

不同利用方式对新源县春秋草地 土壤理化性质的影响

武红旗¹, 范燕敏¹, 靳瑰丽¹, 刘伟², 阿德列提², 朱萌¹

(1. 新疆农业大学草业与环境科学学院 新疆草地资源与生态重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆新源县畜牧兽医局, 新疆 新源 835811)

摘要:通过调查确定了新源县则克台镇春秋草地的 4 种利用方式:打草、自由放牧、分段放牧、划区轮牧,对比分析了不同利用方式下的土壤理化性质。结果表明,自由放牧方式土壤砂粒含量最高,平均达到 21.23%,粉粒含量最低,且在 10~20 cm 土层显著高于划区轮牧方式($P < 0.05$)。4 种利用方式下,土壤容重为 1.08~1.26 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$,土壤没有表现出压实效应。放牧利用方式下土壤有机质、碱解氮、有效磷含量高于打草地,其中,划区轮牧和自由放牧草地土壤有机质含量高于分段放牧方式,自由放牧方式仅使土壤表层碱解氮显著升高,其土壤速效钾和有效磷的含量均低于分段放牧和划区轮牧。因此,划区轮牧和分段放牧是研究区较为合理的利用方式,可防止土壤养分降低。但是,与划区轮牧相比,分段放牧使土壤表层砂粒含量增高,容重增大,有机质含量降低,所以,采用分段放牧时,应当适当降低利用强度。

关键词:春秋草地;利用方式;土壤理化性质

中图分类号:S812.2

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2012)01-0009-06

草地不仅是农业生态系统的重要组成部分,而且在水土保持及生态环境建设中占据主要地位。放牧、割草是人类对草地利用的常见方式。放牧对草地土壤具有明显的压实作用,从而增加土壤的容重,降低土壤对水分的渗透与蓄积能力^[1-2],适度放牧可以维持植物群落的稳定,使归还到土壤中有有机物质的数量增加,草地生态系统稳定^[3],而长期过度放牧践踏会使草原地面裸露,土壤通透性下降,造成水土流失^[4];割草有利于土壤物理结构的形成及水分的渗透与蓄积,割除地表植物能提高土壤氮矿化度^[5],但连年割草使草地的枯枝落叶减少,因没有家畜粪尿归还草地,所以易使土壤贫瘠化^[1];划区轮牧使羊群放牧空间缩小,在采食过程中践踏毒草,抑制了毒草的生长,有利于草原休养生息,保护草原生态环境^[6-8]。以上是许多研究的普遍共识,但是,也有研究认为,划区轮牧在牧草的恢复和持续性利用上比传统的自由放牧制度表现出明显的优势,但是对羔羊的体质量增加效果低于自由放牧^[9]。常会宁和夏景新^[10]对轮牧与连续放牧制度做出了评价:各种放

牧制度在草地改良方面均具有重要作用,但其效果在不同地区差别很大。这很可能与各地区的气候、植被和其他草地资源条件及所采用的放牧技术方法有关。所以,适于某种草地上应用的放牧制度很可能不适于在其他草地上应用。过分强调轮牧优于连续放牧或连续放牧优于轮牧的观点都是片面的。

伊犁新源县拥有优质天然草地 55.9 万 hm^2 ,位于山区的夏牧场主要实行划区轮牧,低山带的春秋草地有放牧和割草等利用方式。由于春秋草地利用时间长达半年,放牧压力极大,从而成为退化最为普遍、严重的地段^[11]。合理的利用方式可以有效地解决发展与环境的问题,达到二者兼顾。本研究以新源县则克台镇春秋草地土壤为研究对象,对比不同利用方式对土壤理化性质的影响,为春秋草地的受损恢复和合理利用方式的制定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 研究地点设在新源县则克台镇阿西勒村春秋草地,地理位置 $83.023^{\circ} \sim 83.240^{\circ} \text{E}$, $43.547^{\circ} \sim 43.566^{\circ} \text{N}$,平原河谷地区海拔 856~907

收稿日期:2011-03-28 接受日期:2011-08-17

基金项目:GEF 项目“放牧利用与草原退化之间关系的研究”;新疆维吾尔自治区土壤学重点学科基金

作者简介:武红旗(1974-),男,甘肃酒泉人,讲师,在读硕士生,主要从事土壤调查与制图。E-mail:hqwu7475@126.com

通信作者:靳瑰丽 E-mail:jguili@126.com

m, 干旱区海拔 800 m 左右。则克台镇主要受大西洋、北冰洋西来气流的影响, 年平均气温 5.5 °C, 年降水量 515.6 mm。无霜期短, 农区平均 155 d 左右, 春季日温差较大, 秋季降温快, 冬夏冷热悬殊, 为半干旱草原气候。研究区草地为白羊草 (*Bothriochloa ischaemum*) + 杂类草草原, 春季有短生、类短生植物发育, 夏季旱雀麦 (*Bromus tectorum*) 和节节麦 (*Aegilops tauschii*) 等一年生草本发育显著, 秋季刈割后半灌木木地肤 (*Kochia scoparia*) 长势良好。由于放牧强度较大, 加之牧民保护意识低下, 缺乏科学的管护措施, 该类草地普遍呈现退化。

阿西勒村于 2007 年进行了草地围栏划分, 承包到户, 分属 67 户牧民独立经营。由于牧民放牧利用方式及利用强度不同, 草地退化程度也存在一定的差异。通过对牧户的调查与分析, 得出牧户对该类草地有以下 4 种利用方式: 1) 打草型: 只打草, 不放牧, 年降水量和利用强度适宜时, 夏季可打草 1 次; 2) 自由放牧型: 春秋季节自由放牧; 3) 分段放牧型: 将草地围栏划分为两段, 50% 草地春秋季节自由放牧, 50% 草地秋季自由放牧 + 夏季打草 1 次; 4) 划区轮牧型: 春秋季节四区轮牧, 轮牧间隔 6~10 d。

1.2 取样方法及测定指标 于 2009 年 8 月底, 分别选取打草型、自由放牧型、分段放牧型、划区轮牧型 4 种草地利用方式的典型牧户各 2~3 户, 典型牧户春秋草地面积和家畜数量不等, 放牧强度约 16 羊单位 · hm⁻², 放牧家畜自然头数羊: 牛: 马为 15: 2: 1 左右。在每户牧民草地中设两条平行调查路线, 在每条线上每隔一定距离挖取土壤剖面, 按 0~10、10~20、20~30 cm 采集土样, 每块草地取 8~10 个点, 然后分层混合, 形成混合样, 用四分法取土 1 kg 左右, 剔除新鲜植物根系等杂物, 带回实验室, 室内自然风干, 用于测定土壤理化性质。同时, 在每块草地测定土壤容重, 每层 3 次重复。

样品测定指标与方法如下: 土壤机械组成采用比重计法; 容重采用环刀法; 比重瓶法测定比重, 用于计算土壤孔隙度; 有机质采用重铬酸钾-浓硫酸油浴法; 碱解氮采用碱解扩散吸收法; 有效磷采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法; 速效钾采用醋酸铵浸提-火焰光度计法。

1.3 数据处理 用 SPSS 软件对数据进行方差分

析和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同利用方式对草地土壤物理性质的影响

2.1.1 对土壤机械组成的影响 土壤的机械组成与肥力关系密切, 不同粒径对土壤团粒结构形成和保水保肥的贡献不同^[7]。

4 种利用方式下土壤质地均为粉壤, 说明利用方式并未改变土壤的质地(表 1)。自由放牧方式土壤砂粒含量最高, 平均达到 21.23%, 而打草、分段放牧和划区轮牧利用方式使草地有一定的植被覆盖, 减少了土壤的风蚀和水蚀, 砂粒含量较低。自由放牧方式草地土壤表层砂粒、粘粒含量较高, 粉粒含量最低, 虽然与其他 3 种放牧方式相比并未达到显著水平, 但是足以说明长期放牧践踏会使草地地表裸露, 地表细土粒易损失, 造成表层土壤颗粒粗化。

2.1.2 土壤容重和孔度变化 土壤容重和孔度可反映土壤的紧实程度和通气状况。一般认为, 土壤容重小于 1.26 g · cm⁻³, 土壤孔度在 50% 左右, 土壤较疏松, 有利于土壤通气。分析可知, 研究区土壤容重较小, 孔度适中, 因此, 各种利用方式未对土壤有压实效应, 土壤通气状况良好(表 2)。但是通过数据对比和方差分析可知, 0~10 cm 土壤容重为分段放牧地 > 自由放牧地 > 打草地 > 划区轮牧草地, 划区轮牧与分段放牧间差异显著 ($P < 0.05$)。在 0~30 cm 土层划区轮牧方式的土壤容重最小, 孔隙度最大, 而自由放牧方式与其相反。因此, 划区轮牧方式能够保持土壤疏松, 而无序的自由放牧方式破坏草地土壤物理性质。分段放牧地土壤表层容重最高, 划区轮牧草地最低, 说明研究区分段放牧对土壤的压实作用显著。

2.2 不同利用方式对草地土壤化学性质的影响

2.2.1 土壤有机质的变化 土壤有机质是植物养分元素循环的中心, 凋落物和土壤有机质能增加土壤团聚体、团聚体的稳定性和渗透率, 减少雨滴和径流等对土壤的影响。不同利用方式下土壤有机质含量随着土层深度的增加而逐渐降低。各土层有机质含量均为划区轮牧地 > 自由放牧地 > 分段放牧地 > 打草地, 但差异不显著(表 3)。

2.2.2 土壤速效养分的变化 自由放牧方式下 0~10 cm 土层中碱解氮含量显著高于打草利用方式

表1 不同利用方式对草地土壤颗粒含量的影响

Table 1 Influence of utilization mode on the soil particles

%

颗粒类型 Particle types	利用方式 Utilization mode	土层深度 Soil depth		
		0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm
砂粒 Sand (2.00~0.05 mm)	打草 Mowing grass	14.74±5.92a	16.61±5.70a	13.36±4.82a
	自由放牧 Free grazing	22.53±0.05a	24.40±0.80a	16.75±7.38a
	分段放牧 Selectional grazing	16.93±4.84a	11.93±5.96a	6.35±3.47a
	划区轮牧 Rotational grazing	13.05±2.37a	16.76±0.42a	10.74±5.40a
粉粒 Silt (0.05~0.002 mm)	打草 Mowing grass	71.36±5.63a	64.99±6.48ab	71.75±5.60a
	自由放牧 Free grazing	63.17±0.25a	58.94±0.55b	66.07±7.07a
	分段放牧 Selectional grazing	71.02±3.54a	70.54±6.50ab	76.68±3.67a
	划区轮牧 Rotational grazing	74.16±5.13a	75.69±3.48a	74.02±7.76a
粘粒 Clay (<0.002 mm)	打草 Mowing grass	13.89±0.29a	18.39±0.78a	14.89±0.97a
	自由放牧 Free grazing	14.30±0.20a	16.66±0.26a	17.18±0.31a
	分段放牧 Selectional grazing	12.05±1.39a	17.53±0.75a	16.97±0.24a
	划区轮牧 Rotational grazing	12.78±2.76a	7.54±3.07b	15.24±2.36a

注:同一指标同一列内不同字母表示差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note: Different lower case letters in each column within the same parameter show significant difference at 0.05 level. The same below.

表2 不同利用方式对草地土壤容重和孔度的影响

Table 2 Influence of utilization mode on the soil bulk density and porosity

指标 Parameter	利用方式 Utilization mode	土层深度 Soil depth		
		0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm
土壤容重 Bulk density/ $g \cdot cm^{-3}$	打草 Mowing grass	1.22±0.02ab	1.24±0.02a	1.08±0.02a
	自由放牧 Free grazing	1.25±0.02ab	1.23±0.02a	1.18±0.01b
	分段放牧 Selectional grazing	1.26±0.20a	1.23±0.01a	1.16±0.03ab
	划区轮牧 Rotational grazing	1.13±0.07b	1.17±0.05a	1.09±0.04a
孔隙度 Porosity/ %	打草 Mowing grass	50±0a	50±1a	57±1a
	自由放牧 Free grazing	49±1a	49±1a	53±1b
	分段放牧 Selectional grazing	49±0a	49±1a	54±1ab
	划区轮牧 Rotational grazing	52±2a	52±0a	56±1ab

($P<0.05$),其他两土层均为划区轮牧方式含量最高,但差异不显著(表3)。各利用方式土壤速效钾含量均较高,0~10 cm 土层土壤速效钾含量为分段放牧>打草>划区轮牧>自由放牧,10~20、20~30 cm 土层速效钾含量为划区轮牧>分段放牧>打草>自由放牧,但差异不显著。0~10 和 10~20 cm 土层土壤有效磷含量为划区轮牧>分段放牧>自由放牧>打草。在 20~30 cm 土层有效磷含量为划区

轮牧>自由放牧>分段放牧>打草,并且打草地土壤有效磷显著小于其他利用方式($P<0.05$)。

3 讨论

土壤有机质的总量取决于植物生物量的生产与分解的平衡状态,以及土壤储存有机质的能力^[12]。放牧生态系统存在增加土壤碳的机制^[13],放牧利用下,动物的践踏使凋落物破碎并与土壤充分接触,有助于凋落物的分解,也有助于碳和养分元素转移到

表 3 不同利用方式对草地土壤化学性质的影响

Table 3 Influence of utilization mode on soil organic matter content

土壤养分 Soil nutrients	利用方式 Utilization mode	土层深度 Soil depth		
		0~10 cm	10~20 cm	20~30 cm
碱解氮 Available N/ mg · kg ⁻¹	打草 Mowing grass	14.21±1.00b	11.51±0.16a	9.85±2.86a
	自由放牧 Free grazing	22.36±0.38a	11.56±0.08a	10.57±0.76a
	分段放牧 Selectional grazing	18.19±3.10ab	13.32±0.83a	9.91±0.30a
	划区轮牧 Rotational grazing	16.26±1.94ab	14.51±2.47a	12.01±1.46a
速效钾 Available K/ mg · kg ⁻¹	打草 Mowing grass	352.46±12.12a	305.80±30.98a	210.15±10.78a
	自由放牧 Free grazing	301.14±68.70a	268.47±39.06a	198.48±33.67a
	分段放牧 Selectional grazing	368.04±48.39a	315.97±65.38a	276.25±82.00a
	划区轮牧 Rotational grazing	326.89±129.36a	324.47±39.06a	277.81±9.43a
有效磷 Available P/ mg · kg ⁻¹	打草 Mowing grass	29.56±0.99a	25.74±0.12a	17.58±1.45b
	自由放牧 Free grazing	35.25±2.67a	30.23±2.90a	26.85±2.47a
	分段放牧 Selectional grazing	37.68±5.18a	32.78±3.94a	21.81±1.42ab
	划区轮牧 Rotational grazing	38.69±2.14a	33.83±2.41a	28.15±2.21a
有机质 Organic matter/ g · kg ⁻¹	打草 Mowing grass	51.33±2.80a	27.69±0.15a	24.14±0.13a
	自由放牧 Free grazing	54.78±5.74a	37.34±4.93a	32.93±5.11a
	分段放牧 Selectional grazing	52.48±4.02a	36.96±5.60a	28.39±4.62a
	划区轮牧 Rotational grazing	72.48±13.69a	47.93±11.21a	38.66±6.81a

土壤中^[14],但过度放牧将导致草地碳储量降低^[15]。放牧增加土壤有机质含量,主要是由于放牧管理技术的应用增加了牧草的产量,也潜在增加了大量有机质的积累^[16]。放牧对土壤有机质没有影响,草原生态系统对放牧有相当的弹性^[17]。这些不一致的结果表明,放牧和土壤有机质之间存在复杂的相互关系,土壤有机质对放牧的响应受多种因素的影响,如放牧强度、频度、持续时间和动物类型^[18]。刘楠和张英俊^[19]研究放牧对土壤的影响结果表明,土壤有机碳含量大体表现为常年放牧地高于放牧+割草地。本研究的结果表现为3种放牧利用方式下土壤有机质含量均高于打草地,其中,划区轮牧和自由放牧草地土壤有机质含量均高于分段放牧方式,可见分段放牧和打草使研究区草地过度利用,减少了草地植被对土壤碳库的碳输入,加速了碳素从土壤向大气的释放,而划区轮牧是当地较适合的草地管理方式,可以减少碳排放,增加土壤碳库储存。

土壤碱解氮含量的高低能较好地反映出近期内土壤氮素供应状况和氮素释放速率。放牧通过家畜在草地上的排泄粪尿能够逐渐增加土壤速效氮且随

放牧次数的增加影响逐渐增大,强度放牧下土壤速效氮含量比不放牧或中度放牧的高^[20]。本研究中自由放牧方式土壤表层速效氮含量高于分段放牧和划区轮牧,印证了这一观点。放牧增加土壤的速效氮,可能是由于动物的粪便增加了土壤中的氮素^[21]。放牧方式下土壤碱解氮含量高于打草地,说明放牧能够多途径地增加土壤微生物的生产力、促进氮素矿化、提高氮的有效性^[22],而连年的打草利用阻碍了氮素从植物向土壤的流转,造成土壤氮素的损失,其含量降低。

在草地生态系统中,由于磷循环在系统内部的局限性,植物归还土壤的磷是有效磷的重要来源^[23]。土壤有效磷含量主要受土壤性质、气候条件等的影响,所以,放牧强度对磷含量影响不大。因此,本研究中利用方式对土壤有效磷含量影响不显著,但3种放牧草地的土壤有效磷均高于打草地,是由于打草利用方式将植物地上部分收获移出草地,地上部分归还量少,导致土壤有效磷的缺乏^[23-24]。

一般来说,放牧活动中牲畜所产生的粪便能够直接增加土壤中营养元素的含量,加快生态系统的

营养循环速率^[25]。由以上分析可知,放牧利用草地土壤碱解氮、速效磷含量均高于打草地,充分说明家畜通过采食活动及畜体对营养物质的转化影响草地营养物质的循环,提高养分的有效性,打草利用方式不利于土壤养分的循环和累积。

4 结论

自由放牧方式下土壤砂粒含量最高、粉粒含量最低,划区轮牧与其相反。各利用方式的土壤容重均小于 $1.26 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,土壤没有表现出压实现象。但是,分段放牧地土壤表层容重最高,划区轮牧草地最低。

研究区3种放牧方式可使土壤保持较高的有机质、碱解氮和有效磷含量,割草地养分含量较低。在3种放牧方式中,自由放牧方式仅使土壤表层碱解氮显著升高,其土壤速效钾和有效磷的含量均低于分段放牧和划区轮牧。因此,划区轮牧和分段放牧是研究区较为科学合理的利用方式,可有效地防止土壤养分降低。与划区轮牧相比,分段放牧使土壤表层砂粒含量增高,容重显著增大,有机质含量降低,所以,采用分段放牧时,应适当降低利用强度以促进土壤的恢复。

参考文献

- [1] 宁发,徐柱,单贵莲. 干扰方式对典型草原土壤理化性质的影响[J]. 中国草地学报, 2008, 30(4): 46-50.
- [2] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [3] 王长庭,龙瑞军,王启兰,等. 放牧扰动下高寒草甸植物多样性、生产力对土壤养分条件变化的响应[J]. 生态学报, 2008, 28(9): 4144-4152.
- [4] 乌仁其其格,武晓东,闫瑞瑞. 呼伦贝尔草甸草原羊草群落不同退化程度土壤理化指标[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(9): 123-127.
- [5] 刘昊,赵宁,曹喆,等. 干扰对草地植被与土壤的影响之研究进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(5): 8-16.
- [6] 贺军,崔国盈,孙小平. 伊犁夏牧场划区轮牧试验[J]. 新疆畜牧业, 2005, 2: 62-64.
- [7] 范守民,余雄,安沙舟,等. 那拉提山地草甸草地划区轮牧与自由放牧效果的对比分析[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(3): 200-204.
- [8] 希日莫,冬梅,敖登花,等. 划区轮牧是一种科学的畜牧业生产方式[J]. 畜牧与饲料科学, 2009, 30(1): 178.
- [9] 毛培胜,韩亮亮,王新国,等. 不同放牧制度对老芒麦人工草地和羔羊体重的影响[J]. 草业科学, 2007, 24(11): 66-69.
- [10] 常会宁,夏景新. 草地放牧制度及评价[J]. 国外畜牧学——草原与牧草, 1994(4): 9-15.
- [11] 许鹏. 新疆草地资源及其利用[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1993.
- [12] 高英志,韩兴国,汪诗平. 放牧对草原土壤的影响[J]. 生态学报, 2004, 24(4): 790-797.
- [13] Frank A B, Tanaka D L, Hofmann L, *et al.* Soil carbon and nitrogen of Northern Great Plains grasslands as influenced by long-term grazing [J]. *Journal of Range Management*, 1995, 48(5): 470-474.
- [14] Naeth M A, Bailey A W, Pluth D J, *et al.* Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta [J]. *Journal of Range Management*, 1991, 44(1): 7-12.
- [15] 钟华平,樊江文,于贵瑞,等. 草地生态系统碳蓄积的研究进展[J]. 草业科学, 2005, 22(1): 4-11.
- [16] Reeder J D, Schuman G E. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands [J]. *Environmental Pollution*, 2002, 116(3): 457-463.
- [17] 王艳芬,陈佐忠, Tieszen L T. 人类活动对锡林郭勒地区主要草原土壤有机碳分布的影响[J]. 植物生态学报, 1998, 22(6): 545-551.
- [18] 郑云玲,李雪松,张瑞,等. 放牧强度对草原土壤与植被的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2008, 29(1): 262-266.
- [19] 刘楠,张英俊. 放牧对典型草原土壤有机碳及全氮的影响[J]. 草业科学, 2010, 27(4): 11-14.
- [20] Wienhold B J, Hendrickson J R, Karn J F. 美国北部大草原上放牧活动对土壤性质的影响[J]. 水土保持科技情报, 2001(6): 14-17.
- [21] 裴海昆. 不同放牧强度对土壤养分及质地的影响[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2004, 22(4): 29-31.
- [22] 侯扶江,杨中艺. 放牧对草地的作用[J]. 生态学报, 2006, 26(1): 244-264.
- [23] 赵琼,曾德慧. 陆地生态系统磷素循环及其影响因素[J]. 植物生态学报, 2005, 29(1): 153-164.
- [24] 邹丽娜,周志宇,颜淑云,等. 玛曲高寒草地土壤养分对不同利用方式的响应[J]. 中国草地学报, 2009, 31(6): 80-87.
- [25] Jaramillo V J, Detling J K. Small-scale grazing in a

semiarid north American grassland. I. Tillering N uptake and retranslocation in simulated urine patches

[J]. Journal of Applied Ecology, 1992, 29: 1-8.

Effects of utilization modes on soil physical and chemical properties of spring-autumn grassland in the Xinyuan county

WU Hong-qi¹, FAN Yan-min¹, JIN Gui-li¹, LIU Wei², Adelieti², ZHU Meng¹

(1. College of Grassland and Environment Science, Xinjiang Agricultural University;

Xinjiang Laboratory of Grassland Resource and Ecology, Urumqi 830052, China;

2. Xinyuan County Animal Husbandry and Veterinary Medicine Bureau, Xinyuan 835811, China)

Abstract: The mowing grass, normal grazing, sectional grazing and rotational grazing were indentified to utilize the spring-autumn grassland in Zeketai town, Xinyuan County. A field investigation was conducted to determine effects of four utilization modes on the soil physical and chemical properties of the spring-autumn grassland. The results of this study showed that soil sand particle content with the average value of 21.23% was highest, and silt particle content was the lowest under the normal grazing. At 10–20 cm layer, the silt particle content of normal grazing was significantly lower than that of rotational grazing ($P < 0.05$). The utilization modes did not affect the soil bulk density, which was 1.08–1.26 g · cm⁻³. The soil organic matter, available N and Olsen-P contents at grazing unitization modes were higher than those at mowing grass. The organic matter contents of normal grazing and rotational grazing were higher than that of sectional grazing. The available N of soil surface at normal grazing was significantly higher and the available K and Olsen-P contents were lower than those at sectional grazing and rotational grazing. Therefore, the rotational grazing and the sectional grazing were better utilization modes than normal grazing because they maintained high soil nutrient. However, compared with rotational grazing, the sectional grazing increased the surface soil sand content and bulk density and decreased the organic matter content. This study suggested that it is necessary to reduce the use intensity when the sectional grazing was applied.

Key words: spring-autumn grassland; utilization mode; soil physical and chemical properties

Corresponding author: JIN Gui-li E-mail: jguili@126.com

2012 年第 1 期《草业科学》审稿专家

陈本建	胡小文	金 樑	梁天刚	刘长仲	刘青林	刘志鹏	潘晓华	邵 涛
孙玉诚	汪晓峰	王虎成	王明玖	王晓娟	魏臻武	吴伟坚	杨惠敏	杨允菲
于应文	玉 柱	张金林	张守仁	张 众	赵来喜			

承蒙以上专家对《草业科学》期刊稿件的审阅,特此表示衷心的感谢!