

# Effects of Compound Bio-Fertilizers on Community Underground Biomass in Horqin Native Grassland

Yumei Shan<sup>1,2</sup>, Chao Wen<sup>1,2</sup>, Haijun Chen<sup>3</sup>, Lijuan Gao<sup>4</sup>, Xiaosong Yang<sup>4</sup>, Si Ri-gu-leng<sup>4</sup>, Jiayi Li<sup>5</sup>, Jun Zhang<sup>4</sup>, Yongzhi Liu<sup>6\*</sup>

<sup>1</sup>Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot Inner Mongolia

<sup>2</sup>Inner Mongolia Research Center for Prataculture, Chinese Academy of Sciences, Hohhot Inner Mongolia

<sup>3</sup>Inner Mongolia Institute of Biotechnology, Hohhot Inner Mongolia

<sup>4</sup>Tongliao City Animal Husbandry and Veterinary Science Institute, Tongliao Inner Mongolia

<sup>5</sup>Inner Mongolia University for Nationalities, Tongliao Inner Mongolia

<sup>6</sup>Department of Agriculture and Animal Husbandry of Inner Mongolia, Hohhot Inner Mongolia

Email: \*shanym2008@163.com

Received: Jan. 21<sup>st</sup>, 2017; accepted: Feb. 7<sup>th</sup>, 2017; published: Feb. 10<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The experiment was set in Horqin native grassland in Inner Mongolia semi-arid area. *Leymus chinensis* is the dominant species. Recent years, the grassland showed various degradations which had a strong impact on population characteristics and community productivity; above all, underground biomass was related to grass yield and quality. The Humic acid, Molasses fermentation and Alginate were selected in this study. And control, apply above three compound bio-fertilizers solely and mixed were set to be five treatments, and were indicated as CK, F, T, H and A. The results showed that the applying year, soil depth and the interaction of applying year and variety of compound bio-fertilizers had significant effects on community underground biomass ( $P < 0.05$ ). In the first and second year of applying compound bio-fertilizers, 2014 and 2015, 50% of community underground biomass showed in 0 - 10 cm soil depth. The significant difference of community underground biomass was observed in different applying year of compound bio-fertilizers ( $P < 0.05$ ), and the variety of compound bio-fertilizers as well as interaction had no significant effects on community underground biomass ( $P > 0.05$ ). Thus it showed that the compound bio-fertilizers applied simply had no significant impact effect on community underground biomass.

## Keywords

Compound Bio-Fertilizer, Native Grassland, Community, Underground Biomass

---

\*通讯作者。

文章引用: 单玉梅, 温超, 陈海军, 高丽娟, 杨晓松, 斯日古楞, 李佳怡, 张军, 刘永志. 复合微生物肥料对科尔沁区天然打草场群落地下生物量的影响[J]. 农业科学, 2017, 7(1): 28-34.  
<https://doi.org/10.12677/hjas.2017.71004>

# 复合微生物肥料对科尔沁区天然打草场群落地下生物量的影响

单玉梅<sup>1,2</sup>, 温超<sup>1,2</sup>, 陈海军<sup>3</sup>, 高丽娟<sup>4</sup>, 杨晓松<sup>4</sup>, 斯日古楞<sup>4</sup>, 李佳怡<sup>5</sup>, 张军<sup>4</sup>, 刘永志<sup>6\*</sup>

<sup>1</sup>内蒙古自治区农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特

<sup>2</sup>中国科学院内蒙古草业研究中心, 内蒙古 呼和浩特

<sup>3</sup>内蒙古自治区生物技术研究院, 内蒙古 呼和浩特

<sup>4</sup>内蒙古通辽市畜牧兽医科学研究所, 内蒙古 通辽

<sup>5</sup>内蒙古民族大学, 内蒙古 通辽

<sup>6</sup>内蒙古自治区农牧业厅, 内蒙古 呼和浩特

Email: \*shanyym2008@163.com

收稿日期: 2017年1月21日; 录用日期: 2017年2月7日; 发布日期: 2017年2月10日

## 摘要

该试验在内蒙古半干旱区的科尔沁天然打草场开展。羊草是科尔沁区天然打草场的优势物种, 近年来发生的不同程度的草场退化现象, 严重影响了种群特征和群落生产力, 尤其是地下生产力直接关系到牧草的产量和品质。本研究选取腐殖酸、糖蜜发酵物和海藻酸等3种复合微生物肥料, 设置对照、单独施加该3种复合微生物肥料和混合施加等5个处理, 分别表示为CK、F、T、H和A。结果表明, 施加复合微生物肥料的年份、土层深度以及施加年份和复合微生物肥料种类的交互作用对群落地下生物量均有显著影响( $P < 0.05$ )。施加复合微生物肥料当年(2014年)和翌年(2015年), 各处理的总地下生物量的50%都处于0~10 cm土层。群落地下总生物量在不同施加复合微生物肥料年份存在显著差异( $P < 0.05$ ), 而复合微生物肥料种类及其交互作用对群落地下总生物量没有显著影响( $P > 0.05$ )。由此看出, 单一复合微生物肥料对群落地下生物量变化没有显著的影响效果。

## 关键词

复合微生物肥料, 天然打草场, 群落, 地下生物量

Copyright © 2017 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

随着现代农业科技的发展与进步, 化肥的应用使得农田生态环境系统发生了明显改变, 且使用范围和使用量逐渐增加, 但肥料平均利用率不到 30%, 导致化肥利用率和增产效益下降; 还造成生态环境恶化、土壤肥力下降、土壤退化、重金属污染, 生态系统功能紊乱等问题, 对农产品安全和农业的可持续发展构成了威胁和挑战[1] [2] [3] [4]。在此背景下, 微生物肥料的开发和应用逐渐成为热点, 因其不仅可以改善土壤理化性质, 提高农产品品质, 保证人畜健康、改善生态系统功能, 而且可以刺激作物生长,

增加效益,减轻土传病害[5],满足了人们对绿色产品和生态农业生产发展的需求,促进农业的可持续发展[6] [7] [8]。已有研究表明,微生物肥料在农业生产中的增产效果一般在5%~20%之间[9],但如果将微生物肥料与有机肥混施,对土壤和植被的改善效果更好[10]。因此,便出现了复合微生物肥料。复合微生物肥料是一种采用高新合成技术将有机物质、有益微生物和无机营养元素复合而成的,可以体现有机肥料、微生物肥料以及无机化学肥料综合效果的新型肥料[11]。

科尔沁天然打草场地处我国北方典型的半干旱农牧交错带,由于过度放牧与草地开垦,该区域的土壤和植被退化严重。尽管开展天然打草场的培育及改良利用技术研究已受到高度重视,但科尔沁天然打草场的土壤和植被特征是如何响应施肥改良技术的相关研究报道的还比较少。因此,本文在科尔沁天然打草场中施加不同的复合微生物肥料,测定不同土壤层次的地下生物量的变化,旨在研究不同复合微生物肥料对植被和土壤的改善状况,为开展微生物肥料在天然草场中的改良作用的研究提供一定的基础理论。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究区概况

该试验地位于内蒙古通辽市科尔沁左翼中旗珠日河牧场白音查干分场,地理位置为 N44°24'56", E121°52'34", 平均海拔为 200 m, 气候类型属于内陆半干旱草原气候, 四季分明, 春季回暖快, 多风沙; 夏季雨热同步, 雨量集中; 秋季短促, 降温快; 冬季干冷漫长。全年最高气温 40.9℃, 最低气温-25.1℃, 年平均气温 5.6℃, 无霜期约 150 d, 全年日照时数为 3101 h, 年平均降雨量约 350 mm; 一年降雨量的 70%以上集中在 6、7、8 月份。试验区植被属低平地草甸类, 低湿地草甸亚类, 羊草 + 芦苇型。地势平坦, 以平原地貌为主, 土壤类型属于沙壤土。

### 2.2. 试验设计

2014 年 5 月初, 在试验区域内选择地势平坦、植被和土壤类型均匀的地段, 采用随机区组设计, 设置对照(CK)、施加腐殖酸微生物肥料(F)、糖蜜发酵微生物肥料(T)、海藻酸微生物肥料(H)和以上 3 种微生物肥料混合(A)等 5 个处理(表 1), 每个处理 3 个重复, 共计 15 个试验小区, 每个小区 15 m<sup>2</sup> (3 m × 5 m), 微生物肥料的施加量采用表施, 施加时间为 2014 年 6 月初和 2015 年 6 月初。

### 2.3. 测定指标及方法

于 2014 年 7 月底和 2015 年 7 月底, 在设置好的试验小区内随机选取 3 个取样点, 采用直径 10 cm 的根钻钻取不同层次的土壤样品, 分别为 0~10 cm、10~20 cm 和 20~30 cm, 3 个样点的同一层次土壤混合, 带回实验室清洗并烘干, 然后称取每一层次土壤中根系的干重。

### 2.4. 数据处理与分析

数据分析采用 Exell2010 和 SAS9.0 软件, 采用方差分析(One-way ANOVA)比较不同处理间的显著性差异, 显著性水平设为  $P < 0.05$ , 作图软件为 sigmaplot12.0。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 复合微生物肥料对不同土壤层次的群落地下生物量的影响

方差分析结果表明, 施加复合微生物肥料的年份、土层深度以及施加年份和复合微生物肥料种类的交互作用对群落地下生物量均有显著影响( $P < 0.05$ ), 其他因素及其交互作用对群落地下生物量没有显著影响( $P > 0.05$ ) (表 2)。

**Table 1.** Test design  
**表 1.** 试验设计

编号	处理	有效活菌数	施肥量
CK	对照	—	0
F	腐殖酸	有效活菌数 $\geq 0.2$ 亿/g	75 g/m <sup>2</sup>
T	糖蜜发酵	有效活菌数 $\geq 20$ 亿/ml	6 ml/m <sup>2</sup>
H	海藻酸	有效活菌数 $\geq 0.2$ 亿/g	75 g/m <sup>2</sup>
A	腐殖酸 + 糖蜜发酵 + 海藻酸	F、T 和 H 三者混合	75 g/m <sup>2</sup> + 6 ml/m <sup>2</sup> + 75 g/m <sup>2</sup>

**Table 2.** Three factors analysis of variance of underground biomass among different compound bio-fertilizers  
**表 2.** 不同复合微生物肥料处理下群落地下生物量的三因素方差分析

处理	自由度 df	F 值	P 值
施加年份	1	14.99	0.0003
土层深度	2	121.03	<0.001
复合微生物肥料种类	4	1.04	0.3966
施加年份×土层深度	2	2.09	0.1332
施加年份×复合微生物肥料种类	4	2.72	0.0380
土层深度×复合微生物肥料种类	8	0.21	0.9878
施加年份×土层深度×复合微生物肥料种类	8	0.90	0.5189

### 3.1.1. 施加复合微生物肥料当年对群落地下生物量的影响

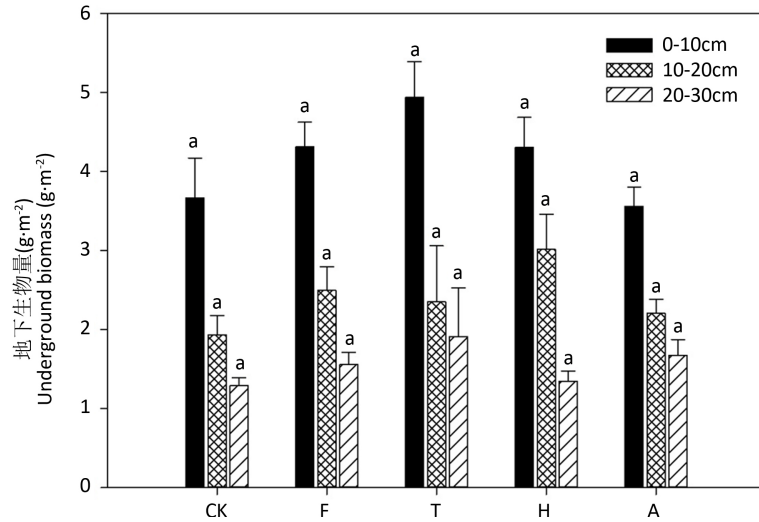
施加复合微生物肥料当年, 即 2014 年, CK、F、T、H 和 A 处理下, 0~10 cm 地下生物量分别占地下总生物量的 53.2%、51.6%、53.7%、49.7%和 47.9%。单独从 0~10 cm 土层来看, T 处理下的地下生物量最高, 达到 4.95g m<sup>-2</sup>, 比 CK 高出 34.7%; F 和 H 处理对地下生物量的影响效果接近, 分别比 CK 高出 17.6%和 17.4%, 但是各处理之间差异不显著( $P > 0.05$ )。从 10~20 cm 土层来看, H 处理下的地下生物量最高, 为 3.02g m<sup>-2</sup>, 比 CK 高出 55.8%; F、T 和 A 处理下的地下生物量均高于 CK, 分别高出 28.9%、21.3%和 13.9%, 但是各处理之间不存在显著差异( $P > 0.05$ )。从 20~30 cm 土层来看, T 处理下的地下生物量最高, 为 1.91 g m<sup>-2</sup>, 比 CK 高出 48.1%; F、H 和 A 处理下的地下生物量均高于 CK, 分别高出 20.7%、4.40%和 30.0%, 但是各处理对地下生物量的变化没有显著效果( $P > 0.05$ ) (图 1)。

### 3.1.2. 施加复合微生物肥料两年对群落地下生物量的影响

施加复合微生物肥料两年, 即 2015 年, CK、F、T、H 和 A 处理下, 0~10 cm 地下生物量分别占地下总生物量的 52.1%、46.5%、53.2%、51.4%和 57.6%。不同复合微生物肥料处理对不同土层地下生物量的影响各异, 从 0~10 cm 土层看, A 处理下的地下生物量较高, 分别比 F、T 和 H 高出 2.8%、20.4%和 12.9%; 10~20 cm 土层, F 处理下的地下生物量较高, 分别比 T、H 和 A 高出 39.7%、32.4%和 44.2%; 20~30 cm 土层, F 处理下的地下生物量较高, 分别比 CK、T、H 和 A 高出 42.2%、79.6%、34.9%和 65.5%; 但是复合微生物肥料对地下生物量的增加没有显著效应, 各处理间不存在显著差异( $P > 0.05$ ) (图 2)。

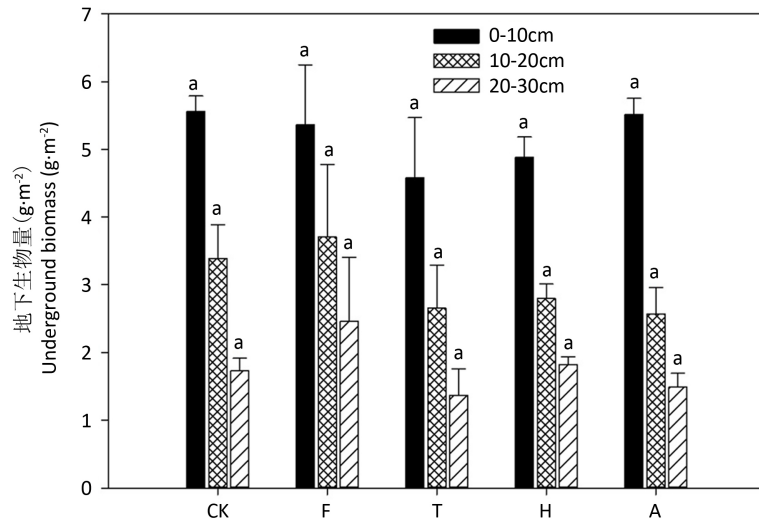
## 3.2. 复合微生物肥料对群落地下总生物量的影响

方差分析结果表明, 群落地下总生物量在不同的施加复合微生物肥料年份存在显著差异( $P < 0.05$ ), 而复合微生物肥料种类及其交互作用对群落地下总生物量没有显著影响( $P > 0.05$ ) (表 3)。



**Figure 1.** The variation of underground biomass in the first year of compound bio-fertilizers

**图 1.** 施加复合微生物肥料当年群落地下生物量的变化



**Figure 2.** The variation of underground biomass in the second year of compound bio-fertilizers

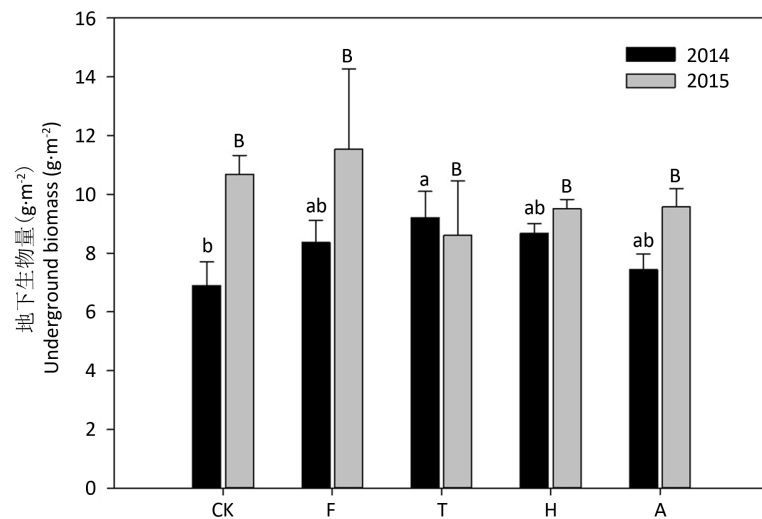
**图 2.** 施加复合微生物肥料两年群落地下生物量的变化

**Table 3.** Two factors analysis of variance of total underground biomass among different compound bio-fertilizers

**表 3.** 不同复合微生物肥料处理下群落地下总生物量的两因素方差分析

处理	自由度 df	F 值	P 值
施加年份	1	7.85	0.0118
复合微生物肥料种类	4	0.54	0.7067
施加年份×复合微生物肥料种类	4	1.43	0.2659

由图 3 可以看出, 施加复合微生物肥料当年的地下总生物量低于施加两年的处理, 除 T 处理外。2014 年, T 处理下的地下总生物量最高, 达到  $9.20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 比 CK、F、H 和 A 分别高出 33.4%、10.0%、6.1% 和 23.6%, 并且与 CK 之间存在显著差异( $P < 0.05$ ), 但是与 F、H 和 A 之间差异不显著( $P > 0.05$ ); 2015



**Figure 3.** The variation of underground biomass in different compound bio-fertilizers  
**图 3.** 不同复合微生物肥料处理下群落地下总生物量的变化

年, F 处理下地下总生物量最高, 达到  $11.53 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , 比 CK、T、H 和 A 分别高出 8.0%、34.0%、21.3% 和 20.5%, 但是各处理间没有显著差异( $P > 0.05$ )。

#### 4. 讨论

植物的根系并不是单独存在的, 它与周围的土壤状况密切相关, 土壤环境的改变必然对植物地下部分产生一定的影响。在草地生态系统中, 草地地下生物量是指存在于植被地下的根系和根茎生物量之和 [12]。一般认为, 草地的地下生物量主要集中在土壤表层, 但是不同的研究地域和草地类型, 集中的土层深度也不同。温带草原、荒漠草原、混生草原以及沙化草地的研究表明, 地下生物量主要集中在 0~10 cm 土层 [13] [14] [15]; 随着土壤深度的增加, 地下生物量逐渐减少 [16], 通常为倒金字塔型, 总体呈“T”形分布 [17] [18]; 如果土层分得更详细, 则呈锯齿状分布 [12]; 且 0~10 cm 土层的地下生物量占总地下生物量的 50% 左右 [19] [20] [21] [22]。本文研究结果与其一致。根系的这种分布格局和土壤养分状况是密不可分的, 因为, 在草地生态系统中, 土壤中的大部分有机质和养分都储存在表层, 植物的生长主要依赖于该土层, 以求获得更大的资源以满足其生长需求。

草原植被的地下生物量通常是由自然因子和人为因子共同控制的, 如土壤的温度、水分和养分等多因子的综合作用 [23], 其中, 施肥作为一种人为因子, 是增加草地生产力的有效方法。已有研究表明, 施肥能增加草地地下生物量的积累 [24] [25], 本文研究结果与此类似。但是, 本文中单独施加复合微生物肥料对地下生物量没有显著的改变效果, 主要是因为单独施加复合微生物肥料的效果与施用地土壤的理化性质密切相关, 如土壤有机质、水分、温度和透气状况等, 这些因素是影响复合微生物肥料在土壤中能否大量增殖的主要因素, 直接影响着微生物肥料的效果。

#### 基金项目

公益性行业(农业)科研专项(201303060)。

#### 参考文献 (References)

- [1] 王佳, 马玥. 微生物肥料的应用是增加农作物产量的有效途径[J]. 发展, 2011(10): 68-71.
- [2] 季昆森. 发展安全农产品的对策思考[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(3): 119-122.

- [3] 刘健, 李俊, 葛诚. 微生物肥料作用机理的研究进展[J]. 微生物学杂志, 2001, 21(1): 33-36.
- [4] 吕爱英, 王永歧, 沈阿林, 等. 6 种微生物肥料在不同作物上的应用效果[J]. 河南农业科学, 2006(4): 49-51.
- [5] 王宝档, 黄寿煦, 苏苗富, 等. 微生物肥料对土壤肥力的影响[J]. 长江蔬菜, 2003(11): 28.
- [6] 李俊, 沈德龙, 姜昕. 我国微生物肥料行业的现状与发展对策[J]. 农业质量标准, 2003(3): 27-29.
- [7] 沈德龙, 李俊, 姜昕. 我国微生物肥料产业现状及发展方向[J]. 微生物学杂志, 2013, 33(3): 1-4.
- [8] 韩广泉, 侯红燕, 王珂, 等. 微生物菌肥在现代农业中的开发与影响[J]. 农村经济与科技, 2014(9): 14.
- [9] 杨鹤同, 徐超, 赵桂华, 等. 微生物肥料在农林业上的应用[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(29): 10078-10080.
- [10] 孙中涛, 姚良同, 孙凤鸣, 等. 微生物肥料对棉田土壤生态与棉花生长的影响[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 54-56.
- [11] 宋志伟, 杨首乐, 王庆安, 等. 复合微生物肥料在茄果类蔬菜上应用效果研究[J]. 河南职业技术学院学报, 2002, 30(4): 33-35.
- [12] 黄德华, 陈佐忠, 张鸿芳. 贝加尔针茅, 克氏针茅, 线叶菊草原地下生物量的比较研究[C]//中国科学院. 草原生态系统研究(第 2 集). 北京: 科学出版社, 1988: 122-131.
- [13] 万里强, 陈玮玮, 李向林, 何峰, 刘树军. 放牧对草地土壤含水量与容重及地下生物量的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(26): 25-29.
- [14] 李永华, 杨文斌, 卢琦, 王利兵, 王学全. 草牧场防护林对草地上生产力和地下生物量的影响[J]. 中国草地学报, 2008, 30(5): 85-89.
- [15] 马文红, 杨元合, 贺金生, 曾辉, 方精云. 内蒙古温带草地生物量及其与环境因子的关系[J]. 中国科学 C 辑(生命科学), 2008, 38(1): 84-92.
- [16] 李怡, 韩国栋. 放牧强度对内蒙古大针茅典型草原地下生物量及其垂直分布的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2011, 32(2): 89-92.
- [17] 王启基, 周兴民, 张堰清, 沈振西. 高寒小嵩草草原化草甸植物群落结构特征及其生物量[J]. 植物生态学报, 1995, 19(3): 225-235.
- [18] 陈佐忠, 黄德华, 张鸿芳. 内蒙古锡林河流域羊草草原与大针茅草原地下生物量与降雨量关系模型探讨[C]//中国科学院. 草原生态系统研究(第 2 集). 北京: 科学出版社, 1988: 20-25.
- [19] 宇万太, 于永强. 植物地下生物量研究进展[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 927-932.
- [20] 李凯辉, 王万林, 胡玉昆, 等. 不同海拔梯度高寒草地地下生物量与环境因子的关系[J]. 应用生态学报, 2008, 19(11): 2364-2368.
- [21] 王艳芬, 汪诗平. 不同放牧率对内蒙古典型草原地下生物量的影响[J]. 草地学报, 1999, 7(3): 198-203.
- [22] 刘伟, 周华坤, 周立. 不同程度退化草地生物量的分布模式[J]. 中国草地, 2005, 27(2): 9-15.
- [23] 胡中民, 樊江文, 钟华平, 韩彬. 中国草地地下生物量研究进展[J]. 生态学杂志, 2005, 24(9): 1095-1101.
- [24] 韩建国, 李鸿祥, 马春晖, 闫国智, 武冬鹏. 施肥对草木樨生产性能的影响[J]. 草业学报, 2000, 9(1): 15-26.
- [25] 陈佐忠, 盛修武, 杨宗贵, 等. 不同类型草原群落雨季施肥的生态效应[C]//中国科学院. 草原生态系统研究(第 1 集). 北京: 科学出版社, 1985: 225-232.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

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

期刊邮箱：[hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)