

轮牧方式对荒漠草原滩羊牧食特征、体重及繁殖性能的影响

周静静², 马红彬^{1,2}, 周瑶², 王丽², 牛佳伟², 沈艳^{1,2}, 许冬梅^{1,2}

(¹宁夏大学西北土地退化与生态恢复国家重点实验室培育基地, 银川 750021; ²宁夏大学农学院草业科学研究所, 银川 750021)

摘要: 【目的】合理的放牧方式对维持草地生态系统平衡具有重要意义。研究轮牧方式对滩羊牧食特性、体重及繁殖性能的影响可为草地放牧管理提供依据。【方法】以宁夏面积最大的荒漠草原为对象, 在载畜率为 0.75 只/hm² 水平下, 设置连续放牧 (CG)、二区轮牧 (TG)、四区轮牧 (FG)、六区轮牧 (SG) 4 个处理。采用跟群全天观察法测定滩羊的牧食习性, 利用差额法测定采食量, 采用常规方法测定草群和滩羊摄入牧草营养成分, 每个轮牧周期结束观测滩羊的体重, 统计放牧期间繁殖性能等。【结果】放牧全天, 滩羊采食时间占据了主体, 比例达 64% 以上。随轮牧分区增加, 滩羊采食、游走站立时间下降 ($P < 0.05$), 反刍卧息时间增加 ($P < 0.05$); 排泄、争斗、瘙痒、啃食异物等其他行为受个体行为影响更大, 所占时间比例不到 1.4%。草地牧草采食量表现为四区与六区轮牧无明显差异 ($P > 0.05$), 但均高于连续放牧和二区轮牧, 连续放牧采食量最低 ($P < 0.05$); 草地采食率呈现连续轮牧 > 二区轮牧 > 四区轮牧 > 六区轮牧的趋势, 连续放牧达到 39.06%, 六区轮牧仅为 27.9%; 滩羊日采食量在二区、四区、六区轮牧方式下差异不大 ($P > 0.05$), 在连续放牧区最低 ($P < 0.05$)。滩羊摄入的牧草的粗蛋白、粗脂肪、磷的含量总体高于草群相应养分含量, 而粗纤维和钙低于草群养分含量, 粗灰分和无氮浸出物比较接近, 说明滩羊具有选食蛋白质含量高, 粗纤维含量低牧草的能力; 随轮牧分区增加, 滩羊摄入的牧草粗蛋白含量呈下降趋势、粗纤维呈上升变化, 但滩羊摄入干物质、粗蛋白和磷的总量增加; 各处理下滩羊营养摄入量均超出了美国 NRC 绵羊饲养标准, 说明暖季滩羊放牧不需要补饲。放牧期间, 滩羊体重和日增重以连续放牧最低 ($P < 0.05$), 二区、四区及六区轮牧间无显著差异 ($P > 0.05$); 各处理下滩羊产羔率、羔羊平均初生重等繁殖性能接近, 说明在适宜载畜率水平下, 轮牧方式对滩羊繁殖性能影响不大。【结论】轮牧方式对滩羊牧食特征和增重产生了影响, 相对于连续放牧, 随轮牧分区增加, 草地牧草采食率、滩羊采食时间和摄入的牧草粗蛋白含量下降, 但草地采食量, 滩羊日采食量及摄入的干物质、粗蛋白等营养物质总量增加。划区轮牧没有提高滩羊繁殖性能, 但更有利于滩羊体重增加。若仅考虑滩羊牧食特征、增重性能以及生产中放牧管理的便利性, 二区轮牧方式是宁夏荒漠草原滩羊暖季的最优放牧方式。

关键词: 牧食特征; 体重及繁殖性能; 滩羊; 轮牧方式; 荒漠草原

Effects of Different Rotational Grazing Ways on Grazing Characteristics, Weight and Reproductive Performance of Tan Sheep in Desert Steppe

ZHOU JingJing², MA HongBin^{1,2}, ZHOU Yao², WANG Li², NIU JiaWei², SHEN Yan^{1,2}, XU DongMei^{1,2}

(¹State Key Laboratory Breeding Base of Land Degradation and Ecological Restoration of North-western China, Ningxia University, Yinchuan 750021; ²Grassland Science Institute of Agricultural College, Ningxia University, Yinchuan 750021)

收稿日期: 2016-05-30; 接受日期: 2017-01-22

基金项目: 国家重点研发计划课题 (2016YFC0500505)、宁夏回族自治区科技支撑重大专项 (2012)、中国科学院“西部之光”人才培养引进计划项目 (XAB2015A10)

联系方式: 周静静, Tel: 18408672054; E-mail: 749181985@qq.com. 通信作者马红彬, Tel: 13895644815; E-mail: ma_hb@nxu.edu.cn

Abstract: 【Objective】 It is significantly important to maintain grassland ecosystem balance by reasonable grazing method. The study of the effects of rotational grazing on grazing characteristics, weight and reproductive performance of Tan sheep could provide a basis for grassland grazing management. **【Method】** The desert steppe in Ningxia was used as the research object, and under the stocking rate of 0.75-hm^{-2} , 4 treatments was designed which were continuous grazing(CG), two-area rotational grazing(TG), four-area rotational grazing(FG) and six-area rotational grazing(SG). The feeding habits, intake amount and nutrient intake of Tan sheep were studied by using all-day observation method, difference method and conventional nutrient determination method, respectively. Then the weight of tan sheep at the end of each rotational period was observed and the reproductive performance during grazing period was counted. **【Result】** The results are as follows: All the days of grazing, Tan sheep feeding time occupied the main part, the proportion of feeding time was 64% or more. With the increase of area number in rotational grazing, the ingestion time, standing and wandering time of Tan Sheep reduced ($P<0.05$), the rumination and resting time increased correspondingly ($P<0.05$). The differences of individual behavior had a greater impact on excretion, fighting, itching, eating foreign body and other acts, the proportion of time was less than 1.4%. The pasturing amount of four-area rotational grazing and six-area rotational grazing showed no significant differences and were both higher than the continuous grazing and two-area rotational grazing significantly, continuous grazing intake was the lowest among them ($P<0.05$). The grassland feeding rate showed a trend of $\text{CG}>\text{TG}>\text{FG}>\text{SG}$, among them, the continuous grazing was 39.06%, and the six-area rotational grazing was 27.9%. The intake rate declined with the increase of rotational grazing area number; there was hardly significant difference in Tan sheep daily intake among three kinds of rotational grazing patterns ($P>0.05$), the continuous grazing was the last ($P<0.05$). The contents of crude protein, crude fat and phosphorus in grass taken by Tan sheep were higher than those in grass group, and crude ash and nitrogen-free extract were close, but crude fiber and calcium were lower. With the increase of area numbers in rotational grazing, the crude protein content of feeding forage had a downward trend, the crude fiber showed an opposite trend, but the total intakes of dry matter, crude protein and phosphorus were increased. The nutrient intakes of all the treatments were higher than that of NRC sheep feeding standards in the United States, which indicated that Tan sheep did not need supplementary feeding after grazing in the warm season. During grazing, the body weight and average daily gain of Tan sheep in continuous grazing area was lower than the other three areas which had hardly significant differences among them. The reproductive performance of Tan Sheep was not significantly affected by the differences of grazing patters. The reproductive performance of each treatment was similar, such as lambing rate, lamb average birth weight and so on, which indicated that the grazing method had little effect on the reproductive performance of Tan sheep at an appropriate stocking rate. **【Conclusion】** Rotational grazing patterns had an impact on the feeding characteristics and production performance of Tan sheep. Compared with the continuous grazing, with the increase of area number in rotational grazing, the pasture intake rate, feeding time and the intake of protein content were decreased, but the total amount of daily intake, dry matter, crude protein and other nutrients were increased. Rotational grazing did not improve the reproductive performance of Tan sheep, but more conducive to Tan sheep weight gain. The two-area rotational grazing is the best pattern for Tan sheep farming at warm season in Ningxia desert steppe if take consideration of the feeding characteristics, production performance of Tan sheep and convenience of production management.

Key words: Grazing characteristics; weight and reproductive performance; Tan sheep; rotational grazing ways; desert steppe

0 引言

【研究意义】放牧是草地的主要利用方式。科学的放牧管理可使有限的草地资源得到最大化利用,对维持草地生态系统平衡具有重要意义^[1],不合理的放牧会导致草地退化^[2]。宁夏作为全国的十大牧区之一,有荒漠草原 165 万 hm^2 ,占全区草地面积的 58%,是宁夏重要的畜牧业基地及生态屏障。滩羊(Tan sheep)是宁夏荒漠草原优秀的地方裘皮羊品种^[3],肉质鲜美,以生产二毛皮著称^[4-5]。由于长期过度放牧,宁夏草原退化严重,宁夏政府于 2003

年 5 月开始实施了草原禁牧封育。禁牧后如何通过科学放牧来合理利用草地、恢复草地生态并兼顾畜牧生产是目前亟待解决的问题^[2]。为此,本研究在前期放牧强度试验的基础上^[6-8],继续开展荒漠草原滩羊放牧方式的研究,旨在探讨不同轮牧方式对滩羊牧食特征和生产性能的影响,对指导该区荒漠草原合理放牧具有重要意义。草地放牧制度大体可分为自由放牧(连续放牧)、划区轮牧两大体系。相对于传统的自由放牧,划区轮牧是一种有计划的放牧方式,因其能有效减缓草地退化,提高家畜生产性能,受到放牧管理者的青睐^[9]。**【前人研究进展】**

目前,国内外对不同放牧方式下草地植被、土壤及家畜生产性能的变化开展了较多研究。就放牧家畜牧食特征和生产性能方面,有研究表明,在相同载畜率的情况下,轮牧家畜体重明显高于自由放牧^[10]。划区轮牧虽较连续放牧工作繁琐,但对家畜采食方式有显著影响,可以降低家畜选择性采食对草地生态的影响^[11]和防止草地退化^[12]。荒漠草原绵羊在暖季连续放牧的条件下,摄食营养高,个体增重快,但整个放牧季中,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^[13]。与连续放牧相比,人工草地采取划区轮牧有利于牧草营养保持和绵羊增重^[14]。但是,也有一些研究发现,划区轮牧对提高牧草产量和家畜生产性能的影响不显著,并且由于放牧具有极强的地域性,在一些地区,划区轮牧与连续放牧具有相似的效果^[15]。孙宗玖等发现在载畜率一致的情况下,新疆细毛羊体重在山地草甸划区轮牧和连续放牧方式下无显著差异^[16]。【本研究切入点】可见,放牧家畜牧食特征和生产性能因放牧方式不同而表现各异,这与放牧草地植被、家畜自身特征等因素密切相关^[17]。划区轮牧中,虽然各轮牧方式在整个放牧季中载畜率相同,但由于轮牧方式的不同使某一时期单位面积草地上放牧的家畜数量并不相同,可能存在不同轮牧方式下羊只牧食习性、采食量及生产性能的差异。目前,有关荒漠草原轮牧方式对滩羊的牧食特性影响的相关研究报道较少。【拟解决的关键问题】本文选择宁夏面积最大的荒漠草原,研究不同轮牧方式下滩羊牧食习性、采食量、营养摄入和生产性能的变化,为该区荒漠草原科学放牧方式的制定提供理论依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于宁夏盐池县花马池镇曹泥洼村荒漠草原上,位于 37°47' N, 107°25' E, 气候属于典型的中温带大陆性气候,年均气温为 8.1 °C, ≥0 °C 的年积温 3 430.3 °C,年降雨量为 290 mm, 7—9 月降水量约占全年降水量的 61%。年蒸发量为 2 131.8 mm,无霜期 162 d 左右。地带性土壤为淡灰钙土,质地砂壤和粉砂壤。地带性植被为荒漠草原,植被以旱生和中旱生植物类型为主。主要分布有短花针茅 (*Stipa breviflora*)、隐子草 (*Cleistogenes squarrosa*)、赖草 (*Leymus secalinus*)、牛枝子 (*Lespedeza davurica*)、

白草 (*Pennisetum centrasianicum*) 等多年生植物和狗尾草 (*Setaria viridis*)、猪毛菜 (*Salsola collina*) 等一年生植物。

1.2 试验设计

在草泥洼村荒漠草原上设置连续放牧 (CG)、二区轮牧 (TG)、四区轮牧 (FG)、六区轮牧 (SG) 4 个处理。连续放牧区面积为 18.6 hm², 轮牧处理中每个轮牧小区面积是 9.3 hm², 其中二区、四区、六区轮牧总面积分别是 18.6、37.2、55.8hm²。试验前对试验区草原植被进行调查分析,然后将各试验小区(轮牧小区)随机设置在地形、植被等一致的地段,试验小区间架设网围栏。

放牧时间为 2013—2015 年每年的 5 月 17 日到 10 月 7 日,放牧周期为 48 d,放牧频率为 3,每年放牧 144 d。根据前期研究结果^[6-7],各处理的载畜率均确定为 0.75 只/hm²。每年选择健康体重相近的 2 岁健康滩羊母羊 94 只,公羊 4 只,随机分为 4 组,每组羊中有 1 只公羊,其中连续放牧 14 只、二区轮牧 14 只、四区轮牧 28 只、六区轮牧 42 只。放牧前连续放牧,二区、四区和六区轮牧试验羊平均体重分别为 (37.70±1.32)、(37.71±2.60)、(37.86±1.13)、(38.09±2.24) kg,羊只体重处理间差异不显著 ($P>0.05$)。

放牧的滩羊均在网围栏内放牧,采取相同的管理措施,并按当地农民的放牧习惯进行出牧和归牧,出牧前和归牧后在牧主家自由饮水。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 滩羊牧食习性 采用跟群全天观察法,每年在每个轮牧周期中期观测 1 d,3 年每个处理累计观测 9d。观测时,不同处理间同时进行观测,每个处理选定 1 只有代表性的滩羊,派专人全天跟踪观测,观测时间为从早晨进入围栏开始放牧到傍晚结束放牧离开围栏。记录统计滩羊 1 d 内的放牧总时间,以及游走站立(非食草行为时)、反刍卧息、其他行为(排泄,争斗,瘙痒,啃食异物等)时间,然后用差减法求出采食时间。

1.3.2 植物生长量 在各轮牧小区分别布置 5 个活动围笼 (1.5 m×1.5 m),每小区放牧前测定植物地上生物量,小区放牧后分别测定笼内外地上生物量,样方面积为 1 m×1 m,5 次重复。测定时分种齐地面刈割并将其装入纸袋,65 °C 烘至恒重,分种称其干重,统计地上生物量。

1.3.3 草群养分含量和滩羊摄入牧草养分 在每个

轮牧周期中期, 采用测定生物量的方法将样方中植物分种剪下, 65 °C烘至恒重后称重, 分种粉碎。然后按各植物在草群中的比例制成混合样品, 用于测定草群常规养分含量^[18-19]。同时, 根据测定草地采食量时获得的各种牧草实际被摄入量^[20], 配制放牧滩羊摄入牧草混合样品^[13], 进行常规分析, 获得滩羊实际摄入的营养状况。

1.3.4 滩羊体重和繁殖性能 每个处理选定 10 只母滩羊作为测定体重用羊。于每个轮牧周期结束的当天清晨测量滩羊的体重(空腹 12 h), 连续 2 次称重, 取其平均值。整个放牧期间统计羊只病死、流产情况以及空怀率, 产羔后统计羔羊初生重。

1.3.5 其他 主要调查当地农户的滩羊饲养情况, 并对滩羊舍饲时当地农户可能用到的饲料原料进行采样, 测定常规养分含量。

1.4 数据处理和分析

1.4.1 草地牧草采食率和采食量 采食率=(牧草采食量/植物净初级生长量)×100%, 植物净初级生长量是指放牧开始前地上生物量与放牧期间地上生长量之和。植物生长量和牧草采食量计算公式如下^[20]:

$$\text{植物生长量}=(f-c)+(c-f)\frac{\log d-\log f}{\log c-\log f}$$

$$\text{牧草采食量}=(c-f)\frac{\log d-\log f}{\log c-\log f}$$

上述各式中: c 为笼外植物地上生物量, 即时间为 0 (放牧前) 的生物量; d 为时间为 1 (放牧后) 的笼内植物地上生物量; f 为时间为 1 的笼外植物地

上生物量。

1.4.2 滩羊采食量 滩羊日采食量根据草地被采食掉的牧草量(草地采食量)、放牧天数及放牧羊只数量计算获得。

1.4.3 滩羊营养摄入量 滩羊营养摄入量根据摄入牧草养分含量测定值和滩羊采食量计算获得, 其中消化能和代谢能值参考前人在当地测定的相同饲草的数值^[21]。

1.4.4 其他数据分析 所有的数据用 Excel 录入、计算和制图, 用 DPS7.05 软件进行统计分析, 数据以平均值(±SD)表示, 均采用方差分析(ANOVA), 显著水平 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 不同轮牧方式下滩羊牧食习性

从表 1 可见, 在放牧总时间 590min 的情况下, 滩羊采食时间占据了主体, 比例达 64%以上。随轮牧分区的增加, 采食时间整体呈下降的趋势, 连续放牧和二区轮牧采食时间显著小于四区和六区轮牧 ($P<0.05$), 连续和二区之间、四区和六区之间差异不显著 ($P>0.05$)。轮牧区滩羊游走站立时间均小于连续放牧区, 表现为连续放牧>二区>四区>六区轮牧 ($P<0.05$)。滩羊反刍卧息时间以六区轮牧下最长, 连续放牧时间最短, 与游走站立时间变化正好相反 ($P<0.05$)。各处理下滩羊其他行为(排泄, 争斗, 瘙痒, 啃食异物等)时间所占比例极小, 时间长短受个体行为影响更大。

表 1 不同轮牧方式下滩羊牧食习性

Table 1 Tan sheep grazing habits at different rotational grazing patterns

轮牧方式 Rotational grazing patterns	放牧总时间 Total grazing time(min)	采食 Ingestion		游走站立 Wandering and standing		反刍卧息 Rumination and sleeping		其他行为 Other behaviors	
		时间 Time(min)	比例 Ration(%)	时间 Time(min)	比例 Ration(%)	时间 Time(min)	比例 Ration(%)	时间 Time(min)	比例 Ration(%)
CG	590.00	449.05±11.92a	76.11	73.02±5.25a	12.38	62.95±7.08d	10.67	4.98±0.91bc	0.84
TG	590.00	430.04±8.17a	72.89	61.32±7.11b	10.39	94.47±6.29c	16.01	4.17±0.56c	0.71
FG	590.00	391.51±9.04b	66.36	49.88±5.76c	8.45	142.95±7.46b	24.23	5.65±0.77b	0.96
SG	590.00	377.68±10.13b	64.01	38.52±4.22d	6.53	165.72±11.85a	28.09	8.09±1.05a	1.37

同列不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。下同

Different letters in the same list mean significant difference ($P < 0.05$). The same as below

2.2 不同轮牧方式下草地采食率和滩羊采食量

2.2.1 草地牧草采食量和采食率 不同轮牧方式下牧草采食量变化趋势各异(表 2)。第一轮牧周

期内, 连续放牧草地采食量最低 ($P<0.05$), 其他 3 种轮牧方式差异不显著; 第二轮牧周期内, 二区轮牧草地采食量最高 ($P<0.05$), 其他 3 种轮牧方

式差异不显著; 第三轮牧周期内, 六区轮牧草地采食量最高, 连续放牧草地采食量最低, 其他 2 种方式居中 ($P < 0.05$)。整个放牧期内, 四区轮牧与六区轮牧采食量无显著差异但均显著高于连续放牧和

二区轮牧, 连续放牧最低 ($P < 0.05$)。草地采食率方面, 各个轮牧周期和整个放牧期内, 草地采食率均呈现连续轮牧 > 二区轮牧 > 四区轮牧 > 六区轮牧的趋势, 与草地采食量变化相反。

表 2 不同轮牧方式对草地采食率及采食量的影响

Table 2 Effect of different rotational grazing patterns on feed intake and feed rate of Tan sheep

轮牧方式 Rotational grazing patterns	第一轮牧周期		第二轮牧周期		第三轮牧周期		放牧期间	
	The first rotational grazing period		The second rotational grazing period		The third rotational grazing period		During the entire grazing	
	采食量 Feed intake (g·m ⁻²)	采食率 Feed rate (%)	采食量 Feed intake (g·m ⁻²)	采食率 Feed rate (%)	采食量 Feed intake (g·m ⁻²)	采食率 Feed rate (%)	采食量 Feed intake (g·m ⁻²)	采食率 Feed rate (%)
CG	6.44±0.12b	43.63	7.60±0.67b	34.87	6.46±0.55c	38.68	20.50±0.62c	39.06
TG	7.07±0.47ab	38.70	8.00±0.50a	32.13	7.43±0.49b	34.19	22.50±0.59b	35.01
FG	7.97±0.22a	37.79	7.69±0.14b	30.19	7.83±0.18b	29.13	23.49±0.19a	32.37
SG	7.61±0.19a	31.29	7.86±0.28ab	28.76	8.27±0.53a	23.66	23.74±0.67a	27.90

2.2.2 滩羊采食量 由图 1 可知, 滩羊日采食量方面, 第一轮牧周期内连续放牧下最低, 其他 3 种轮牧方式差异不显著 ($P < 0.05$); 第二轮牧周期内各处理间滩羊日采食量无显著差异 ($P > 0.05$); 第三轮牧周期内, 六区轮牧滩羊采食量最高, 连续放牧采食量最

低, 其他两种方式居中 ($P < 0.05$)。整个放牧期间, 滩羊日采食量呈现六区轮牧 > 四区轮牧 > 二区轮牧 > 连续放牧的变化趋势, 但二区、四区和六区间差异不显著 ($P > 0.05$), 连续放牧和二区轮牧间差异不显著 ($P > 0.05$)。

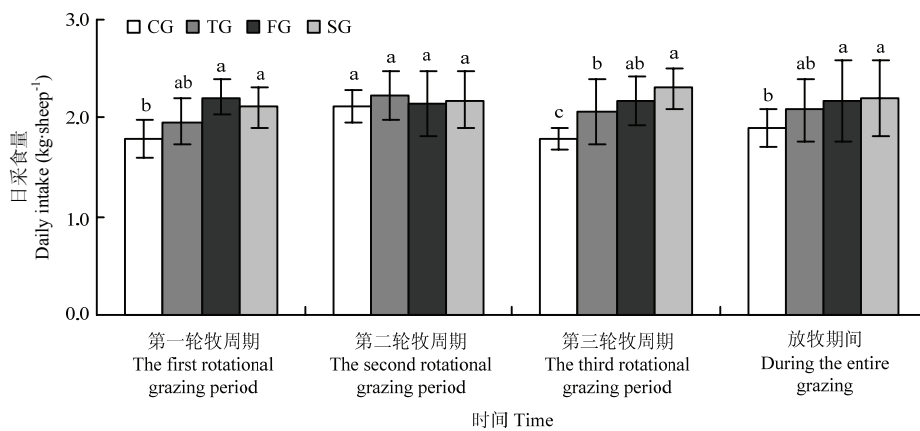


图 1 不同轮牧方式下滩羊日采食量

Fig. 1 Tan sheep feed intake per day at different rotational grazing patterns

2.3 不同轮牧方式下滩羊摄入牧草养分和滩羊营养摄入

2.3.1 滩羊摄入牧草养分和草群牧草养分 由表 3 可知, 各处理下, 滩羊摄入的牧草的粗蛋白、粗脂肪、磷的含量总体高于草群相应养分含量, 而粗纤维和钙低于草群养分含量, 粗灰分和无氮浸出物比

较接近, 这与滩羊的选择性采食有关。不同轮牧方式下, 连续放牧滩羊摄入的牧草粗蛋白含量最高 ($P < 0.05$), 六区和四区轮牧较低, 粗纤维则呈现相反趋势。摄入牧草中粗脂肪含量以二区轮牧最低 ($P < 0.05$), 其他处理间无显著差异, 粗灰分含量处理间基本一致。

2.3.2 不同轮牧方式下滩羊营养摄入 从表 4 可知, 不同轮牧方式下, 滩羊干物质、粗蛋白和磷的摄入量以及消化能和代谢能大小均为六区轮牧>四区轮牧>二区轮牧>连续放牧; 钙的摄入量以二区轮牧最高。与美国 NRC 绵羊饲养标准 (50 kg 体重) 相比, 各处理下放牧滩羊营养摄入量均超过了饲养标准, 不需要额外进行补饲。

2.4 不同轮牧方式下滩羊体重和繁殖性能

由表 5 可知, 放牧前滩羊体重无显著差异。每个轮牧周期结束时均表现为连续放牧区的滩羊体重最低

($P<0.05$), 二区、四区以及六区轮牧滩羊体重无显著差异 ($P>0.05$)。滩羊日增重方面 (图 2), 第一轮牧周期内滩羊增重最多, 第二轮牧周期羊只增重最低。不同轮牧方式下滩羊日增重在不同轮牧周期并不相同。第一轮牧周期中日增重以二区轮牧最高, 连续放牧最低; 第二轮牧周期以六区轮牧最高, 第三轮牧周期以四区和六区轮牧滩羊较高, 连续放牧和二区轮牧较低 ($P<0.05$)。整个放牧期间, 二区、四区和六区轮牧滩羊日增重高于连续放牧, 二区、四区和六区间差异不显著 ($P>0.05$)。

表 3 滩羊摄入牧草养分及草群牧草养分

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

营养成分 Nutrient content	CG		TG		FG		SG	
	摄入牧草 Forage intake	草群 Stand	摄入牧草 Forage intake	草群 Stand	摄入牧草 Forage intake	草群 Stand	摄入牧草 Forage intake	草群 Stand
粗蛋白质 Crude protein	10.59±0.22a	8.39±0.25c	10.08±0.27b	8.14±0.13d	9.94±0.09b	8.24±0.15cd	9.95±0.11b	8.12±0.21d
粗脂肪 Crude fat	3.70±0.03a	2.95±0.05d	3.49±0.04b	3.13±0.01c	3.69±0.10a	2.41±0.02e	3.75±0.07a	2.35±0.06e
粗纤维 Crude fiber	21.35±0.35d	24.94±0.52b	23.89±0.29c	25.37±0.21b	24.34±0.19bc	26.73±0.21a	25.86±0.16b	26.51±0.14a
粗灰分 Crude ash	7.29±0.23a	7.41±0.13a	7.02±0.07a	7.18±0.44a	7.43±0.37a	7.23±0.07a	6.80±0.17ab	6.68±0.19b
无氮浸出物 Nitrogen-free extract	48.49±0.44ab	50.06±0.53a	48.38±0.66ab	49.93±0.87a	47.50±0.49b	49.31±0.47a	48.50±0.22ab	50.21±0.50a
钙 Ca	0.33±0.07b	0.59±0.06a	0.37±0.03b	0.61±0.05a	0.34±0.06b	0.57±0.04a	0.32±0.04b	0.51±0.05a
磷 P	0.27±0.02b	0.25±0.01b	0.31±0.01a	0.26±0.08b	0.36±0.04a	0.11±0.05c	0.37±0.04a	0.12±0.06c

表 4 不同轮牧方式下滩羊营养摄入量

Table 4 Tan sheep nutrient intake at different rotational grazing patterns

轮牧方式 Rotational grazing patterns	干物质 Dry matter (kg)	消化能 Digestible energy (MJ)	代谢能 Metabolic energy (MJ)	粗蛋白 Crude protein (g)	钙 Ca (g)	磷 P (g)
CG	1.74	17.06	14.00	201.21	6.27	5.13
TG	1.93	17.07	14.01	209.66	7.70	6.45
FG	2.03	17.12	14.04	216.69	7.41	7.85
SG	2.09	17.19	14.10	218.90	7.04	8.14
NRC 标准 NRC feeding standard	1.50	16.32	13.40	159.00	5.20	3.10

表 5 不同轮牧方式下滩羊体重变化

Table 5 The changes of Tan sheep live weight at different rotational grazing ways (kg/sheep)

轮牧方式 Rotational grazing ways	放牧前 Before grazing	第一轮牧周期结束 At end of the first rotational grazing period	第二轮牧周期结束 At end of the second rotational grazing period	第三轮牧周期结束 At end of the third rotational grazing period
CG	37.70±1.32a	43.99±3.04b	47.83±2.04b	52.63±2.42b
TG	37.71±2.60a	45.41±1.17a	49.46±4.60a	54.45±2.16a
FG	37.86±1.13a	45.07±2.82a	48.96±3.92a	54.55±4.41a
SG	38.09±2.24a	45.24±1.70a	49.81±3.36a	55.24±3.96a

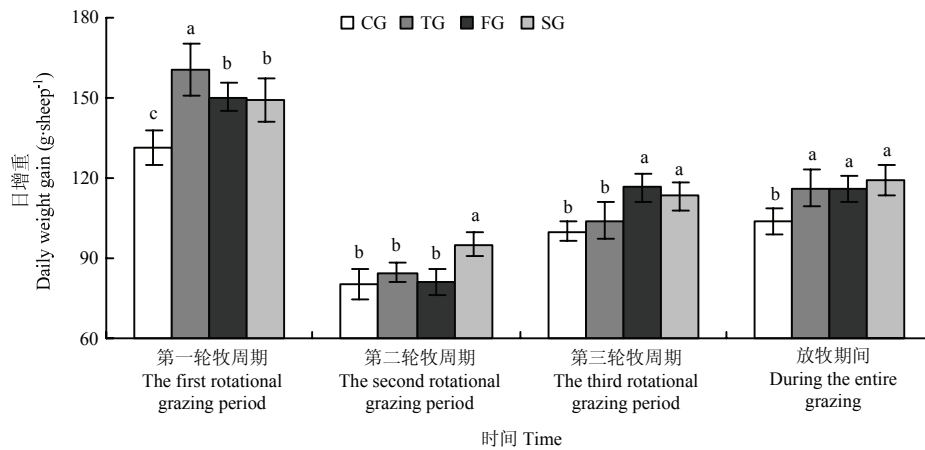


图 2 不同放牧方式下滩羊日增重

Fig. 2 Daily live weight gain of sheep at different rotational grazing patterns

滩羊繁殖性能方面。各处理下滩羊没有发生空怀和流、死产情况,产羔率均为 100%。羔羊平均初生重在 4.7—5.1 kg 之间,处理间差异不显著($P>0.05$)。此外,3 年试验期间,除第二年六区轮牧中一只试验羊被围栏铁丝意外勒死后又补充了试验羊外,其他羊只均无发病和死亡情况。

3 讨论

3.1 不同轮牧方式下滩羊牧食习性

家畜牧食行为是家畜对某种环境刺激的反应或家畜与它所在环境的相互作用而构成的某种生活方式的表现^[1]。牧食行为一般包括游走、采食、反刍、卧息等,对不同放牧管理制度的反应各异,具有较大的可塑性^[22]。不同轮牧方式下,连续放牧区牧草被不间断采食,再生量较低,家畜每口采食量减少,家畜对其所做出的反应是增加采食频率,当这种行为不能单独地补偿采食速率时,则家畜便会延长采食时间^[23]。各轮牧方式下载畜率虽然一致,但随轮牧分区的增加,某一时期内放牧滩羊牧食空间缩小,形成更高密度放牧,缩短了羊只牧食过程中游走和站立的时间。连续放牧情况下,家畜放牧空间增加,觅食时间增长,采食速度降低,采食时间变长^[24],这与本研究中滩羊采食、游走和站立时间表现为六区<四区<二区轮牧<连续放牧结果相似。反刍卧息与采食时间大小顺序相反,这是因为反刍卧息长短主要与家畜的饱腹感有关,采食时间短,说明家畜在一天内能够吃饱的次数更多,需要反刍的时间

也就更长。不同轮牧方式下滩羊采食和反刍卧息时间也体现了滩羊获取所需饲草的快慢。

3.2 不同轮牧方式下草地采食率和滩羊采食量

牧草采食量是衡量饲草适口性主要指标^[1]。家畜采食量直接反映从环境中获得营养物质的多少,是制定草地合理利用方式的基础^[25]。家畜的采食行为与牧草特性的相互作用共同决定家畜的采食量,而采食量是影响家畜生产性能的主要因素^[26],不同轮牧方式下牧草采食量随轮牧分区的增加呈上升趋势,采食率变化与牧草采食量变化相反。连续放牧小区在整个放牧期间植物没有休养生息机会,植物生长量降低,被采食掉牧草量下降。四区和六区轮牧下,牧草再生增加,适口性较好,被采食掉的量增加。同时,轮牧分区的增加使草地净初级生产力增加,采食率下降。因试验载畜率根据前期研究结果确定,各处理草地牧草能够满足放牧羊只采食需求^[6-7],因此滩羊日采食量在整个放牧期间六区、四区、二区轮牧差异不显著,连续放牧因牧草再生较弱采食量稍低。第二轮牧周期内各处理间滩羊采食量无显著差异,这可能与第二轮牧周期正处 7、8 月份,雨水充足,植被生长快,连续放牧小区牧草再生较其他放牧周期多有关。

本试验中,滩羊日采食量最低 1.9 kg,最高 2.2 kg,有的高于杨刚等采用模拟法测定的结果^[8,25],这与试验放牧强度适宜有关,也可能是围笼法测得的采食量有可能偏高于正常采食量所致^[13],这还有待于进一步研究。

3.3 不同轮牧方式下滩羊摄入牧草养分和滩羊营养摄入

滩羊摄入牧草的粗蛋白、粗脂肪和磷的含量高于草群,而粗纤维低于草群,说明滩羊具有选食蛋白质含量高,粗纤维含量低牧草的能力,与姚爱兴^[25]、杨静^[27]等的研究结论一致。本研究中,随轮牧分区增加,羊只摄入的牧草粗蛋白含量呈下降趋势,粗纤维含量呈上升趋势。这是因为连续放牧区与划区轮牧相比,家畜活动范围较大,选择性采食的余地大,可以实现对草群斑块、植物种类及不同成熟度牧草的选择,得到高质量牧草的机率高^[27-29]。轮牧方式下,家畜选择性采食的空间变小,其摄食营养低于连续放牧^[13]。

虽然减少轮牧分区家畜可摄食较高养分含量的牧草,但由于采食量的不同,致使滩羊最终的营养摄入量存在差异。从获得的总养分看,增加轮牧分区滩羊摄入干物质、粗蛋白和磷的数量增加,获得的消化能和代谢能也更高。各处理下滩羊营养摄入量均超出了美国 NRC 绵羊饲养标准,说明暖季滩羊放牧不需要补饲,这也与当地滩羊饲养习惯一致。充分利用暖季牧草生长活跃期的高营养获得较高的放牧收益是划区轮牧的目标之一,冷季北方草地划区轮牧没有意义^[30],同时考虑当地荒漠草原生态较为脆弱,建议当地暖季(5月中旬至10月上旬)实施划区轮牧,冷季(10月中旬至翌年5月中旬)进行禁牧舍饲。根据当地饲料资源情况和美国 NRC (1985)绵羊饲养标准(50 kg 体重),推荐滩羊冷季舍饲时每只每天平均饲喂 1.5 kg (干)日粮,日粮组成可为:苜蓿干草 22.60%,玉米秸 48%,小麦麸 10%,玉米籽实 18%,胡麻饼 1%,食盐 0.4%,这样既可以满足滩羊营养需求,又可充分利用当地饲料资源。

3.4 不同轮牧方式下滩羊体重和繁殖性能

从整个放牧期看,连续放牧下滩羊体重和日增重较低,二区、四区以及六区轮牧间无显著差异,这与连续放牧不利于牧草均匀利用、划区轮牧能提高草地牧草采食量和滩羊日采食量、进而提高家畜生产力有关^[13]。从不同轮牧周期来看,第一轮牧周期牧草幼嫩,养分含量高,羊只月龄小,体重日增长幅度最大;第二轮牧周期正处于气温最高时期,羊只增重减缓;第三轮牧周期气候变凉,牧草结实较多,增重上升,这

与赵青山等研究结果一致^[14]。各处理下滩羊的繁殖性能接近,说明在适宜载畜率水平下,轮牧方式对家畜繁殖性能影响不大。

4 结论

宁夏荒漠草原在适宜载畜率水平下,轮牧方式对滩羊牧食特征和生产性能产生了影响。相对于连续放牧,随轮牧分区增加,草地牧草采食率、滩羊采食时间和摄入的牧草粗蛋白含量下降,但草地采食量,滩羊日采食量及摄入的干物质、粗蛋白等营养物质总量增加。划区轮牧没有提高滩羊繁殖性能,但更有利于滩羊体重增加。若仅从滩羊牧食特性、生产性能和生产中放牧管理的便利性考虑,宁夏荒漠草原滩羊暖季放牧时可采取二区轮牧方式。

致谢:宁夏盐池县科技局农牧科学研究所彭文栋同志对试验提供了大力支持;宁夏大学草业 2011 级虎巧能、寇欢、张嘉玉、鲍浩、李雪健、褚海鹏、刘宝同学参与了野外测定,在此一并表示谢意!

References

- [1] 乌日娜. 内蒙古典型草原放牧绵羊牧食行为和采食量及消化率[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2010.
WURINA. Study on grazing behavior, herbage intake and digestibility of grazing sheep in the Inner Mongolian typical steppe[D]. Huhhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2010. (in Chinese)
- [2] 肖金玉, 蒲小鹏, 徐长林. 禁牧对退化草地恢复的作用. 草业科学, 2015, 32(1): 138-145.
XIAO J Y, PU X P, XU C L. Effects of grazing prohibition on restoration of degraded grassland. *Pratacultural Science*, 2015, 32(1):138-145. (in Chinese)
- [3] 俞鸿千. 不同轮牧方式对荒漠草原土壤理化性状和碳平衡的影响[D]. 银川:宁夏大学, 2014.
YU H Q. Effects of different grazing ways on soil physical and chemical preperities and carbon balance in steppe desert[D]. Yinchuan: Ningxia University, 2014. (in Chinese)
- [4] 阎宏, 马彦成, 杨凤宝, 崔保国. 放牧与舍饲对滩羊生产性能的影响. 家畜生态学报, 2005, 26(3): 33-36.
YAN H, MA Y C, YANG F C, CUI B G. Effect of grazing and feeding on sheep production performance. *Acta Ecologiae Animalis Domastici*, 2005, 26(3): 33-36. (in Chinese)

- [5] 崔磊, 杨芳, 李玉凤. 宁夏盐池滩羊产业发展现状及策略分析. 安徽农业科学, 2014, 42(16): 5261-5263.
CUI L, YANG F, LI Y F. Development Status and Strategy Analysis of Tan-sheep Industry in Yanchi County, Ningxia Province. *Journal of Anhui Agricultural Science*. 2014, 42(16): 5261-5263. (in Chinese)
- [6] 杨智明, 李建龙, 杜广明, 李国良, 刘香萍, 王宁. 宁夏滩羊放牧系统草地利用率及草畜平衡性研究. 草业学报, 2010, 19(1): 35-41.
YANG Z M, LI J L, DU G M, LI G L, LIU X P, WANG N. Study of livestock balance and grassland utilization of Tan sheep grazing systems in Ningxia. *Pratacultural Science*, 2010, 19(1):35-41. (in Chinese)
- [7] 杨智明, 王琴, 杨刚, 王宁. 滩羊不同放牧强度对盐池草地植被组成的影响. 草业科学, 2006, 23(8):68-72.
YANG Z M, WANG Q, YANG G, WANG N. Effect of different grazing intensity to Tan-sheep on grassland vegetation composition in Yanchi. *Pratacultural Science*, 2006, 23(8):68-72. (in Chinese)
- [8] 杨刚, 周学, 王思成. 不同放牧强度对绵羊生产性能的影响. 中国畜牧杂志, 2007, 43 (3):48-51.
YANG G,ZHOU X, WANG S C. Effects of different rotational grazing intensity on production performance of sheep. *Chinese Journal of Animal Science*, 2007, 43 (3):48-51. (in Chinese)
- [9] 李勤奋, 韩国栋, 敖特根, 卫志军. 划区轮牧中不同放牧利用时间对草地植被的影响. 生态学杂志, 2004, 23(2): 7-10.
LI Q F, HAN G D, AOTEGEN, WEI Z J. Effect of different grazing time on vegetation in different paddocks of the rotational grazing pasture. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(2): 7-10. (in Chinese)
- [10] JONES R J, JONES R M. Liveweight gain from rotationally and continuously grazed pastures of Narok setaria and Samford rhodesgrass fertilized with-nitrogen in southeast Queensland. *Tropical Grasslands*, 1989, 23(3): 135-142.
- [11] Sandford S. Management of pastoral development in the third world. *Population & Development Review*, 1983(2): 157-158.
- [12] Hoveland C S, McCann M A, Hill N S. Rotational vs continuous stocking of beef cows and calves on mixed endophte Free tall fescue bermudagrass pasture. *Journal of Production Agriculture*, 1997, 10(2): 245-250.
- [13] 韩国栋, 李勤奋, 卫智军, 敖特根. 家庭牧场尺度上放牧制度对绵羊摄食和体重的影响. 中国农业科学, 2004, 37(5): 744-750.
Han G D, Li K F, Wei Z J, Aotegen. Response of intake and liveweight of Sheep to grazing systems on a family ranch scale. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(5): 744-750. (in Chinese)
- [14] 赵青山, 赵艳清, 那仁巴图, 段俊杰. 不同放牧方式对人工草地牧草营养和绵羊体重的影响. 中国畜牧兽医文摘, 2012, 28(12): 70-71.
ZHAO Q S, ZHAO Y Q, NARENBATU, DUAN J J. Effects of different grazing systems on pasture nutrient in artificial grassland and nutrients digestibilities in sheep. *Chinese Animal Husbandry and Veterinary Abstracts*, 2012, 28(12): 70-71. (in Chinese)
- [15] BRISKE D D, SAYRE N F, HUNTSINGER L, FERNANDEZ-GIMENEZ M, BUDD B. Origin, persistence, and resolution of the rotational grazing debate: Integrating human dimensions into rangeland research. *Rangeland Ecology & Management*, 2011, 64(4):325-334.
- [16] 孙宗玖, 安沙舟, 李培英, 贾宏涛, 王卫. 放牧制度对伊犁山地草甸植被特征及新疆细毛羊体重的影响. 新疆农业大学学报, 2012, 35(1):47-52.
SUN Z J, AN S Z, LI P Y, JIA H T, WANG W. Influence of grazing system on vegetation characteristics and body weight of Xingjiang fine wool sheep in Yili mountain meadow. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 2012, 35(1): 47-52. (in Chinese)
- [17] 贾志海, 王培, 刘太勇. 不同放牧方式对草地和绵羊生产性能的影响. 中国草地, 1990, 12(3): 34-38+42.
JIA Z H, WANG P, LIU T Y. Effect of grazing on grassland and sheep production performance. *Grassland of China*, 1990, 12(3): 34-38+42. (in Chinese)
- [18] 史激光. 锡林郭勒天然草地营养成分评价. 草业科学, 2012, 29(12): 1941-1944.
SHI J G. Evaluation of grass nutrients in Xilin Gol Grassland. *Pratacultural Science*, 2012, 29(12): 1941-1944. (in Chinese)
- [19] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术. 第三版. 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 49-80.
ZHANG L Y. *Analysis of Feed and Feed Quality Control Technology*. Third Edition. Beijing: China Agriculture University Press, 2007: 49-80. (in Chinese)
- [20] 马红彬, 谢应忠. 不同放牧强度下荒漠草原植物的补偿性生长. 中国农业科学, 2008, 41(11): 3645-3650.
MA H B, XIE Y Z. Plant compensatory growth under different grazing intensities in desert steppe. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(11): 3645-3650. (in Chinese)
- [21] 李克昌, 郭思加. 宁夏主要饲用及有毒有害植物. 银川: 黄河出版传媒集团出版, 2012: 16-330.

- LI K C, GUO S J. *Main Feeding and Poisonous Plants in Ningxia*. Yinchuan: Yellow Media Group Publish, 2012: 16-330. (in Chinese)
- [22] 汪诗平. 放牧生态系统管理. 北京: 科学出版社, 2003: 137-152.
- WANG S P. *Grazing Ecosystem Management*. Beijing: Science Press, 2003: 137-152. (in Chinese)
- [23] PENNING P D, PARSONS A J, ORR R J, TREACHER T T. Intake and behavior responses of sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Science*, 1991, (46): 15-28.
- [24] 郭强, 殷国梅, 赵和平, 薛艳林, 魏红, 高海滨. 放牧绵羊牧食行为及采食量研究. 中国草地学报, 2011, 33(4): 95-110.
- GUO Q, YIN G M, ZHAO H P, XIE Y L, WEI H, GAO H B. Study of sheep grazing behavior and intake on grazing. *Chinese Journal of Grassland*, 2011, 33(4): 95-110. (in Chinese)
- [25] 姚爱兴, 王宁, 姚文明. 滩羊放牧行为及营养生态的研究. 家畜生态, 1994, 15(2): 9-13.
- YAO A X, WANG N, YAO W M. Study of Tan sheep grazing behavior and nutrition ecology. *Journal of Domestic Animal Ecology*, 1994, 15(2): 9-13. (in Chinese)
- [26] 龙瑞军, 董世魁, 王元素, 郭钦瑞, Jpagella. 反刍动物采食量的概念与研究方法. 草业学报, 2003, 12(5): 8-17.
- LONG R J, DONG S K, WANG Y S, GUO Z R, JPAGELLA. Concepts and methods of ruminant feed intake. *Acta Pratacultural Science*, 2003, 12(5): 8-17. (in Chinese)
- [27] 杨静, 李勤奋, 杨尚明, 张昊. 两种放牧制度下的牧草营养价值及绵羊对营养的摄食. 内蒙古畜牧学, 2001, 22(6): 8-10.
- YANG J, LI Q F, YANG S M, ZHANG H. The forage nutritional value and sheep feeding nutritional under twokinds of grazing systems. *Inner Mongolian Journal of Animal Sciences and Production*, 2001, 22(6): 8-10. (in Chinese)
- [28] 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(1):29-34.
- [29] 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.
- [30] 周道玮, 钟荣珍, 孙海霞, 迎新, 房义. 草地划区轮牧饲养原则及设计. 草业学报, 2015, 24(2): 176-184.
- ZHOU D W, ZHONG R Z, SUN H X, YIN X, FANG Y. Principles for design of rotational grazing systems. *Acta Pratacultural Sinica*, 2015, 24(2):176-184. (in Chinese)

(责任编辑 林鉴非)