

Effects of Typical Herbage on Soil Physical and Chemical Properties in Loess Hilly Region

Jing Shi, Hongtao Jiang*, Chunxing Hai, Wenbang Gao

College of Geographical Science, Inner Mongolia Normal University, Inner Mongolia Hohhot
Email: dlkxshijing@163.com, *jianghongtao2003@126.com, chunxinghai@163.com, 305349946@qq.com

Received: Apr. 29th, 2018; accepted: May 22nd, 2018; published: May 29th, 2018

Abstract

This study selected the Loess Hilly Region in the central part of Helingee County in the southeast of Inner Mongolia. Based on the selection of runoff plots, selecting the dominant grass species planted in the region: *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn (冰草), *Melilotus suaveolens* Ledeb (草木樨), *Medicago sativa* L. (苜蓿) and bare land to analyze the effects of pasture on soil pH, soil moisture content, soil particle composition and soil nutrients. In order to obtain better grass species that can improve the soil environment, so as to serve the local economic development and ecological environment, and to further develop the returning farmland to grassland in this region, formulate soil and water conservation measures, restore and improve the ecological environment, and realize regional development, which can provide the basis for sustainable development. The results of the study showed that the three grasses all improved the soil nutrient status and improved the soil environment in varying degrees. Among them, the effect of *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn on all aspects of the soil is best, followed by the *Medicago sativa* L. (苜蓿), and *Melilotus suaveolens* Ledeb is poor.

Keywords

Agropyron cristatum (L.) Gaertn, *Melilotus suaveolens* Ledeb, *Medicago sativa* L., Physical and Chemical Properties of Soil

黄土丘陵区典型牧草对土壤理化性质的影响

史 静, 姜洪涛*, 海春兴, 高文邦

内蒙古师范大学地理科学学院, 内蒙古 呼和浩特
Email: dlkxshijing@163.com, *jianghongtao2003@126.com, chunxinghai@163.com, 305349946@qq.com

收稿日期: 2018年4月29日; 录用日期: 2018年5月22日; 发布日期: 2018年5月29日

*通讯作者。

摘要

本研究选取位于内蒙古东南部的林格尔县中部黄土丘陵区, 设置径流小区, 在径流小区内选择种植当地的优势草种: 苜蓿、草木樨和冰草, 并与裸地进行对比, 分析牧草地对土壤pH值、土壤含水量、土壤颗粒组成和土壤养分的影响, 进而得出能够改善土壤环境更好的草种, 从而服务于当地的经济发展和生态环境, 为该区域的退耕还草工作的进一步开展、水土保持措施的制定, 生态环境的恢复与改善、以及实现区域发展可持续提供依据。研究表明, 3种牧草均能改善土壤养分状况, 且均在不同程度改善土壤环境, 其中, 冰草对土壤各个方面的效应最好, 苜蓿次之, 草木樨较差。

关键词

冰草, 苜蓿, 草木樨, 土壤理化性质

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生态环境是人类生存和发展的基本条件, 我国从 1999 年率先在四川、陕西、甘肃 3 省开展退耕还林还草的试点工作以后, 于 20 世纪初, 相继在全国范围内不同省县开展了退耕还林还草工程, 用以防治水土流失[1] [2]; 并且在 2014 年, 国务院批准实施了《新一轮退耕还林还草总体方案》, 以贯彻科学发展观、推进生态文明建设[3]。在一系列的退耕还林还草工程的开展中, 黄土丘陵区是我国乃至世界生态环境脆弱区之一, 也是近年来, 我国实施退耕还林还草工程中面积最大的区域。内蒙古是全国沙漠化分布面积最广、程度最严重的地区, 特别是我区半干旱草原及农牧交错地段, 土地沙漠化已严重制约着农牧业生产和工矿业的发展[4]。和林格尔县地处内蒙古中部, 位于呼和浩特市的东南部, 处于土默川冲积平原向黄土高原和阴山山脉向南延伸的蛮汗山的过渡带。由于其本身属于干旱、大风的内陆气候, 山地、丘陵为主要地貌, 土质粗、有机质含量少等较差的自然地理条件, 使土地不利于开发利用, 而又因为人类不合理的耕作方式, 导致该区域的生态环境发生恶化[5]。因而, 在和林格尔县采取相应的生态工程措施, 在选取水土保持效应良好的植被进一步落实新一轮的退耕还林还草工作, 从而促进区域内水土保持工作、恢复和改善生态环境, 实现区域可持续发展等显得尤为重要。

2. 研究区概况

和林格尔县位于土默川平原、黄土高原和阴山山脉向南延伸的蛮汗山支脉的结合处, 属内蒙古自治区呼和浩特市。本研究试验地位于和林格尔县城关镇, 采样范围为 40°25'05"~40°25'57"N, 111°52'11"~111°48'45"E (图 1)。地貌类型为黄土丘陵, 沟谷纵横, 水土流失严重。气候类型为中温带半干旱大陆性季风气候, 主要气候特征年降雨量少, 年均降水量约 417.57 mm, 雨量集中, 蒸发量大, 干旱、多风。植被类型主要为丘陵草原类型, 土壤类型为黑垆土。该区域属于旱作农业区, 生态环境脆弱, 土地退化和沙化问题严重。近年来, 该区域实施了退耕还林还草, 但也存在着耕地撂荒现象, 土地利用方式对当地的经济发展和生态环境具有重要的影响。



Figure 1. Study area location
图 1. 研究区位置示意图

3. 研究方法

3.1. 样品采集

本研究在呼和浩特市和林格尔县内蒙科技厅和内蒙古师范大学尝试建设的试验林格尔县试验站, 在坡度为 11° 的坡面上建立了 4 个坡长均为 10 m, 坡宽为 2 m 的径流小区(见图 1), 其中 1 个小区为裸地作为对照样地, 其他 3 个小区分别种植: 苜蓿、草木樨、冰草。分别对种植一年后的小区自坡上、坡中、坡下分别采集 0~5 cm、5~10 cm、10~20 cm 三层土壤样品, 每个样品取 1 kg, 放入自封袋, 并且分别用环刀采取每个径流小区内的土样, 用于土壤水分的测定。将样品带回实验室, 对其进行风干, 用四分法选择土样, 分别过 2 mm、1 mm、0.15 mm 土壤筛网, 并取过 2 mm 的土壤用于机械组成。

3.2. 测定方法

将土壤进行分析, 土壤 pH 值采用酸度计测定[6]; 土壤含水率用烘干法测定[6]; 土壤有机碳的测定使用重铬酸钾外加热法[6]; 速效氮使用全自动凯氏定氮仪进行测定[6]; 速效磷使用碳酸氢钠浸提钼锑抗比色法[6]; 速效钾使用醋酸铵浸提火焰光度法[6]; 土壤机械组成采用比重计法[7]。

3.3. 数据处理

实验数据用 SPSS 进行分析, 采用 Duncan 法进行显著性检验, 并使用 Oringin 软件对所测得的土壤有机碳、土壤全氮和土壤易氧化有机碳进行制图, 数据不同土层深度的加权平均值作为代表进行分析。

4. 结果分析

4.1. 土壤 pH 值和土壤含水量

对径流小区的裸地、冰草、草木樨和苜蓿的 pH 值和土壤含水量进行分析可知, 土壤 pH 值依次为: 裸地(8.32) > 冰草(8.06) > 草木樨(7.83) > 苜蓿(7.74); 土壤含水量分别为: 冰草(13.01%) > 苜蓿(12.54%) > 草木樨(12.20%) > 裸地(11.09%)。由此可知, 牧草地的土壤 pH 值相对与裸地均有所下降, 土壤含水量均比裸地高, 其中冰草含水量最高, 苜蓿次之, 草木樨相对较小。

4.2. 土壤机械组成分析

不同牧草地的机械组成结果如图所示, 0~5 cm 土层中(图 2 所示), 土壤黏粒含量呈现出冰草(9.78%) > 草木樨(7.78%) > 苜蓿(5.78%) > 裸地(5.78%), 土壤粉粒含量冰草(34.00%) = 草木樨(34.00%) > 苜蓿(30.00%) = 裸地(30.00%), 土壤沙粒含量冰草(56.22%) < 草木樨(58.22%) < 苜蓿(64.22%) = 裸地(64.22%)。可以看出, 3 种牧草地中土壤黏粒含量均比裸地含量高, 沙粒含量低于裸地, 粉粒含量变化不明显, 其中冰草地土壤中黏粒含量最高, 沙粒含量最低。

5~10 cm 土层中(图 3 所示), 土壤黏粒含量呈现出草木樨(12.78%) > 裸地(11.18%) > 冰草(9.78%) > 苜蓿(5.78%), 土壤粉粒含量冰草(32.00%) > 苜蓿(30.00%) > 裸地(28.60%) > 草木樨(27.00%), 土壤沙粒含量冰草(58.22%) < 草木樨(60.22%) = 裸地(60.22%) < 苜蓿(64.22%)。可以看出, 草木樨地土壤黏粒含量相对较高, 冰草和苜蓿土壤黏粒相对较低; 冰草和苜蓿地土壤粉粒含量较高, 裸地和草木樨含量相差不大; 冰草土壤沙粒含量较低, 草木樨和裸地土壤沙粒含量相一致。

10~20 cm 土层中(图 4 所示), 土壤黏粒含量呈现出冰草(12.98%) > 苜蓿(9.78%) > 草木樨(7.78%) > 裸地(5.78%), 土壤粉粒含量苜蓿(36.00%) > 冰草(30.00%) = 裸地(30.00%) > 草木樨(28.00%), 土壤沙粒

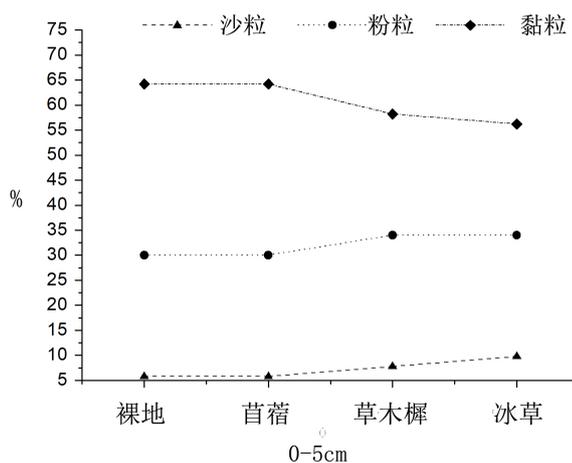


Figure 2. Soil particle composition in 0 - 5 cm soil layer

图 2. 0~5 cm 土层中土壤颗粒组成

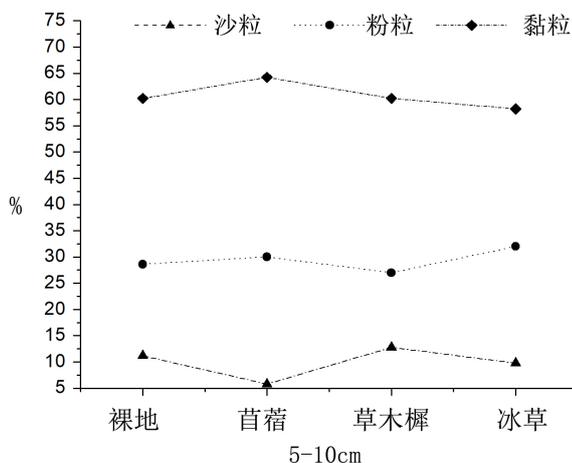


Figure 3. Soil particle composition in 5 - 10 cm soil layer

图 3. 5~10 cm 土层中土壤颗粒组成

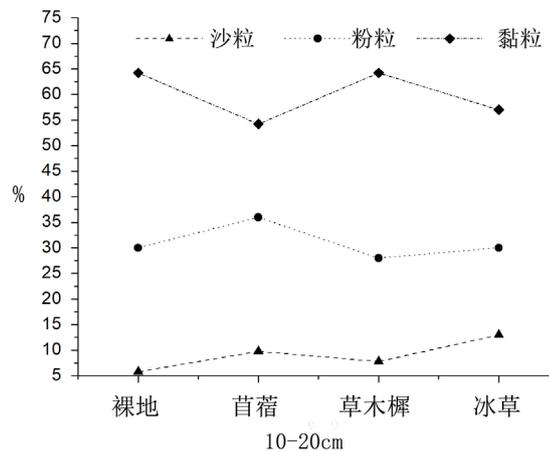


Figure 4. Soil particle composition in 10 - 20 cm soil layer
图 4. 10~20 cm 土层中土壤颗粒组成

含量苜蓿(54.22%) < 冰草(57.02%) < 裸地(64.22%) = 草木樨(64.22%)。可以看出, 冰草土壤中黏粒含量最高, 苜蓿次之, 草木樨较低; 土壤粉粒含量苜蓿最高, 冰草次之; 土壤沙粒含量苜蓿最少, 冰草相对较高。

4.3. 土壤养分分析

对典型牧草地土壤养分分析可知(见表 1), 0~5 cm 土层中, 土壤速效磷含量在冰草、草木樨、苜蓿与裸地土壤差异显著, 三种牧草地土壤彼此之间没有显著差异; 土壤速效磷含量在冰草、草木樨和苜蓿地土壤中有显著差异, 苜蓿地土壤含量最多; 土壤速效氮含量之间没有显著差异; 土壤有机碳含量在冰草和苜蓿地土壤中含量较高, 两者之间没有显著差异, 与苜蓿地和裸地土壤存在显著性差异。

5~10 cm 土层中, 草木樨和苜蓿地土壤速效磷含量较高, 与冰草和裸地之间有显著性差异; 苜蓿地土壤速效钾含量较高, 与冰草、草木樨和裸地均有显著性差异; 土壤速效氮含量苜蓿地土壤含量最高, 与其他三种地类呈现显著差异, 然而, 其他三种地类之间差异不显著; 土壤有机碳含量冰草土壤含量最高, 与草木樨土壤没有显著性差异, 与苜蓿和裸地有显著性差异。

10~20 cm 土层中, 土壤速效磷含量在冰草、草木樨和苜蓿之间没有显著性差异, 但与裸地之间存在显著性差异; 土壤速效钾含量在三种牧草地土壤中存在显著性差异, 其中, 苜蓿地土壤含量最高; 土壤速效氮和土壤有机碳含量在冰草、草木樨、苜蓿和裸地之间没有显著性差异。

由以上分析可知, 在 0~20 cm 土层中, 土壤速效磷含量、土壤速效钾含量和土壤速效磷含量在冰草、草木樨和苜蓿地土壤中均比裸地有不同程度的增加。其中, 0~5 cm 土层中, 冰草土壤速效磷含量最高、草木樨土壤速效钾含量最高、冰草和草木樨土壤有机碳相差不大, 且均较高。土壤速效氮含量虽无显著性差异, 但是冰草和草木樨土壤速效氮含量相对较高。5~10 cm 土层中, 苜蓿地土壤速效磷、速效钾和速效氮含量均较高, 冰草土壤中有机碳含量相对苜蓿地土壤较高。10~20 cm 土层中, 苜蓿地土壤中土壤速效磷和土壤速效钾含量最高, 冰草次之; 草木樨土壤有机碳含量最高。总体来看, 在 0~5 cm 土层中, 冰草相对来说更有利于土壤养分的积累; 5~20 cm 土层中苜蓿相对来说更有利于土壤养分的积累。

5. 讨论与结论

5.1. 讨论

牧草根系发达, 繁殖快, 易于管理栽培, 并可以加大地表覆盖度, 从而改善土壤结构, 增加土壤肥

Table 1. Different grassland soil nutrient contents
表 1. 不同牧草地土壤养分含量表

土层	地类	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	速效氮(mg/kg)	土壤有机碳(g/kg)
0~5 cm	冰草	194.75 ± 0.57a	35.58 ± 0.25c	0.05 ± 0.00a	21.39 ± 0.18a
	草木樨	189.20 ± 2.36a	43.92 ± 0.39a	0.05 ± 0.01a	19.54 ± 0.23b
	苜蓿	182.21 ± 0.29a	41.05 ± 0.28b	0.04 ± 0.00a	21.46 ± 1.19a
	裸地	138.50 ± 2.59b	36.27 ± 1.80c	0.04 ± 0.00a	19.23 ± 0.04b
5~10 cm	冰草	135.74 ± 0.28b	27.41 ± 0.65c	0.04 ± 0.00b	21.33 ± 0.18ab
	草木樨	179.54 ± 0.32a	30.67 ± 0.23b	0.04 ± 0.00b	21.13 ± 0.28b
	苜蓿	199.98 ± 2.99a	33.91 ± 1.39a	0.05 ± 0.00a	19.42 ± 0.82c
	裸地	97.55 ± 2.61c	29.15 ± 0.57bc	0.04 ± 0.00b	21.11 ± 0.18c
10~20 cm	冰草	128.82 ± 2.94a	25.75 ± 0.42b	0.04 ± 0.00a	22.86 ± 0.08a
	草木樨	123.39 ± 3.47ab	22.61 ± 0.78c	0.04 ± 0.00a	23.41 ± 0.64a
	苜蓿	172.71 ± 2.35a	27.95 ± 0.57a	0.03 ± 0.02a	22.30 ± 0.62a
	裸地	64.70 ± 4.32b	22.66 ± 0.72c	0.04 ± 0.00a	22.71 ± 0.54a

注：小写字母表示差异显著(P < 0.05)。

力等。国内外学者已经研究表明，多年生牧草种植可以有效地防止水土流失，降低土壤侵蚀[8] [9]。由以上分析可知，径流小区内，牧草地对土壤 pH 值、土壤含水量、土壤颗粒组成和土壤养分变化均有不同程度的影响。其中，牧草地土壤 pH 值较裸地低，苜蓿地土壤的 pH 值最低；土壤含水量均比裸地高，其中冰草含水量最高，苜蓿次之，草木樨相对较小。对土壤的养分含量(土壤速效氮、速效磷、速效钾和土壤有机碳)进行分析可知，牧草对土壤的养分有改善作用，使得土壤表层 0~20 cm 中，土壤养分含量均有所增加，但其增加幅度有差异。总体来看，0~5 cm 土层中，冰草相对来说更有利于土壤养分的积累；5~20 cm 土层中苜蓿相对来说更有利于土壤养分的积累。然而，土壤速效氮含量在土壤表层 0~20 cm 中，不同牧草地和裸地的差异均较小可见短时间内牧草地对土壤速效氮含量的变化无显著性影响。张莉等对人工草地与其土壤环境的关系研究中也显示，土壤根层理化性质发生了明显变化，土壤养分含量均有所提高，pH 值有所下降，土壤含水量有所提高[10]，与本研究结论相符。

武红旗等研究表明草甸土壤中的粉粒和沙粒含量与土壤含水量和土壤有机碳有及显著性相关关系，可见多年生草地有利于土壤中粉粒和沙粒含量的提高[11]。本研究对土壤的机械组成进行分析可知，0~5 cm 土层土壤中，牧草对土壤中沙粒和黏粒的变化均较明显，对土壤中颗粒的流失具有很好的改善作用，其中冰草土壤中黏粒含量最高，更有利于水土保持，苜蓿次之，草木樨相对较差；5~10 cm 土层土壤中，对冰草和苜蓿土壤中粉粒含量变化较明显，对草木樨黏粒变化较明显；10~20 cm 土层中，冰草对土壤黏粒影响最大，对粉粒和沙粒含量影响也较高；苜蓿对土壤粉粒和沙粒影响较大；草木樨对土壤机械组成影响相对较低。由此可知，在土壤表层 0~20 cm 内，冰草对土壤的黏粒和粉粒的保持效应较好，苜蓿对土壤的保持效应相对次之，草木樨较差。

5.2. 结论

通过对 3 种牧草(冰草、苜蓿和草木樨)与裸地土壤理化性质的对比分析可以得出，3 种牧草均能改善土壤养分状况，且均在不同程度改善土壤环境，使得土壤 pH 值降低、土壤含水量增加、土壤颗粒组成

中粉粒和黏粒的比重提高。其中，冰草对土壤各个方面的效应最好，苜蓿次之，草木樨较差。

基金项目

内蒙古师范大学研究生科研创新基金资助项目(CXJJS16115)。

参考文献

- [1] 沈国防. 西部地区的林草植被建设问题[C]. 香山科学会议第 153 次会议论文, 2000.
- [2] 李世东. 中西部地区退耕还林还草试点问题[C]. 香山科学会议第 153 次会议论文, 2000.
- [3] 刘平. 国家新一轮退耕还林还草政策解读[J]. 云南林业, 2014, 3(6): 47-49.
- [4] 于海洪. 内蒙古生态退耕的对策[J]. 西部资源, 2015(5): 19-20.
- [5] 李素英, 郝润梅, 雷军. 内蒙古生态退耕的分析研究——以呼和浩特市和林格尔县为例[J]. 干旱区资源与环境, 2005(5): 114-117.
- [6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 282.
- [8] Loch, R.J., Espigares, T., Costantini, A., *et al.* (1999) Vegetative Filter Strips to Control Sediment in Forest Plantations: Validation of a Simple Model Using Field Data. *Australian Journal of Soil Research*, **37**, 929-946.
<https://doi.org/10.1071/SR98089>
- [9] 蒋定生, 江忠善. 黄土高原丘陵区水土流失规律与水土保持措施优化配置研究[J]. 水土保持学报, 1992, 6(3): 23-26.
- [10] 张莉, 王长庭, 刘伟, 等. 不同建植期人工草地优势种植物根系活力、群落特征及其土壤环境的关系[J]. 草业学报, 2012, 21(5): 185-194.
- [11] 武红旗, 范燕敏, 管光玉, 等. 天山北坡退化山地草甸土壤的主要理化性质分析[J]. 山东农业科学, 2018(1): 76-80.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5762, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: gser@hanspub.org