

围封与放牧对荒漠草原土壤理化性质的影响

张义凡^{1,2,3}, 陈林^{1,2,3}, 杨新国^{1,2,3}, 刘学东^{1,2,3}, 李学斌⁴

(1. 宁夏大学 西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 西北土地退化与生态恢复省部级共建国家重点实验室培育基地, 宁夏 银川 750021; 3. 宁夏大学 西部生态与生物资源开发联合研究中心, 宁夏 银川 750021; 4. 宁夏大学 科学技术处, 宁夏 银川 750021)

摘要:以宁夏盐池典型荒漠草原为研究对象,选择围栏封育区和围栏外放牧区的芨芨草群落和沙蒿群落,研究围封与放牧区2种群落草地的含水量、pH及土壤理化性质的变化。结果表明:放牧干扰对荒漠草原土壤水分和pH均表现出显著影响($P<0.05$),沙蒿群落土壤含水量各层在放牧干扰下比围栏区相应高12.0%、12.3%和16.6%,芨芨草群落各层均表现为围封区含水量大于放牧区,放牧区土壤pH明显低于围封区;除速效磷(AP)以外,其它养分元素含量均呈现为围封区大于放牧区,围封内外土壤的有机碳(SOC)、全氮(TN)、速效氮(AN)、速效磷(AP)、速效钾(AK)的达到差异显著水平,对全磷(TP)、全钾(TK)的影响不明显;芨芨草群落各层土壤各指标含量均比沙蒿高,同时相对增幅也大。

关键词:围封;放牧;土壤理化性质

中图分类号:S 155.4⁺7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)01-0171-06

草地是世界主要的土地类型,沙质草地是干旱半干旱地区重要的土地资源,北方的广大地区有超

过1340万hm²沙质草地的分布^[1-4],严重的草地退化现象是荒漠草原主要的生态环境问题。围栏封育是退化草原恢复的有效措施之一^[5-7]。其经人类主动性的调节草地生态系统中动植物之间的捕食关系的方法来有效管理草地^[8],尤其在荒漠草原是简单易行^[9-10]、行之有效的措施之一^[11-13]。多年来,专家对草地生态系统恢复热切关注,但因草地类型、放牧强度、放牧年限及研究方法等的差异,放牧对草地生态系统土壤养分变化的研究结果不尽一致。如大多数研究认为,放牧使得土壤表层含水量降低,容重增

第一作者简介:张义凡(1991-),女,硕士研究生,研究方向为恢复生态学。E-mail:18209674643@163.com.

责任作者:李学斌(1972-),男,博士,研究员,硕士生导师,现主要从事草地生态学及土壤碳循环等研究工作。E-mail:lixuebin@nxu.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31460123,41101301,31260581);教育部科学技术研究资助项目(413060)。

收稿日期:2016-10-08

Breeding of Dry Type Lavender New Variety 'Xinxun 4'

WANG Zijian, LI Min, LU Zhe, WANG Pu, JIANG Xinming, GUO Danli

(Institute of Agricultural Sciences, Agricultural Division 4 of Xinjiang Production and Construction Corps, Yining, Xinjiang 835000)

Abstract: 'Xinxun 4' is a new variety bred by several generations of systematic selection in inbreeding population of hybrid '7441' (Spike Lavender × True Lavender). It is late-maturing. And the plant height is 85—105 cm, the plant divergence is 60—70 cm, the corolla is blue purple, the color of flower is deep purple, calyx is also purple. The seed of the variety is big and plump and dried flower yield is about 1 000 g per plant. Furthermore, the ornamental effects is very good, growth vigor is very well and wide adaptability. The variety has registered in Office of the Registration of Non Major Crop Varieties of Xinjiang Autonomous Region in February, 2016, and named 'Xinxun 4'.

Keywords: lavender; 'Xinxun 4'; breeding; dry flower

大,放牧主要影响表层土壤养分,随放牧强度的不同所产生的影响不同^[14-16]。高山草甸的有机碳(SOC)、氮含量围封内明显高于围封外,主要集中在0~20 cm的表层土,而亚高山草甸的SOC变化只表现在0~10 cm土层中,0~10 cm以下则围封外大于围封内,且随土层的加深各营养元素的含量均降低^[17]。孙宗玖等^[18]对围栏封育对新疆蒿类荒漠草地植被及土壤养分的影响中得出,与放牧地相比封育后土壤有机质、TN、TP、TK及AN、AP、AK含量均有所提高,在0~10 cm的土层中差异显著($P<0.01$)。由于宁夏地处于干旱半干旱的农牧交错区,是草原区向荒漠区过渡的旱生化草原生态类型,生态环境异常严酷,土壤贫瘠且基质不稳定,近年来,加之风沙危害和超载过牧等自然和人为因素的共同作用下荒漠草原受到严重威胁,生态系统出现生产力下降,抵御干扰的能力减退、土地沙化和土壤退化等问题。近年来许多学者对高寒草甸、沙质草地和典型草原退化过程中物理和化学性状进行大量研究,但针对荒漠草原不同的植被类型对土壤理化性质的研究较少。研究放牧围栏封育对荒漠草原土壤物理性状、

养分特征的影响,探讨围栏内荒漠草原土壤物理性状、养分特征的演变规律,揭示封育对草地土壤恢复的过程和机制,对于遏止荒漠草原退化、促进草畜平衡的可持续利用具有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

以盐池县为主的宁夏东部草原地区,地处典型草原向荒漠草原的过渡地带。围栏放牧试验于2006年开始,每年放牧活动主要集中在5—10月,该地区属于典型中温带大陆性气候,是干旱及半干旱气候的过渡地带;年均气温为7.9℃,1月(最冷)平均气温-8.8℃,≥10℃年积温为2 751.7℃,≥0℃年积温为3 536.6℃,年日照时数为2 863.1 h,年均无霜期为165 d,年降水量仅300 mm,其中65%以上降水集中在7—9月,年季降水变率大,多暴雨;年蒸发量2 700 mm。地表植被属荒漠草原,沙生特征明显,地带性土壤为灰钙土,非地带性土壤主要是风沙土、盐碱土和草甸土等,土壤结构松散,肥力较低。

表1 围封与放牧下荒漠草原2种植被群植被结构组成

Table 1 Enclosed with grazing desert grassland under two planting vegetation structure by a crowd

植被群落 Vegetation community	样地类型 Sample type	高度 Height/cm	盖度 Coverage/%	优势植物种 Dominant plant species
芨芨草 (<i>Achnatherum splendens</i>)	围栏区 Fencing	43	49	胡枝子(<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz), 白草(<i>Pennisetum flaccidum</i> Griseb), 蒙古冰草(<i>Agropyron mongolicum</i> Keng), 隐子草(<i>Cleistogenes</i>), 驴尾蒿(<i>Artemisia scoparia</i> Waldst)
	放牧区 Grazing	32	31	银灰旋花(<i>Convolvulus ammannii</i> Desr), 蒙古冰草(<i>Agropyron mongolicum</i> Keng), 胡枝子(<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz), 老瓜头(<i>Cynanchum komarovii</i> Al. Ilijinski)
沙蒿 (<i>Artemisia desertorum</i>)	围栏区 Fencing	75	68	二裂委陵菜(<i>Potentilla bifurca</i>), 隐子草(<i>Cleistogenes</i>), 细叶山苦荬(<i>Ixeris denticulata</i>), 米口袋(<i>Gueldenstaedtia verna</i> Boriss), 猪毛菜(<i>Salsola sinkiangensis</i>)
	放牧区 Grazing	54	45	银灰旋花(<i>Convolvulus ammannii</i> Desr), 二裂委陵菜(<i>Potentilla bifurca</i>), 刺叶柄棘豆(<i>Oxytropis aciphylla</i>), 牛心朴子(<i>Cynanchum komarovii</i>), 隐子草(<i>Cleistogenes</i>)

1.2 试验方法

于2014年9月中旬在植物的生长旺季进行采样。每个样地内用土钻随机选20个样点,每个取样点之间间隔不小于200 m,取0~10、10~20、20~40 cm各层土壤样品,土样混合均匀,剔除可见的动植物残体和石块,经风干处理后磨细,过筛储存备用,用于分析土壤养分指标的测试。

1.3 项目测定

土壤基本理化性状采用常规分析法测定^[10],土壤SOC含量采用重铬酸钾-外加热法测定;土壤TN含量采用半微量凯氏定氮法测定;土壤TP含量采用硫酸-高氯酸熔融-钼锑抗比色法测定;土壤TK含量采用氢氧化钠熔融-火焰光度法测定;土壤速效氮含

量采用碱解扩散法测定;土壤速效磷含量采用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法测定;速效钾含量采用乙酸铵提取-火焰光度计法测定。土壤水分采用105℃,24 h烘干法测定,pH采用酸度计测定法(水:土=2.5:1)测定。

1.4 数据分析

采用Excel进行数据处理及制图,用SPSS 22.0软件进行数据统计分析,独立样本 t 检验用于围封和放牧措施下各指标间的比较及差异显著性分析。

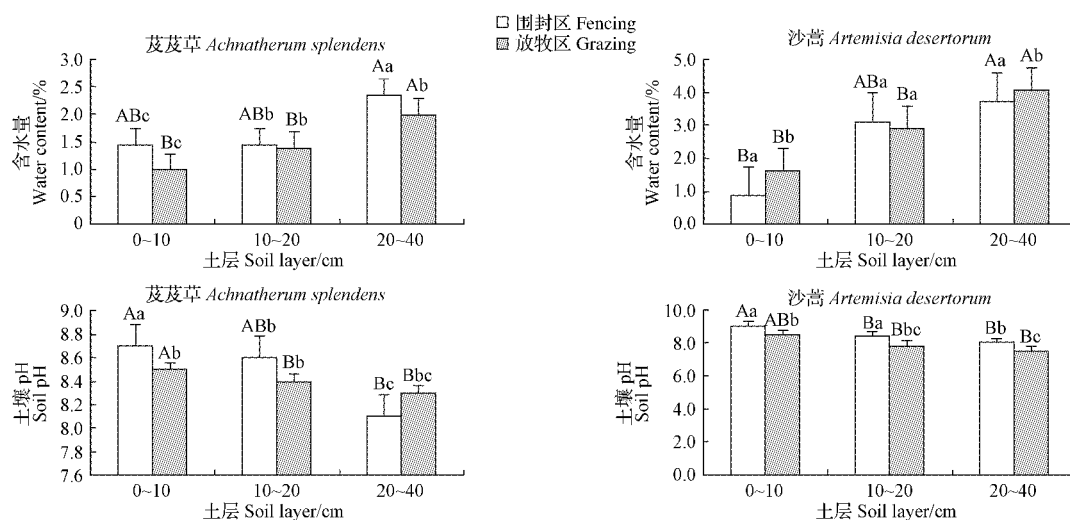
2 结果与分析

2.1 围封禁牧对荒漠草原土壤pH和土壤含水量的影响

围封禁牧对荒漠草原典型植被芨芨草和沙蒿群

落土壤水分和 pH 均表现出显著影响 ($P < 0.05$)。由图 1 可知,在围封和放牧干扰下,2 种群落土壤含水量均随着土层深度的增加呈显著增加趋势 ($P < 0.05$),芨芨草群落各层均表现为围封区含水量大于放牧区;沙蒿群落样地各层土壤含水量在围封区比

放牧区相应降低 12.0%、12.3% 和 16.6%,且土壤各土层含水量均高于芨芨草群落土壤。土壤的 pH 围封区明显高于放牧区,只有芨芨草 10~20 cm 的土层放牧区的 pH 高。



注:不同大写字母表示同一土层不同研究区之间的显著性差异 ($P < 0.01$);不同小写字母表示同一研究区不同土层之间的显著性差异 ($P < 0.05$)。

Note: Different capital letters indicate significant differences ($P < 0.01$) in the same soil layer; different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$) between different soil layers in the same survey region.

图 1 围封与放牧对荒漠草原土壤含水量和 pH 的影响

Fig. 1 Effect of enclosed with grazing on desert grassland soil moisture content and pH

2.2 放牧干扰对荒漠草原土壤养分的影响

2.2.1 围封禁牧对荒漠草原土壤 SOC 含量的影响

由表 2 可知,2 种植被群落围封区土壤 SOC 含量明显高于放牧区,芨芨草群落 0~10、10~20、20~40 cm 土层 SOC 含量由 3.66、3.09、2.36 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 增加到 7.67、7.75、6.34 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,分别提高了 90.9%、150.8%、168.6%,沙蒿群落土壤 0~10、10~20、20~40 cm 土层 SOC 含量分别提高了 68.4%、100.7%、91.6%,2 种群落的各层土壤 SOC 含量的差异性均达到了显著水平 ($P < 0.05$),围封内外芨芨草群落相对沙蒿群落各层 SOC 含量均表现为含量高、增幅大。2 种群落显示放牧区随着土层深度的增加 SOC 含量有减少趋势,但未能表现出一定的规律性,围封内 10~20 cm 的土层含量最高。

2.2.2 围封禁牧对荒漠草原土壤全肥含量的影响

全肥(TN、TP、TK)作为反映土壤对植物供应潜力的指标之一,主要指土壤 TN、TP 和 TK^[18]。由表 2 可知,围封对荒漠草原土壤全肥的含量变化具有一定影响作用。2 种群落土壤 TN 含量在各层间均达到显著差异水平,且随着土层深度的逐渐增加呈降

低趋势。芨芨草群落各层土壤 TN 含量增加明显,在各土层中,0~10 cm 土层围封比放牧区增幅最大,为 0.42 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,提高 100%;沙蒿群落相对芨芨草群落增幅较小。2 种群落土壤围封与放牧 TP 含量的变化规律与 TN 变化出现一致性,即围封区高于放牧区,但是差异不显著 ($P > 0.05$),芨芨草随土层增加土壤 TP 含量减少,在 0~10 cm 达到最大,分别为 0.86、0.72 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,沙蒿群落与芨芨草群落表现出相反规律。2 种群落围封区相对放牧区土壤 TK 含量均有提高,但之间无显著差异 ($P > 0.05$),各土层间 TK 含量无变化。2 种群落全肥指标含量围封区高于放牧区,芨芨草群落全肥含量均高于沙蒿群落。

2.2.3 围封禁牧对荒漠草原土壤速效肥含量的影响

土壤的速效肥主要指的是土壤速效氮、速效磷和速效钾^[18]。由表 2 可知,围封对荒漠草原土壤速效养分具有一定的影响。2 种植被群落的土壤速效氮相对于放牧草地明显提高 ($P < 0.05$),随土层增加含量减少;2 种群落土壤速效钾含量表现为围封区高于放牧区,芨芨草群落各层土壤速效钾分别由

表 2 围封与放牧对荒漠草原土壤养分含量的影响

Table 2 Enclosed with grazing on desert grassland soil nutrient content

土壤指标	土层	芨芨草 <i>Achnatherum splendens</i>		沙蒿 <i>Artemisia desertorum</i>	
Soil index	Soil layer/cm	围封 Fencing	放牧 Grazing	围封 Fencing	放牧 Grazing
有机碳	0~10	7.67±0.71a	3.66±0.10b	2.61±0.15a	1.55±0.03b
Soil organic carbon	10~20	7.75±0.93a	3.09±0.23b	2.65±0.19a	1.32±0.02b
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	6.34±0.18a	2.36±0.22b	2.59±0.13a	1.35±0.04b
全氮	0~10	0.84±0.03a	0.42±0.01b	0.32±0.00a	0.23±0.02b
Total nitrogen	10~20	0.82±0.03a	0.42±0.00b	0.33±0.00a	0.23±0.01b
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	0.83±0.03a	0.41±0.01b	0.27±0.03a	0.21±0.01a
全磷	0~10	0.86±0.05a	0.72±0.01a	0.51±0.06a	0.50±0.06a
Total phosphorus	10~20	0.84±0.05a	0.72±0.01a	0.54±0.05a	0.53±0.08a
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	0.84±0.05a	0.70±0.01a	0.55±0.02a	0.51±0.08a
全钾	0~10	17.00±0.00a	16.33±0.33a	16.00±0.00a	15.67±0.33a
Total potassium	10~20	17.00±0.00a	16.33±0.33a	16.00±0.00a	15.67±0.33a
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	17.00±0.00a	16.33±0.33a	16.00±0.00a	15.67±0.33a
速效氮	0~10	45.60±1.99a	23.77±0.52b	16.79±0.97a	11.87±0.57b
Available nitrogen	10~20	44.76±2.46a	22.87±0.66b	16.63±1.17a	11.60±0.58b
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	41.91±2.81a	16.08±2.03b	16.34±1.17a	9.01±0.53b
速效磷	0~10	11.57±2.62b	22.84±1.19a	4.16±0.63a	4.62±0.23a
Available phosphorus	10~20	4.81±2.12b	13.14±1.66a	3.21±0.88a	3.89±0.40a
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	3.85±0.76b	7.48±1.03a	1.87±0.14a	2.41±0.13a
速效钾	0~10	380.00±80.00a	116.67±6.67b	136.67±17.64a	73.33±6.67b
Available potassium	10~20	360.00±80.83a	83.33±5.28b	70.00±11.55a	66.67±3.33a
/(mg·kg ⁻¹)	20~40	266.67±32.82a	70.00±5.77b	46.67±3.33a	50.00±0.00a

注:不同小写字母代表不同研究区差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters represent significant differences in the same survey region ($P<0.05$).

116.67、83.33、70.00 mg·kg⁻¹增加到380.00、360.00、266.67 mg·kg⁻¹,差异均显著,沙蒿群落速效钾只有0~10 cm的土层中增加63.34 mg·kg⁻¹,达到差异显著;2种群落各土层速效磷表现为围封区低于放牧区,差异不显著。各个速效肥指标均出现芨芨草群落整体含量高于沙蒿群落,且增减幅度较大。由此说明围封禁牧是草地生态系统的恢复有效的方式之一。

3 讨论与结论

荒漠草原地区生态系统脆弱、敏感、可塑性差,不合理的放牧制度加速了生态系统各组分及其协调关系的破坏^[19]。该研究中,放牧区由于放牧活动^[20-21]、家畜的采食践踏^[22]、人类采伐程度的加大^[23-24],导致土壤紧密度增加,容重上升,孔隙度下降,透气透水性能变差,0~10 cm土层表现最为明显,围封作为草地恢复的主要措施之一。围封内外沙蒿群落土壤含水量、pH变化结果与贾树海等^[25]在内蒙古锡林郭勒盟、姚爱兴等^[26]在湖南南山牧场和刘建等^[27]在宁夏盐池的研究结果相似。但芨芨草群落研究结果表明,只有放牧区10~20 cm的土层的pH高,这与高月娥等^[28]、张成霞^[29]的研究结果一致;此研究结果与群落的形态结构、生长期以及牧草

的适口性有关,芨芨草是高大多年生密丛禾草、茎直立坚硬、须根粗壮、入土深80~150 cm、根幅基本在160~200 cm,喜生于地下水埋深1.5 m左右的盐碱滩沙质土壤上,所以采样区多处于含水量较低的盐碱地,且芨芨草的适口性较低,一般作为冬春营地,这与芨芨草群落放牧区比围封区含水量高有一定关系。沙蒿群落在9月份,入秋霜枯后,适口性大增,山羊、绵羊和骆驼以及大量的牲畜均喜食,增大了其放牧区的承载量,放牧强度的增加,这与李建龙等^[30]在新疆石河子的研究指出0~30 cm土层内土壤紧密度随放牧强度增加而增大,牛海山等^[31]研究发现,随放牧率的增加,饱和导水率降低,且呈显著线性回归关系的结果相一致。就此结论而言,芨芨草在水分利用及生态系统的修复方面比沙蒿有更好的效果。

放牧活动过程中,家畜的采食行为对土壤质地影响的同时,也减少了凋落物或死亡地被物的分解,进而影响土壤中的养分含量和分配格局,由于土壤养分在输入输出以及动态转化过程中的复杂性,关于放牧对土壤养分含量影响的研究结果不尽一致。该研究中,围封对土壤SOC、TN、速效养分影响显著,这与速效养分是轻组有机质的主要组成部分密切相关,其主要来源于落叶和植物残体^[32],各种土壤

类型的轻组有机质一般聚集在土壤 0~30 cm 的表层,随土层深度的增加而减少,然而,轻组有机质变化的响应一般比土壤总有机质更为敏感,说明土壤养分在土壤中的分布具有一定“聚表效应”。土壤 SOC 是评价土壤肥力的最为重要指标之一,其含量通过改变植物对水分和营养元素的吸收,进而影响地表植物的生产量,不仅能对植物生长产生积极影响,还在改良土壤结构、促进成土发育、提高土壤的透气性、保肥能力及保水能力方面起重要的作用。研究表明围封区各层土壤 SOC 含量是放牧区的 2 倍多,增加显著,这与翟夏杰等^[33]在内蒙古典型草原上的研究结果一致,与陈银萍等^[32]研究 0~10 cm 土层中 SOC 含量比长期放牧增加 537%,10~20 cm 层增加 216%相耦合。速效磷表现为放牧区高于围封区,且芨芨草群落中差异达到显著,主要是因为放牧干扰下,家畜频繁的采食使磷从系统中的输出增加,从而引起土壤中 TP 的各组分向速效成分的转移量增大,通过植物吸收后转向草地系统外,从而导致土壤 TP 和速效磷均含量减少,该研究只是速效磷趋于减少,这与张凤承等^[34]的研究结果不一致,可能与放牧区的家畜类型,封育时间长短、放牧强度的大小有关,还待进一步研究。速效钾在芨芨草群落围封区大于放牧区,各土层速效钾含量差异均达到显著水平,沙蒿群落 0~10 cm 土层与芨芨草结果一致,但其它 2 层差异不显著,尤其 20~40 cm 土层表现为放牧区大于封育区,与乌尼尔等^[35]的研究结果相符。

围封区土壤各层的土壤养分含量明显比放牧区高的原因可能有以下几方面:1)沙化环境下,围封草地使得植被快速的恢复,增加了枯落物向表层土壤的输入,轻组物质大量聚集在土壤表层^[32],其次,围封减少水、风等的侵蚀作用,促进了植被的恢复,形成一个良性循环的体系^[8]。2)放牧区牲畜的大量采食、有机物的转运过程使得生态系统总体的化学元素的遗失;3)根据 JOHNSTON 等^[36]和 GREENE 等^[37]研究发现,放牧使得生态环境的破坏,土壤侵蚀严重,尤其是在干旱半干旱地区的生态脆弱带,土壤有机质含量低,缓冲性能低,放牧加速了土壤结构的破坏,使得生态系统崩溃,从而使得 SOC 等养分元素含量的降低。参考大量对土壤养分的研究结论,分析各种养分元素的变化特征,可以判定此研究区已达到重度放牧程度,对生态系统平衡的维持造成了一定程度的威胁,为达到生态系统的和谐发展必须采取合理措施进行生态管理和修复。

围封对荒漠草原土壤水分和 pH 均表现出显著

影响($P<0.05$)。土壤含水量均随着土层深度的增加呈显著或极显著增加趋势($P<0.05$ 或 $P<0.01$),植被群落不同,围封内外土壤含水量变化不同。土壤 pH 围封区明显高于放牧区。围封对荒漠草原土壤全肥具有一定的促进作用,围封区全肥含量高于放牧区,TP、TK 含量在封育与放牧之间的差异不显著,且随土层的增加变化没有一定的规律。芨芨草群落相对于沙蒿群落,全肥含量高、增减幅度大。围封对荒漠草原土壤速效养分具有一定的影响,围封区土壤速效氮、速效钾含量均高于放牧区,速效磷总体表现为围封区小于放牧区,芨芨草群落相对于沙蒿群落,速效肥含量高、增减幅度大。

参考文献

- [1] 张强,赵雪,赵哈林.中国沙区草地[M].北京:气象出版社,1998:1-2.
- [2] 苏永中,赵哈林.持续放牧和围封对科尔沁退化沙地草地碳截存的影响[J].环境科学,2003,24(4):23-28.
- [3] 单贵莲,徐柱,宁发,等.围封年限对典型草原植被与土壤特征的影响[J].草业学报,2009,18(2):3-10.
- [4] 李新荣,张志山,王新平,等.干旱区土壤-植被系统恢复的生态水文学研究进展[J].中国沙漠,2009,29(5):845-852.
- [5] MEISSNER R A,FACELLI J M. Effects of sheep exclusion on the soil seed bank and annual vegetation in chenopod shrublands of south Australia[J]. Journal of Arid Environments,1999,42(2):117-128.
- [6] 王彦荣,曾彦军,付华,等.过牧及封育对红砂荒漠植被演替的影响[J].中国沙漠,2002,22(4):321-327.
- [7] 周华坤,周立,刘伟,等.封育措施对退化与未退化矮蒿草甸的影响[J].中国草地,2003,25(5):15-22.
- [8] 闫玉春,唐海萍,辛晓平,等.围封对草地的影响研究进展[J].生态学报,2009,29(9):5039-5046.
- [9] 陈佐忠.内蒙古草原生态系统退化与围封转移[R].曾经草原:内蒙古旅游文化节系列讲座,2003.
- [10] 李政海,王伟,刘钟龄.退化草原围封恢复过程中草场质量动态的研究[J].内蒙古大学学报,1995,26(3):334-338.
- [11] 张奎壁,邹受益.治沙原理与技术[M].北京:中国林业出版社,1989:35-44.
- [12] 黄培祐.干旱区免灌植被及其恢复[M].北京:科学出版社,2002:30-90.
- [13] 赵丽娅,赵哈林.我国沙漠化过程中的植被演替研究概述[J].中国沙漠,2000,20(增刊):7-14.
- [14] 萨仁高娃,曹美,敖特根,等.短期放牧强度对典型草原土壤理化性质的影响[J].内蒙古农业大学学报,2014,35(5):75-79.
- [15] 萨仁高娃,曹美,敖特根,等.短期放牧强度对典型草原土壤有机碳(SOC)及 pH 的影响[J].畜牧与饲料科学,2014,35(3):5-7.
- [16] 王惠,王辉,黄蓉,等.不同封育管理对沙质草地土壤与植被特征的影响[J].草业学报,2012,21(6):15-22.
- [17] 董白红,蒋平安,程路明,等.围栏对新疆山区草地土壤碳氮的影响[J].新疆农业大学报,2006,29(1):31-35.
- [18] 孙宗玖,安沙舟,段娇娇.围栏封育对新疆蒿类荒漠草地植被及土壤养分的影响[J].干旱区研究,2009,26(6):877-882.

- [19] SANDOR M A, MAXI M. Consideration concerning tjerole and functions of soil biodiversity in econsystems[J]. Proenvironment Promediu, 2008(1):44-53.
- [20] 孙海燕, 万书波, 李林, 等. 放牧对荒漠草原土壤养分及微生物量的影响[J]. 水土保持通报, 2015, 35(2):82-93.
- [21] 魏伯平, 赵生国, 焦婷. 放牧对温性荒漠草原植物群落及草地土壤肥力的影响[J]. 草地学报, 2012, 20(5):855-862.
- [22] 侯扶江, 任继周. 甘肃马鹿冬季放牧践踏作用及其对土壤理化性质影响的评价[J]. 生态学报, 2003, 23(3):486-495.
- [23] 王艳芬, 陈佐忠. 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.
- [24] 丁海君, 韩国栋, 王忠武, 等. 短花针茅荒漠草原不同载畜率对土壤的影响[J]. 中国农业生态学报, 2016, 24(4):524-531.
- [25] 贾树海, 王春枝. 放牧强度和时期对内蒙古草原土壤压实效应的研究[J]. 草地学报, 1999, 7(3):217-222.
- [26] 姚爱兴, 王培. 不同放牧强度下奶牛对多年生黑麦草/白三叶草地土壤特性的影响[J]. 草地学报, 1995, 3(3):181-189.
- [27] 刘建, 张克斌, 程中秋, 等. 围栏封育对沙化草地植被及土壤特性的影响[J]. 水土保持通报, 2011, 31(4):180-184.
- [28] 高月娥, 杨国荣. 北亚热带区草地放牧系统不同载畜率对土壤养分的影响[J]. 中国草地学报, 2013, 35(6):70-74.
- [29] 张成霞. 放牧对陇东黄土高原天然草地土壤理化特性及微生物的影响[D]. 兰州:兰州大学, 2008.
- [30] 李建龙, 许鹏, 孟林, 等. 不同轮牧强度对天山北坡低山带属荒漠春秋场土草畜影响研究[J]. 草业学报, 1993, 2(2):60-65.
- [31] 牛海山, 李香真. 放牧率对土壤饱和导水率及其空间变异的影响[J]. 草地学报, 1999, 7(3):211-216.
- [32] 陈银萍, 李玉强, 赵学勇, 等. 放牧与围封对沙漠化草地土壤轻组及全土碳氮储量的影响[J]. 水土保持学报, 2010, 24(4):182-186.
- [33] 翟夏杰, 黄顶, 王堃. 围封与放牧对典型草原植被和土壤的影响[J]. 中国草地学报, 2010, 37(6):73-78.
- [34] 张凤承, 史印涛. 放牧强度对土壤物理性状和速效养分的影响[J]. 草原与草坪, 2013, 33(1):5-10.
- [35] 乌尼尔, 海棠. 放牧对典型草原羊草形态特征及土壤理化性质的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2015, 36(4):71-76.
- [36] JOHNSTON A, DORMAARJ F, SMOLIAKS. Long-term grazing effects on fescue grassland soils[J]. J Range Manage, 1971, 24:185-188.
- [37] GREENE R S B, KINNELL P I A, WOODJ T. Role of plant cover and stock trampling on runoff and soil erosion from semiarid woodrangelands[J]. Aus J Soil Res, 1994, 32:953-973.

Effects of Grazing and Fencing on Soil Physicochemical Properties in Desert Grassland

ZHANG Yifan^{1,2,3}, CHEN Lin^{1,2,3}, YANG Xinguo^{1,2,3}, LIU Xuedong^{1,2,3}, LI Xuebin⁴

(1. Key Laboratory for Restoration and Reconstruction of Degraded Ecosystem in North—Western China of Ministry of Education, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Breeding Base for State Key Laboratory of Land Degradation and Ecological Restoration of Northwestern China, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. Union Research Center for Ecological and Exploitation of Biological Resources in Western China, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 4. Science and Technology Department, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Taking the typical desert steppe in Yanchi of Ningxia as the research object, by selecting *Achnatherum splendens* and *Artemisia desertorum* community in enclosure and fence grazing areas, in order to research the change regulation of the water content, pH and the physicochemical properties in two communities of grassland fencing and grazing areas, the physicochemical properties of water content, pH and the change of soil. The results showed that the disturbance of grazing make a significant effect on soil water content and pH of desert steppe ($P < 0.05$), the soil water content of each soil layer in *Artemisia desertorum* community under the disturbance of grazing were 12.0%, 12.3% and 16.6% higher than fencing area correspondingly, while as *Achnatherum splendens* community, the water content of each soil layer in fencing area were higher than that in grazing area; the change regulation of soil pH was consistent with the water content; in addition to the available phosphorus (AP), the content of other soil nutrient elements in enclosing area were higher than that in grazing area; furthermore, the soil organic carbon (SOC), total nitrogen (TN), available nitrogen (AN), available phosphorus (AP) and available potassium (AK) had significant difference between enclosing and grazing area, while which made no obvious effect on total phosphorus (TP) and total potassium (TK); the soil element of each soil layers in *Achnatherum splendens* community were higher than *Artemisia desertorum* community, while the relative increase was also large.

Keywords: enclosure; grazing; soil physical and chemical properties