

## 家庭牧场尺度上放牧制度对绵羊摄食和体重的影响

韩国栋<sup>1</sup>, 李勤奋<sup>1,2</sup>, 卫智军<sup>1</sup>, 敖特根<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010018; <sup>2</sup>中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

**摘要:** 在家庭牧场尺度上, 研究了划区轮牧与连续放牧 2 种不同放牧制度对绵羊摄食和体重的影响, 目的是比较不同放牧制度对绵羊体重的影响, 为草地合理放牧利用提供理论依据。研究表明, 暖季连续放牧的条件下, 绵羊采食的植物种类多, 摄食营养高, 体增重快。但就整个放牧季节而言, 连续放牧制度不利于牧草的均匀利用, 使草群营养与绵羊体重表现出较大的波动, 而划区轮牧能够保持绵羊体重的稳定增长与较高的家畜生产。试验中比较了模拟采食法、活动围笼法与经验公式法 3 种不同的采食量测定方法, 根据观察与试验结果, 笔者认为在大群家畜放牧条件下用模拟采食法测定绵羊采食量要偏低其正常采食量, 活动围笼法在用于连续放牧条件下的采食量测定时, 需要增加测定重复次数以提高其测定的准确性, 在大群家畜放牧条件下运用经验公式法来估算家畜采食量是可取的。

**关键词:** 放牧制度; 绵羊; 摄食; 体重

## Response of Intake and Liveweight of Sheep to Grazing Systems on a Family Ranch Scale

HAN Guo-dong<sup>1</sup>, LI Qin-fen<sup>1,2</sup>, WEI Zhi-jun<sup>1</sup>, Aotegen<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018;

<sup>2</sup>Huanan Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650)

**Abstract:** A comparative study of rotational grazing system (RG) and continuous grazing system (CG) was conducted in the warm season on the scale of a family ranch in *Stipa breviflora* desert steppe in order to measure the live weight change in different grazing systems and to provide basic data for rational grazing management. A second objective was to compare the three different methods of measuring forage intake by sheep including the grazing simulation method, moving cage method and empirical formula method. The nutrition of sheep diets was better and live weight gain per day was greater in CG than in RG. However, on CG pasture, the utilization of forage was less uniform, nutrient contents and sheep live weight were more variable, and live weight gain and pasture production were less than in the RG. The empirical formula method is recommended for estimating forage intake by sheep on a family ranch scale. The moving cage method could provide reasonable estimates of forage intake by sheep under continuous grazing and sufficient replicates should be taken.

**Key words:** Grazing system; Sheep; Intake; Liveweight

荒漠草原是内蒙古草原的重要组成部分, 占草原面积的 10.68%, 是草原区向荒漠区过渡的草原生态系统<sup>[1]</sup>。荒漠草原无论它具有的特殊植物种类组成、结构和功能, 还是它的地理分布规律, 以及独特的地域过渡性, 都显示出它在生态学上的独特性<sup>[2]</sup>。在内蒙古高原荒漠草原亚带的地域范围内, 东起苏

尼特地区, 西至乌拉特地区, 北与蒙古人民共和国南部大面积分布的荒漠草原带连接, 西南以乌拉山、黄河相阻。分布于广袤的高平原, 坦荡无垠, 地面组成物质主要由第三纪泥质、沙砾质岩层组成, 在干旱草原气候影响而发育成的棕钙土等综合生态条件下, 形成了由强旱生矮禾草和小半灌木占优势的

收稿日期: 2002-12-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30060056, 30360022)、教育部青年教师教学科研奖励计划和内蒙古教育厅重点领域资助项目(ZL98005)

作者简介: 韩国栋(1964-), 男, 内蒙古托克托人, 教授, 博士, 主要从事草地生态学与生态系统管理研究。Tel: 0471-4301201-8008; Fax: 0471-4317724; E-mail: nmghangd@hotmail.com。李勤奋为通讯作者, E-mail: liqinfen@scib.ac.cn

中温型荒漠草原植被。荒漠草原是内蒙古以放牧为主的畜牧业生产基地之一。家畜放牧是该类型草地最主要的、最经济的利用方式。

家庭牧场是内蒙古草原畜牧业生产的基本单位,放牧方式以定居式连续放牧为主。在现代意义上,放牧制度主要包括在定居条件下的连续放牧制度和划区轮牧制度2类。不合理的放牧制度对草地生态系统各组分协调关系的破坏是草地放牧退化的主要原因之一<sup>[3]</sup>。划区轮牧是有计划的放牧,是将草地划分成若干轮牧小区,按照一定次序逐区采食,轮回利用的一种放牧利用方式。国内外对放牧制度的研究已有200多年的历史,大量的研究表明,划区轮牧条件下牧草利用率较高,因而可以通过提高载畜率来提高单位面积草地的家畜生产<sup>[4~6]</sup>;在高载畜率或牧草供应相对短缺的情况下,划区轮牧才显示其优越性<sup>[7]</sup>。我国对划区轮牧的研究大都支持了这一观点<sup>[8~11]</sup>。但是,我国的这些研究多数为小区试验,结合生产实践的大尺度范围内的划区轮牧研究很少,在家庭牧场这一经营形式下的放牧制度研究目前尚属空白。

短花针茅草原是荒漠草原的主要植物群落类型,广泛分布在亚洲中部草原区荒漠草原偏暖的气候区域。在我国的主要分布区是,从黄土高原丘陵地区西北部起,向东、向北越过阴山山地进入内蒙古高原中部的南侧边缘地区,形成一条连续而狭长的带状植被。它是从暖温型典型草原向西、向北的中温型荒漠草原过渡而首先出现的荒漠草原植物群落。这种植物群落类型在我国荒漠草原具有广泛的代表性。本试验在短花针茅荒漠草原家庭牧场上,比较划区轮牧与连续放牧2种放牧制度对家畜摄食和体重的影响,从家畜生产和行为角度对家庭牧场适宜的放牧制度进行探讨。试验围栏开始于1999年,并于当年开始2种放牧制度的对比试验,进行基础数据测定。2000年6月~2001年4月全面测定了包括种群、群落以及家畜在内的各项指标,有关不同放牧制度对植物群落和种群的研究请参见文献<sup>[12]~[14]</sup>。本文只对家畜部分进行论述,目的是为合理放牧制度的评价提供科学依据,也为荒漠草原家庭牧场适宜放牧制度的推广起到样板示范作用。

## 1 试验地概况与研究方法

### 1.1 试验区概况

试验地位于内蒙古自治区锡林郭勒盟苏尼特右

旗朱日和镇附近,地处北纬 $42^{\circ}16'26''$ ,东经 $112^{\circ}47'16''$ ,海拔1100~1150 m之间。据朱日和国家基准气象站近3年资料,该地区年平均气温为 $6.2^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量为248.07 mm,年蒸发量为2947.4 mm。月平均气温最高月在6、7、8月,分别为 $21.3^{\circ}\text{C}$ 、 $23.4^{\circ}\text{C}$ 和 $20.4^{\circ}\text{C}$ ;月平均气温最低月在1月,为 $-15^{\circ}\text{C}$ 。 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 的年积温为3585.1 $^{\circ}\text{C}$ 。降水量主要集中在6、7和8月。该地区无霜期为175 d,年平均大风日数约67 d左右,多集中在春季。

草地植被草层低矮,一般为10~25 cm,且植被稀疏,盖度为15%~35%,植物种类组成比较贫乏。建群种为短花针茅(*Stipa breviflora*),优势种为无芒隐子草(*Cleistogenes songorica*)、碱韭(*Allium polyrrhizum*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)以及栉叶蒿(*Neopallasia pectinata*)等。

土壤为淡栗钙土,土层较浅,腐殖质层厚20~30 cm,腐殖质含量1.0%~1.8%。

### 1.2 试验设计

试验设置划区轮牧(简称RG)与连续放牧(简称CG)2种放牧制度,为保持2种放牧制度试验地之间草地植物群落和土壤状况的一致性,2种制度的试验地分别选择在地形、土壤和植被状况相近的相邻2个家庭牧场上。经试验初期的植物群落学调查分析,2种放牧制度对比试验的家庭牧场具有相似的植物群落特征。在2个家庭牧场之间设置1个不放牧的禁牧围栏作为对照区(简称CK),面积为100 m $\times$ 100 m。2种放牧制度的家庭牧场供试绵羊均为苏尼特羊,2个家庭牧场的绵羊在年龄结构、性别比例、绵羊品种和家畜体重上是非常接近的,成年羊和1、2岁羊的比例为3:2,羯羊(公羊)和母羊的比例为1:1.2,改良羊的比例占畜群的45%。在试验之前,2个家庭牧场均实行当地常用的连续放牧制度。

试验将1个家庭牧场进行了划区轮牧,定时拉水供羊饮用;另1个家庭牧场仍沿用连续放牧制度,不进行任何干预,按原来的放牧管理方式经营。实行划区轮牧制度的家庭牧场草地总面积为536 ha,分为夏秋场和冬春场。夏秋场面积为320 ha,分为8个等面积的轮牧小区进行划区轮牧,每个轮牧小区面积为40 ha,按小区顺序依次轮流放牧,每个轮牧小区放牧7 d,夏秋场放牧时间为185 d;冬春场面积为216 ha,放牧时间为180 d,整个冬春季节连续放牧。划区轮牧区放牧863只羊,折合666个羊单

位。进行连续放牧的家庭牧场草地总面积为 438 ha, 不分夏秋场和冬春场, 全年连续放牧, 放牧 640 只羊, 折合 549 个羊单位。划区轮牧与连续放牧全年载畜率基本一致, 分别为 1.24、1.15 只·ha<sup>-1</sup>。

### 1.3 测定方法

**1.3.1 放牧家畜食谱及采食量** 试验期间, 轮牧区与连续放牧区分别选 4 个有代表性的绵羯羊进行跟踪观察, 年龄为 2 岁, 体重分别为 41.5、45、46.5、47 kg 和 41、42.5、44.5、45.5 kg, 跟踪记录的内容主要包括绵羊采食植物的种类、部位和采食速度(采食速度以每只羊每分钟采食的口数计)以及一天中采食的时间。对每个牧场的 4 只羊同时全天跟踪记录采食时间, 连续跟踪 3 d; 羊的采食状况从早上出牧开始观察, 之后每隔 2 h 观察 1 次, 直到归牧, 每次观察 10 min。每次观察后, 在羊采食过的地段进行模拟采食, 即根据观察记录的羊采食的植物种类、采食部位及采食方式, 人工模拟采集每种植物 200 口, 代表羊采食 200 口, 风干称重计算羊对每种植物的每口采食量。绵羊的日采食量由以下 3 种方法获得:(1) 模拟采食法: 用全天采食时间与单位时间的采食量推算而得, 其中单位时间采食量是根据观察记录结果整理出羊单位时间采食各种植物口数, 乘以以上模拟采食所得的每种植物的每口采食量;(2) 活动围笼法: 在划区轮牧的每个小区于牧前分别放置 10 个 1.5 m × 1.5 m 的活动围笼, 连续放牧区放置 10 个同样的活动围笼, 每月移动 1 次, 分别于放牧前后测定牧草笼内外的现存量, 根据笼内外的牧草现存量利用下列公式计算家畜牧草消耗量, 再由牧草的消耗量计算家畜的日采食量:

$$\text{牧草消耗量} = (c-f) \times (\log d - \log f) \div (\log c - \log f)$$

c 为初始笼外生物量(时间为 0), d 为时间 1 的笼内生物量, f 为时间 1 的笼外生物量。

(3) 经验公式法: 是由 Holechek 等人<sup>[15]</sup>根据多年的对比研究与试验提出的 2% 法则即成年羊

的日采食量为其活体重的 2%。

**1.3.2 家畜食料品质** 对轮牧区, 取 1 个月内放牧的 4 小区牧前风干混合草样 50 g, 进行常规营养分析, 获得家畜在该段时间可食牧草的营养状况; 对照区与连续放牧区各取月测产风干草样 50 g, 做同样的分析。

根据观察记录的羊食谱, 配制羊食入牧草混合样品, 进行常规分析, 获得羊的实际摄入的营养状况。

**1.3.3 家畜体重** 划区轮牧区与连续放牧区分别选 10 只有代表性的 2 岁绵羯羊并作标记, 经方差分析 2 种放牧制度绵羊的初始体重没有显著差异 ( $P > 0.05$ )。试验开始时进行空腹称重, 以后每月在同样的时间称其空腹重。

## 2 结果与分析

### 2.1 家畜食谱及采食量

**2.1.1 家畜食谱** 家畜食谱指供试绵羊采食各种植物的频度百分比, 具体见表 1。在放牧试验的 9 月份, 对比连续放牧区羯羊与轮牧区羯羊的食谱组成可以看出, 构成连续放牧区绵羊食谱的植物种类多, 约 13 种, 但其主要采食的植物只有 4 种, 即碱韭、无芒隐子草、栉叶蒿、阿尔泰狗哇花, 对它们的采食频度达 87%。轮牧区羯羊的采食植物种类约 10 种, 主要有栉叶蒿、无芒隐子草、碱韭, 对它们的采食频度达 91% 以上。这一方面是与进行观察的地段的植物群落组成有关, 即组成群落的植物种类多, 组成家畜食谱的植物种类也相应丰富; 另一方面家畜的选择性采食在其中也起很大作用。连续放牧条件下, 家畜的活动范围大, 选择性采食的余地大, 其可采食到的植物种类多, 对适口性好的植物种类采食频率高。

**2.1.2 家畜采食量** 3 种不同方法测定的采食量结果见表 2。从中可以看出, 3 种方法所得的结果截

表 1 家畜食谱<sup>1)</sup>

Table 1 Forage species percentage of sheep diet (%)

	植物 Forage species												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RG	0.36	32.91	36.71	21.85	4.94	1.82	0.68	1.06	/	0.10	/	/	0.02
CG	0.48	34.90	10.29	26.66	0.83	1.01	2.54	0.05	19.40	1.47	0.10	1.32	0.60

<sup>1)</sup> 1. 短花针茅 *Stipa breviflora*; 2. 碱韭 *Allium polyrrhizum*; 3. 无芒隐子草 *Cleistogenes songorica*; 4. 栉叶蒿 *Neopallasia pectinata*; 5. 糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa*; 6. 银灰旋花 *Convolvulus ammannii*; 7. 木地肤 *Kochia prostrata*; 8. 猪毛蒿 *Artemisia scoparia*; 9. 阿尔泰狗哇花 *Heteropappus altaicus*; 10. 冠芒草 *Enneapogon borealis*; 11. 狭叶锦鸡儿 *Caragana stenophylla*; 12. 猪毛菜 *Salsola collina*; 13. 砾苔草 *Carex tenophylloides*

表2 每只羊每天采食量<sup>1)</sup> (9月)

Table 2 Sheep intake per day per sheep (kg) (September)

模拟采食 Stimulating intake method		活动围笼法 Moving cage method		经验公式法 Empirical formula method	
RG	CG	RG	CG	RG	CG
0.864B	0.601A	1.06	1.25	0.905	0.857

<sup>1)</sup> a, b  $P < 0.05$ , A, B  $P < 0.01$ . 下同 The same as below

然不同。用模拟采食法测得的采食量轮牧区显著高于( $P < 0.01$ )连续放牧区; 而活动围笼法的测定结果则表现出相反的趋势, 而活动围笼法与经验公式法测得的采食量两种放牧制度之间没有显著差异( $P > 0.05$ )。对比3种采食量测定法, 活动围笼法所得的绵羊采食量最高, 模拟采食法最低, 经验公式法介于两者之间。通过对绵羊采食全天的跟踪观察, 笔者认为, 模拟采食法测得的绵羊采食量要低于其正常采食量, 因为人的跟踪观察不仅直接影响到所观测绵羊的采食速度, 在大群放牧条件下, 其它羊的异常反应也会使所观测绵羊行为受到很大影响。既在训练的前提下, 这种现象仍不可避免。同时, 即使羊群未受到干扰影响, 人工跟踪、模拟也并不准确, 很难反映实际情况。而本试验中活动围笼法测得的结果有可能偏高于正常采食量, 因为在大群放牧的条件下, 不仅是家畜采食会影响牧草的正常生长, 羊群的践踏也是一个不可忽略的重要因素。尤其在连续放牧的条件下, 笼外的牧草相对于笼内的牧草处于连续的强度干扰状态, 其生长会受到影响, 因此笼内笼外牧草地上生物量差值要偏大。相比之下轮牧条件下的短周期高强度放牧, 由于每

小区放牧的时间比较短, 所测得的结果要更接近于真实值。因此, 在连续放牧条件下进行采食量测定就要增加测定重复次数, 以减少大群放牧造成的影响。从本试验结果看, 在大群放牧的生产实践中估测家畜采食量, 经验公式法不失为一种省时省力的好方法。但前提是家畜能够采食到所需要的数量。如果草地可利用牧草量太低, 实际家畜采食不到足够的量, 估算可能会偏高。所以需要建立一个包括平均日增重在内的经验公式。另外, 哺乳期间的母羊采食量明显高于干乳母羊, 所以还必须考虑家畜生产需要。这方面还需要更深入细致的研究。

## 2.2 草地牧草营养与摄食牧草营养

这里家畜摄食营养是根据供试羊食谱用模拟采食牧草配置后测得(表3)。从表中可以看出, 家畜采食牧草的营养明显高于草群的营养, 其差异显著性达1%, 这是家畜对植物种类及同种植物不同部位选择性采食的结果。对比2种放牧方式下绵羊采食牧草营养没有发现明显区别, 但表现出连续放牧区羯羊食物中的粗蛋白、粗脂肪、粗灰分含量高于轮牧区的趋势, 这进一步证实了前面的家畜选择性采食的结果。

表3 供试羊摄食营养及草群营养

Table 3 The nutritive contents of sheep diets and stands (%)

测定指标 Index	连续放牧区 Continuous grazing		轮牧区 Rotational grazing	
	羯羊摄食 Sheep diet	草群 Stand	羯羊摄食 Sheep diet	草群 Stand
粗蛋白 Crude protein	13.3270a	9.1489b	12.1597a	9.8242b
粗脂肪 Crude fat	9.8082a	4.7383b	8.0170a	3.2516b
粗纤维 Crude fiber	21.9035	27.3644	25.7887	29.5048
粗灰分 Crude ash	8.5470	8.5182	7.6838	8.6763
无氮浸出物 Nitrogen-free extract	40.4452	43.1486	38.9355	42.0017

## 2.3 绵羊体重与草地家畜生产

2.3.1 绵羊体重 绵羊体重随季节的变化见表4。在试验开始时(6月13日), 轮牧区的绵羊体重显著高于连续放牧区( $P < 0.05$ ), 差值为每只羊5.3 kg; 7月份, 两种放牧制度下的绵羊体重差距有所缩小, 但差异仍达到显著水平( $P < 0.05$ ); 从8月13日~10月15日, 2种放牧制度下的绵羊体重不存在显著差异, 但轮牧区的绵羊体重始终高于

连续放牧区2 kg以上。经过1个冬季, 连续放牧区绵羊表现出大幅度的掉膘现象, 到2001年3月份, 平均每只羊掉膘10 kg之多, 比轮牧区羊多掉膘近4 kg。这一结果吻合了2000年试验初期羊体重较大的差值现象, 说明这是2种不同放牧制度在家畜体重上表现出来的规律, 而非偶然。出现这种现象的原因很多, 主要是: ① 由于连续放牧区家畜的连续采食与践踏, 加上该地区大风频率比较高, 使

表4 绵羊体重

Table 4 Liveweight of sheep(kg)

	时间 Time (y-m-d)					
	00-6-13	00-7-13	00-8-14	00-9-14	00-10-15	01-4-13
连续放牧区 Continuous grazing	31.40a	36.50a	42.85	42.88	46.75	36.05
轮牧区 Rotational grazing	36.70b	41.30b	44.80	45.25	48.80	41.95

得冬季枯草保存率很低<sup>[13]</sup>，家畜可利用牧草少，摄入物质的能量远不能平衡其基本的体能消耗，处于入不敷出的状态；②6月份之后，新鲜牧草大量生长，牧草生物量不再是家畜体增重的限制因素，连续放牧区载畜率低，且家畜选择采食的余地大，摄食的牧草质量高，因而其体增重快于轮牧区；③也可能与羊的生理机能有关，即羊体重在接近最大值之前其增长速率降低。

**2.3.2 日增重** 比较连续放牧区与轮牧区的绵羊日增重(表5)可以看出，轮牧区绵羊日增重的最大值出现在6~7月，连续放牧区最大值出现在7~8月，比轮牧区推迟1个月，这可能由于连续放牧区绵羊冬季掉膘严重，其恢复需要较长的时间。从整个放牧期来看，6~8月为绵羊的快速生长期，8~9月2种不同放牧制度下的绵羊均进入增长的低谷期，日增重只有10g左右；9~10月，日增重又有很大的恢复。这可能主要与当地气候有关。6、7月，该地区正逢雨热同期，植物迅速生长，家畜能够采食到数量足质量高的牧草，并且家畜处于体能恢复时期，对

牧草的转化效率高，因此该段时间家畜的体增重快；8月，该地区出现一个比较干旱的时期，严重影响了家畜采食，同时绵羊代谢率提高，影响了体增重；9~10月，气温较适宜，加上牧草进入结实期，脂肪含量高，因而是抓膘的好时期。

**2.3.3 单位面积家畜生产** 2种不同放牧制度下单位面积(每公顷)草地家畜的生产状况见表6。2种放牧制度下的年载畜率一致，暖季单位羊增重连续放牧区高于轮牧区，公顷增重2种放牧制度下没有区别。但秋季最高体重时期，轮牧区平均每只羊高于连续放牧区2.05 kg。

在荒漠草原上，暖季家畜生产主要与可利用牧草营养有关，全年生产则主要与可利用牧草量有关。对草地的研究发现，划区轮牧不仅有利于该地区草地植被的恢复，也能够很好地平衡全年饲草供应<sup>[14]</sup>，在荒漠草原区划区轮牧比连续放牧制更有利于绵羊生产。当然，划区轮牧绵羊的游走较少、采食时间短、有较多的休息时间，这些也是家畜生产性能有所提高的原因<sup>[11]</sup>。

表5 绵羊的日增重

Table 5 Daily liveweight gain of sheep(g)

	时间 Time (m-d)			
	6-13~7-14	7-15~8-14	8-15~9-14	9-15~10-15
连续放牧区 Continuous grazing	164.52	211.67b	8.07	125.00
轮牧区 Rotational grazing	148.39	116.67a	11.51	114.52

表6 每公顷草地的家畜生产状况

Table 6 Animal production per hectare rangeland

	初期体重 Liveweight at beginning (kg)	载畜率 Stocking rate (sheep·ha <sup>-1</sup> )	暖季单位羊增重 Liveweight gain per sheep in warm season (kg)	公顷增重 Liveweight gain per hectare (kg)
RG	36.7	1.24	12.10	24.93
CG	31.4	1.15	15.35	24.87

### 3 讨论

**3.1 家畜的选择性采食行为对不同放牧制度下家畜摄取的营养有很大的影响。**在连续放牧条件下，可以实现对草群斑块、植物种类及不同成熟度牧草的选择<sup>[16, 17]</sup>；轮牧条件下的高密度放牧，家畜处于一种强迫采食状态，因此其摄食营养低于连续放

牧区。尤其在高强度低频度的放牧方式下，对家畜摄食营养的影响更加明显。本试验得出与此相似的结果。

**3.2 划区轮牧提高家畜生产的机制主要有两方面。**一方面，划区轮牧能提高草地生产，这样划区轮牧比同等条件下的连续放牧可以放养更多的牲畜，增加畜产品输出，其前提条件是高的载畜率，也

就是说将轮牧条件下多生产的牧草转化为畜产品时, 轮牧才显示其优越性<sup>[5,7]</sup>。另一方面, 轮牧条件下可以提高牧草利用效率(pasture utilization)。划区轮牧家畜集中在一个小区内, 短时间高密度的放牧, 使家畜对草群均匀利用, 避免了连续放牧时家畜选择性采食使草群整体质量下降的弊端; 接下来的轮牧间期将产生大量的高质量再生牧草, 以供下一轮放牧利用, 这样既提高了牧草利用率, 又顾全了牧草供应的营养。但其前提条件仍然是高的载畜率, 否则放牧周期太长, 后放牧小区牧草的成熟度将很高, 营养价值反而下降。

在试验中, 轮牧没有提高草地牧草生产。2种不同放牧制度下家畜体重的变化, 主要与草地牧草营养与牧草利用率有关, 也即高的牧草利用效率。

**3.3** 一年中, 轮牧区分为冬春场与夏秋场, 夏秋场通过各轮牧小区调整牧草供给的质与量, 冬春季则主要保证牧草的供给量; 家畜表现为夏秋季稳定增重, 冬春季掉膘减少, 体重在季节间变动幅度小。这不仅有利于夏秋季畜产品的生产, 也有利于冬春季羔羊的生产与整体抗灾能力的提高。以全年计算, 在载畜率一致的前提下, 秋季轮牧区平均每只羊体重高于连续放牧区 2.05 kg。到 2001 年 3 月份, 连续放牧区平均每只羊掉膘 10.7 kg, 比轮牧区羊多掉膘近 4 kg。可以看出, 荒漠草原实行划区轮牧比连续放牧更有利于家畜生产。

**3.4** 过去对放牧制度的研究, 多数是小区试验。在达茂旗哈雅教学牧场的 7 年放牧试验表明, 草地植被、土壤对放牧制度(连续放牧与划区轮牧)的反应不敏感, 绵羊活重在第 1、2 年 2 种放牧制度间无显著差异, 第 3 年划区轮牧区高于连续放牧区<sup>[11]</sup>。笔者的试验是在家庭牧场尺度上进行的, 绵羊的体重变化表现出与小区试验相似的结果, 即轮牧区高于连续放牧区; 不同的是在家庭牧场生产条件下, 绵羊体重的差异在放牧试验的第 2 年就明显表现出来, 这可能与群体效应有一定关系。生产实践中的大群放牧, 对草地的践踏强度高于小区试验, 对草地植被、土壤、家畜的摄食及体增重状况的影响可能要比小区试验表现得更强烈。具体情况有待今后进一步深入研究。

致谢: 在本文完成过程中得到彭少麟研究员的指导, 特此致谢!

## References

[1] 李德新. 短花针茅荒漠草原动态规律及其生态稳定性. 中国草

地, 1990, (4): 1-5.

Li D X. The dynamics and ecological stability of *Stipa Breviflora* desert steppe. *Grassland of China*, 1990, (4): 1-5. (in Chinese)

- [2] 王伯荪, 彭少麟. 植被生态学. 北京: 中国环境科学出版社, 1997. Wang B S, Peng S L. *Vegetation Ecology*. Beijing: Environmental Scientific Publication of China, 1997. (in Chinese)
- [3] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论. 北京: 科学出版社, 2001: 36-37. Ren H, Peng S L. *An Introduction to Restoration Ecology*. Beijing: Science Press, 2001: 36-37. (in Chinese)
- [4] McMeekan C P, Walshe M J. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*, 1963, 61:147-163.
- [5] Hull J L, Meyer J H, Raguse C A. Rotation and continuous grazing on irrigated pasture using beef steers. *Journal of Animal Science*, 1967, 26(5):1160-1164.
- [6] Heady H F, Child R D. *Rangeland Ecology and Management*. Westview Press, 1994: 258-293.
- [7] Clark D A, Lambert M G, Grant D A. Influence of fertilizer and grazing management on North Island moist hill county. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1986, 29: 407-420.
- [8] 韩国栋, 卫智军, 许志信. 短花针茅草原划区轮牧试验研究. 内蒙古农业大学学报, 2001, 22(1): 60-67. Han G D, Wei Z J, Xu Z X. Experiment on rotational grazing system. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 2001, 22(1): 60-67. (in Chinese)
- [9] 李斌. 划区轮牧和连续放牧对牧草和牲畜增重影响的初步估价. 中国草原, 1982, (4): 32-35. Li B. The primary study of rotational and continuous grazing systems on the influence of herbage and liveweight gain. *Journal of Chinese Grassland*, 1982, (4):32-35. (in Chinese)
- [10] 姚爱兴, 王培, 夏景新, 樊奋成. 不同放牧制度下奶牛生产性能的研究. 2. 放牧对奶牛产奶量及体重的影响. 草地学报, 1995, 3(2): 112-119. Yao A X, Wang P, Xia J X, Fan F C. Studies on Productivities for Dairy Cows Under Different Grazing System and Grazing Intensity. 2. Effect of Grazing on milk yields and Weight Gain. *Acta Agrestia Sinica*, 1995, 3(2):112-119. (in Chinese)
- [11] 韩国栋. 荒漠草原放牧系统持续利用研究. 内蒙古大学博士学位论文, 1998. Han G D, Sustainable utilization of desert steppe ecosystem. Inner Mongolia University Dissertation, 1998. (in Chinese)
- [12] 李勤奋, 韩国栋, 敖特根, 彭少麟. 划区轮牧制度在草地资源可持续利用中的作用研究. 农业工程学报, 2003, 19(3): 224-227. Li Q F, Han G D, Aotegen, Peng S L. Approach on restoration mechanism of rotational grazing system on desert steppe. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2003, 19(3):224-227. (in Chinese)
- [13] 李勤奋, 韩国栋, 卫智军, 敖特根, 彭少麟. 放牧制度对短花针茅草原植物群落的影响. 农业现代化研究, 2002, 23(5): 192-196. Li Q F, Han G D, Wei Z J, Aotegen, Peng S L. Effect of rotational and continuous grazing system on vegetation in *Stipa breviflora* desert steppe. *Research on Agricultural Modernization*, 2002, 23(5):192-196. (in Chinese)

- [14] 朱桂林, 卫智军, 杨 静, 杨尚明. 放牧制度对短花针茅群落植物种群地上生物量的影响. 中国草地, 2002, 24 (3): 15-19, 51.  
Zhu G L, Wei Z J, Yang J, Yang S M. The effect of grazing systems on the aboveground biomass of the plants in *Stipa breviflora* community. *Grassland of China*, 2002, 24 (3): 15-19, 51. (in Chinese)
- [15] Holechek J L, Pieoer R D, Harbel C H. *Range Management: Principles and Practice*. Prentice Hall, 2001: 250-362.
- [16] Gammon D M, Roberts B R. Aspects of defoliation during short duration grazing of the Matopos sandveld of Zimbabwe. *Zimbabwe Journal of Agricultural Research*, 1980, 18:29-34.
- [17] Heady H F. Continuous vs. specialized grazing systems: a review and application to the California annual type. *Journal of Range Management*, 1961, 14(3):182-192.

(责任编辑 林鉴非)

## 新书征订

《世界农业和农业科技发展概况》一书, 分上下篇, 由科技部王志学和中国农业科学院信乃诠组织跨行业多学科的专家编写。其主要内容有: 世界农业资源、世界生产形势、世界农业结构调整、当代的可持续农业、中国粮食生产能力和食物安全战略、世界农业科技现状和发展趋势、世界农业科技体制及其组织管理、世界主要国家农业科技投入比较与启示、中国和发达国家农业科学研究水平分析与比较、中国农业科技的重大部署与规划、中国农业科技主要成就与基本经验、中国农业科技发展目标与展望, 及附世界农业和农业科技资料等。单价: 90 元(含邮资)。

《1978~2003 年国家奖励农业科技成果汇编》一书, 由农业科教司和中国农业科学院科技管理局组织有关专家编辑出版。其主要内容有: 新中国成立以来种植业、畜牧业、渔业等国家奖励的重大农业科技成果, 包括全国科学大会奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖和国家科学技术进步奖等, 共 1 549 项。单价 125 元(含邮资)。

《2002 年中国农村科技发展报告》、《2003 年中国农村科技发展报告》, 由科技部农村与社会发展司、中国农村技术开发中心共同组织编写, 单价分别为 105 元和 146 元(含邮资)。

联系人: 刘英丽 王平

邮 编: 100081

电 话: 010-68919884

传 真: 010-68919417

汇款帐户: 中国农业科学院科技文献信息中心(信汇时请注明所购书名)

开户行: 农行北京市海淀区支行北下关分理处

帐 号: 050601040009874