

内蒙古草地畜牧业可持续发展的生物经济原则研究

汪诗平, 王艳芬, 陈佐忠

(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室, 北京 100093)

摘要: 草地畜牧业可持续发展的三大生物经济原则为草场不退化原则、最大生物学效率原则和风险-利润权衡原则:

(1) 草场不退化原则。在冷蒿小禾草退化草原上, 暖季期间 1.33~2.67 羊/hm² 的放牧率下可使其发生恢复演替, 禾草的比例增大, 植物多样性指数和均匀度指数均有所提高, 从而达到利用式改良的目的; 相反, 若继续重牧或过牧, 放牧绵羊喜食的植物种类将进一步减少, 植物多样性指数也有所降低。最终将趋同于星毛委陵菜退化草原群落, 且星毛委陵菜可能是草场沙化荒漠化的最后多年生植物屏障。(2) 最大牧草利用效率原则。放牧绵羊的种群生产, 羯头应当年羔育肥出栏, 其牧草利用效率不仅提高了 4.6 倍, 且肉用性能可提高 2.5 倍。同时, 应尽量控制羯羊越冬的数量, 提高畜群中母羊的比例。(3) 风险—利润权衡原则。根据牧草和放牧家畜对气候变化的响应及经济利润的变化, 发现放牧率 4.00 羊/hm² 的处理利润最高(1993 年价格)。虽然 5.33 羊/hm² 的公顷增重最大, 但风险也大, 且利润较低。

故在综合考虑以上 3 个原则的基础上, 可以通过提高生物学利用效率, 即使降低放牧率也不会太大的影响牧民的利益, 同时又减轻了生产风险, 保护了生态环境, 只有这样, 才得以使草地畜牧持续发展。

关键词: 内蒙古草原; 草地畜牧业; 可持续发展; 生物经济原则

The biological-economical principle on sustainable development of grassland livestock in Inner Mongolia Steppe

WANG Shi-Ping, WANG Yan-Fen, CHEN Zuo-Zhong (Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, CAS, Beijing 100093, China)

Abstract: With a study of plant community succession on 5 stocking rates, herbage utilizational efficiency and risk-benefit balance, it is suggested the sustainable development should follow: (1) no degradational principle of rangeland, (2) the maximum herbage utilizational efficiency, (3) the risk-benefit balance. When stocking rate was no more than 2.67 sheep/hm², the proportion of grasses and plant biodiversity index and evenness were increased based on *Artemisia frigida* and short-grass rangeland. The herbage utilizational efficiency of lamb and total liveweight gain were increased by 4.6 and 2.5 times in comparison with 4.5 year old adult wether. The average liveweight gain per hectare was maximum in the stocking rate of 5.33 sheep/hm², but its benefit per hectare was less than that of the stocking of 4.00 sheep/hm² and risk was larger under 6.0 RMB/kg of buying and selling price in 1993.

Overall, the grassland livestock can only develop sustainably based on no degradation of rangeland. And farmer can have more income and lower risk through increase herbage utilizational efficiency and improving management.

Key words: Inner Mongolia Steppe; grassland livestock; biological-economical principle; sustainable development

基金项目: 中国科学院“九五”特别支持(KT95T-04)和重大基金(49790020)、国家“九五”攻关(96-016-01-01)资助项目

收稿日期: 1999-02-05; 修订日期: 1999-08-10

作者简介: 汪诗平(1964—), 男, 安徽桐城人, 博士, 研究员。主要从事放牧生态、草原管理、放牧家畜营养、动-植物间关系及草地畜牧业可持续发展的研究。

文章编号:1000-0933(2001)04-0617-07 中图分类号:S181 文献标识码:A

自从《我们共同的未来》这一重要报告发表之后,基本上阐明了“可持续发展”的定义,即可持续发展是在满足当代人需要的同时,又不损害子孙后代满足其自身需要的能力。尤其是 1992 年“联合国环境与发展大会”后,可持续发展在全球范围内得到了广泛和深入的研究,并取得了许多重要成果。尽管如此,可持续发展的理论还很不完善,与社会经济发展的迫切需要仍有很大的距离。事实上,可持续发展研究的很多理论和方法问题都尚未解决,尤其是可持续发展的度量或评价问题,正如联合国可持续发展委员会第二次会议指出的那样,目前急需建立起可持续发展的评价指标,它直接关系到可持续发展能否实现,是可持续发展研究的关键问题之一,也是可持续发展的热点和难点之一^[1,2]。

可持续发展在不同的国家、不同地区,甚至不同的学科,其定义均有所不同,不同之处只是有不同的侧重点,有侧重社会经济的、侧重生态环境的、侧重于科学技术方面的,还有侧重于人与自然、社会-经济-自然复合生态系统的^[3]。由于可持续发展研究的复杂性和多重性,本研究仅就草地畜牧业生产赖以生存发展的两大生物要素草原牧草和放牧家畜在不同经营制度下的生物学反应及其相互作用,探讨内蒙古草原草地畜牧业可持续发展的生物经济原则。

1 材料和方法

1.1 以内蒙古细毛羊在 5 种放牧率(1.33, 2.67, 4.00, 5.33 和 6.67 羊/hm²)下的轮牧试验为基础,从 1990 年到 1997 年,每年 5 月 20~10 月 5 日(植物生长季),间隔 15d 或 16d 用齐地面刈割的方法每个小区做 4~5 个 1m² 的样方,对各轮牧小区进行笼内外分种测产,同时,测量各植物的高度、分盖度和总盖度及密度。

1.2 绵羊体重的度量 从 1990~1993 年,每年从 5 月 20 日~10 月 5 日,间隔 15d 或 16d 清晨空腹称所有参试羊的体重;同时,于 1993 年 10 月,对 200 只内蒙古细毛羊按年龄组分组,每组随机选 10 只羊称重;并按 1993 年的价格进行经济效益分析。

1.3 植物多样性指数、均匀度指数和物种重要值的计算 分别采用 Shannon 多样性指数 $H = -\sum P_i \times \ln P_i$ 及其相应的均匀度指数 $E = H/\ln S$ 来计算。物种重要值 = [相对生物量(%) + (盖度 × 高度)的相对值]/2^[4]。

1.4 累积分布频率的计算 不同放牧率下某一年份的公顷增重或净利润占所有年份的相对比例,按从小到大的顺序,逐渐累加而得。

2 结果与分析

2.1 草场不退化原则

2.1.1 不同放牧率下草原群落特征的变化 表 1 是不同放牧率下主要植物的重要值。从表 1 可以看出,经过 8a 的放牧,不同放牧率植物群落特征发生了明显地变化。克氏针茅(*Stipa krylovii*)和羊草(*Leymus chinese*)的重要值随放牧率增大而很快降低,冰草(*Agropyron cristatum*)和冷蒿(*Artemisia frigida*)也以轻牧时为大;随着放牧率的增大,冷蒿让位于更加适牧的植物星毛委陵菜(*Potentilla acculis*)和寸草苔(*Carex duriuscula*),这主要与不同植物在不同牧压下的繁殖特性有关^[5]。同时,随放牧率增加,其它杂类草的重要性有较大提高,如过牧下刺穗藜(*Chenopodium aristatum*)、优毛山莓草(*Sibbaldia adpressa*)等比例所有增加,甚至在过牧下 1 年生植物狗尾草(*Setaria viridis*)开始呈斑状分布。小丛生禾草糙隐子草(*Cleistogenes squarrosa*)在中牧条件下重要值最高。

2.1.2 不同放牧率草原植物多样性和均匀度的变化 不同放牧率下群落的均匀度和多样性见表 2。从表 2 可以看出,植物多样性指数并不是在处理 4.00 只/hm² 时最大(本试验的中等放牧率),而是以轻牧时(处理 1.33 只/hm²)为最大,并随着放牧率的增加而下降。这是因为,在以往的多数研究中,大都是以顶极植被类型做为参照类型,依此进行放牧梯度对植物多样性影响的研究^[6],从而得出中度干扰时植物多样性和均匀度最大的结果。

而在本研究所放牧样地的起始状态(1990)实际上为冷蒿小禾草群落类型的草场,这类草场是羊草草原或针茅草原长期重牧下形成的相对稳定的退化状态^[7~9]。当牧压解除或减轻时(如本研究的处理 1.33 羊

/hm²),退化群落出现恢复演替,因而此时的轻牧相当于李永宏^[6]研究的中度放牧,而本试验所设置的中重度放牧,相当于李永宏^[6]研究的重牧或过度放牧。因而,从这个意义上说,所得出的结果又是一致的,只是本试验在李永宏^[4,6,7]研究的基础上,进一步探讨了冷蒿退化草原在不同牧压下的演替趋势。

表 1 不同放牧率下主要植物的重要值(1997)

放牧率 Stocking rate(sheep/hm ²)	1. 33	2. 67	4. 00	5. 33	6. 67
羊草 <i>Leymus chinense</i>	9. 95	6. 06	4. 72	—	—
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	10. 58	7. 08	3. 65	3. 21	2. 64
糙隐子草 <i>Cleistogenes squarrosa</i>	5. 65	17. 25	24. 28	15. 22	11. 21
早熟禾 <i>Poa</i> spp.	1. 55	1. 30	1. 75	—	—
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	17. 30	—	—	—	—
寸草苔 <i>Carex duriuscula</i>	3. 82	5. 85	9. 61	1. 77	10. 48
冷蒿 <i>Artemisia frigida</i>	29. 17	43. 54	11. 00	7. 41	10. 62
星毛委陵菜 <i>Potentilla acaulis</i>	8. 42	7. 48	27. 32	64. 72	54. 19
木地肤 <i>Kochia prostrata</i>	5. 55	7. 62	5. 47	4. 70	3. 19
菊叶委陵菜 <i>Potentilla tapacetifolia</i>	3. 03	—	0. 40	0. 92	—
双齿葱 <i>Allium bidentatum</i>	0. 64	2. 10	—	—	—
变蒿 <i>Artemisia commutata</i>	0. 27	—	—	0. 20	—
刺穗黎 <i>Chenopodium aristatum</i>	—	0. 19	—	1. 47	6. 21
优毛山霉草 <i>Sibbaldia adpressa</i>	—	0. 06	0. 08	—	0. 83
乳白花黄芪 <i>Astragalus galactites</i>	—	—	0. 81	0. 38	—

表 2 不同放牧率下植物多样性和均匀度的变化

Table 2 The plant diversities and evenness in Inner Mongolia Steppe under different stocking rates					
放牧率 Stocking rate(sheep/hm ²)	1. 33	2. 67	4. 00	5. 33	6. 67
物种数 Total number of plant species	19	20	17	19	18
多样性指数 Diversity index	2. 01	1. 75	1. 77	1. 23	1. 52
均匀度 Evenness	0. 68	0. 58	0. 62	0. 42	0. 53

在经过 了 8a 的放牧后,冷蒿退化草原已明显地演替为 3 种类型。第 1 类为处理 1. 33 羊/hm² 和 2. 67 羊/hm² 的草场,克氏针茅、冰草、羊草等禾草的比例明显增加,尤其是处理 1. 33 羊/hm²,禾草的成分比处理 2. 67 羊/hm² 的更高,在 1990 年的基础上,有较明显的“改良”效果,即冷蒿退化群落有恢复演替的趋势;而处理 2. 67 羊/hm² 则基本上保持了 1990 年“原有”的群落特征。第 2 类为处理 4. 00 羊/hm²,这类草原群落中冷蒿的重要性有所下降,而更耐牧的星毛委陵菜成为优势植物,从而构成了星毛委陵菜、冷蒿和糙隐子草的退化草原群落,与 1990 年相比,有更进一步退化的趋势;第 3 类为处理 5. 33 羊/hm² 和 6. 67 羊/hm²,由于继续受过牧的影响,这两种处理的草场明显地已退化为星毛委陵菜退化草场,寸草苔也占较大的比例。这些现象表明,羊草草原和大针茅草原在持续的重牧条件下所演替形成的相对稳定的冷蒿退化草原,如果减轻牧压,则可以发生恢复演替;相反,若继续重牧或过牧,则冷蒿退化草原将趋同于星毛委陵菜退化草原,其群落结构更简单,优良牧草更低,草场生产力进一步下降,植物多样性降低,群落稳定性较差,并面临荒漠化和沙化的危险。相反,如果放牧率不超过 2. 67 羊/hm²,则典型草原群落将不会退化到冷蒿草原群落。因而,也就可以保持相对较好的草原状况。

2. 2 最大牧草利用效率原则

2. 2. 1 0. 5~5. 5 周岁羯羊和母羊体重的年际变化 从图 1 可以看出,绵羊的体重变化随着年龄的增长而呈“锯齿状”上升,但随着年龄的增长,各暖季放牧期间绵羊的绝对增重越来越小;相反,冷季时绵羊的绝对掉膘量却随年龄的增大而增大。当年羔冬天失重小,甚至有所增重,主要与冬天补饲有关,除了补饲干草外,每天还补饲 0. 25kg 左右的精料(燕麦、荞麦、玉米等)。当年羔在第一个暖季净增重 22. 75kg,而以后各

年龄段如 1.5、2.5、3.5 和 4.5 周岁的羯羊每年绝对净增重分别只有 19.66kg、7.09kg、2.60kg 和 2.71kg,即每年暖季绝对净增重量随着年龄的增长而迅速减小,体重逐渐处于相对稳定状态。若以 4.5 周岁的体重作为 100%计的话,则 0.5、1.5、2.5 和 3.5 周岁时的体重分别为 49.60%,78.93%,90.08%,94.17%,即 2.5 周岁时体重就基本上接近最大值了。0~4.5 周岁的羯羊,在经过了 5 个暖季后,累计绝对增重 87.32kg,每个暖季增重 17.46kg;但到 4.5 周岁时,实际每只净增重 54.81kg,两者相差 32.51kg,相差值为 4 个冷季的累计掉膘量,每个冷季掉膘 8.13kg,即暖季增重的 1/2 左右在冷季又损失掉了;在这里,这种累计掉膘量还未考虑补饲和死亡等因素在内,事实上,若冬季不补饲再加上死亡羊只,冷季绵羊掉膘量会更高,达 50%以上。母羊的体重变化规律与羯羊类似,但由于母羊的生理机能和经营的目标与羯羊有较大的差异,即母羊除获取羊毛等畜产品外,肉用性能是次要的,主要是以繁殖、扩大畜群和更新畜群结构为目的的。因此,尽管 3.5 周岁时其体重已接近成年最大体重,为 6.5 周岁体重的 97.18%,但就其繁殖成活率而言,一般以 4~6 岁为高,尤其是 5 岁以后双羔率有所增加,故对繁殖母羊而言,要综合考虑其经济效益和饲养年限。另外,5 月 10 日的体重,除掉 1 岁母羊外,其余绵羊体重均为已产羔后的体重,所以母羊冷季掉膘的幅度实际不是太大或比羯羊小得多。这种现象一则是因为母羊补饲时间较早较长,补饲的草料较多,平均每只母羊补饲 60d 左右,每天补饲 1.0kg 干草,0.25kg 精料(燕麦、荞麦或玉米等);二则妊娠母羊有妊娠代谢反应,即妊娠期间饲料的转化效率较非妊娠母羊和羯羊高之故。

2.2.2 经济分析 表 3 是依据图 1 上的数据,按 1993 年的价格,活重 5.00 元/kg,污毛价 10.00 元/kg、草场管理费 19.00 元/a·羊,放牧工资 8.40 元/a·羊计算的,其中当年羔冬季补饲费用按 100kg 干草×0.10 元/kg+25kg 料×1.00 元/kg=35.00 元计。

从表 3 可以看出,以当年羔净收入最多,近 1.5 周岁羊的 1.5 倍,2.5 周岁的 2 倍,3.5 和 4.5 周岁羊的 4 倍,即随着年龄的增长净收入成倍的下降;实际上 1.5 周岁以后,均未考虑冬天补饲的费用,若遇上大雪灾之年(如 1992 年)或干旱年份,冬天仍需要进行补饲,这时支出部分将增加,同时增重也将会减少,收入随之减少,因而净收入则所剩无几;若再加上疾病流行等不可测因素,死亡率上升,则有可能入不敷出,所以就羯羊而言,应提倡当年羔育肥,当年出栏,或至多不超过 1.5 周岁为宜。若结合早期断奶强度育肥等先进技术,当年羔出栏的经济效益会更好的^[10~13]。据他们的试验结果表明,如果将用于冬季补饲的草料用于暖季进行强度育肥,成本不会增加或增加很少,但增重效果显著;同时还可以剪 1kg 左右的毛^[14]。

另外,从牧草的利用效率看,若按平均每天采食 2.0kg DM/羊计算(当年羔虽然可能吃不了 2.0kg DM/羊·d,但它因吃奶有可能增大了母羊的采食量,故为了方便起见,也假定为 2.0kg DM/羊·d),则依据图 1 各年龄段的增重情况,可以得出 0.5、1.5、2.5、3.5 和 4.5 周岁的羯羊肉:料比分别依次为,1:13,1:261:37,1:49 和 1:60,即就当年羔而言,13kg 干草就可以增加 1.0kg 肉(毛重),而 4.5 周岁的绵羊要累计消耗 60kg 干草才能净增加 1.0kg 肉(毛重),两者相比,前者比后者的牧草利用效率高 3.6 倍。也就是说,若将羯羊养到 4.5 周岁时才出栏,实际上可相当于能饲养 5 只当年羔;因当年羔体重近 4.5 周岁羯羊体重 1/2,则可多产 2.5 倍的肉;同时,当年羔肉质细嫩,营养价值高,社会效益和经济效益均更好。其它年龄段的羯羊与当年羔相比,均可如此类推。

2.3 风险与利用数据

2.3.1 家畜响应的概率估计 图 2 是从概率的角度对不同放牧率下公顷增重的风险分析。该图说明,在

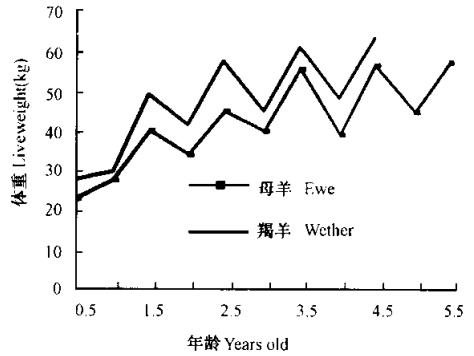


图 1 0~4.5 和 0~5.5 岁羯头母羊
种群体重动态变化
Fig.1 The dynamics of ewe(E)and wether
(W)liveweight from 0.5 to 5.5 years old

较低放牧率下(处理 1.33 羊/hm² 和 2.67 羊/hm²)几乎垂直的累积分布函数反映了年际间公顷增重变化很小,4a 的变化限于 2kg/hm² 的范围内;相反,高放牧率的累计频率分布函数(CDF)在较接近于水平的方向上扩展(斜率较大),表明公顷增重更易受到与可利用牧草量有关的气候诱导变化的影响。同时,无论是丰水年还是平欠年,处理 6.67 羊/hm² 的整条 CDF 线均位于处理 5.33 羊/hm² 的左边,甚至处理 4.00 羊/hm² 的 4a 中只有 1 年(0.25 的概率)位于处理 5.33 羊/hm² 的左边,这说明因放牧率过高,放牧家畜的食物资源竞争激烈,从而使增加的家畜数不能补偿个体增重的下降而导致公顷增重总下降,然而,处理 5.33 羊/hm² 的累计频率分布整个的位于所有处理的右边,说明在任何概率水平上,该处理的公顷增重均较高。如果仅以公顷增重作为放牧系统研究的主要指标,那么从风险的观点看,处理 5.33 羊/hm² 优于其它处理。但以最大公顷增重时的放牧率作为适宜放牧率时,此时的放牧率总是过牧的^[15]。

表 3 各年龄段羯羊经济效益评估(元/羊)

Table 3 The economical analysis under different years old wether(yuan/sheep)

年龄 Years old	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5
增重收入 Liveweight gain income	113.75	96.55	78.75	74.4	73.15
羊毛收入 Wool income	0.00	38.00	40.8	41.8	40.9
减重损失 Lost weight loss	0.00	3.25	38.3	61.4	59.6
管理费 Management fees	9.50	19.0	19.0	19.0	19.0
劳务费 Salaries	4.20	8.40	8.40	8.40	8.40
补饲费 Supplement fees	0.00	35.0	0.00	0.00	0.00
净收入 Net return	100.05	68.90	53.85	27.40	27.05
草肉比 DM herbage:liveweight	13	26	37	49	60

2.3.2 经济响应的概率估计 图 3 是按买卖价格均为 6.0 元/kg($n=m=6$)的模拟结果。从管理的观点出发,由于强调经济响应的作用,从不同放牧率净利润的累积频率值,可以认识放牧系统的性能和风险-利润的变化,进而确定最佳放牧率。

与图 2 不同的是,高放牧率下(处理 5.33、6.67 羊/hm²),其净利润的变化虽然比轻放牧率(处理 1.33 羊/hm²)的大,但比处理 4.00 羊/hm² 的要小;同时,处理 5.33 羊/hm² 和 6.67 羊/hm² 的累积分布频率值整个的位于处理 4.00 羊/hm² 的左边,说明就风险—利润而言,以处理 4.00 羊/hm² 的为最优。虽然处理 5.33 羊/hm² 公顷增重的累计分布频率值(CDF)整个的位于处理 4.00 羊/hm² 的右边(图 2),但净利润的 CDF 值却均比处理 4.00 羊/hm² 的小,说明高放牧率的体增重不能补偿与较高放牧率有关的许多费用。4a 中处理 5.33 羊/hm² 的净利润虽然比处理 2.67 羊/hm² 的高,但 4a 中有 1a(概率为 0.25)低于处理 2.67 羊/hm²。

由于净利润主要受买卖价格及其差价的影响,故不同的价格体系将会有不同的 CDF 值,但有一点是可以阐明的,即高放牧率并不一定带来高的公顷增重和净利润,而且要承担更大的风险。

3 讨论

放牧影响下植物群落会发生分异与趋同,李永宏^[7]研究发现内蒙古锡林河流域羊草草原和大针茅草原在持续的重牧条件下,均趋同于冷蒿退化草原。而在本研究中,发现在冷蒿小禾草退化草原上,如果仍较长时间(8a)的重牧或过牧,则进一步退化为星毛委陵菜草原。这说明,冷蒿小禾草退化草原只是放牧演替阶段中的一个相对稳定阶段或为一退化“阈值”,即如果牧压维持在某一水平上而不再加重时,则有可能会以此种草地状况持续下去;相反,若继续重牧或过牧,则冷蒿小禾草草原难以维系,最终退化或趋同于星毛委陵菜草原,星毛委陵菜将成为草原荒漠化或沙化的最后多年生植物屏障。与冷蒿小禾草草原不同的是,星毛委陵菜退化草原,无论是生产力,还是植物多样性和稳定性方面均很低,从这个角度说,如果该地区在暖季的放牧率不超过处理 2.67 羊/hm² 时,则冷蒿小禾草退化草原不会再退化,反而有所改良。所以若要实现草原生态系统和草地畜牧业可持续发展,则暖季每只羊至少占有 0.4~0.8hm² 天然草原。

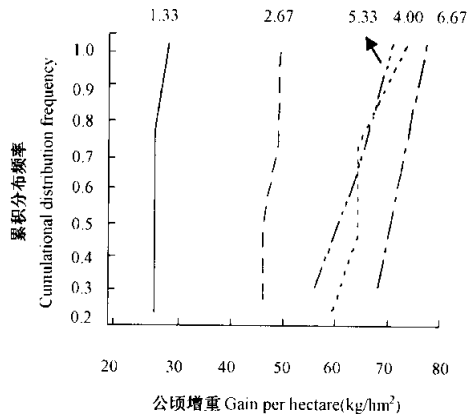


图 2 暖季期间不同放牧率下公顷增重的累计分布频率

Fig. 2 The cumulated distribution frequency of total liveweight gain per hectare under different stocking rates during warm season

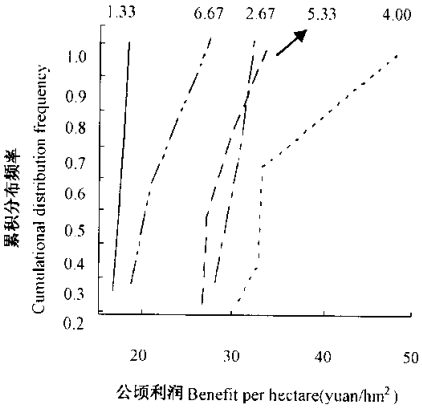


图 3 暖季期间不同放牧率下净利润的累计分布频率

Fig. 3 The cumulated distribution frequency of net return under different stocking rates during warm season

草原畜牧业发展的不稳定性和低效益,长期困扰着各级决策机构和牧民生产者,其主要原因就是草原畜牧业的特点认识不足;同时受自给自足的自然经济思想的制约,单纯追求牧畜年末存栏量,而不愿意多出栏、多出售,致使“夏壮、秋肥、冬乏和春死”的草地畜牧业现象年复一年的恶性循环。为了改变这一不合理的状况,推行季节性畜牧业是行之有效的措施之一。推行草地季节畜牧业以提高畜牧业的经济效益,促进商品生产的发展,在一些草地畜牧业发达的国家早就这样做了。放牧家畜主要依靠天然草原全年放牧和冷季少量补饲来生存,而牧草生长具有明显的季节性,但放牧家畜对牧草的需求有增无减,故畜草间供求关系的季节性不平衡十分突出^[16,17]。为了在减轻牧压降低放牧家畜饲养量的同时,不太影响牧民收益,则应该在怎样提高牧草的利用转化效率上进行调节。研究表明,在不增加或投入少许资金的情况下,只需进行经营策略的调整,就可达到“事半功倍”的效果,即将用于冬季补饲的草料用于当年羔的强度育肥,既能减轻冬季草场的压力,又能增加收益。

由于年际间的气候变化,确定最佳放牧率的确是困难的。如果气候和可利用牧草可以正确预测,那么生产者就可以理想地将放牧率与草地状况匹配起来,以确保在特定的气候条件下,获得充分的畜体增重和最大利润^[18,19]。然而,在缺乏这些资料和预测时,生产者必须选择一种最佳放牧率以获得满意的净收入水平,同时又有最小的气候风险。为了这种选择,生产者需要与每种放牧率下有关的风险-利润进行数量化权衡的决策支持信息,实质上这种信息可以阐明和估计以下因素:(1)确定某种放牧率是否比其它放牧率更易受气候风险的影响;(2)在每种放牧率下,定量表述气候变化是怎样影响家畜生产和经济生产的;(3)估计某种自然情况,及其对畜体增重和利润影响的发生概率。因此,在坚持草场不退化原则和最大生物学效率原则前提下,还应考虑风险-利润权衡原则。本研究表明,处理4羊/hm²的放牧率虽然公顷增重比处理5.33羊/hm²小,但利润却最大,就牧草生产而言,风险也较小,牧民有能力接受和承担。放牧率的降低所带来的暂时损失,则可通过提高效益而“补偿”。因而,无论是从经济利润的角度,还是风险权衡的角度,都不应超过这一放牧率;同时,从持续利用即“满足当代需要而又不损害子孙后代的需要”的角度,则应比这一放牧率低,因在并数据下植物多样性较低,放牧绵羊喜食的植物种类少。

草地畜牧业可持续发展的三大生物经济原则为草场不退化原则、最大生物学效率原则和风险-利润权衡原则。

4.1 草场不退化原则 在冷蒿小禾草退化草原上,暖季期间 $1.33 \sim 2.67$ 羊/hm² 的放牧率下可使其发生恢复演替,禾草的比例增大,植物多样性指数和均匀度指数均有所提高,从而达到利用式改良的目的;相反,若继续重牧或过牧,放牧绵羊喜食的植物种类将进一步减少,植物多样性指数也有所降低。最终将趋同于星毛委陵菜退化草原群落,且星毛委陵菜可能是草场沙化荒漠化的最后多年生植物屏障。

4.2 最大牧草利用效率原则 放牧绵羊的种群生产,羯羊应当年羔育肥出栏,其牧草利用效率不仅提高了 3.6 倍,且肉用性能可提高 2.5 倍。同时,应尽量控制羯羊越冬的数量,提高畜群中母羊的比例。

4.3 风险-利润权衡原则 根据牧草和放牧家畜对气候变化的响应及经济利润的变化,发现放牧率 4.00 羊/hm² 的处理利润最高(1993 年价格)。虽然 5.33 羊/hm² 的公顷增重最大,但风险也大,且利润较低。

故在综合考虑以上 3 个原则的基础上,可以通过提高生物学利用效率,即使降低放牧率也不会太大的影响牧民的收益,同时,又减轻了生产风险,保护了生态环境,只有这样,才得以使草地畜牧持续发展。

参考文献

- [1] 赵景柱. 持续发展的理论分析 II. 生态经济, 1991, 3: 6~10.
- [2] 赵景柱. 社会-经济-自然复合生态系统持续发展评价指标的理论分析. 生态学报, 1995, 3: 327.
- [3] 陈佐忠, 汪诗平. 略论北方草地畜牧业的集约化可持续发展. 见: 牛德水主编. 农业生物学研究与农业持续发展. 北京: 科学出版社, 1997. 270~275.
- [4] 李永宏. 内蒙古草原草场放牧退化模式研究及退化监测专家系统雏议. 植物生态学报, 1994, 18(1): 68~79.
- [5] 李永宏, 汪诗平. 草原植物对家畜放牧的营养繁殖对策探讨. 草原生态系统研究(5). 北京: 科学出版社, 1997. 23~31.
- [6] 李永宏. 放牧影响下羊草草原和大针茅草原植物多样性的变化. 植物学报, 1993, 11: 877~884.
- [7] 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. 植物生态学与地植物学丛刊, 1988, 12(3): 200~217.
- [8] 王 炜, 刘忠龄, 郝敦元, 等. 内蒙古退化草原群落恢复演替的研究 I. 退化草原的基本特征与恢复演替规律. 植物生态学报, 1996, 20(5): 449~460.
- [9] 王 炜, 刘忠龄, 郝敦元, 等. 内蒙古退化草原群落恢复演替的研究 II. 恢复演替时间进程的分析. 植物生态学报, 1996, 20(5): 460~471.
- [10] 李梅嘉. 羔羊早期断奶强度育肥技术效益. 草与畜, 1990, 2: 28~30.
- [11] 刘清华. 推广羔羊育肥是促进羊群发展的重要途径. 中国养羊, 1987, 1: 32~33.
- [12] 刘克苏, 王睦生, 布 仁, 等. 羔羊当年育肥屠宰经济效益分析. 中国养羊, 1987, 1: 33~36.
- [13] 张春林. 草原肥育羔羊的八项措施. 中国养羊, 1988, 1: 29~30.
- [14] 吴惠勇, 刘 武. 细毛羊经济杂交效益观察——细毛肥羔的毛皮利用. 中国养羊, 1986, 2: 7~9.
- [15] 汪诗平, 李永宏, 尹承军, 等. 不同管理条件下适宜放牧率的分析和探讨, 见: 陈佐忠, 汪诗平主编. 典型草原草地畜牧业优化生产模式. 北京: 气象出版社, 1998. 29~40.
- [16] 姜 永, 巴雅尔. 丘陵干草原草地牧草产量和营养动态及与绵羊体重的关系. 中国草地, 1990, 2: 38~41.
- [17] 宁宝军, 陈 文. 巴林左旗牧区发展季节性畜牧业的初步分析. 内蒙古草业, 1991, 3: 61~62.
- [18] Harlan J R. Generalized curves for gain per head and gain per acre in rates of grazing studies. *J. Range Manage.* 1958, 11: 140~147.
- [19] Willms W D, Smoliak S, Schaale G B. Cattle weight gains in relation to stocking rate on rough fescue grassland. *J. Range Manage.* 1986, 39: 182~186.