

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2013.03.005

内蒙古典型草原主要草食动物食性及其营养生态位研究 ——以大针茅群落为例

刘贵河¹, 王国杰², 汪诗平^{2*}, 张英俊³, 邵新庆³, 宛新荣⁴, 郝树广⁴

(1. 河北北方学院动物科技学院牧业工程系, 河北 张家口 075000;

2. 中国科学院青藏高原研究所高寒生态学和生物多样性实验室, 北京 100101;

3. 中国农业大学动物科技学院草业科学系, 北京 100193; 4. 中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要:为探讨典型草原主要食草动物绵羊(*Ovis aries*)、达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)和亚洲小车蝗(*Oedaleus asiaticus*)的食性及其种间生态位变化与草原退化的关系,以内蒙古典型草原为研究对象,于2003年7—8月运用饱和链烷技术研究大针茅(*Stipa grandis*)群落不同放牧强度下绵羊、达乌尔黄鼠和亚洲小车蝗的食性及其生态位变化。结果表明:随牧压的增大,群落中羊草(*Leymus chinensis*)和大针茅的数量减少,糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)和猪毛菜(*Salsola collina*)比例增加;绵羊、达乌尔黄鼠、亚洲小车蝗3种食草动物采食的牧草种类和比例存在一定的差异,但同时采食羊草、猪毛菜和大针茅时优先采食羊草;随牧压的增大,达乌尔黄鼠和亚洲小车蝗的生态位宽度变宽,且在放牧区绵羊的生态位宽度最大,三者生态位重叠程度类似。放牧改变了大针茅群落的植被组成,使其演替为糙隐子草群落,3种食草动物对草地资源存在激烈的竞争,因此,控制鼠、虫的种群密度,防止鼠、虫害的发生对保证放牧家畜的食物安全具有十分重要的现实意义。

关键词:典型草原;绵羊;达乌尔黄鼠;亚洲小车蝗;食性;营养生态位

中图分类号:S812.8

文献标识码:A

文章编号:1007-0435(2013)03-0439-07

Diet Composition and Trophic Niche of Main Herbivores in the Typical Steppe of Inner Mongolia

LIU Gui-he¹, WANG Guo-jie², WANG Shi-ping^{2*}, ZHANG Ying-jun³,
SHAO Xin-qing³, WAN Xin-rong⁴, HAO Shu-guang⁴

(1. Department of Animal Husbandry and Engineering, Animal and Technology College, Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei Province 075000, China; 2. Key Laboratory of Alpine Ecology and Biodiversity, Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Department of Grassland Science, Animal and Technology College, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 4. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: In order to discuss the relationships between grassland degradation and the diet composition, trophic niche of main herbivores (*Ovis aries*, *Spermophilus dauricus*, *Oedaleus asiaticus*) in the Inner Mongolia steppe, the change of both diet composition and trophic niche under different grazing intensities was investigated using n-alkane technique in July–August of 2003. Results showed that the richness of *Leymus chinensis* and *Stipa grandis* decreased significantly with the increase of grazing intensity, while the proportion of *Salsola collina* in the community increased at the same time. Plant species and proportion ingested by sheep, *Spermophilus dauricus* and *Oedaleus asiaticus* were different at different grazing intensities. *Leymus chinensis* was preferred to be ingested among *Leymus chinensis*, *Salsola collina* and *Stipa grandis*. The trophic niche of *Spermophilus dauricus* and *Oedaleus asiaticus* was broadened with the increase of grazing intensity. The overlaps of trophic niche were similar among three herbivores. In conclusion, an action of grazing changed the *Stipa grandis* community that led to the degradation of grassland in Inner Mongolia steppe. Three herbivores here had a fierce competition to grassland resources. Therefore,

收稿日期:2012-11-30;修回日期:2012-12-20

基金项目:中国科学院“百人计划”优先资助项目(292005312D1102626);中国科学院知识创新工程方向性项目(KSCX2-YW-N-040)资助

作者简介:刘贵河(1968-),男,内蒙古太仆寺旗人,副教授,博士,主要从事草地生态与管理方面研究,E-mail: guiheliu@sina.com; *通信作者 Author for correspondence, E-mail: wangship2008@yahoo.cn

it was an important practical significance for grazing livestock food safety to control pests and mice population densities and prevent their outbreak.

Key words: Typical steppe; *Ovis aries*; *Spermophilus dauricus*; *Oedaleus asiaticus*; Diet composition; Trophic niche

天然草原承受着各种各样的干扰,放牧家畜频繁的啃食和践踏不仅改变了植物群落的结构和种类组成,也决定了群落的演替方向^[1-2],同时,依附在草原上的其他小哺乳动物和无脊椎动物(以下统称食草动物)也不同程度地影响着草原群落的演替^[3-5]。相反,植被群落的变化也影响着食草动物群落与种群结构的改变^[6-9],二者互为因果又相辅相成,这种关系形成了不同放牧强度下草原特有的生态系统。在该系统中,食草动物对食物资源相互竞争,出现生态位重叠与分化现象^[10]。有关食草动物食性及生态位研究多集中在同一类物种内^[11-14],对不同类食草动物种间生态位变化的研究相对较少^[15-16]。而它们的食性及生态位变化可能共同影响草原的演替,但这方面的研究未见报道。前人对食草动物食性的研究多采用植被样方法、胃内容物显微组织学分析法以及嗦囊内含物显微分析技术等传统的方法进行,这些方法都有很大的局限性,测定精确度不高,且实验繁琐、工作量大、费用昂贵、难以控制等^[17]。链烷技术是一项测定食草动物食性食量的新技术^[18-19],目前被认为是一种估测食草动物食性食量最为精确的方法^[20-21],已成功估测了放牧家畜对多种牧草的采食^[22-23]。本研究以内蒙古典型草原大针茅(*Stipa grandis*)群落为研究对象,运用饱和链烷技术研究不同放牧强度下,绵羊(*Ovis aries*)、优势鼠种达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)、优势蝗虫亚洲小车蝗(*Oedaleus asiaticus*)食性变化及其营养生态位关系,以揭示天然草原放牧演替规律,为合理利用和保护草原提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2003 年 7—8 月份在中国科学院内蒙古草原生态系统定位站大针茅样地进行,地处 N 43° 32'33", E 116°33'18", 海拔 1180 m, 年降雨量平均为 290 mm。大针茅样地建于 1980 年,面积 500 m×500 m。该样地位于锡林河南岸的 1 级玄武岩台地上。该地区地面平坦而开阔,土壤为典型栗钙土。群落建群种是大针茅,优势种有变蒿(*Artemisia*

pubescens)、羊草(*Leymus chinensis*),其中伴生种有米氏冰草(*Agropyron michnoi*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)和冷蒿(*Artemisia frigida*)等。草群高度 50 cm 左右,盖度变化很大。根据内蒙古草原生态系统定位研究站多年的长期监测资料,年均温在 -0.3~2.6℃ 之间,1 月份气温为 -19~-27.3℃,7 月份气温为 17.4~21.0℃,年均温和日均温变化较大。无霜期为 102~136 d。牧草生长期由 4 月下旬至 10 月中旬。年降水量变幅剧烈,平均为 290 mm 左右,雨水集中在 6,7 和 8 月,占全年的 70%。年总蒸发量为 1700 mm,大于降水量的 5 倍^[24]。样地以外西北侧的草地长期处于自由放牧状态,一般每公顷放牧绵羊 2~3 只,为中度放牧利用。

1.2 试验设计

自由放牧绵羊食性研究:对天然草原自由放牧的家畜而言,放牧梯度等级的确定最好是根据离开水源的距离来确定^[25-26],该试验的放牧强度是以离开村庄或围栏距离的远近来选择不同放牧压力的试验小区,无牧区选择在围封 24 年的围栏内,中度放牧区选择在围栏外^[27]。试验开始在放牧区内随机布置 10 个 1.0 m×1.0 m 的网笼,试验结束后,笼内的植物齐地面刈割,并在笼外随机做 10 个 1.0 m×1.0 m 的样方,用笼内外地上生物量的差值来估测绵羊所食牧草的种类。

优势鼠种食性研究:采用 4 号木板夹,在不同牧压区域进行鼠类取样,夹距 5 m,行距 50 m,共 3 行,每行 100 夹,共放置 300 夹,连续测定 3 d,在每日的上午和傍晚查夹并取鼠,每 40 夹的面积为 1 hm²,3 d 连续夹捕数目可视为样地鼠密度。捕获的鼠经熏蒸灭蚤(疫)后,统计鼠的种类和数量,以计算鼠的密度及优势鼠种比例^[28](表 1)。围栏内鼠种密度低于围栏外,优势鼠种为达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)和黑线仓鼠(*Cricetulus barabensis*),围栏外主要有达乌尔黄鼠、五趾跳鼠(*Allactaga sibirica*)和黑线毛足鼠(*Phodopus sungorus*),但达乌尔黄鼠数量最多,为优势种。然后在实验室解剖达乌尔黄鼠并取其胃内含物。

表1 不同放牧强度鼠种的密度及其比例

Table 1 Densities of mice and proportion of dominant species at different grazing intensities

| 放牧强度 Grazing intensity | 鼠密度 Densities of mice /head · hm ⁻² | 达乌尔黄鼠比例 Proportion of <i>Spermophilus</i> <i>dauricus</i> /% | 黑线仓鼠比例 Proportion of <i>Cricetulus</i> <i>barabensis</i> /% | 其他鼠种比例 Proportion of other mice/% |
|------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 无放牧 NG | 1.60 | 50.0 | 41.7 | 8.3 |
| 中度放牧 MG | 5.87 | 61.4 | 0 | 38.6 |

注(Note): NG; no grazing; MG; moderate grazing; the same as below

优势蝗虫食性研究:运用扫网的方法测定草原蝗虫的种类和密度,在不同牧压试验区内随机取20个点,每点向外辐射扫10网,共计200网,统计蝗虫种类与数量^[29],计算蝗虫密度,确定优势蝗虫种并

在笼内关养一天,以便收集其粪便。如表2所示,试验区不同牧压下优势蝗虫均为亚洲小车蝗(*Oedaleus asiaticus*)。

表2 不同放牧强度蝗虫的密度和亚洲小车蝗的比例

Table 2 Density of grasshopper and proportion of *Oedaleus asiaticus* at different grazing intensities

| 放牧强度 Grazing intensity | 蝗虫密度 Density of grasshopper/adults per 200 nets | 亚洲小车蝗比例 Proportion of <i>Oedaleus</i> <i>asiaticus</i> /% | 亚洲小车蝗密度 Density of <i>Oedaleus asiaticus</i> /adults per 200 nets |
|------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 无放牧 NG | 14.5 | 40.1 | 5.81 |
| 中度放牧 MG | 53.3 | 70.5 | 37.6 |

1.3 样品采集和处理

植物样品的采集与处理:在不同放牧压力下的每个试验小区内,试验开始沿2条100m的样线间隔10m做一个样方(1.0m×1.0m),共计20个样方。样方内植物齐地面刈割,分种称量鲜重后,在65℃烘箱中烘干至恒重,称量干物质量。取相对生物量大于0.5%的每种牧草约20~200g过1mm筛粉碎,分析其链烷含量。

羊粪样品的采集与处理:同期在相应试验区域随机选择10只绵羊,带上集粪袋,连续3d收集新鲜羊粪并置于65℃烘箱中烘干,然后将每只绵羊的粪便分别混合均匀,粉碎后过1mm筛,分析其链烷含量。

鼠胃内含物取样与处理:对在试验区内所取的达乌尔黄鼠全部进行解剖(无牧区5只;中度放牧区23只),取其胃内含物,并按放牧梯度混合胃内含物,在65℃烘箱中烘干,粉碎后过1mm筛,分析其链烷含量。

蝗虫粪便取样与处理:通过扫网,取优势蝗虫种成熟个体约150头(M:F=1:1),放置在笼中(1.0m×0.5m×0.5m),不放任何食物,每隔6h收集一次粪便,共收集4次,粪便样品在65℃烘箱中烘干,分析其链烷模式。

1.4 样品分析

植物与粪便样品链烷模式分析方法参照刘贵河

等^[30]的方法进行分析。

1.5 数据处理和分析

采食牧草比例计算:对放牧绵羊、优势鼠种和优势蝗虫的牧草采食比例采用最小平方优化程序Eatwhat软件进行计算^[31]。

选择性指数计算:选择性指数(SI)又称偏嗜性指数,是指食物中某种牧草占的重量百分率与群落中该种植物占的重量百分率的比值。用公式 $SI = \frac{D}{P}$ 计算, D 为食物中牧草的百分数, P 为群落中牧草的百分数^[32-33]。

营养生态位计算:食草动物营养生态位宽度采用Shannon-Wiener信息指数计算,生态位重叠指数采用Hurlbert(1978)重叠指数计算,计算公式分别为 $B_j = -\sum_{i=1}^r P_{ij} \times \lg P_{ij}$ 和 $O_{ik} = \sum_{j=1}^r \frac{P_{ij} \times P_{kj}}{C_j}$,式中 B_j 为生态位宽度; O_{ik} 为生态位重叠指数; P_{ij} 为*i*食草动物利用*j*资源的比例; P_{kj} 为*k*食草动物利用*j*资源的比例; C_j 为第*j*个资源状态的相对多度^[34]。

试验数据采用SPSS 11.5软件进行单因素方差分析,用Excel 2007计算并制图表。

2 结果与分析

2.1 不同放牧强度下植物种类组成

根据植被样方,大针茅群落中共有12~15种植

物种,其中 8 种植物的地上生物量占总群落生物量的 99% 以上,它们是食草动物主要的食物来源,随放牧强度的增加,糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)替代了大针茅成为优势植物种(表 3)。有关放牧强度对植被更详细的影响参见王国杰等^[35]的研究,这里不再赘述。

2.2 群落中主要植物链烷模式

所有植物种中奇数碳链的浓度高于偶数碳链浓度,并且优势链烷为 C₂₇, C₂₉ 和 C₃₁,链烷模式存在种间差异,链烷浓度总和也存在种间差异(表 4)。

表 3 不同放牧强度下主要植物种及其干物质比例

Table 3 Main plant species and their dry matter proportion at different grazing intensities %

| 植物种 Plant species | 放牧强度 Grazing intensities | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------|
| | 无放牧 NG | 中度放牧 MG |
| 米氏冰草 <i>Agropyron michnoi</i> | 1.53 | 2.71 |
| 知母 <i>Anemarrhena asphodeleides</i> | 8.66 | 0.13 |
| 黄囊苔草 <i>Carex korshinskyii</i> | 8.44 | 2.19 |
| 糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i> | 1.35 | 58.60 |
| 木地肤 <i>Kochia pristata</i> | 1.58 | 0.01 |
| 羊草 <i>Leymus chinensis</i> | 23.44 | 13.37 |
| 猪毛菜 <i>Salsola collina</i> | 5.36 | 10.19 |
| 大针茅 <i>Stipa grandis</i> | 48.91 | 12.17 |
| 总生物量比例 Proportion of total DM | 99.27 | 99.37 |

表 4 主要植物种链烷模式

Table 4 N-alkane concentrations of main plant species

mg · kg⁻¹ DM

| 植物种 Plant species | C ₂₁ | C ₂₃ | C ₂₄ | C ₂₅ | C ₂₆ | C ₂₇ | C ₂₈ | C ₂₉ | C ₃₀ | C ₃₁ | C ₃₂ | C ₃₃ | C ₃₅ | 总和 Total |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| 米氏冰草 <i>Agropyron michnoi</i> | 0 | 6 | 4 | 10 | 2 | 43 | 4 | 185 | 8 | 521 | 8 | 100 | 3 | 894 |
| 知母 <i>Anemarrhena asphodeleides</i> | 2 | 45 | 9 | 73 | 11 | 157 | 18 | 357 | 27 | 380 | 13 | 18 | 2 | 1112 |
| 黄囊苔草 <i>Carex korshinskyii</i> | 3 | 4 | 2 | 5 | 3 | 28 | 8 | 491 | 29 | 848 | 14 | 75 | 3 | 1513 |
| 糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i> | 5 | 7 | 1 | 8 | 3 | 42 | 6 | 159 | 8 | 265 | 8 | 92 | 5 | 609 |
| 木地肤 <i>Kochia pristata</i> | 1 | 3 | 3 | 41 | 4 | 116 | 15 | 559 | 24 | 335 | 19 | 71 | 9 | 1200 |
| 羊草 <i>Leymus chinensis</i> | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 10 | 2 | 28 | 3 | 76 | 3 | 22 | 1 | 155 |
| 猪毛菜 <i>Salsola collina</i> | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 14 | 4 | 93 | 7 | 92 | 5 | 11 | 1 | 236 |
| 大针茅 <i>Stipa grandis</i> | 1 | 12 | 8 | 22 | 12 | 76 | 18 | 339 | 28 | 2036 | 21 | 99 | 12 | 2684 |

2.3 不同放牧强度下 3 种食草动物的食性

根据放牧前后笼内外牧草生物量的差异结合链烷技术,在放牧区估测出绵羊采食了 6 种植物,其中主要是糙隐子草、羊草和黄囊苔草(*Carex korshinskyii*);不同牧压下,达乌尔黄鼠采食了 4~5 种植

物,主要是羊草、大针茅和糙隐子草,且对羊草和大针茅的采食随牧压的增加显著降低($P < 0.05$);亚洲小车蝗采食了 4 种植物,主要为羊草和大针茅,对羊草的采食随牧压的增大显著降低($P < 0.05$),而对糙隐子草的采食显著增加($P < 0.05$)(表 5)。

表 5 不同放牧强度 3 种食草动物食物组成(平均值±标准误)

Table 5 Estimated diet composition (Mean±S.E) of three herbivores using n-alkane technique at different grazing intensities %

| 植物种 Plant species | 绵羊 <i>Ovis aries</i> | | 达乌尔黄鼠 <i>Spermophilus dauricus</i> | | 亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | 无放牧 NG | 中度放牧 MG | 无放牧 NG | 中度放牧 MG | 无放牧 NG | 中度放牧 MG |
| 米氏冰草 <i>Agropyron michnoi</i> | — | 4.1±0.2 ^a | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 黄囊苔草 <i>Carex korshinskyii</i> | — | 12.5±1.2 ^a | 1.8±0.3 ^a | 0 | 0 | 0 |
| 糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i> | — | 37.3±2.1 ^a | 0 | 35.5±2.3 ^a | 4.6±0.2 ^b | 25.1±1.2 ^a |
| 木地肤 <i>Kochia pristata</i> | — | 0 | 6.3±0.6 ^a | 0 | 0 | 0 |
| 羊草 <i>Leymus chinensis</i> | — | 35.6±2.2 ^a | 52.5±2.1 ^a | 32.2±2.2 ^b | 40.6±3.1 ^a | 28.9±2.3 ^b |
| 猪毛菜 <i>Salsola collina</i> | — | 4.3±1.1 ^a | 14.3±1.8 ^a | 23.1±2.0 ^a | 11.4±1.4 ^a | 15.1±1.4 ^a |
| 大针茅 <i>Stipa grandis</i> | — | 6.2±1.1 ^a | 25.1±2.1 ^a | 9.2±1.2 ^b | 43.4±2.2 ^a | 30.9±2.3 ^a |

注:不同字母间表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different letters indicate significant difference($P < 0.05$)

2.4 不同放牧强度下 3 种食草动物对牧草的选择性指数

绵羊优先采食羊草、黄囊苔草和米氏冰草,达乌尔黄鼠优先选择羊草、猪毛菜(*Salsola collina*)和木地肤(*Kochia pristata*),亚洲小车蝗不同牧压下优先采食的牧草种类不同,但喜食羊草和猪毛菜,三者对羊草均优

先采食(表 6)。这说明,不同放牧强度下 3 种采食动物均具有很强的选择性采食行为,但这种选择性受食物资源的可利用性和易接近程度的变化而变化。

2.5 不同放牧强度 3 种食草动物营养生态位宽度

3 种食草动物营养生态位宽度是不一样的,绵

羊在中度放牧区生态位最宽;随牧压的增大,达乌尔黄鼠和亚洲小车蝗的营养生态位变宽(表7)。这说

明随着牧压的增大,可供食草动物选择性采食的牧草资源短缺。

表6 不同放牧强度3种食草动物对牧草的选择性指数(SI)

Table 6 Selectivity indices (SI) of three herbivores to primary plant species at different grazing intensities

| 植物种 Plant species | 绵羊 <i>Ovis aries</i> | | 达乌尔黄鼠 <i>Spermophilus dauricus</i> | | 亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> | |
|------------------------------------|----------------------|---------|------------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
| | 无放牧 NG | 中度放牧 MG | 无放牧 NG | 中度放牧 MG | 无放牧 NG | 中度放牧 MG |
| 米氏冰草 <i>Agropyron michnoi</i> | — | 1.51 | | | | |
| 黄囊苔草 <i>Carex korshinskyi</i> | — | 5.71 | 0.24 | | | |
| 糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i> | — | 0.64 | | 0.61 | 3.41 | 0.43 |
| 木地肤 <i>Kochia pristata</i> | — | | 3.80 | | | |
| 羊草 <i>Leymus chinensis</i> | — | 2.66 | 2.26 | 2.39 | 1.73 | 2.16 |
| 猪毛菜 <i>Salsola collina</i> | — | 0.42 | 2.61 | 2.26 | 2.13 | 1.48 |
| 大针茅 <i>Stipa grandis</i> | — | 0.51 | 0.51 | 0.74 | 0.89 | 2.54 |

表7 不同放牧强度下3种食草动物营养生态位宽度

Table 7 Trophic niche breadth of three herbivores at different grazing intensities

| 食草动物 Herbivores | 放牧强度 Grazing intensity | |
|------------------------------------|------------------------|---------|
| | 无放牧 NG | 中度放牧 MG |
| 绵羊 <i>Ovis aries</i> | — | 1.43 |
| 达乌尔黄鼠 <i>Spermophilus dauricus</i> | 1.21 | 1.29 |
| 亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> | 1.12 | 1.36 |

2.6 3种食草动物营养生态位重叠度

生态位重叠程度反映了物种间对资源利用的相似程度,同时也反映它们之间的潜在竞争程度。3种食草动物在大针茅群落中实际营养生态位重叠程度较高(表8)。说明对食物资源竞争较为激烈。

表8 3种食草动物营养生态位重叠度

Table 8 Overlap of trophic niche among three herbivores

| 食草动物 Herbivores | 绵羊 <i>Ovis aries</i> | 达乌尔黄鼠 <i>Spermophilus dauricus</i> | 亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 绵羊 <i>Ovis aries</i> | + | 0.02 | 0.0172 |
| 达乌尔黄鼠 <i>Spermophilus dauricus</i> | | + | 0.0184 |
| 亚洲小车蝗 <i>Oedaleus asiaticus</i> | | | + |

3 讨论与结论

放牧家畜食性的变化受很多因素影响,比如,牧草的适口性、物候期、形态学特征及气候、地形等因素^[36]。放牧地牧草资源(地上生物量)丰富时,放牧家畜能够选择喜食的牧草种,反之,家畜就被迫采食先前不喜食的植物种,尤其在重牧区^[2]。本研究采用中度放牧梯度分析了绵羊食性及生态位。在中度放牧区,群落中羊草和黄囊苔草的比例下降(表3),说明二者是绵羊喜食的牧草种类,绵羊对其具有很

高的选择性,相反,对糙隐子草和猪毛菜的选择性较差(表6)。绵羊的这种选择性采食行为可能与牧草的适口性和牧草的丰富度有关。

啮齿动物食性较为复杂,因为多数啮齿动物除了采食牧草茎叶外,还采食植物根系、牧草种子和无脊椎动物^[9,37],所以在分析啮齿动物采食牧草种类时,只能进行粗略的估测,不能确定相对准确的采食比例。虽然黑线仓鼠在无牧区密度较大(占41.7%),但在中度放牧区未取得黑线仓鼠的样本,为了与中度放牧区主要鼠种食性作对比研究,因此本研究对黑线仓鼠的食性未作测定,需要在以后研究中逐步补充完善。由于达乌尔黄鼠是以植物性食物为主的鼠种^[38],受试验条件和方法的限制,本研究只能粗略估测出达乌尔黄鼠采食了4~5种牧草,主要以禾草和杂类草为主,与王桂明等^[12]的研究结果类似,尽管群落中牧草种类和数量随牧压改变发生了巨大的变化,但达乌尔黄鼠仍喜食羊草、猪毛菜和木地肤,达乌尔黄鼠的这种选择性采食可能与鼠种或植物生长季节有关^[39-40]。本研究中黄鼠在放牧区增加了对糙隐子草的采食,这与群落中糙隐子草的生物量有关,说明该鼠种的食性与栖息地牧草数量有关^[41],同时也印证了啮齿动物的食性受控于群落物种多样性的观点^[9,42]。

尽管已有很多方法来评价蝗虫食性,但大多数只能对蝗虫采食的牧草种类进行归类^[43],嗦囊内含物显微分析技术被广泛用于评价蝗虫的食性^[44],却很难在实际应用中推广^[45],本研究应用链烷技术估测的亚洲小车蝗食性主要以禾草和杂类草为主,与已发表的研究结果一致^[11,46]。影响蝗虫食性的因素很多,如气候干旱、高温^[47]、植被类型、盖度和草地退化程度^[8,11]。本研究发现,亚洲小车蝗的食性随放牧强度的变化差异不显著,说明亚洲小车蝗对

食物选择性较强,受群落多样性的影响较小。

生态位宽度是指一个种群在一个群落中所利用的各种不同资源的总和^[34]。当食物资源充足时,食草动物利用最适于其生存和最方便利用的食物资源,导致营养生态位变窄^[44],当食物资源短缺时,它们则尽量发挥其资源利用潜力,促使生态位变宽^[12]。本试验放牧区绵羊的生态位较其他 2 种食草动物宽,随牧压的增大,达乌尔黄鼠和亚洲小车蝗的生态位变宽,说明在中度放牧区食物资源趋于不足。不同种群生态位重叠就意味着对食物资源存在竞争,尤其在食物资源不足时^[48-49]。本研究达乌尔黄鼠和亚洲小车蝗的生态位宽度都接近于绵羊的生态位宽度,并且生态位重叠程度类似,说明 3 种食草动物的食谱相近,对食物资源存在激烈的竞争,主要表现为对优质羊草的竞争,其中黄鼠和蝗虫之间对猪毛菜竞争也很激烈。造成食草动物生态位重叠的原因有很多,其中动物本身对植物的选择性采食和食物资源的可利用性是主要因素^[12,50]。此外,种群的密度也是影响生态位重叠的一个重要因素^[51]。本研究中,随着牧压的增加,群落中鼠和蝗虫的密度明显增加(表 1 和表 2),因此三者生态位重叠程度较大。当野生食草动物(鼠和蝗虫)种群数量增加,绵羊的食物资源将受到严重的威胁,进而影响放牧绵羊的种群数量和生产力的发挥。因此,控制鼠、虫的种群密度,防止鼠、虫害的发生对保证放牧家畜的食物安全具有十分重要的现实意义。

参考文献

- [1] 李永宏. 内蒙古锡林河流域羊草草原和大针茅草原在放牧影响下的分异和趋同[J]. 植物生态学报, 1988, 12(3): 189-196
- [2] 汪诗平, 李永宏, 王艳芬, 等. 不同放牧率对内蒙古冷蒿草原植物多样性的影响[J]. 植物学报, 2001, 43(1): 89-96
- [3] 江小蕾. 植被均匀度与高原鼠兔种群数量相关性研究[J]. 草业学报, 1998, 7(1): 60-64
- [4] 崔越. 利用 GIS 辅助分析草原放牧活动对蝗虫群落的影响[J]. 畜牧兽医学报, 1999, 30(6): 574-576
- [5] 宛新荣, 刘伟, 王广和, 等. 浑善达克沙地小毛足鼠的食量与食性动态[J]. 生态学杂志, 2007, 26(2): 223-227
- [6] 汪诗平. 内蒙古典型草原放牧绵羊体重与放牧率之间的关系[J]. 草业学报, 2000, 9(2): 10-16
- [7] Kang L, Chen Y L. Dynamics of grasshopper communities under different grazing intensities in Inner Mongolian steppes[J]. Entomologia Sinica, 1995, 2(3): 265-281
- [8] 邱星辉, 李鸿昌. 围栏禁牧对羊草草原和大针茅草原蝗虫丰富度的影响[J]. 应用生态学报, 1997, 8(4): 403-406
- [9] 刘伟, 周立, 王溪. 不同放牧强度对植物及啮齿动物作用的研究[J]. 生态学报, 1999, 19(3): 376-382
- [10] 付和平, 武晓东, 杨泽龙. 不同干扰条件下荒漠啮齿动物生态位特征[J]. 生态学报, 2005, 25(10): 2637-2643
- [11] 康乐, 陈永林. 草原蝗虫营养生态位的研究[J]. 昆虫学报, 1994, 37(2): 178-189
- [12] 王桂明, 周庆强, 钟文勤. 内蒙古典型草原 4 种常见小哺乳动物的营养生态位及相互关系[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 71-76
- [13] Mysterud A. Diet overlap among ruminants in Fennoscandia [J]. Oecologia, 2000, 124(1): 130-137
- [14] Liu B W, Jiang Z G. Dietary overlap between przewalski's gazelle and domestic sheep in the Qinghai lake region and implication for rangeland management[J]. Journal of Wildlife Management, 2004, 68(2): 241-246
- [15] Mellado M, Olvera A, Querob A, et al. Dietary overlap between prairie dog (*Cynomys mexicanus*) and beef cattle in a desert rangeland of northern Mexico[J]. Journal of Arid Environments, 2005, 62(3): 449-458
- [16] Harald S, Atle M, Gunnar A. Sheep grazing and rodent populations: Evidence of negative interactions from a landscape scale experiment[J]. Oecologia, 2005, 143(3): 357-364
- [17] 汪诗平. 几种草食动物日粮植物组成研究技术和方法的比较[J]. 草业学报, 1995, 4(3): 8-16
- [18] 肖金玉, 侯扶江, 于应文, 等. 链烷技术估测放牧动物牧草采食量与消化率[J]. 草业学报, 2005, 14(4): 125-130
- [19] Dove H, Mayes R W. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition herbivores: a review[J]. Journal Agricultural Research Australian, 1991, 42(6): 913-952
- [20] Dove H. Using the n-alkanes of plant cuticular wax to estimate the species composition of herbage mixtures[J]. Journal Agricultural Research Australian, 1992, 43(8): 1711-1724
- [21] 刘贵河, 林立军, 张英俊, 等. 饱和链烷技术测定绵羊食性食量精确性研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(7): 1356-1363
- [22] Lippke H. Estimation of forage intake by ruminants on pasture[J]. Crop Science, 2002, 42(3): 869-872
- [23] 刘贵河, 汪诗平, 张英俊, 等. 链烷技术估测典型草原放牧牛食性食量方法研究[J]. 草地学报, 2009, 17(6): 693-698
- [24] 蔡学彩, 李镇清, 陈佐忠, 等. 内蒙古草原大针茅群落地上生物量与降水量的关系[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1657-1662
- [25] Fuls E R. Ecosystem modification created by patch-overgrazing in semi-arid grassland [J]. Journal of Arid Environment, 1992, 23(1): 59-69
- [26] Pickup G, Chewings V H. A grazing gradient approach to land degradation assessment in arid areas from remotely-sensed data [J]. International Journal of Remote Sensing, 1994, 15(3): 597-617
- [27] Holechek J L. An approach for setting the stocking rate[J]. Rangelands, 1988, 10(1): 10-14
- [28] 张新阶, 王广和, 刘伟, 等. 浑善达克沙地三趾跳鼠的食性与繁

- 殖特征的初步分析[J]. 动物学杂志, 2007, 42(3): 9-13
- [29] 赵成章, 周伟, 王科明, 等. 黑河上游蝗虫与植被关系的 CCA 分析[J]. 生态学报, 2011, 31(12): 3384-3390
- [30] 刘贵河, 张英俊, 汪诗平, 等. 影响内蒙古典型草原 3 种牧草饱和和链烷回收率的因素研究[J]. 草业学报, 2006, 15(4): 109-114
- [31] Dove H, Moore A D. Using a least-squares optimization procedure to estimate botanical composition based on the alkanes of plant cuticular wax[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 1995, 46(8): 1535-1544.
- [32] 汪诗平. 不同放牧率下绵羊的食性及食物多样性与草地植物多样性间的关系[J]. 生态学报, 2001, 21(2): 237-243
- [33] Van D G M, Heady H F. Botanical composition of sheep and cattle diets on a mature annual range[J]. Hilgardia, 1965, 36(13): 465-492
- [34] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 77-97
- [35] 王国杰, 汪诗平, 郝彦宾, 等. 水分梯度上放牧对内蒙古主要草原群落功能群多样性与生产力关系的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1649-1656
- [36] 汪诗平. 不同放牧季节绵羊的食性及食物多样性与草地植物多样性间的关系[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 951-957
- [37] 赵天飙, 梁炜, 秦丰程, 等. 草原黄鼠生态学研究概述[J]. 内蒙古师大学报: 自然科学版, 2000, 29(2): 125-129
- [38] 白雪薇, 史献明, 董国润, 等. 河北省塞北管理区达乌尔黄鼠食性调查[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2010, 12(4): 382-383
- [39] 曹伊凡, 林恭华, 卢学峰, 等. 柯氏鼠兔的食性分析[J]. 动物学杂志, 2009, 44(1): 58-62
- [40] 杨维康, 刘伟, 黄怡, 等. 古尔班通古特沙漠南缘大沙鼠的食性[J]. 干旱区地理, 2011, 34(6): 912-918
- [41] 娜日苏, 苏和, 武晓东. 五趾跳鼠的植物性食物选择与其栖息地植被的关系[J]. 草地学报, 2009, 17(3): 383-388
- [42] 王梦军, 宛新荣, 钟文勤. 食草动物与植物的相互关系[J]. 生态学杂志, 2001, 20(5): 39-43
- [43] Nelson M L, Gangwere S K. A key to grasshopper food plants based on anatomical features[J]. The Michigan Boianisi, 1981, 20(3): 111-126
- [44] 王世贵, 马小梅. 浙江杭州地区红褐斑腿蝗的食性选择及其取食生态位[J]. 植物保护, 2009, 35(4): 39-43
- [45] Norbury G L, Sanson G D. Problems with measuring diet selection of terrestrial, mammalian herbivores[J]. Australia journal of Ecology, 1992, 17(1): 1-7
- [46] 卢辉, 韩建国. 典型草原三种蝗虫种群死亡率和竞争的研究[J]. 草地学报, 2008, 16(5): 481-484
- [47] Edward E W. Absence of inter specific competition among Tallgrass Prairie grasshoppers during a drought[J]. Ecology, 1992, 73(3): 1038-1044
- [48] William J, Zielinski N, Duncan P. Diets of sympatric populations of American Martens (*Martes americana*) and Fishers (*Martes pennanti*) in California[J]. Journal of Mammalogy, 2004, 85(3): 470-477
- [49] Ricardo B A, Pelliza S, David E, et al. High potential for competition between guanacos and sheep in Patagonia[J]. Journal of Wildlife Management, 2004, 68(4): 924-938
- [50] Scott A W. Niche overlap and the potential for competition and intraguild predation between size-structured populations[J]. Ecology, 1992, 73(4): 1431-1444
- [51] 程中秋, 张克斌, 刘建, 等. 宁夏盐池荒漠草原区天然草地植物生态位研究[J]. 水土保持研究, 2011, 18(3): 36-40

(责任编辑 刘云霞)