

# 放牧强度对荒漠草原植被特征的影响

黄琛, 张宇, 赵萌莉, 韩国栋

(内蒙古农业大学生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

**摘要:**本研究通过野外调查与室内分析,探讨了不同放牧强度对荒漠草原植物群落特征的影响。结果表明,随着放牧强度的增加,组成群落的物种数量呈现减少的趋势;家畜喜食植物的重要值降低甚至消失,而家畜不喜食植物的重要值增加;群落生物量、群落高度、群落盖度及群落密度也显著降低( $P < 0.05$ );随放牧强度增加,物种丰富度指数、均匀度指数与多样性指数也呈现下降趋势。这与荒漠草原的植被种类相对较少、群落整体的抗干扰能力较差有关。

**关键词:**荒漠草原;放牧强度;植被特征

**中图分类号:**S812.8

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-0629(2013)11-1814-05

家畜是草地生态系统的重要组成部分<sup>[1]</sup>,放牧是草原上最主要、最直接、最经济的利用方式之一<sup>[2]</sup>,同时也是影响草地结构及其功能的主要干扰方式<sup>[3]</sup>。放牧对草地植被的影响是研究草地生态系统的重要内容之一,不同的放牧强度影响到植被的生长繁殖和草原的环境变化,甚至草原与家畜的生产能力<sup>[4]</sup>。内蒙古荒漠草原占内蒙古草原面积的10.7%<sup>[5]</sup>,主要分布在内蒙古中部,是该区重要的牧业基地和生态屏障。然而荒漠草原植被低矮、种类贫乏、稳定性极差<sup>[6-7]</sup>,一旦荒漠化,将很难恢复,它的良性循环和可持续发展与草地生态环境密切相关。本研究以内蒙古四子王旗荒漠草原为试验地,对不同放牧强度下群落生物量、高度、盖度、密度等进行实地调查,比较不同放牧强度下草地群落植物多样性、重要值和群落特征变化,探讨不同放牧强度对荒漠草原植物群落特征的影响,以期为合理利用草地资源、保持草地稳定性提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 研究区概况** 研究区位于内蒙古自治区乌兰察布市四子王旗王府一队(41°47'17" N, 111°53'46" E)。该地区属典型的大陆性气候,年均降水量为280 mm,  $\geq 10^\circ\text{C}$ 的年积温2 200~2 500  $^\circ\text{C} \cdot \text{d}$ ,无霜期175 d。土壤微生物主要有好气性细菌、放线菌和霉菌等,土壤类型为淡栗钙土。草地类型为短花针茅(*Stipa breviflora*) + 冷蒿(*Artemisia frigi-*

*da*) + 无芒隐子草(*Cleistogenes songorica*),植被草层低矮且稀疏。建群种为短花针茅,亚优势种为冷蒿、无芒隐子草,主要伴生种有银灰旋花(*Convolvulus ammannii*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altalicus*)等。

研究区采用随机区组进行围栏放牧,每个区组内设4个载畜率水平,分别为轻度放牧(LG)、中度放牧(MG)、重度放牧(HG)和对照样地(CK),共4个处理,随机排列,每个处理设3次重复。载畜率分别为0.93(LG)、1.82(MG)、2.71(HG)、0(CK)羊单位· $\text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ (图1),羊只数在轻度放牧、中度放牧和重度放牧载畜率下分别为4只、8只和12只,试验羊只为当地成年蒙古羯羊,试验绵羊每3年更换一次。从2004年开始,每年从6月1日开始放牧至12月1日放牧结束,每天天亮将家畜赶入放牧区让其自由采食,夜间赶回畜圈休息。

**1.2 野外调查** 野外调查于植物生长高峰期(2012年8月20日至9月1日)进行,分别在上述3个试验区组内的轻度、中度、重度及对照样地,选择植物生长均匀、地形一致的地段进行采样。每个处理的各个重复小区内随机选取10个点,分别在每个点的周围布设3个50 cm × 50 cm的样方,记录样方内植被的种类组成,并测定各个种的高度、盖度和多度,最后分种齐地刈割,于80  $^\circ\text{C}$ 烘箱烘干24 h,测量其干质量。

\* 收稿日期:2013-07-08 接受日期:2013-09-20  
基金项目:国家自然科学基金(31070414、31170446);教育部草业与草地资源重点实验室;草地农业生态系统国家重点实验室  
作者简介:黄琛(1989-),女,内蒙古乌兰察布人,在读硕士生,研究方向为草地生态学。E-mail:huangchen\_star@163.com  
通信作者:赵萌莉(1963-),女,陕西华阴人,教授,博导,博士,研究方向为草地生态学。E-mail:nmgmlzh@126.com

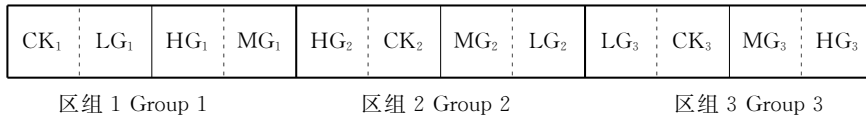


图 1 试验小区和区组位置示意图

Fig. 1 Testing area and group location diagrammatic map

注:CK、LG、MG 和 HG 分别表示对照区、轻牧区、中牧区和重牧区。下同。

Note:CK, LG, MG, and HG represent control plot, light grazing grassland, intermediate grazing grassland and heavy grazing grassland, respectively. The same below.

**1.3 数据分析** 重要值(IV)以相对频度(RF)、相对盖度(RC)、相对密度(RD)、相对高度(RH)和相对生物量(RW)计算,即  $IV = RF + RC + RD + RH + RW$ 。

物种多样性选择  $\alpha$  多样性指数:

物种丰富度指数采用 Margalef 丰富度指数(Ma),  $Ma = (S - 1) / \ln N$ ; 物种多样性指数采用 Simpson 多样性指数(D),  $D = 1 - \sum (P_i)^2$ ; 物种均匀度指数采用 Pielou 均匀度指数(Jp),  $Jp = -(\sum P_i \ln P_i) / \ln S$ 。式中,S 为所在群落的物种数目;N

为所在群落的所有物种的个体数之和;  $P_i = N_i / N$ ,  $N_i$  为所在群落内物种  $i$  的个体数。

运用 Excel 2003 和 SAS 9.0 软件进行数据分析并绘制指标变化图。

## 2 结果与分析

**2.1 群落功能群组成及物种重要值** 不同放牧强度对群落的种类组成具有一定影响(表 1),对照区、轻牧区、中牧区和重牧区物种数分别为 20、17、15、14,随着放牧强度的增加物种数呈减少趋势。不同放牧强度干扰下,草地群落功能群组成类型是

表 1 不同放牧强度下植物群落组成及其重要值

Table 1 Plant community composition and its important value under different grazing intensity

功能群 Functional group	种类组成 Plant species	重要值 Importance value			
		CK	LG	MG	HG
一、二年生植物 Annuals and biennials	猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.359	0.428	0.359	0.352
	刺穗藜 <i>Chenopodium aristatum</i>	0.059	0.048	0.047	0.058
多年生杂草 Perennial forbs	银灰旋花 <i>Convolvulus ammannii</i>	0.409	0.338	0.500	0.578
	阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	0.274	0.299	0.095	0.149
	栉叶蒿 <i>Neopallasia pectinata</i>	0.250	0.426	—	—
	细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	0.220	0.080	—	—
	冬青叶兔唇花 <i>Lagochilus ilici folius</i>	0.314	0.162	0.216	0.335
	二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	0.107	0.084	—	0.147
	蒙古韭 <i>Allium mongolicum</i>	0.040	—	—	—
	草芸香 <i>Haplophyllum dauricum</i>	0.087	—	—	—
多年生禾草 Perennial grasses	糙苏 <i>Phlomis umbrosa</i>	—	0.035	—	—
	无芒隐子草 <i>Cleistogenes songorica</i>	0.298	0.310	0.596	0.656
	短花针茅 <i>Stipa brevis flora</i>	0.339	0.462	0.722	1.164
	冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	0.197	0.677	0.344	—
灌木、半灌木、小半灌木 Shrubs, sub-shrubs and small sub-shrubs	羊草 <i>Leymus chinensis</i>	0.052	—	0.655	0.190
	冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.914	0.663	0.726	0.533
	木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	0.387	0.402	0.286	0.112
	狭叶锦鸡儿 <i>Caragana stenophylla</i>	0.167	0.137	0.233	0.165
	小叶锦鸡儿 <i>Caragana microphylla</i>	0.274	—	0.076	0.346
	驼绒藜 <i>Ceratoides latens</i>	0.087	0.129	0.060	—
	铁杆蒿 <i>Artemisia sacrorum</i>	0.165	0.321	0.083	0.216

注:“—”表示此物种在该放牧强度下未出现。

Note:“—”represent such species doesn't appear under the specific grazing intensity.

一致的,都是由一、二年生植物,多年生杂草,多年生禾草和灌木、半灌木、小半灌木植物组成。一、二年生植物种类和灌木、半灌木、小半灌木在4个区中的变化较小,其中只有小叶锦鸡儿在轻牧区消失,驼绒藜在重牧区消失。多年生杂类草数量在轻牧区、中牧区和重牧区分别比对照区减少12.5%、62.5%和50.0%,杂类草中的蒙古韭和草芸香只在对照区出现,随着放牧强度的增大,栉叶蒿和细叶葱在中牧和重牧区也消失。多年生禾草在轻牧区比对照区减少25%,在重牧区比对照区减少25%,冰草在重牧区消失。

物种的重要值是植物群落结构的重要参数,它能客观地反映群落内物种组成的变化。不同放牧强度下,物种的重要值不同。对照区与轻牧区冷蒿的重要值较高,分别居第1位和第2位;中牧区冷蒿与短花针茅重要值基本相同,均为优势种;重牧区短花针茅的重要值最高,其次是无芒隐子草和冷蒿。无芒隐子草和短花针茅的重要值随着放牧强度的增加

而逐渐增加,在重牧区出现最高值。细叶葱、蒙古韭和草芸香等植物随着放牧强度的增加而降低,在重牧区达最低值,甚至消失。二裂委陵菜、小叶锦鸡儿在中、轻牧区消失,而在重牧区又出现,且重要值大于对照区。

**2.2 群落特征分析** 随着放牧强度的增加,群落生物量呈现减少的趋势,对照区和轻牧区与中牧区和重牧区的群落生物量有显著差异( $P < 0.05$ ),而对照区与轻牧区无显著差异,中牧区与重牧区无显著差异(图2A)。

随着放牧强度的增加,群落高度呈现降低趋势。对照区和轻牧区与中牧区和重牧区有显著差异( $P < 0.05$ ),而对照区与轻牧区无显著差异,中牧区与重牧区无显著差异(图2B)。

随着放牧强度的增加,群落中植物密度呈现递减的趋势。对照区、轻牧区、中牧区和重牧区的群落密度分别为70.72、56.27、46.46和34.50株·m<sup>-2</sup>。对照区与重牧区之间差异显著( $P < 0.05$ )(图2C)。

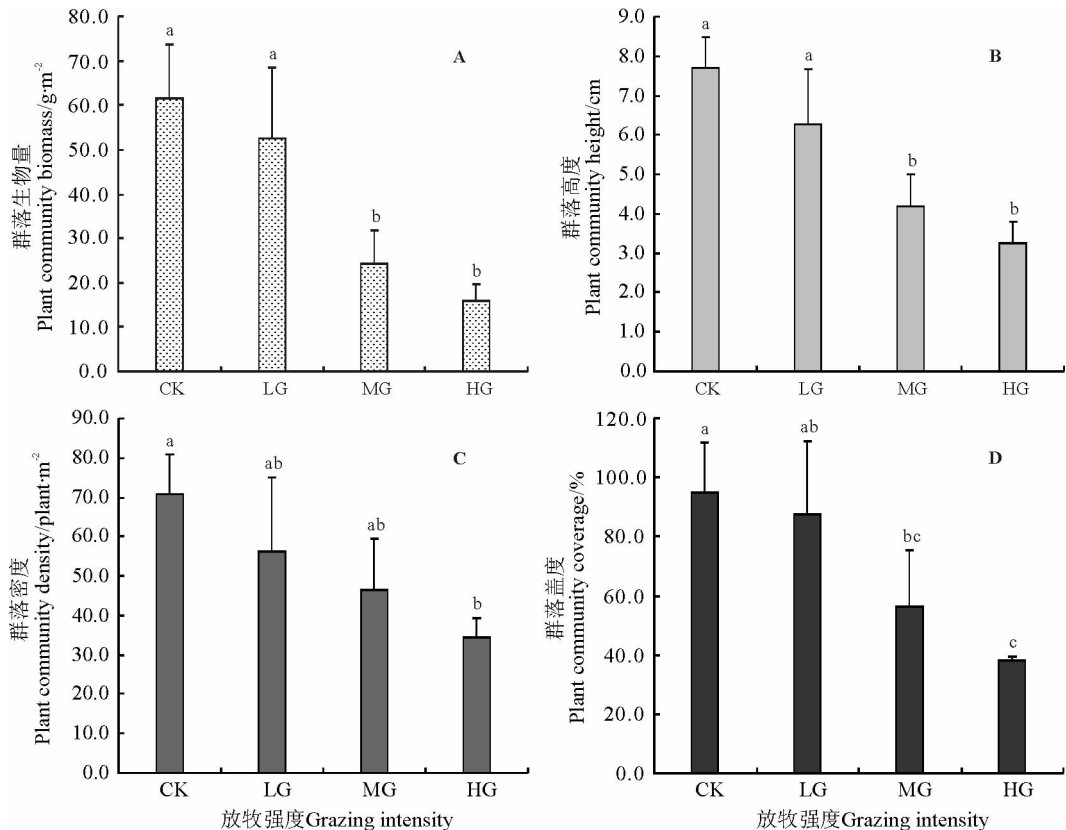


图2 不同放牧强度下群落特征变化

Fig. 2 Variation of plant community characteristics under different grazing intensities

注:不同小写字母表示不同放牧强度之间差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lower case letters mean significant difference among four grazing intensities at 0.05 level.

表2 放牧强度对植物群落 $\alpha$ 多样性的影响

Table 2 Diversity indices of plant community under different intensities

放牧强度 Grazing intensity	Margalef	Simpon	Pielou
CK	4.707±0.149a	0.882±0.044a	1.077±0.073a
LG	4.284±0.392ab	0.859±0.015a	1.066±0.130a
MG	3.945±0.265bc	0.854±0.018a	0.894±0.136a
HG	3.682±0.142c	0.850±0.015a	0.851±0.131a

注: 同列不同小写字母表示不同放牧强度之间差异显著( $P < 0.05$ )。

Note: Different lower case letters within the same column mean significant difference at 0.05 level.

群落盖度随着放牧强度的增加而呈现递减的趋势,对照区、轻牧区、中牧区和重牧区的群落盖度分别为94.88%、87.56%、56.50%和38.33%,对照区与中牧和重牧区间差异显著( $P < 0.05$ ) (图2D)。

**2.3 植物群落的 $\alpha$ 多样性** 随着放牧强度的增加,植物群落的Margalef指数、Simpon指数和Pielou指数变化规律一致,呈现对照区>轻牧区>中牧区>重牧区的趋势(表2)。其中,对照区与中度和重度放牧区的Margalef指数差异显著( $P < 0.05$ ),Simpon指数和Pielou指数不同放牧强度之间均无显著差异。以上分析表明,植物群落的丰富度、多样性和均匀度在对照区达到最大值,在重牧区则为最小值,说明随着家畜对牧草的采食强度增加,物种的 $\alpha$ 多样性指标也随之降低。

### 3 讨论与结论

不同放牧强度下群落的物种组成发生了变化,随着放牧强度的增加物种数呈现减少的趋势,可能因为牲畜的选择性采食,使得部分牲畜喜食的牧草数量和种类减少<sup>[8]</sup>;加之牲畜的过度踩踏,也可导致不耐践踏牧草数量和种类减少<sup>[9-10]</sup>。物种的重要值是反应植物群落结构的重要参数,它能够反映群落内物种组成的变化<sup>[11-12]</sup>。一些物种的重要值随着放牧强度的增加而减少,在重牧区甚至消失,说明植物在连续采食的情况下很难恢复生长,其生活力明显降低,而适口性不好的植被重要值有所增加。从群落物种的重要值变化来看,虽然不同放牧强度下不同物种的重要值发生了一定的变化,但是在对照区、轻牧区、中牧区和重牧区,无芒隐子草、短花针茅、冷蒿的重要值仍位于前列,说明物种没有受到放牧干扰而演替,群落优势种没有发生变化,草地类型仍为短花针茅+冷蒿+无芒隐子草,群落较为稳定。

放牧强度的大小决定了草地被利用的程度,而引起群落植被特征的变化。放牧是影响草地生物

量的主要原因之一,群落生物量在对照区最高,而最小值出现在重度放牧区。群落高度是家畜作用于草地后最直接最明显的变化,也是植被群落特征的参数之一,随着放牧强度的增加,群落高度呈现递减趋势。放牧强度也能在一定程度上影响草地密度,放牧强度的增大可使群落密度减小。群落盖度也随着放牧强度的增加而减少。本研究表明,对照区、轻牧区、中牧区和重牧区植被群落的生物量、高度、密度和盖度依次呈递减趋势,且存在显著差异,这是因为家畜的采食将植物生长时吸收营养物质的器官破坏<sup>[13-14]</sup>,影响了植物光合效率,进而影响植物的生长,导致盖度、高度和生物量下降<sup>[15]</sup>。这与张伟华等<sup>[16]</sup>的研究结果一致,表明过度放牧是引起草地植被退化的重要原因之一<sup>[17]</sup>。

$\alpha$ 多样性是对群落内物种丰富度、均匀度和多样性的测量指标,能够反映物种之间通过竞争而产生的对环境适应的能力<sup>[18]</sup>。本研究表明,随着放牧强度的增加,群落的丰富度指数显著降低,群落的均匀度和多样性指数也呈现降低的趋势,但不显著。牲畜的啃食、踩踏以及粪便的排放均影响草地环境的变化<sup>[19]</sup>,物种多样性对此变化较为敏感<sup>[20]</sup>,从而引起草地物种多样性的降低。以前的研究认为中等程度的干扰水平能维持高的多样性<sup>[19-21]</sup>,与“中度干扰假说”<sup>[22]</sup>相一致,但本研究所得结论与“中度干扰假说”不一致,这可能与内蒙古荒漠草原的植被种类相对较少、群落整体的抗干扰能力较差有关。

### 参考文献

- [1] 李德新. 草地生态研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1986: 210-216.
- [2] 杜青林. 中国草业可持续发展战略[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 5-8.

- [3] McIntyre S, Lavorel S, Landsberg J. Disturbance response in vegetation-towards a global perspective on functional reait[J]. *Vegetation Science*, 1999, 10: 621-630.
- [4] 杨智明. 不同放牧强度对荒漠草原植被影响的研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2004.
- [5] 刘瑞国, 王美珍, 郭淑晶, 等. 内蒙古自治区草地资源的基况介绍[J]. *内蒙古草业*, 2012(3): 2-6.
- [6] 马治华, 刘桂香, 李景平, 等. 内蒙古荒漠草原生态环境质量评价[J]. *中国草地学报*, 2007(6): 17-21.
- [7] 李德新. 短花针茅荒漠草原动态规律及其生态稳定性[J]. *中国草地*, 1990(4): 1-5.
- [8] 樊江文. 在不同压力和干扰条件下鸭茅和黑麦草的竞争研究[J]. *草业学报*, 1997, 6(3): 24-32.
- [9] 董全民, 赵新全, 马玉寿. 放牧强度对混播草地群落数量特征的影响(简报)[J]. *草地学报*, 2007(4): 394-397.
- [10] 陈佐忠, 汪诗平. 中国典型草原生态系统[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 9-15
- [11] 蒙旭辉, 李向林, 辛晓平, 等. 不同放牧强度下羊草草甸草原群落特征及多样性分析[J]. *草地学报*, 2009(2): 239-244.
- [12] 李军保, 刘东林, 吐尔逊娜依·热依木江, 等. 伊犁河谷围封草地群落组成及植物多样性的变化[J]. *草业科学*, 2013, 30(5): 736-742.
- [13] 李春刚. 放牧干扰对高寒草甸群落特征的影响[J]. *贵州农业科学*, 2010(5): 128-132.
- [14] 徐志伟. 生物学特性与高寒草甸退化演替研究[J]. *广东农业科学*, 2011(5): 158-159.
- [15] Burlison A J, Hodgson J. The influence of sward structure on the mechanics of the grazing process in sheep[J]. *Animal Production*, 1985, 40: 530.
- [16] 张伟华, 关世英, 李跃进. 同牧压强度对草原土壤水分、养分及其地上生物量的影响[J]. *干旱区资源与环境*, 2000(4): 61-64.
- [17] 武新, 陈卫民, 罗有仓, 等. 宁夏干草原不同放牧方式对植被特征影响的研究[J]. *草业与畜牧*, 2006(12): 5-7, 14.
- [18] 段敏杰, 高清竹, 万运帆, 等. 放牧对藏北紫花针茅高寒草原植物群落特征的影响[J]. *生态学报*, 2010, 14: 3892-3900.
- [19] 刘源, 李有威, 于娜, 等. 短花针茅荒漠草原不同放牧强度对土壤理化性质的影响[J]. *内蒙古农业科技*, 2012(1): 61-62.
- [20] 闫凯, 张仁平, 李德祥, 等. 新源县山地草原植被特征及植物营养对放牧强度的响应[J]. *草业科学*, 2011, 28(8): 1507-1511.
- [21] 李永宏. 放牧影响下羊草草原和大针茅草原植物多样性的变化[J]. *植物学报*, 1993, 11: 877-884.
- [22] Connel J H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs[J]. *Science*, 1978, 199: 1302-1310.

## Effects of different grazing intensities on vegetation characteristics of desert steppe

HUANG Chen, ZHANG Yu, ZHAO Meng-li, HAN Guo-dong

(College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** Effects of different grazing intensities on plant community characteristics of desert steppe were studied through field investigation and data analysis. The results showed that species in communities tended to decrease with the increasing of grazing intensity. With the increasing of grazing intensity, important values of species which livestock grazed decreased, even disappeared, while important values of species which livestock did not graze increased. Plant community biomass, plant community height, plant community coverage and plant community intensity was significantly reduced ( $P < 0.05$ ). Species richness index, homogeneity index and diversity index also showed a downward trend. This is related to the relatively small number of vegetation types and the poor anti-interference ability of the plant community in desert steppe.

**Key words:** desert steppe; grazing intensity; vegetation characteristics