

不同放牧率对内蒙古细毛羊生长和繁殖性能的影响

汪诗平, 王艳芬, 陈佐忠

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要: 通过对同一群内蒙古细毛羊(母羊)连续5年(1994-1998)中不同放牧率对其生长及繁殖性能影响的研究表明, 母羊的体重随其年龄、放牧率大小和生长季节的变化而有显著变化, 且年份-月份、放牧率-月份间存在显著性交互($P < 0.05$), 但年份-放牧率间及三者之间不存在交互关系($P > 0.05$)。暖季放牧期间母羊平均个体增重-放牧率呈二次曲线关系: $y = 9.1713 + 1.7016SR - 0.3929SR^2$ ($r^2 = 0.792$, $P < 0.001$); 而羔羊平均个体增重随放牧率增大而线性下降: $y = 19.082 - 1.3755SR$ ($r^2 = 0.784$, $P < 0.001$), 但随当年10月5日母羊体重的增加而线性增大: $y = -0.2411 + 0.312BW$ ($r^2 = 0.346$, $P = 0.006$)。高放牧率降低了母羊的产羔率、初生重和羔羊的成活率。公顷总增重(母羊+羔羊)与放牧率的关系为: $y = -16.193 + 98.812SR - 11.552SR^2$ ($r^2 = 0.987$, $P < 0.01$)。无论是从总增重的构成还是从收入构成看, 羔羊的繁殖成活率及其生长性能才是从事以母羊生产为主的企业或牧民提高经济效益的关键所在。结合以往有关放牧率对植被影响的研究结果, 认为冷蒿小禾草原暖季放牧期间适宜的放牧率不应超过个体最大增重时的放牧率, 即2.0只羊·ha⁻¹, 这样, 既有利于退化草原的恢复, 又使牧民有较大的经济收入, 因而有利于“围封转移”战略的顺利实施。

关键词: 放牧率; 内蒙古细毛羊; 生长和繁殖性能; 经济分析

5826 A

Influence of Stocking Rate on Reproduction and Performance of Inner Mongolia Fine Wool Sheep in Inner Mongolia Steppe

WANG Shi-ping, WANG Yan-fen, CHEN Zuo-zhong

(Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

Abstract: The experiment was conducted at the Inner Mongolia Grassland Ecosystem Research Station which followed the wether grazing experiment from 1990 to 1993. The grazing experiment was started on May 20 and ended on October 5 each year and used the same herd ewe under different stocking rates (1.33, 2.67, 4.00, 5.33 and 6.67 sheep·ha⁻¹) of rotational grazing system from 1994 to 1998. The vegetation was *Artemisia frigida* + short grass community in 1989. There were three 1-ha-fenced plots each stocking rate and grazing period was 15 or 16 days each time and then rested one month for each plot. The herd ewe of Inner Mongolia fine wool was 15 months in 1994. There was no supplement feeding during warm grazing seasons, but supplement was made from January to April each year based on local feeding system. The average ewe weight was affected significantly by its age, growing season and stocking rate, and interactions between year and growing season and between stocking rate and growing season. The relationships between average ewe gain and lamb gain and stocking rate during warm grazing seasons can be expressed as: $y = 9.1713 + 1.7016SR - 0.3929SR^2$ ($r^2 = 0.792$, $P < 0.001$) and $y = 19.082 - 1.3755SR$ ($r^2 = 0.784$, $P < 0.001$). The relationship was a positive correlation between average lamb gain and the ewe body weight on October 5 at the same year, the regression equation was $y = -0.2411 + 0.312BW$ ($r^2 = 0.346$, $P = 0.006$). The heavy stocking rate significantly decreased reproduction rate of ewes, birth weight and survival rate of lambs. The regression equation between total gain of ewe and lamb per hectare and stocking rate was $y = -16.193 + 98.812SR - 11.552SR^2$ ($r^2 = 0.987$, $P < 0.01$). Therefore,

收稿日期: 2002-11-05

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KSCX2-SW-107)

作者简介: 汪诗平(1964-), 男, 安徽桐城人, 研究员, 博士, 主要从事草原生态和草地畜牧业可持续发展的研究。Tel/ Fax: 010-62599058; E-mail: wangship@yaho.com

lamb performance was the key factor for farming to increase economic efficiency because lamb gain and income were approximately 40% of total gain and income per hectare. In combination with the result of influence of stocking rate on vegetation in previous experiment, the optimal stocking rate was no more than 2 sheep per ha during warm seasons for *Artemisia frigida* + short grass community in Inner Mongolia steppe.

Key words: Stocking rate; Inner Mongolia fine wool ewe; Reproduction rate and lamb performance; Economic analysis

我国北方草地是北方干旱、半干旱地区重要的可更新资源,是畜牧业经济的支柱,又是北方和京津地区重要的绿色屏障。然而近年来草原的退化日益严重,表现在草原生态环境的恶化和草场资源的降级,而过牧是引起草原退化的首要原因。草原退化,必然使草原生产力下降,饲草供不应求,牲畜食不饱腹,处于半饥饿状态,体质衰弱,影响畜产品生产;孕畜营养不能保证,致使仔畜先天不足,后天营养不良,生长受阻,发育不正常,畜体变小;同时,更加重了家畜品种退化,质量下降,影响畜产品的数量和质量,从而使所谓的“四低一高”(母畜比例低、繁殖成活率低、出栏率低、商品率低和死亡率高)成为草原退化牧区比较普遍现象^[1]。以 20 世纪科尔沁退化草原草地畜牧业生产为例,牛的平均出肉量从 50 年代的每只牛 125 kg 降到 70 年代的 75 kg;羊的平均出肉量从 50 年代的每只羊 15 kg,降到 70 年代的 9 kg,在 20 年内每只牛出肉量平均减少了 50 kg,每只羊减少 6 kg^[2]。放牧率轻的处理,暖季期间平均每只羊增重 20 kg 左右,而过牧条件下只有 9 kg 左右,两者相差 1 倍以上^[3]。

内蒙古草原生态系统定位研究站自 1979 年建站以来,研究者从不同的学科研究了放牧制度对植被、土壤理化性质、土壤动物、土壤微生物、蝗虫和啮齿动物等的影响^[4]。汪诗平等^[3,5-25]曾对放牧率对内蒙古细毛羊(羯羊)的牧食行为、体增重、营养需要及植被的影响等进行过较为系统的研究,并对适宜放牧率进行了探讨。但这些研究均以羯羊为研究对象,而在内蒙古牧区,随着畜群结构的调整和牧民商品意识的提高,羯羊在羊群中的比例越来越少。因而,非常有必要研究放牧率对母羊的生产性能及繁殖性能的影响,在此基础上,为目前“围封转移”战略的实施提供理论依据。

1 材料与方法

该试验是在中国科学院内蒙古草原生态系统定位研究站进行的,放牧试验样地于 1989 年建成,草场植被是冷蒿小禾草草原,1990~1993 年用羯羊进

行试验,有关放牧试验设计和放牧绵羊的管理参考文献^[3,18]。该试验是继 1990~1993 年的羯羊放牧试验之后,于 1994 年开始用内蒙古细毛羊母羊(15 月龄)进行的轮牧试验,初始平均体重为 27.7 ± 1.8 kg,放牧率为 1.33、2.67、4.00、5.33 和 6.67 只羊·ha⁻¹。每种放牧率处理设置 3 个 1 ha 的样地,每年的始牧期为 5 月 20 日,终牧期为 10 月 5 日,10 月 5 日以后,所有羊群进行统一管理,自由放牧,并于每年的 10 月中旬放入种公羊进行 2 周的本交。整个试验期为 5 年(1994~1998),5 年中试验羊均为同一群羊,如若试验羊因故死亡,则称其体重,从预备同龄母羊群中选择相似的母羊进行补充。试验期间,每隔 15 d,清晨空腹称重(包括母羊和羔羊),早晚各补盐饮水 1 次(自由采食),白天送水 2 次。白天放牧,夜晚归牧,不补饲。10 月 5 日至次年的 5 月 5 日每间隔 1 个月称重 1 次。每年冬季 1 月至 3 月中旬产羔期间,按当地习惯进行统一补饲。产羔时将母羊置于暖棚中,记录羊羔的性别、初生重及编号等。羔羊于每年的 8 月 20 日左右与母羊隔离,归大群自由放牧,并于 10 月 5 日统一称重。

产羔率(%) = (经产母羊正常分娩的羔羊数/正常的经产母羊数) × 100%

羔羊成活率(%) = (断奶成活羔羊数/初生活羔羊数) × 100%^[26]。

1994~1998 年及近 18 年生长季降雨量及其分布见图 1。

数据用 SPSS(1998)统计软件进行多重比较和回归分析。

2 结果与分析

2.1 放牧率对绵羊体重变化的影响

从图 2 可以看出,根据绵羊(母羊)体重的变化曲线,总体上可以分为 2 组,即 1.33~4.00 只羊·ha⁻¹和 5.33、6.67 只羊·ha⁻¹,每组内各放牧率间绵羊体重的差异很少达到显著水平($P > 0.05$),而组间,特别是 1.33、2.67 只羊·ha⁻¹与 5.33、6.67 只羊·ha⁻¹的差异多数情况下都达到显著($P < 0.05$)或极

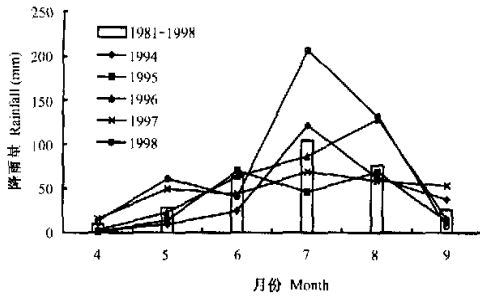


图 1 不同年份(1994 ~ 1998)和 18 年(1981 ~ 1998)生长季每月降雨量及其分布

Fig.1 The rainfall from 1994 to 1998 and average rainfall from 1981 to 1998 and their distribution during growing seasons

显著水平 ($P < 0.01$)。但不同年份间差异有所变化,如在 1994 年(图 2a),所有放牧率下的绵羊体重基本上呈直线增长,然而,自一开始(6 月 5 日)这 2 组的体重差异就达到显著水平,且随生长季节的后移,该差异有扩大的趋势,到 10 月 5 日试验结束时,1.33 和 2.67 只羊·ha⁻¹放牧率的绵羊个体平均增重是 6.67 只羊·ha⁻¹的 2 倍以上,甚至 5.33 与 6.67 只羊·ha⁻¹放牧率的绵羊个体增重达到极显著差异(表 2);其它年份除 1996 年和 1997 年的早期以外(图 2c、d),绵羊生长曲线的变化也基本上保持这种趋势,但绵羊生长速度明显下降,甚至在 1998 年 6.67 只羊·ha⁻¹放牧率的绵羊暖季放牧期间的个体增重为负值,即每只羊减重 3.2 kg(表 1)。在 1996 年,放牧

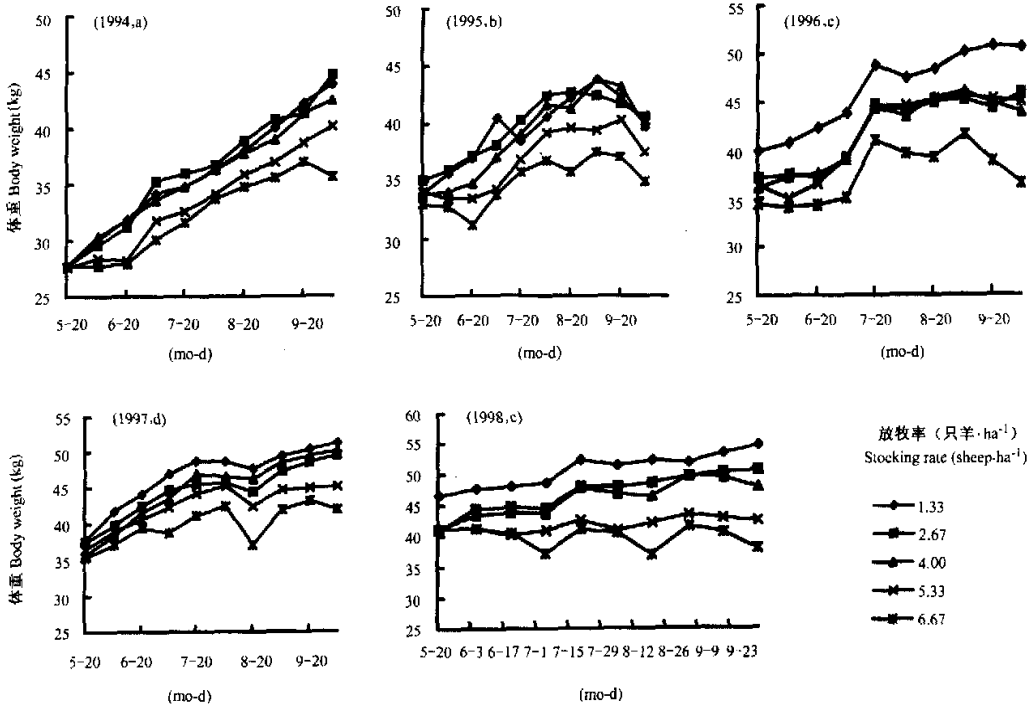


图 2 1994 ~ 1998 年不同放牧率下放牧绵羊暖季体重动态变化

Fig.2 The dynamics of body weight of grazing sheep (ewes) under different stocking rates during warm seasons from 1994 to 1998

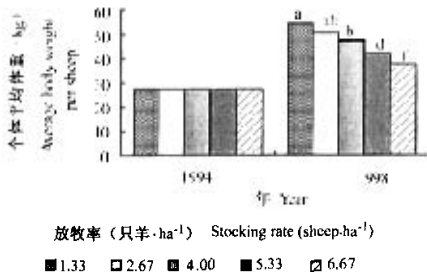
表 1 年度、放牧率和月份及其互作对绵羊体重的影响

Table 1 Influence of year, stocking rate and month and their interaction on body weight of ewes

项目 Item	P 值 P value	项目 Item	P 值 P value
年 Year	< 0.001	年 × 月份 Year × Month	0.001
放牧率 Stocking rate (SR)	0.029	放牧率 × 月份 SR × Month	0.019
月份 Month	< 0.001	年 × 放牧率 × 月份 Year × SR × Month	0.129
年 × 放牧率 Year × SR	0.133		

率 2.67~4.00 只羊·ha⁻¹ 的绵羊体重自始至终都没有显著性差异,但在 6 月 20 日至 7 月 29 日及 9 月 5 日至 10 月 5 日期间,1.33 只羊·ha⁻¹ 的绵羊体重显著大于其它放牧率绵羊的体重;更有甚者,从一开始 5.33 只羊·ha⁻¹ 的绵羊体重就显著高于 6.67 只羊·ha⁻¹ 的绵羊;1997 年自 7 月 20 日以后也存在类似的现象。经过 5 年暖季连续不同放牧率的放牧,到 1998 年 10 月 5 日止,各放牧率下绵羊的体重有显著或极显著的差异(图 3)。

表 1 表明,绵羊体重随年度、放牧率和月份的变



有相同字母表示没有显著差异 ($P > 0.05$), 相邻字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 相间字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)
There was no significant ($P > 0.05$) with the same letter in the column. Different letters mean significant different at 0.05 and 0.01 probability level

图 3 1994~1998 年不同放牧率下绵羊体重的变化

Fig.3 The change of ewe body weight from 1994 to 1998 under different stocking rates

表 2 不同放牧率下不同年度的绵羊暖季放牧期间个体增重¹⁾(kg)

Table 2 The average body gain per sheep of different years during warm grazing seasons under different stocking rates

放牧率 (sheep·ha ⁻¹) Stocking rate	1994	1995	1996	1997	1998
1.33	16.2 ± 3.3ab	6.0 ± 3.3a	10.8 ± 5.4a	13.5 ± 3.6a	8.1 ± 4.3a
2.67	17.0 ± 3.0a	5.5 ± 0.1a	8.7 ± 2.8a	12.1 ± 3.1a	9.7 ± 2.6a
4.00	14.8 ± 3.5ab	5.9 ± 3.7a	7.9 ± 3.0a	14.5 ± 4.3a	6.6 ± 3.0a
5.33	12.6 ± 2.7c	3.5 ± 3.7bc	8.8 ± 3.0a	8.7 ± 2.9c	1.3 ± 5.6c
6.67	8.0 ± 2.4e	1.8 ± 4.0c	2.1 ± 3.1c	6.6 ± 2.4c	-3.2 ± 3.8e

¹⁾ 有相同字母表示没有显著性差异 ($P > 0.05$), 相邻字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 相间字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下同
There was no significant ($P > 0.05$) with the same letter in the column. Different letters mean significant difference at 0.05 and 0.01 probability level. The same as below

化有显著或极显著的变化,即上述任何一个单独因素都对绵羊体重有显著影响;而且年度-月份、放牧率-月份间存在互作影响,但年度-放牧率、年度-放牧率及月份间的互作影响不显著。暖季放牧期间母羊的体重-年龄、放牧天数-放牧率间的回归方程为: $W = 30.548 + 2.734Y^{**} + 0.0699GD^{**} - 1.105SR^{**}$ ($r^2 = 0.814, P < 0.001$), 这里, W: 体重(kg); Y: 年龄; GD: 放牧天数; SR: 放牧率。与羯羊体重变化相类似,影响体重大小最大的仍为年龄,而在年龄相同时,对放牧率的影响比放牧季节的影响大。

2.2 放牧率对绵羊体增重的影响

总体上,所有放牧年份暖季放牧期间母羊个体增重随放牧率增大而下降,其回归方程为: $y = 9.1713 + 1.7016SR - 0.3929SR^2$ ($r^2 = 0.792, P < 0.001$), 这里, y: 个体增重, SR: 放牧率。平均最大个体增重时的放牧率为 2.17 只羊·ha⁻¹, 即小于该放牧率时绵羊个体增重也不再增大或增加很小,达到理论上的“平台期”。但不同年份间的差异较大 ($P = 0.001$), 其中以 1994 年个体平均增重最大, 1997 年次之, 其余 3 年相当。同时还发现,个体增重年际间的变化有随放牧率的增大而增大的趋势,如放牧率 1.33~4.00 只羊·ha⁻¹ 的绵羊个体最大平均增重是最小个体增重的 2~3 倍,而 5.33 和 6.67 只羊·ha⁻¹ 的绵羊个体最大平均增重是最小个体增重的 10 倍或更大(表 2)。但放牧率和年度间不存在对个体增重的互作影响 ($P > 0.05$)。

2.3 放牧率对母羊产羔率和羔羊成活率的影响

总体上,产羔率与放牧率呈显著负相关,而与前一年度 10 月 5 日时的母羊个体体重呈显著正相关,其回归方程分别为: $y = 104.305 - 0.4046SR$ ($r^2 = 0.319, P = 0.028$) 和 $y = -97.611 + 3.7758BW$ ($r^2 =$

$0.383, P = 0.014$), 这里, y: 产羔率; SR: 放牧率; BW: 前一年 10 月 5 日时的母羊体重。而成活率与它们的关系不显著 ($P > 0.05$)。除放牧率 1.33 只羊·ha⁻¹ 外,其它放牧率下产羔率均以 1997 年的最低,1998 年最高(表 3)。

表 3 1994~1998 年不同放牧率对母羊产羔率和成活率的影响 (%)

Table 3 Influence of stocking rate on reproduction rate of ewes from 1994 to 1998

放牧率 (sheep·ha ⁻¹) Stocking rate	母羊数 Ewe number	1994~1995		1995~1996		1996~1997		1997~1998	
		产羔率 Lamb rate	成活率 Reproduction rate	产羔率 Lamb rate	成活率 Reproduction rate	产羔率 Lamb rate	成活率 Reproduction rate	产羔率 Lamb rate	成活率 Reproduction rate
1.33	4	75.0	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2.67	8	62.5	100	62.5	100.0	50.0	100.0	100.0	87.5
4.00	12	41.7	100	58.3	71.4	33.3	100.0	100.0	83.3
5.33	16	50.0	87.5	37.5	100.0	18.7	100.0	100.0	81.2
6.67	20	35.0	85.7	35.0	71.4	20.0	100.0	85.0	88.2

2.4 放牧率对羔羊初生重和体增重的影响

除了放牧率 1.33 与 6.67 只羊·ha⁻¹间羔羊初生重差异显著外,其它放牧率间羔羊初生重差异均不显著(表 4)。虽然羔羊初生重与放牧率间的关系未达到显著水平($P > 0.05$),但与前一年 10 月 5 日母羊的体重呈极显著正相关,其回归方程为: $y = -1.0525 + 0.0914BW$ ($r^2 = 0.466$, $P = 0.001$),这里, y : 羔羊初生重; BW : 10 月 5 日母羊体重。

羔羊在暖季放牧期间个体平均增重随放牧率的

增大而线性下降,其回归方程为: $y = 19.0820 - 1.3755SR$ ($r^2 = 0.784$, $P < 0.001$),这里, y : 羔羊个体平均增重; SR : 放牧率。但各放牧率间的差异随母羊年龄的增大而有所缩小的趋势(表 5)。羔羊个体平均增重与当年母羊 10 月 5 日时的体重呈正相关,其回归方程为: $y = -0.2411 + 0.312BW$ ($r^2 = 0.346$, $P = 0.006$),这里, y : 羔羊个体平均增重; BW : 当年母羊 10 月 5 日时的体重。

表 4 1995~1998 年不同放牧率对羔羊初生重的影响(kg)

Table 4 Influence of stocking rate on birthday weight of lambs in different years from 1995 to 1998

放牧率 (sheep·ha ⁻¹) Stocking rate	1995	1996	1997	1998
1.33	2.5 ± 0.2a	2.9 ± 0.3a	2.9 ± 0.3a	4.2 ± 0.4a
2.67	2.5 ± 0.2a	2.5 ± 0.3b	2.8 ± 0.2ab	3.9 ± 0.7ab
4.00	2.3 ± 0.2ab	2.4 ± 0.2b	2.6 ± 0.1ab	4.1 ± 0.5ab
5.33	2.3 ± 0.1ab	2.4 ± 0.2b	2.5 ± 0.2b	3.9 ± 0.3ab
6.67	2.2 ± 0.1b	2.5 ± 0.2b	2.5 ± 0.3b	3.6 ± 0.3b

表 5 1995~1998 年放牧期间不同放牧率对羔羊个体增重的影响(kg)

Table 5 Influence of stocking rates on average gain per lamb during warm grazing seasons from 1995 to 1998

放牧率 (sheep·ha ⁻¹) Stocking rate	1995	1996	1997	1998
1.33	19.2 ± 2.9a	17.8 ± 2.1a	16.6 ± 1.4a	15.7 ± 2.9ab
2.67	13.1 ± 4.1bc	15.3 ± 3.6ab	14.4 ± 2.3ab	17.5 ± 2.3a
4.00	12.4 ± 3.2c	14.7 ± 2.4ab	14.4 ± 3.3ab	15.4 ± 2.4ab
5.33	12.6 ± 2.6c	10.5 ± 1.6c	11.0 ± 2.3bc	10.6 ± 2.4c
6.67	10.0 ± 1.9c	8.9 ± 2.1c	9.0 ± 3.3c	12.5 ± 4.2c

2.5 放牧率对公顷总增重的影响

公顷总增重指暖季放牧期间母羊和羔羊公顷增重之和,其与放牧率之间的关系为二次方程: $y = -5.4972 + 32.985SR - 3.8562SR^2$ ($r^2 = 0.987$, $P < 0.001$),最大公顷总增重时的放牧率为 4.23 只羊·ha⁻¹。但从公顷总增重的构成来看,不同年份不同放牧率间有所不同,对于放牧率为 1.33 只羊·ha⁻¹而言,每年总增重的 60%左右来源于羔羊,2.67 和 4.00 只羊·ha⁻¹除 1997 年外,公顷总增重也主要来源于羔羊,但对重放牧率而言(5.33 和 6.67 只羊·

ha⁻¹),1995 年公顷羔羊增重占总增重的 60%左右,但在 1996 和 1997 年,却只有 30%~50%和 20%左右,而在 1998 年,则基本上完全来源于羔羊(表 6)。由于放牧率不仅影响羔羊的个体增重,而且影响母羊的个体增重和产羔数,而羔羊的个体体重又与母羊体重有关,所以导致公顷羔羊总增重与放牧率的关系复杂,不存在线性或二次方关系($P > 0.05$),但母羊公顷总增重与放牧率间存在显著性二次方关系,其回归方程为: $y = -13.804 + 24.359SR - 2.6284SR^2$ ($r^2 = 0.323$, $P = 0.036$),这里, y : 母羊公

表 6 1994~1998 年不同放牧率对暖季放牧期间公顷增重的影响(kg)

Table 6 Influence of stocking rate on total body gain per hectare during warm grazing seasons from 1994 to 1998

放牧率 (sheep·ha ⁻¹) Stocking rate	1994	1995			1996			1997			1998		
	母羊 Ewe	母羊 Ewe	羔羊 Lamb	总增重 Total	母羊 Ewe	羔羊 Lamb	总增重 Total	母羊 Ewe	羔羊 Lamb	总增重 Total	母羊 Ewe	羔羊 Lamb	总增重 Total
1.33	21.6	8.0	19.2	27.2	14.4	23.7	38.1	18.0	22.1	40.1	10.8	20.9	31.7
2.67	45.3	14.7	21.8	36.5	23.2	25.5	48.7	32.3	19.2	51.5	25.9	35.0	60.9
4.00	59.2	23.6	20.7	44.3	31.6	24.5	56.1	58.0	19.2	77.2	26.4	51.3	77.7
5.33	67.2	18.7	25.2	43.9	39.6	21.0	60.6	46.4	11.0	57.4	6.9	45.9	52.8
6.67	53.3	12.0	20.0	32.0	13.4	14.8	28.2	44.0	12.0	56.0	-21.2	62.5	41.3

公顷总增重;SR:放牧率。

2.6 经济分析

对于母羊而言,其主要的支出是本身的成本费、每年的放牧税和医药费,还有放牧费和冬季补饲费等,而主要收入则来源于羔羊、羊毛和最终被淘汰的母羊。本试验选用 1994 年(15 月龄)的母羊作为试验羊,到 1998 年共经历 5 个夏季 4 个冬季,因此根

据当地一些商品的价格进行经济收支平衡分析。买入的母羊价格为 6.0 元·kg⁻¹,羊羔 6.0 元·kg⁻¹,淘汰的母羊 5.0 元·kg⁻¹,羊毛 8.0 元·kg⁻¹,平均每只羊产净毛 2.5 kg,每年放牧税每只羊 20 元,放牧费每只羊 12 元,医药费每只羊 15 元,冬饲费每只羊 50 元,据此对不同放牧率的收支状况进行估算,其结果见表 7。

表 7 5 年内不同放牧率下公顷经济收支总状况比较¹⁾(Yuan)

Table 7 The economic balance per hectare under different stocking rates from 1994 to 1998

放牧率 (sheep·ha ⁻¹) Stocking rate	支出 Output				收入 Income			总收支平衡 Balance	每年每羊收支 Balance per year and ewe	
	母羊 Ewes of 15 months	税费 Tax and other fees	补饲费 Supple- fees	总支出 Total ment	母羊 Ewes of 5.3 Years	羊毛 Wool	羔羊 Lambs			总收入 Total
1.33	664.8	800	940	2 404.8	1 092	400	2 419.2	3 909.2	1 504.4	75.22
2.67	1 329.6	1 600	1 880	4 809.6	2 024	800	2 941.8	5 765.8	956.2	23.91
4.00	1 994.4	2 400	2 820	7 214.4	2 868	1 200	3 177.0	7 245.0	30.6	0.51
5.33	2 649.6	3 200	3 760	9 609.6	3 392	1 600	3 435.6	8 427.6	-1 182.0	-14.78
6.67	3 324.0	4 000	4 700	12 024	3 790	2 000	3 238.8	9 028.8	-2 995.2	-29.95

¹⁾ 支出部分:15 月龄的母羊为买入成本;税费:包括放牧税、放牧费和医药费。收入部分:5.3 岁母羊为淘汰卖出的收入

Output: the cost of buying ewes of 15 months; Tax and other fees; grazing taxes, shepherd fees and medical fees. Income: the money for sale ewes of 5.3 years old

由于饲养母羊的成本随放牧率的增大而线性增大($y = 4.5715 + 1801.98SR$, $P < 0.001$),而收入却随放牧率的增大呈二次曲线上升($y = 1608.56 + 1866.33SR - 112.41SR^2$, $P < 0.001$),两曲线的交点即总收入为零,此时的放牧率为 4.1 只羊·ha⁻¹。这也可以从每年每羊净收入与放牧率间的关系($y = 125.95 - 44.618SR + 3.2509SR^2$, $P = 0.011$)得到证实。

另外,通过对支出和收入的构成分析发现,在各项支出中,冬季补饲费占总支出费用的 40% 左右;而总收入中,羔羊的收入占 30%~60%,其比例随放牧率的增大而降低。母羊本身在 5 年内因体重的增加而增值的数量很小,也随放牧率的增加而降低。所以,要提高母羊群的饲养效益,关键在于提高羔羊的繁殖成活率。

3 讨论

暖季放牧期间母羊体重随放牧率的变化趋势与

羯羊随放牧率的变化趋势基本相同^[3],但除 1994 年以外,其它各年母羊的个体增重均小于羯羊,这是因为母羊的体重增长不仅与气候条件和牧草状况有关外,还与羔羊的数量及其生长有关。试验发现,各放牧率下羔羊暖季放牧期间个体平均增重比相同放牧率下的羯羊个体平均增重均低 2 kg 左右,说明羔羊并没有充分发挥其生长潜力,尤其是高放牧率的处理^[26]。但无论哪个放牧率,羔羊的体重均随放牧季节的后移而线性增加,只是增长的速率不同(图 4)。羔羊的生长模式和增重速率受许多因素的影响,其中主要包括品种、母羊配种时的体重、怀孕期间尤其是怀孕后期及哺乳期间的营养状况、环境条件等^[26],而在本试验中,主要影响因素是由不同放牧率而导致的不同草场状况(牧草种类和生物量及营养价值)的变化^[6,11,12,20,22]及母身体重的变化(图 2,表 2),继而影响了羔羊的初生重(表 4 和图 4)及其以后的哺乳能力。尽管放牧率 1.33 只羊·ha⁻¹的羔

羊初生重显著大于 6.67 只羊 \cdot ha^{-1} 的羔羊初生重,但到每年的 5 月 20 日开始放牧试验时,其体重很少有显著性的差异,主要是因为从出生(3月底4月初)到 5 月 20 日之间,虽然这两个放牧率间母羊的体重仍有显著性差异,但差异比放牧试验结束时的

差异要小(数据未发表);同时,在哺乳初期,母羊会调整营养物质分配尽量满足羔羊的哺乳需要。但母羊的体重明显的影响羔羊的生长,如 1998 年 5 月 20 日时的羔羊体重达 $10 \sim 13$ kg,而其它 3 年分别只有 $5 \sim 8$ 、 $6 \sim 8$ 和 $8 \sim 10$ kg(图 4)。

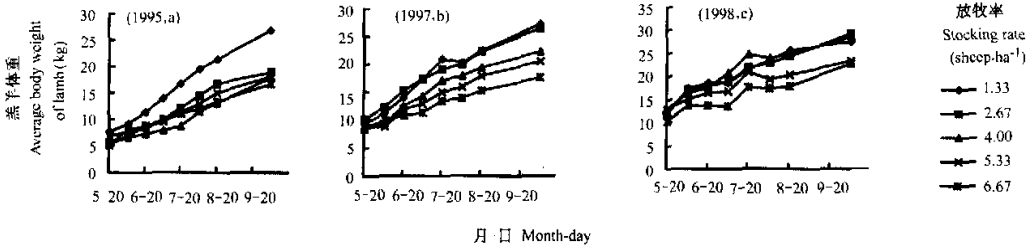


图 4 不同年份不同放牧率下羔羊暖季放牧期间体重的变化(1996 年动态数据丢失)

Fig. 4 The dynamics of average body weight of lambs during warm grazing seasons in 1995, 1997 and 1998 (The data was lost in 1996)

从笔者的研究看,无论是公顷增重(表 6)还是公顷经济收入(表 7),羔羊都占据了 40% 左右的比例,这说明要提高以饲养母羊为主牧民的经济效益,就必须提高母羊的产羔率和羔羊的成活率。高放牧率不仅显著降低了母羊的体增重(表 2),更主要的是显著降低了母羊的产羔率和羔羊的成活率(表 3)。

汪诗平等^[16,17,24]曾对冷蒿小禾草原适宜放牧率及其可持续发展的生物经济原则等问题进行了探讨,得出最大地上净生产力时的放牧率是较适宜的指标。因为该类型的草原实际上是该地区羊草原或大针茅草原在重度放牧率下的退化类型,因此,其适宜的放牧率应该是有利于该草原类型的恢复演替。结合目前所实施的“围封转移”的生态治理策略,该放牧率的适宜指标仍具有很大的现实意义。从本试验的结果看,公顷最大增重时的放牧率约为 4 只羊 \cdot ha^{-1} ,而此时的净利润为零(表 7),显然,作为一个以赚取最大利润为目的企业或牧民而言,该放牧率是无法接受的,更何况它使草原有更进一步退化的趋势^[11]。而对应于最大个体增重时的放牧率(2 只羊 \cdot ha^{-1}),此时在冷蒿小禾草原退化草原连续放牧 10 年(从 1990 年开始)后,草场已得到明显的改善,禾草的比例和植物多样性进一步增加^[11,22]。因而可以认为该放牧率是较适宜的,因为在此放牧率下,羊草或大针茅草原就不会退化到冷蒿草原群落;同时,牧民还有较大的经济收益。这可以较好地解决草原利用和保护的关系,只有这样,才能提高牧

民参与草原生态建设的积极性。而当草原退化到冷蒿-星毛委陵菜或星毛委陵菜群落阶段时(放牧率大于 2 只羊 \cdot ha^{-1}),则必须实行“围封转移”,因为此时无经济驱动力或经济驱动力很小,又严重破坏了草原生态环境。由此可见,“围封转移”合情合理,牧民容易接受。

4 结论

高放牧率显著降低了暖季放牧期间母羊和羔羊的个体增重,继而降低了母羊的产羔率、羔羊的初生重及羔羊的成活率。高放牧率既没有产生高公顷增重,更没有带来大的经济效益,相反,由于高放牧率和高成本,使净利润为零甚至入不敷出,不宜提倡。结合以往的植被研究结果和目前所实施的“围封转移”策略,笔者认为冷蒿小禾草原在暖季适宜的放牧率不应超过 2 只羊 \cdot ha^{-1} ,这样既有利于退化草场的恢复,又能兼顾牧民的近期利益。

References

- [1] 陈佐忠,汪诗平. 中国典型草原生态系统. 北京: 科学出版社, 2000.
Chen Z Z, Wang S P. *Typical Steppe Ecosystem in China*. Beijing: Science Press. 2000. (in Chinese)
- [2] 孙金铸,陈山. 内蒙古生态环境预警与整治对策. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994.
Sun J Z, Chen S. *Forecasting and Control of Inner Mongolia Steppe Ecology and Environment*. Huhhot: Inner Mongolia People Press. 1994. (in Chinese)
- [3] 汪诗平. 内蒙古典型草原放牧绵羊体增重与放牧率之间的关

- 系. 草业学报, 2000, 9(2): 10-16.
- Wang S P. The relationship between stocking rate and sheep gain. *Acta Prataculture Sinica*, 2000, 9(2): 10-16. (in Chinese)
- [4] 内蒙古草原生态系统定位研究站编. 草原生态系统研究, 第1-5集. 北京: 科学出版社, 1985, 1988, 1992, 1997.
- Inner Mongolia Grassland Ecosystem Research Station. *Research on Grassland Ecosystem*. Vol. 1-5. Beijing: Science Press, 1985, 1988, 1992, 1997. (in Chinese)
- [5] 汪诗平, 李永宏. 放牧率和放牧时期对绵羊排粪量、采食量和干物质消化率的影响. 动物营养学报, 1997, 9(1): 47-54.
- Wang S P, Li Y H. The influence of different stocking rates and grazing seasons on grazing sheep intake and DM digestibility. *Acta Zoonutrimenta Sinica*, 1997, 9(1): 47-54. (in Chinese)
- [6] 汪诗平, 李永宏. 不同放牧率和放牧时期绵羊粪便中化学成分的变化及与所食牧草各成分间的关系. 动物营养学报, 1997, 9(2): 49-56.
- Wang S P, Li Y H. The influence of different stocking rates and grazing seasons on feces composition and relevance to diet composition. *Acta Zoonutrimenta Sinica*, 1997, 9(2): 49-56. (in Chinese)
- [7] 汪诗平. 不同放牧率对绵羊牧食行为的影响. 草业学报, 1997, 6(1): 10-17.
- Wang S P. The influence of different stocking rates on ingestion behaviors of grazing sheep. *Acta Prataculture Sinica*, 1997, 6(1): 10-17. (in Chinese)
- [8] 汪诗平, 李永宏. 不同放牧时期对绵羊牧食行为的影响. 草业学报, 1997, 6(2): 7-13.
- Wang S P, Li Y H. The influence of different grazing seasons on ingestion behaviors of grazing sheep. *Acta Prataculture Sinica*, 1997, 6(2): 7-13. (in Chinese)
- [9] 汪诗平, 李永宏. 放牧绵羊白天主要牧食行为参数之间的关系和变化. 草业学报, 1997, 6(3): 8-14.
- Wang S P, Li Y H. The relationship among parameters of ingestion behavior. *Acta Prataculture Sinica*, 1997, 6(3): 8-14. (in Chinese)
- [10] 汪诗平, 李永宏. 牧食行为参数与草场状况的关系. 草业学报, 1997, 6(4): 31-38.
- Wang S P, Li Y H. The relationships between parameters of ingestion behavior and grassland conditions. *Acta Prataculture Sinica*, 1997, 6(4): 31-38. (in Chinese)
- [11] 汪诗平, 李永宏, 王艳芬, 韩苑鸿. 不同放牧率对内蒙古冷蒿草原演替规律的影响. 草地学报, 1998, 6(4): 299-305.
- Wang S P, Li Y H, Wang Y F, Han Y H. The succession of *Artemisia frigida* rangeland and multivariate analysis under different stocking rates in Inner Mongolia. *Acta Agrestia Sinica*, 1998, 6(4): 299-305. (in Chinese)
- [12] 汪诗平, 王艳芬, 李永宏. 不同放牧率对牧草再生性能与地上净初级生产力的影响. 草地学报, 1998, 6(4): 275-281.
- Wang S P, Wang Y F, Li Y H. The influence of different stocking rates on herbage regrowth and aboveground net primary productivity. *Acta Agrestia Sinica*, 1998, 6(4): 275-281. (in Chinese)
- [13] 汪诗平, 李永宏, 王艳芬. 放牧绵羊牧食路线与草场资源空间异质性之间的关系. 生态学报, 1999, 19(3): 431-434.
- Wang S P, Li Y H, Wang Y F. The relationships between foraging behaviors and heterogeneity of herbage resources. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(3): 431-434. (in Chinese)
- [14] 汪诗平, 李永宏. 内蒙古典型草业退化机理的研究. 应用生态学报, 1999, 10(4): 437-441.
- Wang S P, Li Y H. The study of degradational mechanism of natural grassland. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(4): 437-441. (in Chinese)
- [15] 汪诗平. 放牧制度对绵羊羊毛生产的影响. 草业学报, 1999, 8(3): 22-30.
- Wang S P. Influence of grazing systems on wool production. *Acta Prataculture Sinica*, 1999, 8(3): 22-30. (in Chinese)
- [16] 汪诗平, 陈佐忠, 王艳芬, 李永宏. 内蒙古典型草原适宜放牧率的研究. I. 以绵羊体重和经济效益为管理目标. 草地学报, 1999, 7(3): 183-191.
- Wang S P, Chen Z Z, Wang Y F, Li Y H. The study of optimal stocking rate in Inner Mongolia steppe: I. Based on grazing sheep gain and economical benefits. *Acta Agrestia Sinica*, 1999, 7(3): 183-191. (in Chinese)
- [17] 汪诗平, 陈佐忠, 王艳芬, 李永宏. 内蒙古典型草原适宜放牧率的研究. II. 以牧草地上现存量和地上净初级生产力为管理目标. 草地学报, 1999, 7(3): 192-197.
- Wang S P, Chen Z Z, Wang Y F, Li Y H. The study of optimal stocking rate in Inner Mongolia steppe: II. Based on primary net productivity. *Acta Agrestia Sinica*, 1999, 7(3): 192-197. (in Chinese)
- [18] 李永宏, 陈佐忠, 汪诗平. 草原放牧系统持续管理试验研究: 试验设计及放牧率对草-畜系统影响分析. 草地学报, 1999, 7(3): 173-182.
- Li Y H, Chen Z Z, Wang S P. The design of grazing experiments and sustainable management. *Acta Agrestia Sinica*, 1999, 7(3): 173-182. (in Chinese)
- [19] 王艳芬, 汪诗平. 不同放牧率对内蒙古冷蒿草原地下生物量的影响. 草地学报, 1999, 7(3): 198-203.
- Wang Y F, Wang S P. The influence of different stocking rates on belowground biomass of *Artemisia frigida* community. *Acta Agrestia Sinica*, 1999, 7(3): 198-203. (in Chinese)
- [20] 王艳芬, 汪诗平. 不同放牧率对内蒙古典型草原草地上现存量和净初级生产力的影响. 草业学报, 1999, 8(1): 15-20.
- Wang Y F, Wang S P. The influence of different stocking rates on aboveground biomass and herbage quality of *Artemisia frigida* community. *Acta Prataculture Sinica*, 1999, 8(1): 15-20. (in Chinese)
- [21] 汪诗平. 不同放牧季节内蒙古细毛羊食性变化及其与草原植物多样性间的关系. 生态学报, 2000, 20(6): 951-957.
- Wang S P. The dietary composition of fine wool sheep and plant diversity in Inner Mongolia steppe. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(6): 951-957. (in Chinese)
- [22] 汪诗平, 李永宏, 王艳芬, 陈佐忠. 不同放牧率对内蒙古冷蒿小禾草草原植物多样性的影响及其机理的研究. 植物学报, 2001, 43(1): 89-96.
- Wang S P, Li Y H, Wang Y F, Chen Z Z. Influence of different stocking rates on plant diversity of *Artemisia frigida* community in In-

- ner Mongolia steppe. *Acta Botanica Sinica*, 2001, 43 (1): 89 - 96. (in Chinese)
- [23] 汪诗平. 不同放牧率下内蒙古细毛羊食性变化及其与草原植物多样性间的关系. *生态学报*, 2001, 21(2): 237 - 243.
Wang S P. The relationship between dietary diversity and range plant diversity of *Artemisia frigida* community under different stocking rates. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(2): 237 - 243. (in Chinese)
- [24] 汪诗平, 王艳芬, 陈佐忠. 内蒙古典型草原草地畜牧业可持续发展的生物经济原则的研究. *生态学报*. 2001, 21(4): 617 - 623.
Wang S P, Wang Y F, Chen Z Z. The study of biological and economical principles on sustainable developemnt of grassland-livestock in Inner Mongolia steppe. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(4): 617 - 623. (in Chinese)
- [25] 汪诗平. 影响内蒙古细毛羊毛生产的主要因素. *草业学报*, 2001, 10(2): 78 - 86.
Wang S P. The effect of nutrition and environment factors on fine wool production of Inner Mongolia fine wool sheep. *Acta Prataculture Sinica*, 2001, 10(2): 78 - 86. (in Chinese)
- [26] 山西农业大学. 养羊学(第二版). 北京: 农业出版社, 1993.
Shanxi Agricultural University. *Sheep and Goat Science (Sec.)*. Beijing: Agricultural Press, 1993. (in Chinese)

(责任编辑 林崧非)