

## 不同程度退化草地生物量的分布模式

刘 伟, 周华坤, 周 立

(中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001)

**摘要:**以高寒矮蒿草草甸为研究对象,分析了不同程度退化草地地下和地上生物量的变化。结果表明:地下和地上生物量随着草地退化程度的加剧而下降;地下生物量主要分布在 0~10cm 的范围内,随着草地退化程度的加剧,植物根系有向表层聚集的趋势;植物群落组成中,莎草和禾草地上和地下生物量均呈现下降的趋势,而杂类草则表现出逐渐增加的趋势;轻度 and 中度退化草地总地上生物量远低于地下生物量,重度和极度退化草地则相差较小,特别是在极度退化草地,地上生物量与地下生物量十分接近。

**关键词:**高寒草甸;退化草地;生物量;分布模式

**中图分类号:**S812 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6311(2005)02-0009-07

**Biomass Distribution Pattern of Degraded Grassland in Alpine Meadow.** LIU Wei, ZHOU Hua-kun, ZHOU Li (*Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China*): *Grassland of China*, No. 2, 2005, pp. 9 ~ 15.

**Abstract:** The experiment was conducted in *Kobresia humilis* meadow in different degraded level. The results indicated that underground and aboveground biomass decreased with the aggravation of grassland degraded level, and underground biomass mainly distributes at a scale of 0~10 centimeters, and their sizes are significant larger than the others, and plant roots trended to gather in soil surface layer. Biomass of sedges and grasses declined and biomass of forbs increased with the aggravation of grassland degraded level. Total aboveground biomass was far less than total underground biomass in light and medium degraded grassland, and there was few differences between heavy and extreme degraded grassland, especially, it is almost the same in extreme degraded grassland.

**Key words:** Alpine meadow; Degraded grassland; Biomass; Distribution pattern

收稿日期:2004-08-17;修回日期:2004-12-13

基金项目:国家“十五”科技攻关计划重大项目(2001BA606A-02)

作者简介:刘伟(1965-),男,山西运城人,副研究员,2001年博士毕业于中科院西北高原生物所,主要从事草地退化机理及退化草地恢复领域的研究,发表论文 12 篇。

生物量作为生态系统最基本的数量特征,反映了生态系统获取能量的能力,是草地生态系统研究的重要内容之一,广大学者从放牧<sup>[1~4]</sup>、气象因子<sup>[5]</sup>和不同植物群落<sup>[6~12]</sup>等方面探讨了地上生物量动态及地下生物量的形成规律<sup>[13~15]</sup>,揭示了生物量与人类活动及环境之间的关系。然而,对处于不同演替阶段高寒草甸退化草场生物量的分布及其地上与地下生物量之间的关系缺乏深入系统的研究。本文以高寒矮嵩草草甸为研究对象,探讨了不同程度退化草地生物量垂直分布特征及植物地上部分和地下生物量之间的关系,以期揭示草地退化成因和机理提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 自然概况

本项研究在青海省果洛藏族自治州玛沁县大武乡格多牧委会进行。地理位置为 37° 29' ~ 37° 45' N, 101° 12' ~ 101° 33' E, 平均海拔 3900m。该地区气候具有典型的高原大陆性气候特点,无四季之分,仅有冷暖季之别,冷季漫长、干燥而寒冷,暖季短暂、湿润而凉爽。温度年差较小而日差较悬殊,太阳辐射强烈。土壤为高山草甸土和高山灌丛草甸土,土壤表层和亚表层中的有机质含量丰富。矮嵩草 (*Kobresia humilis*) 草甸为该地区主要的冬春草场,建群种为矮嵩草,主要的伴生种有:高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、二柱头草

(*Scirpus distigmaticus*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、早熟禾 (*Poa* spp.) 等。

### 1.2 试验方法

于 2003 年 8 月 20 ~ 25 日在研究区轻度退化、中度退化、重度退化和极度退化(“黑土滩”)草地上随机选取 0.25m<sup>2</sup> 的样方 6 个,齐地面分种剪草,烘干称重;在剪去植物地上部分后,采用土柱法<sup>[16]</sup>分四层(每层 10cm)采集植物地下生物量。同时,在附近随机选取 6 个同样大小的样方,连同地上部分一同取出,土柱大小均为 25cm × 25cm × 40cm,取出的植物根系连同土样用纱布包好,经水冲洗干净,分种烘干称重。

### 1.3 植物类群的确定

植物类群分莎草、禾草和杂类草三大类,其中,莎草包括矮嵩草、高山嵩草、二柱头草、黑褐苔草等莎草科植物;禾草包括垂穗披碱草、早熟禾等禾本科植物;其余植物种类则归为杂类草。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同程度退化草地植物群落特征

草地退化驱动力复杂,原因众多,草地类型也不尽一致,因而草地退化等级的划分至今没有一个定量的标准,采用的分级梯度多为 3 ~ 5 级<sup>[17~19]</sup>,本文根据研究区域草地退化程度,采用草地退化四级梯度标准,其植物群落优势种、地上部分生物量、盖度和优良牧草比例等具体特征见表 1。

表 1 退化草地植物群落特征

Table 1 Plant community feature in different degraded grassland

退化程度	生物量 (g/m <sup>2</sup> )	盖度 (%)	优良牧草比例 (%)	优势种植物
轻度退化	215.64 ± 2.79	84	78.91	矮嵩草
中度退化	196.59 ± 3.17	72	37.48	致细柄茅
重度退化	155.51 ± 1.41	50	9.24	矮火绒草
极度退化	141.38 ± 3.65	35	4.08	细叶亚菊

## 2.2 地上生物量

随着草地退化程度的加剧,地上生物量呈现下降趋势(图 1)。不同退化演替阶段各类群生物量变化幅度有所不同,且存在显著差异( $F = 4.54, P < 0.05, df = 3, 20$ ) (表 2)。轻度 中度阶段是优势种植物矮蒿草生物量下降的主要阶段。禾草生物量大幅下降则在中度 重度退化阶段,尽管杂类草生物量呈现上升的趋势,并在此阶段大幅上升,但不足以补偿莎草和禾草下降的部分。表明,随着草地退化程度的加剧,地上部分生物量也下降且其主要是优势种植物矮蒿草以及禾草生物量下降引起的。

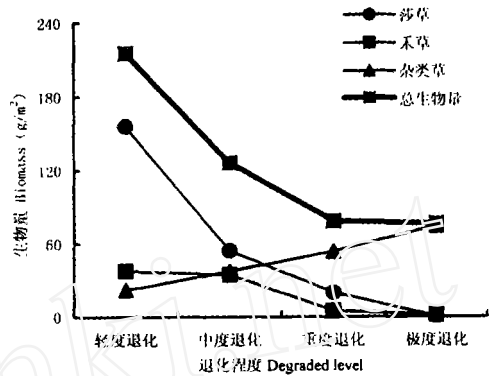


图 1 不同程度退化草地上生物量

Fig. 1 Aboveground biomass in different degraded grassland

表 2 不同程度退化草地植物类群百分比变化

Table 2 Percentage of plant group in different degraded grassland

百分比	莎草	禾草	杂类草
轻度退化	72.36	17.46	10.18
中度退化	42.97	27.40	29.63
重度退化	25.30	6.37	68.33
极度退化	0.33	1.91	97.76

## 2.3 地下生物量

### 2.3.1 0~40cm 地下生物量

与地上生物量的变化趋势类似,地下生物量随着草地退化程度的加重而降低(图 2),其中,轻度退化草地地下生物量最高,分别是中度退化、重度退化和极度退化的 1.26、2.64 和 8.34 倍。

地下生物量在 0~40cm 范围的分布见图 3。可以看出,地下生物量随着深度的增加而减小,而相同层次的地下生物量则随着退化程度的加剧而降低。方差分析结果表明:不同程度退化草地 0~10cm 地下生物量与 10~20cm、20~30cm 和 30~40cm 之间

存在着极显著的差异 ( $F_{\text{轻度退化}} = 80.080, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{\text{中度退化}} = 21.232, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{\text{重度退化}} = 63.836, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{\text{极度退化}} = 7.729, P < 0.01, df = 3, 20$ ), 利用最小显著差数法对 10~20cm、20~30cm 和 30~40cm 之间的检验结果表明,它们之间没有明显的差异。对于同一土层而言,不同程度退化草地地下生物量之间亦存在明显的差异 ( $F_{0-10} = 14.304, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{10-20} = 26.408, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{20-30} = 14.095, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{30-40} = 18.357, P < 0.01, df = 3, 20$ )。最小显著差数法分析结果表明:在 0~10cm 的土层,轻度和中度退化草地地下生物量之间没有明显差异,但均明显高于重度退化和极度退化草地,重度和极度退化草地地下生物量之间没有显著差异;在 10~20cm 和 20~30cm 的土层,轻度退化和中度退化草地地下生物量之间存在明显差异,且均明显高于重度退化和极度退化草地地下生物量;在 30~40cm 土层,不同程度退化草地地下生物量均存在极显著的差异。

不同程度退化草地地下生物量主要分布

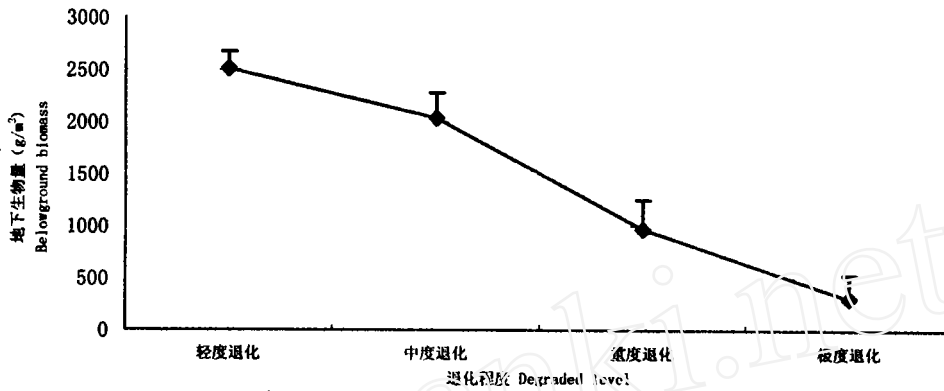


图 2 不同程度退化草地地下生物量

Fig. 2 Belowground biomass in different degraded grassland

在 0~10cm 的范围内(图 3),显著高于其它层,从轻度至重度退化,随着草地退化程度加剧,它们所占的比例上升,分别为 90.19%、92.41%和 93.39%,植物根系有向表层聚集的趋势。极度退化草地所占比例较低,为

86.88%,这是由于在这一演替阶段,植物群落主要以杂类草为主,其根系以轴型根为主,分布较深,导致 0~10cm 地下生物量比例偏低。

总地下和地上生物量在不同程度退化草地的变化趋势基本一致,表明植物群落作为

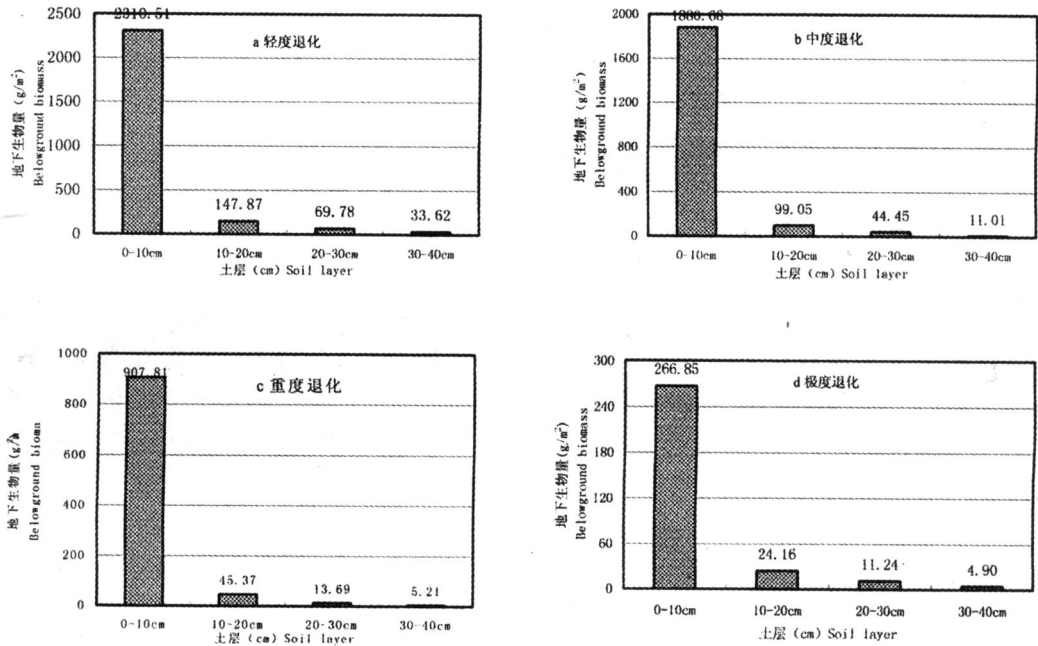


图 3 不同程度退化草地地下生物量分布

Fig. 3 Belowground biomass distribution in different degraded grassland

一个整体,地上部分和地下部分是相互联系和相互影响的,这与其它的研究结果基本一致<sup>[20]</sup>。轻度退化草地地下生物量较高,与高寒草甸植物群落的研究结果相比较而言,其差异微小<sup>[21,22]</sup>,但远高于冷蒿小禾草草原的地下生物量,这可能与草原类型不同有关<sup>[23]</sup>。

### 2.3.2 不同植物类群地下生物量

不同植物类群地下生物量在不同程度退化草地的变化见图4。可以看出,莎草和禾

草地下生物量随着草地退化程度的加重而递减,杂类草地下生物量的变化则是逐渐上升,至极度退化降低。方差分析结果表明:轻度退化和中度退化草地莎草和禾草地下生物量与重度退化和极度退化之间存在着极显著的差异( $F_{莎草} = 19.17, P < 0.01, df = 3, 20$ ;  $F_{禾草} = 18.47, P < 0.01, df = 3, 20$ );在轻度和中度退化草地,莎草地下生物量明显高于禾草和杂类草( $F_{轻度退化} = 120.76, P < 0.01, df = 2, 15$ ;  $F_{中度退化} = 9.05, P < 0.01, df = 2, 15$ );在中度退化草地,植物各类群地下生物量没有明显差异;在极度退化草地,杂类草地下生物量显著高于莎草和禾草的地下生物量( $F = 14.05, P < 0.01, df = 2, 15$ )。

由于不同程度退化草地总的地下生物量存在着差异(图2),因而,植物类群地下生物量的变化难以准确反映它们在群落中的地位。考虑到总的地下生物量的变化,分析不同植物类群所占的百分比可以看出(表3),随着草地退化程度加重,莎草所占百分比逐渐降低,至极度退化骤减;禾草所占比例减少缓慢,差异较小,且在极度退化上升;杂类草比例变化与莎草正相反,呈现逐渐上升的趋势。不同程度退化草地各类群植物地下生物量的这种变化,表明高寒草甸草地退化实际上是杂类草由伴生种逐渐成为优势种的过程,草地退化愈严重,杂类草所占比例愈大。

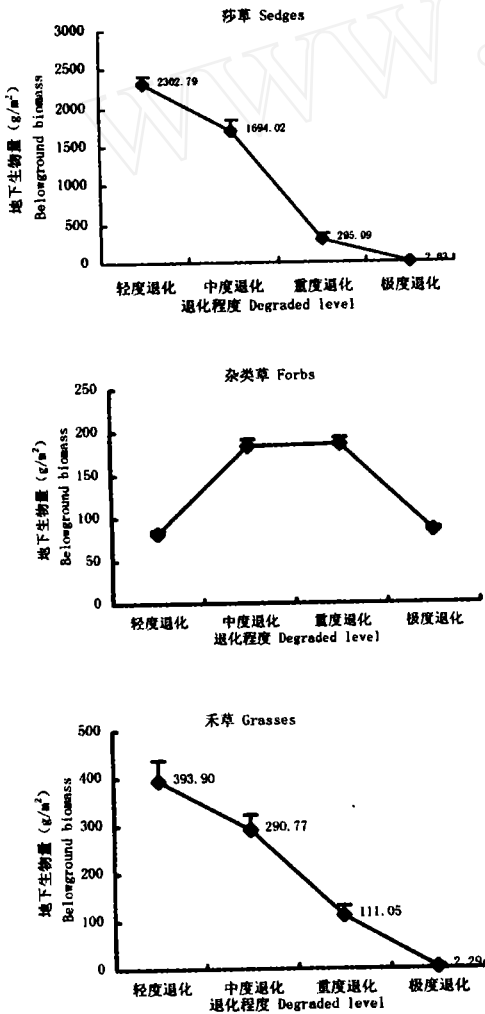


图4 不同程度退化草地植物类群地下生物量  
Fig. 4 Belowground biomass of plant groups in different degraded grassland

表3 不同程度退化草地植物类群地下生物量百分比变化  
Table 3 Belowground biomass percentages of plant groups in different degraded grassland

百分比	莎草	禾草	杂类草
轻度退化	82.87	14.18	2.95
中度退化	78.13	13.41	8.46
重度退化	57.38	6.48	36.14
极度退化	2.71	9.45	87.84

## 2.4 地上与地下生物量之间的分配关系

### 2.4.1 总生物量的分配

处于不同退化演替阶段的地上与地下生物量的比值差异较大,总地下生物量/地上生物量分别为:轻度 12.89、中度 17.14、重度 6.73、极度 1.19。其中,轻度和中度退化草地较高,重度和极度退化草地较低。值得注意的是,中度退化地下生物量高于轻度退化,这可能是由于中度退化草地地下部分死根的比例高于轻度退化。高寒矮嵩草草甸在海北地区地上与地下部分比例大约为 1:6<sup>[23]</sup>,本研究结果与此不同,这种差异可能是地理和环境差异造成的。

### 2.4.2 不同植物类群地上和地下生物量的

### 分配

在不同程度退化草地,地下生物量均高于地上生物量(表 4)。其中,莎草地下生物量均远远大于其地上生物量;禾草地下生物量同样高于其地上生物量,并随着退化程度的加重差异逐渐减小;杂类草地上与地下生物量之间差距较小,且比例远高于莎草和禾草。

随着草地退化程度的加剧,莎草和禾草地上部分和地下部分均呈现下降的趋势,而杂类草则表现出逐渐增加的趋向,从而说明草地退化是由杂类草入侵并逐渐替代群落优势种——莎草而造成的。

表 4 不同植物类群生物量的分布

Table 4 Biomass distributions of different plant groups in different degraded grassland

地下:地上	莎 草	禾 草	杂类草
轻度退化	14.76 (575.70 39.01)	10.46 (98.47 9.41)	3.73 (20.49 5.49)
中度退化	31.16 (423.51 13.59)	8.38 (72.69 8.67)	4.90 (45.87 9.37)
重度退化	14.84 (73.77 4.97)	6.67 (8.33 1.25)	3.46 (46.46 13.43)
极度退化	9.43 (0.66 0.07)	5.87 (2.29 0.39)	1.07 (21.27 19.82)

## 3 结论

3.1 随着草地退化程度的加剧,植物群落地上和地下生物量均呈现下降的趋势;在 0~40cm 土层内,地下生物量主要分布在 0~10cm,分别占总地下生物量的 90.19%、92.41%、93.39%和 86.88%,植物根系表现出向表层聚集的趋势。

3.2 植物类群生物量的变化与草地退化程度密切相关。其中,莎草和禾草地上和地下部分以及所占比例随着草地退化程度加重而下降,杂类草则与此相反,呈现逐渐上升的趋

势,但极度退化草地例外。

3.3 地上和地下部分在不同程度退化草地的分配比例不尽一致。其中,轻度退化和中度退化地下生物量远高于地上部分,而极度退化草地上和地下部分比例接近。

3.4 各植物类群在不同程度退化草地地上和地下生物量的比值均为:莎草>禾草>杂类草。对同一植物类群而言,则分别表现为:莎草:中度退化>轻度退化>重度退化>极度退化;禾草:轻度退化>中度退化>中度退化>极度退化;杂类草:中度退化>轻度退化>重度退化>极度退化。

### 3.5 高寒矮嵩草草甸的退化表现为杂类草入侵并逐步替代矮嵩草而形成以杂类草为优势的植物群落。

#### 参考文献:

- [1] 安渊. 内蒙古大针茅草地生产力放牧系统植物地上现存量研究[J]. 草业学报, 2001, 10(2): 22-27.
- [2] 李向林, 白静仁, 韩雪松, 龚真, 黄静. 牧压和肥力对亚热带山地牧草净生产的影响[J]. 草地学报, 2001, 9(2): 79-82.
- [3] 程积民, 贾恒义, 彭祥林. 施肥草地刈割和放牧利用的研究[J]. 中国草地, 1997, (3): 7-11.
- [4] 李香真, 陈佐忠. 不同放牧率对草原植物与土壤 C、N、P 含量的影响[J]. 草地学报, 1998, 6(2): 90-98.
- [5] 黄富祥. 毛乌素沙地草甸芨芨草 - 盐爪爪群落地上生物量对气候因子的动态回归分析[J]. 草业学报, 2001, 10(4): 13-20.
- [6] 李香真. 小叶锦鸡儿灌丛引起的植物生物量和土壤化学元素含量的空间变异[J]. 草业学报, 2002, 11(1): 24-30.
- [7] 姜恕. 羊草和大针茅草原群落生物量的初步比较研究[A]. 草原生态系统研究(第1集)[C]. 北京: 科学出版社, 1985. 12-23.
- [8] 王义凤. 内蒙古大针茅草原主要群落生物量动态的观察[A]. 草原生态系统研究(第1集)[C]. 北京: 科学出版社, 1985. 64-73.
- [9] 杨福囤. 矮嵩草草甸生物量季节动态与年间动态[A]. 高寒草甸生态系统国际学术论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1988. 61-71.
- [10] 王启基, 周兴民, 张堰青. 青藏高原金露梅灌丛的结构特征及其生物量[J]. 西北植物学报, 1991, 11(4): 333-340.
- [11] Singy J S, Yadava P S. Seasonal variation in composition, plant biomass and net primary productivity of at tropical grassland at Kuruksherva[J]. India Ecological Monograph, 1974, 44: 351-376.
- [12] 周华坤, 周立, 赵新全. 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.
- [13] Steen E. Root and rhizome dynamics in a perennial grass crop during an animal growth cycle[J]. Journal of Agricultural Research, 1985, 15: 25-30.
- [14] 陈佐忠, 黄德华. 内蒙古锡林河流域羊草草原与大针茅草原地下部分生产力和周转值的测定[A]. 草原生态系统研究(第2集)[C]. 北京: 科学出版社, 1988. 132-138.
- [15] 马克平, 周瑞昌, 郭亚胜. 小叶章草甸地下生物量形成规律的研究[J]. 草业科学, 1992, 9(2): 24-28.
- [16] W. 博姆(薛德榕, 谭协麟译). 根系研究法[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [17] 全川. 草地退化指数的研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2000, 31(5): 508-512.
- [18] 李博. 中国北方草地退化及其防治对策[J]. 中国农业科学, 1999, 30(6): 1-9.
- [19] 张金屯. 山西高原草地退化及其防治对策[J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 49-52.
- [20] 安渊, 徐柱, 阎志坚, 韩国栋. 不同退化梯度草地植物和土壤的差异[J]. 中国草地, 1999, (4): 31-36.
- [21] 王启基, 杨福囤, 史顺海. 高寒矮嵩草草甸地下生物量形成规律的初步研究[A]. 高寒草甸生态系统国际学术讨论会论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1988. 73-81.
- [22] 李英年. 高寒草甸植物地下生物量与气象条件的关系及周转值分析[J]. 中国农业气象, 1998, 19(1): 36-42.
- [23] 王启基, 王文颖, 邓自发. 青海海北地区高山嵩草草甸植物群落生物量动态及能量分配[J]. 植物生态学报, 1998, 22(3): 222-230.
- [24] 王艳芬, 王诗平. 不同放牧率对内蒙古典型草原地下生物量的影响[J]. 草地学报, 1999, 7(3): 198-203.