67	21.50	42.68	39.42	31.12	28.09
二柱头镰草 <i>Scirpus distigmaticus</i>	10.00	9.00	2.37	1.50	37.32	28.00	0.95	0.16
线叶蒿草 <i>Kobresia capillifolia</i>	21.80	21.25	13.00	6.88	138.40	97.00	8.48	3.43
藏异燕麦 <i>Helyctotrichon tibeticum</i>	27.60	43.67	7.40	8.17	48.80	55.32	7.11	9.00
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	22.00	14.40	7.40	4.50	60.00	36.00	4.72	3.87
异针茅 <i>Stipa aliena</i>	23.05	29.67	17.83	19.50	153.32	196.68	16.35	21.97
雪白委陵菜 <i>Potentilla nivea</i>	5.62	5.73	2.62	2.47	12.00	12.00	1.68	0.96

注: 表中的数据为统计平均值(n= 10)

Note: The data in the table are mean values (n= 10)

5 年围栏封育使重牧区主要植物种群的株高有所增加(表 3); 杂类草的盖度和密度大多降低, 金露梅、禾草和莎草种群的盖度与密度增加, 重要值的变化呈现出与盖度和密度一致的规律(表 3)。

表 3 封育措施对重牧金露梅灌丛主要植物种群特征的影响

Table 3 Influence of fencing on *Potentilla fruticosa* shrub and other main plant populations in heavily grazing area

种名 Species name	株高(cm) Height		盖度(%) Coverage		密度(unit/0.25 m ²) Density		重要值 Important value	
	重牧	封育	重牧	封育	重牧	封育	重牧	封育
	Heavily grazing	Fencing	Heavily grazing	Fencing	Heavily grazing	Fencing	Heavily grazing	Fencing
金露梅 <i>Potentilla fruticosa</i>	15.30	21.50	12.20	17.33	41.60	44.00	20.02	25.88
线叶蒿草 <i>Kobresia capillifolia</i>	7.00	23.50	7.38	14.83	138.68	243.32	3.05	15.29
异针茅 <i>Stipa aliena</i>	6.60	21.60	5.30	8.20	96.68	132.80	6.16	10.77
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	5.67	7.00	2.77	1.50	35.32	28.00	1.79	0.92
藏异燕麦 <i>Helyctotrichon tibeticum</i>	25.00	33.42	2.00	6.20	20.00	72.00	0.20	0.92
矮火绒草 <i>Leontopodium nanum</i>	0.78	1.22	16.24	5.80	176.80	46.68	12.36	3.53
异叶米口袋 <i>Gueldenstaedtia diversifolia</i>	1.33	3.02	7.43	6.80	42.00	22.40	7.50	3.74
兰石草 <i>Lancea tibetica</i>	1.12	1.94	4.15	6.94	24.68	22.40	3.80	3.12
雪白委陵菜 <i>Potentilla nivea</i>	1.98	3.67	3.73	2.90	24.00	15.32	2.55	2.00
高山唐松草 <i>Thalictrum alpinum</i>	1.75	3.14	3.02	2.74	35.32	27.20	2.47	2.00

注: 表中的数据为统计平均值(n=10)

Note: The data in the table are the mean values(n=10)

表 4 封育措施对草地上生物量的影响(g/0.25 m²)

Table 4 Influence of fencing on above-ground biomass of grassland

	枯草 Litter	金露梅 <i>Potentilla fruticosa</i>	禾草 Grasses	莎草 Sedges	杂草 Forbs	总生物量 Total Biomass	优良牧草 Palatable herbage	优良牧草比例 Proportion of palatable herbage
轻牧灌丛 LGSH	22.64 ± 3.04 ^{ad}	39.68 ± 23.08 ^a	37.12 ± 13.24 ^c	7.20 ± 5.28 ^{ab}	8.76 ± 2.44 ^a	115.40 ± 29.28 ^{ab}	83.96 ± 28.48 ^a	0.72 ± 0.06 ^a
轻牧灌丛封育 LGSHF	44.28 ± 4.13 ^b	34.04 ± 23.04 ^a	47.00 ± 18.56 ^c	5.32 ± 1.36 ^c	8.12 ± 4.96 ^a	138.76 ± 38.88 ^a	83.36 ± 29.68 ^a	0.62 ± 0.10 ^b
重牧灌丛 HGSH	13.44 ± 5.12 ^a	19.44 ± 15.64 ^b	9.92 ± 4.16 ^e	5.48 ± 2.36 ^{bc}	23.64 ± 8.60 ^b	71.92 ± 16.72 ^c	34.84 ± 20.20 ^b	0.48 ± 0.19 ^c
重牧灌丛封育 HGSHF	28.28 ± 11.04 ^{cd}	23.32 ± 17.36 ^b	22.68 ± 6.24 ^d	11.48 ± 5.16 ^a	12.20 ± 5.48 ^a	97.96 ± 14.20 ^{bc}	57.48 ± 10.68 ^b	0.59 ± 0.08 ^b

注: 表中数据为平均值 ± 标准差。各列数据如有相同字母, 则差异不显著(P > 0.05)

Note: Data in the table represent mean ± standard deviation. Data with the same letter in one column are not significantly different (P > 0.05).

2.3 封育措施对地上生物量的影响

封育后轻牧区金露梅灌丛的莎草类地上生物量减少显著(P < 0.05, n = 10), 金露梅和杂草类的生物量减少不显著(P > 0.05), 枯草、禾草的生物量以及地上总生物量均增加(表 4), 其中枯草生物量增加显著(P < 0.05), 禾草生物量及地上总生物量增加不显著(P > 0.05), 尽管优良牧草生物量变化不大, 但由于枯

草量增加较多, 导致优良牧草比例由 0.72 降为 0.62 (P < 0.05)。重牧区金露梅灌丛杂草生物量显著减少, 枯草、禾草及莎草生物量显著增加(P < 0.05), 金露梅和优良牧草的生物量及总生物量虽有所增加, 但不显著(P > 0.05), 优良牧草比例则由 0.48 升为 0.59, 达到显著水平(P < 0.05)。

2.4 封育对草场质量的影响

5 年的封育后, 轻牧区金露梅灌丛的草场质量指

数明显下降,重牧区则明显上升($P < 0.05$)。重牧区的金露梅灌丛的草场质量较轻牧区明显下降($P < 0.05$)。

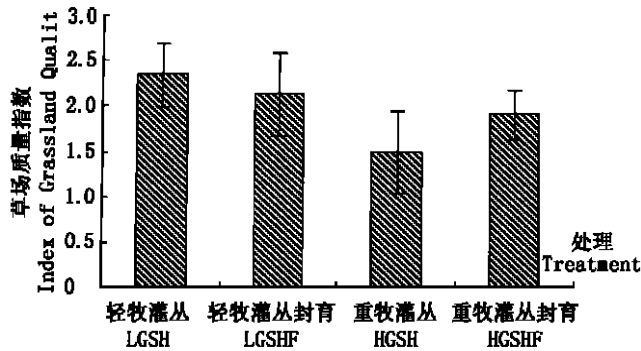


图3 封育措施对草场质量的影响

Fig 3 Influence of fencing on grassland quality

3 结论与讨论

3.1 封育对轻牧金露梅灌丛的影响

连续5年的封育对轻牧区金露梅灌丛有较为明显的影响,其丰富度指数、多样性指数和均匀度指数均下降。群落分上下两层结构,上层以禾草和金露梅为主,下层以莎草和杂类草为主,封育使藏异燕麦和异针茅在群落中的作用有所增强,所占比例增大,金露梅、莎草和其它禾草的重要值有所降低,而杂类草也被抑制,但残留枯草、凋落物的盖度和生物量增大,抑制了群落生产潜力的发挥,优良牧草比例和草场质量下降明显,将对草场的生物多样性和群落稳定性造成影响。相反,在轻牧区经家畜适当采食反而能刺激增加禾草和莎草的分蘖,促使其超补偿性生长,减少枯草量,草群结构趋于合理,植物多样性增加,草地生产力大幅度提高,所以,对于轻牧金露梅灌丛没必要封育,应适当加大放牧压力到适度水平,以提高对牧草的利用效率。

3.2 封育对重牧金露梅灌丛的影响

5年的封育对重牧区的影响明显,除均匀度指数外,丰富度指数和多样性指数下降显著;群落成层结构明显分为上下两层,上层以禾草、金露梅和高杂类草为主,下层以莎草和较低杂类草为主,封育使金露梅、禾草和莎草在群落中的作用明显增强,所占比例增大,大多杂草被有效抑制,残留枯草、凋落物的盖度和生物

量相应增大,优良牧草比例和草场质量明显提高。重牧区在封育后消除放牧干扰,金露梅、禾草和莎草等获得了休养生息的机会,完成其生长发育周期,在群落竞争中处于有利地位,使草场的优良牧草比例增加。长期持续的重牧往往造成金露梅灌丛的严重退化,而5年的区封育使这种退化趋势得到明显遏制,所以对重牧区应减轻放牧干扰,防止因严重退化而失去经济利用价值。

参考文献

- [1] 杜国桢,覃光莲,李自珍,等. 高寒草甸植物群落中物种丰富度与生产力的关系研究[J]. 植物生态学报, 2003, 27(1): 125~132
- [2] Stohlgren, T J, Binkley D, Chong G W, et al. Exotic plant species invade hot spots of native plant diversity [J]. Ecological Monographs, 1999, 69: 25~46
- [3] Xie Y, Li Z Y, William P G, et al. Invasive species in China- An overview [J]. Biodiversity and Conservation, 2001, 10: 1317~1341
- [4] 李振宇,解焱. 中国外来入侵种[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 1~55
- [5] Stohlgren T J, Schell L D, Heuvel B V. How grazing and soil quality affect native and exotic plant diversity in Rocky Mountain grasslands [J]. Ecological Applications, 1999, 9: 45~64
- [6] 刘丙万,蒋志刚. 青海湖草原围栏对植物群落的影响兼论濒危动物普氏原羚的保护[J]. 生物多样性, 2002, 10(3): 326~331
- [7] Limbach W E, Davis J B, Bao T A, et al. The Introduction of sustainable development practices of the Qinghai Livestock Development Project [A]. In: Formation and Evolution, Environment Changes and Sustainable Development on the Tibetan Plateau [C]. Beijing: Academy Press, 2000. 509~522
- [8] 边疆晖,樊乃昌,景增春,等. 高寒草甸地区小哺乳动物群落与植物群落演替关系的研究[J]. 兽类学报, 1994, 14(3): 209~216
- [9] 刘伟,王启基,王溪,等. 高寒草甸“黑土型”退化草地的成因和生态过程[J]. 草地学报, 1999, 7(4): 300~307
- [10] 周华坤,周立,赵新全,等. 放牧干扰对高寒草甸的影响[J]. 中国草地, 2002, 24(5): 53~61
- [11] 周华坤,周立,赵新全,等. 金露梅灌丛地下生物量形成规律的研究[J]. 草业学报, 2002, 11(2): 59~65
- [12] 周华坤,周立,赵新全,等. 矮嵩草草甸植物种群物候学定量研究[J]. 草地学报, 2002, 10(4): 279~286
- [13] 李英年,赵新全,曹广民,等. 海北高寒草甸地区太阳总辐射、植被反射辐射的有关特征[J]. 草地学报, 2002, 10(1): 33~39
- [14] 王启兰,姜文波. 青藏高原金露梅灌丛与矮嵩草草甸枯枝落叶的分解作用[J]. 草地学报, 2001, 9(2): 128~132
- [15] 沈振西,陈佐忠,周兴民,等. 高施氮量对高寒矮嵩草甸主要类群和多样性及质量的影响[J]. 草地学报, 2002, 10: 7~17