

典型草原不同放牧方式植物群落多样性研究

包秀霞¹, 易 津¹, 廉 勇³, 刘书润⁴, 吉木色², 乌仁其木格¹

(1. 内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古草原勘察设计院, 内蒙古 呼和浩特 010051; 3. 内蒙古农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010031; 4. 内蒙古师范大学, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要:为研究不同放牧方式群落结构、群落多样性、群落相似性系数,探讨不同放牧方式典型草原群落植物多样性的变化特点,给典型草原区的生态恢复建设和持续利用提供参考和理论依据。通过内蒙古东乌珠穆沁旗典型草原三种不同放牧方式的比较试验,结果表明,植物群落结构对比能看出,四季轮牧建群种克氏针茅重要值最大,定居放牧区一年生植物所占的比例明显增加。两年度内除均匀度指数外其他三个多样性指数都有所增加,两年度内均匀度指数存在下降的趋势,并且四季与两季轮牧植物优势度均低于定居。Shannon-wiener 指数与 Margalef 指数、Simpson 指数间呈正相关,相关系数分别达到 0.891、0.899。这三个多样性指数与 Pielou 指数呈负相关。不同放牧方式群落相似性系数结果看出,两年内相似性系数均有所增加,但两季轮牧与定居间相似性系数为最大,四季轮牧与定居间相似性系数为最小。

关键词:典型草原;放牧;群落多样性

中图分类号:Q16 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2009)05-0229-05

Study on Communities Diversity of Different Grazing in Typical Steppe

BAO Xiur-xia¹, YI Jin¹, LIAN Yong³, LIU Shu-run⁴, Jimuse², Wurenqimuge¹

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China; 2. Institute of Inner Mongolia Grassland Exploration Survey and Design, Huhhot 010051, China; 3. Institute of Vegetables, Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Huhhot 010031; 4. Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010020, China)

Abstract: The experiments of comparing four season rotational grazing, two season rotational grazing and continuous grazing were conducted on typical steppe in East Wuzhumuqin count of Inner Mongolia. Study the communities structure and diversity of different grazing in typical steppe. We mainly discuss characteristics of plant diversity under different grazing. It provide reference and theoretical basis for ecological restoration and sustainable use. The results showed as follow: the *Stipa krylovii* important value of four season rotational grazing was the largest, settled grazing annuals was increased. In the two-year except for the evenness index other indexes had increased, plants simpson of four and two season rotational grazing was lower than the settlement. Shannon-wiener and Margalef correlation coefficient was 0.891, Shannon-wiener and Simpson index correlation coefficient was 0.899. Three diversity index and Pielou index were a negative correlation. The Morisita-Horn similarity coefficient in the two year were increased, The Morisita-Horn similarity coefficient in TG and SG were the highest. The Morisita-Horn similarity coefficient in FG and SG were the lowest.

Key words: Typical steppe; Grazing; Communities diversity

生物多样性是当今世界生物环境研究中的重要课题^[1],是现代生物学极力维护与追求的目标。多样性就是物种多样性,物种多样性是指物种种类

与数量的丰富程度是一个区域或一个生态系统可测定的生物学特征^[2]。植物群落多样性一般是指植物群落在组成、结构、功能和动态方面所表现出丰富多

收稿日期:2008-12-28

基金项目:中蒙国际合作保护草原基金项目资助(CYNCO)

作者简介:包秀霞(1980-),女,内蒙古通辽人,在读博士,主要从事牧草生理生态研究。

通讯作者:易 津(1951-),女,四川成都人,教授,博士生导师,主要从事牧草生理生态研究。

彩的差异,或指群落组成和动态的多样化^[3-5]。

有关放牧对草地植被与家畜生产的影响研究较多,许多学者认为在适度 and 合理利用时,能够维持草地生产力,发挥草地植物补偿性生长优势,保证草地植物多样性,使家畜健康生长和繁殖,充分发挥其生产性能^[6-9]。大多数研究者从干扰方面对物种多样性进行了探讨,一般认为中度的干扰促进了较高的多样性,如董全民等^[10]研究认为,中度放牧对群落的物种多样性指数、丰富度指数和均匀度指数最高,该结果支持“中度干扰理论”。关于多样性与稳定性关系的研究一直是个有争议的问题。在多样性(复杂性)与稳定性之间不存在简单的线性关系^[11,12],而是可能存在一个多样性(复杂性)的阈值^[13]。

关于草原群落植物多样性及其与放牧间的关系,国外很早已有大量的研究^[14,15],然而我国主要是对在不同放牧梯度上植物多样性变化过程进行了一些研究。而典型草原不同放牧方式对植物群落多样性影响过程进行全面的的研究甚少,因此本试验以典型草原为研究对象,对比三种放牧方式对草地植物群落的影响,探讨不同放牧方式下典型草原群落植物多样性的变化特点,以研究生物多样性来间接探讨植被的稳定性。为典型草原区的生态恢复建设和持续利用提供参考和理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验区自然概况

试验区位于内蒙古锡林郭勒盟东乌珠穆沁旗乌力雅斯太镇额尔顿乌拉嘎查,北纬 45°20'48.4"至 45°33'32.8",东经 117°04'13.2"至 117°07'22.5",海拔 800~1 000 m。根据该旗气象资料,年均降水量为 250~300 mm,最高气温 7 月份达 39℃,最低气温 1 月份达 -40℃,降水量主要集中在 6-8 月,0℃积温 3 430.3℃,10℃积温 2 949℃;年日照时数 2 867.9 h,日照率 65%,年蒸发量 2 131.8 mm,年平均无霜期 126 d 左右。地形东高西低,土壤为典型草原栗钙土。试验区属克氏针茅典型草原地带性植被。克氏针茅 (*Stipa krylovii*)、米氏冰草 (*Agropyron michnoi*)、羊草 (*Leymus chinensis*) 为主要植物种。其中克氏针茅为建群种,决定群落的结构与外貌,并形成群落的景观特征。主要伴生种还有多根葱 (*Allium polyrhizum*)、糙隐子草 (*Cleistogenes squarrosa*)、苔草 (*Carex duriuscula*) 和野韭 (*Allium ramosum*) 等。一年生植物主要有小画眉草 (*Eragrostis pilosa*)、猪毛菜 (*Salsola collina*) 和小旋花 (*Convolvulus ammannii*) 等 (表 1)。

表 1 2007 年典型草原不同放牧方式植物群落种类组成及重要值

Tab.1 Plant species composition and importance value of plant community in different grazing of typical steppe in 2007

植物名称 Plant species name	四季轮牧 Four season rotational grazing	两季轮牧 Two season rotational grazing	定居 Settled grazing
大针茅 <i>Stipa grandis</i>	16.8	0.0	0.0
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	30.1	11.5	7.1
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	16.7	19.9	7.7
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	17.9	0.0	11.9
多根葱 <i>Allium polyrhizum</i>	43.2	33.2	0.0
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	17.2	16.5	0.0
寸草苔 <i>Carex duriuscula</i>	9.5	0.4	0.0
小画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	5.0	8.8	12.4
小旋花 <i>Convolvulus ammannii</i>	7.8	13.0	22.6
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.0	3.8	9.5
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	5.5	0.0	0.5
指叶蒿 <i>Artemesia subdigitata</i>	16.7	0.0	0.0
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.4	0.0	0.0
灰绿藜 <i>Chenopodium album</i>	0.0	0.6	3.8
虎尾草 <i>Chloris virgata</i>	6.0	0.0	8.2
龔齿蒿 <i>Neopallasia pectinata</i>	0.3	0.0	0.0
细叶鸢尾 <i>Iris tenuifolia</i>	0.3	5.3	0.0
糙叶黄芪 <i>Astragalus scaberimus</i>	1.9	3.2	0.0
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	1.4	0.9	0.0
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	0.0	2.5	4.8
达乌里苣荬 <i>Cymbaia dahurica</i>	1.3	0.0	0.0
长叶点地梅 <i>Androsace longifolia</i>	1.3	0.0	0.0
兴安天门冬 <i>Asparagus dauricus</i>	2.7	0.0	0.0
燥鸢旗 <i>Philotrichum canescens</i>	0.4	0.0	1.5
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	1.7	2.5	2.8

1.2 试验设计

试验区草场面积为 3.168 万 hm²,冬营盘约占 60%,夏营盘约占 40%,总人口为 663 人,牲畜头数 50 256(羊单位),该区平均载畜量为 1.59 羊/hm²。本试验区存在三种放牧方式:四季轮牧(FG)——具有较大草地面积的牧户在自己草场内进行四季轮牧;两季轮牧(TG)——具有中等草地面积的牧户在自己草场内进行二季轮牧;定居(SG)方式——具有较小草地面积的牧户在自己草场内进行连续放牧。

1.3 群落调查方法

以典型牧户居住地为起点按照放牧路线方向拉样线,根据群落类型,选择样方地点,样线长度根据植被变化情况确定,每种群落类型上至少重复 3 个样方,样方面积 1 m × 1 m,记录样方内植物种类、总盖度、分盖度、高度、植物重量等。试验于 2007 年 7 月开始。

1.4 计算和测量方法

1.4.1 多样性的计算方法

重要值计算 重要值(%) = (植物体积/样方总体积) × 100; 体积 = 植物相对高度 × 植物相对盖

度；

多样性指数 Shannon-wiener 指数

$$D = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

丰富度指数 Margalef 指数 $R = (S - 1) / \ln N$

优势度指数 Simpson 指数 $C = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2$

均匀度指数 Pielou 指数

$$E = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i) / \ln(S) \quad (P_i = n_i / N)$$

式中：S 为样地植物种数， n_i 为每一种的重要值，N 为全部种重要值。

1.4.2 群落相似性系数的测定 群落相似性系数^[16]，采用改进的 Morisita-Horn 指数：

$$C_{MH} = 2 \sum_{i=1}^n (a_i n_i + b_i n_i) / (da + db) aN + bN$$

式中：a_N、b_N 分别为样地 A、B 的物种数目； $a n_i$ 和 $b n_i$ 为 A 和 B 样地中第 i 种的个体数目；

$$da = \sum_{i=1}^n a_i^2 / aN^2 \quad db = \sum_{i=1}^n b_i^2 / bN^2$$

1.5 数据处理

采用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 软件进行相关数据的处理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同放牧方式植物群落结构的影响

从表 1 可见，四季轮牧建群种克氏针茅重要值较大，优势种羊草重要值两季轮牧大于四季轮牧，主要与盖度有关。三种方式相比之下，四季轮牧草地植物群落中物种数较高；在两季轮牧样地中，普遍物种的重要值在降低。在定居方式中有些多年生物种消失，一年生杂类草增加，是跟水分条件和放牧干扰有关系。

从表 2 可见，四季轮牧建群种克氏针茅重要值较大，优势种羊草重要值两季轮牧大于四季轮牧。三种方式相比之下，四季轮牧草地植物群落中物种数较高。在两季轮牧样地中，普遍物种的重要值在降低。

2.2 不同放牧方式植物群落多样性的影响

植物群落的丰富度指数能反映出群落内植物种类的数量。多样性指数能显示出群落种群过程与环境的关系。群落优势度指数反映出群落种类数量优势的分化程度^[17]。群落均匀度指数能反映群落中各个种类的个体数量分配比例。

不同放牧方式群落物种多样性分析(图 1)表明，两年度四季轮牧多样性指数、丰富度指数均高于两季轮牧和定居；两年度内 Shannon-wiener 指数、Margalef 指数大小顺序为四季轮牧 > 两季轮牧 > 定居；四季轮牧 Simpson 指数、Pielou 指数均低于定居放牧。两年度内四季轮牧和两季轮牧种类数量优势

分化程度均低于定居放牧，说明定居放牧区群落内种类优势差异程度最高，群落内种群数量结构趋向简单；而四季和两季轮牧区群落数量结构关系较定居放牧复杂和稳定，种群之间的等级差异相近。群落物种丰富度和多样性程度越大，物种对生境的分割程度越高，从而导致群落物种均匀度的降低。

表 2 2008 年典型草原不同放牧方式植物群落种类组成及重要值

Tab. 2 Plant species composition and importance value of plant community in different grazing of typical steppe in 2008			
植物名称 Plant species name	四季轮牧 Four season rotational grazing	两季轮牧 Two season rotational grazing	定居 Settled grazing
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	32.4	23.4	10.8
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	25.3	25.9	10.2
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	8.9	6.4	3.2
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	0.5	0.0	0.0
寸草苔 <i>Carex duriuscula</i>	10.2	5.8	0.0
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	25.9	12.1	0.0
细叶葱 <i>Allium tenuissimum</i>	4.8	6.6	0.7
小画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	4.2	8.8	10.9
小旋花 <i>Convolvulus ammannii</i>	8.6	10.2	20.7
猪毛菜 <i>Salsola collina</i>	0.0	2.8	11.3
灰绿藜 <i>Chenopodium album</i>	0.0	14.2	15.9
指叶蒿 <i>Artemisia subdigitata</i>	15.6	0.0	0.0
麻花头 <i>Serratula centauroides</i>	4.6	4.2	0.0
细叶鸢尾 <i>Iris tenuifolia</i>	0.1	0.6	0.0
二裂委陵菜 <i>Potentilla bifurca</i>	1.3	1.5	1.6
龛齿蒿 <i>Neopallasia pectinata</i>	0.6	0.0	0.0
糙叶黄芪 <i>Astragalus scaberimus</i>	2.3	2.4	0.0
达乌里芯芭 <i>Cymbaria dahurica</i>	2.0	0.0	0.0
兴安天门冬 <i>Asparagus dauricus</i>	3.6	2.0	0.0
狼毒 <i>Euphorbia fischeriana</i>	0.0	2.3	0.0
燥鸢旗 <i>Philotrichum canescens</i>	0.7	0.0	1.1
阿尔泰狗娃花 <i>Heteropappus altaicus</i>	2.0	2.6	3.2
百里香 <i>Thymus serpyllum</i>	3.1	2.4	0.0
大籽蒿 <i>Artemisia sieversiana</i>	0.0	4.2	0.0
乳白花黄芪 <i>Astragalus galactites</i>	2.8	1.3	0.0
唐松草 <i>Thalictrum squarrosum</i>	1.5	0.0	0.0

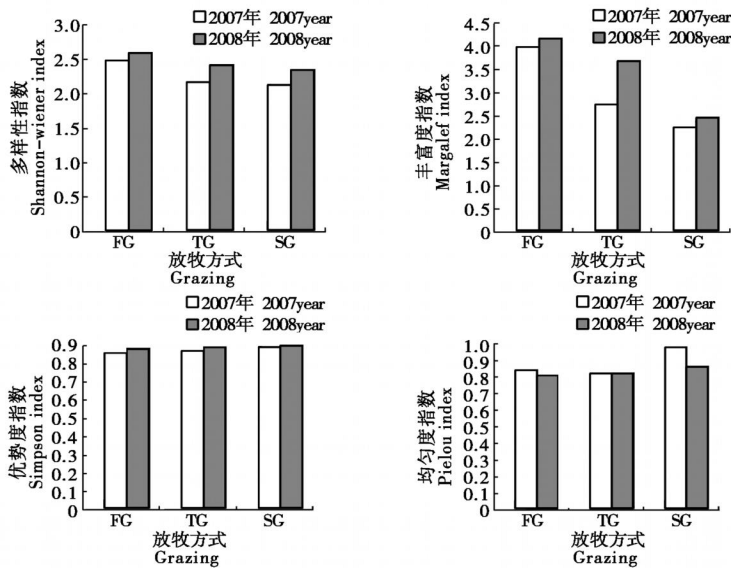
2.3 多样性指数相关分析

相关分析结果表明(表 3)，Shannon-wiener 指数与 Simpson 指数、Margalef 指数相关系数达到最高，相关系数分别达 0.899、0.891；Shannon-wiener 指数、Simpson 指数、Margalef 指数与 Pielou 指数间呈负相关。Shannon-wiener 指数与 Simpson 指数、Margalef 指数的相关性都高于其与均匀度的相关性，这说明群落多样性更多地受丰富度、优势度的影响。

2.4 群落相似性系数

从表 4 可看出，2007 年四季与两季轮牧间相似性系数为 0.41，四季与定居间相似性系数为 0.31，两季轮牧与定居间相似性系数为 0.71；2008 年各放

牧方式间相似性系数均增加到 0.67,0.52,0.76。



FG. 四季轮牧;TG. 两季轮牧;SG. 定居放牧。
FG. Four season rotational grazing;TG. Two season rotational grazing;SG. Settled grazing.

图 1 不同放牧方式群落 多样性

Fig. 1 diversity of community in different grazing

表 3 多样性指数间的相关分析

Tab. 3 The correlation analysis among diversity indexes

项 目 Item	多样性指数 Shannon-wiener index	丰富度指数 Margalef index	优势度指数 Simpson index	均匀度指数 Pielou index
多样性指数 Shannon-wiener index	1.000			
丰富度指数 Margalef index	0.891 *	1.000		
优势度指数 Simpson index	0.899 *	0.628	1.000	
均匀度指数 Pielou index	- 0.640	- 0.751	- 0.322	1.000

注: * 表示 0.05 水平存在显著差异。 Note: *. Significant at 0.05 level.

表 4 两年度三处理间群落相似性系数

Tab. 4 Index of improved Morisita-Horn
of community in three grazing

	2007 年 2007 year	2008 年 2008 year
FG TG	0.41	0.67
FG SG	0.31	0.52
TG SG	0.71	0.76

3 结论与讨论

Donahue^[18]研究结果表明,放牧的结果使草地物种多样性丧失,而大量的研究却发现放牧可以增加草地的物种多样性,不同时期、频率、强度的放牧对植被会产生不同的影响,适当放牧会增加草地植物种类数量,丰富群落多样性^[19]。

植物群落重要值对比能看出,四季轮牧建群种克氏针茅重要值最大,定居放牧区一年生植物所占的比例明显增加。这可能是四季轮牧对草场提供足够的休闲时间,而定居放牧方式中由于雨水作用和连续放牧干扰的关系,样地中增加了一年生草本——猪毛菜和灰绿藜等。本试验研究结果也显示,

连续放牧导致草原群落植物多样性呈现单峰变化趋势,符合中度干扰理论,与 Sousa、Ram 等^[20]研究结果一致。在两年度内除均匀度指数外其他三个指数都有所增加,两年度内均匀度指数存在下降的趋势并且四季与两季轮牧植物优势度均低于定居。这说明,定居放牧区植物种类趋向简单化,从而降低群落结构的复杂性和稳定性。物种多样性指数与丰富度、优势度指数间呈正相关,相关系数达到最大;这三个多样性指数与 Pielou 指数呈负相关。这说明,群落的多样性是更能受到群落的 Margalef 指数和 Simpson 指数。Shannon-wiener 指数、Simpson 指数和 Pielou 指数均能较全面地反映物种的多样性和植物个体在种群中分布的均匀程度,从而反映群落的客观实际^[21]。

不同放牧方式群落的相似性系数结果能看出,两年度内相似性系数均有所增加,但两季轮牧与定居间相似性系数为最大,四季轮牧与定居间相似性系数为最小。这可能存在的原因是:两季轮牧对草场的放牧压力(采食、践踏)较四季轮牧大,导致植物种类减少,建群种逐渐退化,与定居放牧区植物群落

的多样性间差距逐渐缩小。而四季轮牧对草场的压力较小,有足够的休闲和恢复时间,因而导致四季轮牧与定居间植物群落相似性系数最低。在本研究中采用了上述4种多样性指数,以尽可能避免用单一参数所带来的偏差,具体情况具体分析。四季轮牧种群重要值分布不均匀,主要集中于建群种和优势种,在一定范围内,相对于四季轮牧植物群落结构复杂与稳定。要想更有效地促进我国退化草地的恢复,就不能简单地排除干扰,因为中度干扰能增加多样性。实际上,干扰是产生多样性的最有力的手段之一^[22]。这对研究群落的多样性有着十分重要的意义。

参考文献：

- [1] 徐坤,李国旗,李世忠.宁夏盐池县退化草地恢复过程中不同利用方式下植物群落多样性的对比研究[J].西北农业学报,2007,16(4):106-111.
- [2] 邱波,任青吉,罗燕江,等.高寒草甸不同生境类型植物群落的多样性的研究[J].西北植物学报,2004,24(4):655-661.
- [3] 闫瑞瑞,卫智军,韩国栋,等.荒漠草原不同放牧制度群落多样性研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(7):111-115.
- [4] 杨力军,李希来.青南高海拔地区草甸植物群落多样性的研究[J].草原与草坪,2000(2):32-35.
- [5] 尚占环,秒爱兴,龙瑞军,等.宁夏香山荒漠草原区植物群落多样性时空特征[J].山地学报,2004,6:661-668.
- [6] 程积民,杜峰.放牧对半干旱地区草地植被影响的研究[J].草原与牧草,1999,1(6):29-31.
- [7] 宝音陶格涛,李艳梅,杨持.不同牧压剃度下植物群落特性的比较[J].草业科学,2002,19(2):13-15.
- [8] 李永宏,汪诗平.放牧对草原植物的影响[J].中国草地,1999,3:11-19.
- [9] 卫智军,常秉文,孙启忠,等.荒漠草原群落及主要植物种群特征对放牧制度的响应[J].干旱区资源与环境,2006,20(3):188-191.
- [10] 董全民,赵新全,马玉寿,等.放牧强度对江河源区垂穗披碱草(*Elymus natans*)/星星草(*Puccinellia tenuiflora*)混播草地群落和高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)的影响[J].西北农业学报,2006,15(2):34-39.
- [11] Godman D. The theory of diversity-stability relationships in ecology[J]. The Quarterly Review of Biology,1975,50(3):237-266.
- [12] Hariston N G,Allan J D,Colwell R K, et al. The relationship between species diversity and stability:an experimental approach with protoza and bacteria[J]. Ecology,1968(49):1091-1101.
- [13] King A N,Pimm S I. Complexity,diversity and stability:are conciliation of theoretical and empirical results [J]. The Amer Nature,1983(122):229-239.
- [14] Grimes J P. Control of specoes diversity in herbaceous vegetation[J].J Environ Manage,1973,1:151-167.
- [15] Huston M. A general hypothesis of species diversity[J]. Am Nat,1979(13):81-101.
- [16] 马克平.生物群落多样性的测定[C]//钱迎倩,马平.生物多样性研究的原理与方法.北京:中国科学技术出版社,1994:141-165.
- [17] 周纪伦,郑师章,杨持.植物种群生态学[M].北京:高等教育出版社,1992:239-242.
- [18] Donahue D L. The Western Range Revisited: Removing Livestock from Public Lands to Conserve Native Biodiversity [M]. Norman:University of Oklahom a Press,1999.
- [19] 王仁忠.干扰对草地生态系统生物多样性的影响[J].东北师范大学学报:自然科学版,1996(3):112-116.
- [20] 王泽环,宝音陶格涛.割一年休一年割草制度下羊草群落植物多样性动态变化[J].生态学杂志,2007,26(12):2008-2012.
- [21] 王刚,袁建立.生物多样性与生态系统功能的内涵与处延探讨[M]//李文华,王如松.生态安全与生态建设.北京:气象出版社,2002:98-103.
- [22] 罗天相,刘莎.中度放牧干扰对草地生物多样性影响的思考[J].安徽农业科学,2007,35(21):6567-6568.