

黄土区人工牧草地有机氮组分变化研究

李丽霞<sup>1</sup>, 郝明德<sup>2</sup>, 彭令发<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学资环学院; 2. 中国科学院水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)  
水利部

**摘要:** 黄土区人工牧草地 18 年苜蓿连作对土壤耕层水解总氮、氨态氮、氨基酸氮及氨基糖氮含量有很大影响, 不施肥条件下苜蓿连作能明显增加土壤耕层水解总氮、氨基酸氮和氨基糖氮含量。连续施 P 处理根层水解总氮、氨态氮、氨基酸氮和氨基糖氮含量分别比对照增加 413. 55 mg/kg、58. 39 mg/kg、169. 83 mg/kg 和 107. 01 mg/kg; NPM 处理土壤耕层水解总氮与对照相比增加 192. 58 mg/kg、氨基酸氮增加 223. 44 mg/kg、氨基糖氮增加 25. 66 mg/kg, 而氨态氮含量则大幅度降低; 在 60 ~ 100 cm 不同处理的各形态氮含量接近且随土层加深逐渐减少。粮草轮作系统中不同苜蓿生长年限对土壤的水解总氮、氨态氮和氨基酸氮含量有增加的作用。

**关键词:** 长期定位试验; 人工牧草地; 土壤有机氮素组分

中图分类号: S 158. 3      文献标识码: A      文章编号: 1005-3409( 2003) 01-0055-03

Research on Variety of Soil Organic Nitrogen Components  
in Artificial Herbage Land on Loess Plateau

LI Li-xia<sup>1</sup>, HAO Ming-de<sup>2</sup>, PENG Ling-fa<sup>1, 2</sup>

(1. Department of Resources and Environmental Science, Northwestern Sci-Tech  
University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation,  
Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, China)

**Abstract:** Continually planting 18-year alfalfa continuous cropping has important effect on soil hydrolysable N, ammoniacal N, aminoacid N, and amino-sugar N in region of Loess Plateau, and alfalfa can increase evidently contents of hydrolysable N, aminoacid N and amino-sugar N in topsoil under non-fertilization compared with CK. Long-term applying P separately increases contents of hydrolysable N, aminoacid N and amino-sugar N in topsoil by 415. 55 mg/kg, 58. 39 mg/kg, 169. 83 mg/kg and 107. 01 mg/kg; NPM separately increases hydrolysable N, aminoacid N and amino-sugar N in topsoil by 192. 58 mg/kg, 223. 44 mg/kg and 25. 66 mg/kg, but ammoniacal N content is decreased. N components contents of different treatments vary little within 60 ~ 100 cm soil layers and gradually decrease with the depth of soil layers. Experiments show that different alfalfa ages can evidently increase soil hydrolysable N, ammoniacal N and aminoacid N contents in food-grass rotation systems.

**Key words:** long-term oriented experiment; artificial herbage land; soil organic components

20 世纪 50 年代开始, 人们对耕作施肥及氮素形态转化等方面进行了大量研究<sup>[1]</sup>, 研究认为, 有机肥和化肥配合施用能够不同程度的提高耕层土壤不同形态氮的含量<sup>[2]</sup>; 另一些研究结果表明, 单施化肥不能提高耕层土壤各种形态氮的含量, 对土壤氮素组成也无明显影响。我国对土壤氮素形态方面的研究主要集中在不同地区、不同土壤氮素的组成上<sup>[3,4]</sup>, 对长期连作、轮作土壤氮素形态方面的研究较少, 对苜蓿长期连作和粮草轮作条件下的土壤氮素形态研究更少。

\* 收稿日期: 2002-11-25  
基金项目: 中国科学院知识创新工程项目(KZCX2- 413); 国家科技攻关项目(2001BA508B18)。  
作者简介: 李丽霞(1979- ), 女, 山东东营人, 硕士, 主要从事植物营养研究。

苜蓿在我国黄土高原地区具有悠久的种植历史,传统农业时期人们多利用耕地种植苜蓿,以饲养家畜,提高地力<sup>[5]</sup>。在我国西部生态环境建设中,苜蓿作为人工牧草地的主要种植植物将占据重要地位,我们利用长期定位试验,对不同施肥条件下连续种植 18 年的苜蓿地和粮草 8 年轮作系统中不同种植年限的苜蓿土壤氮素组分进行研究,以期为黄土高原地区土壤培肥与生态环境建设提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况与试验设计

(见本期樊军“旱地长期轮作施肥对土壤肥力影响的定位研究”)

### 1.2 土样采集

采样时间: 2002 年 3 月  
剖面分级: 土壤耕层分 0~5 cm, 5~10 cm, 10~20 cm 三层采样, 20~200 cm 每间隔 20 cm 采样。

### 1.3 测定方法

土壤有机氮组分采用酸水解-蒸馏法测定: 采用 1 g 土壤用 3 ml 盐酸溶液  $c(\text{HCL})=6\text{ mol/L}$ , 回流水解 12 h, 取得土壤水解液, 再测定各形态有机氮素<sup>[9]</sup>。

## 2 结果分析

### 2.1 苜蓿连作土壤氮素组分变化

2.1.1 耕层土壤各有机氮组分的变化 耕层土壤有机氮含量很高, 大约占土壤全氮的 80%<sup>[9]</sup>, 其受耕作条件影响较大, 不同施肥条件下苜蓿连作能明显改变耕层各形态有机氮的含量, 其中水解总氮、氨基酸氮和氨基糖氮含量明显增加, 其中以氨基酸氮的增加幅度最大; 长期施 P 土壤耕层各有机氮组分的含量皆高于对照, NPM 处理的水解总氮增加量小于施 P 处理, 且氨态氮含量比对照低 131.66 mg/kg, 这可能是土壤有机质对氨态氮吸附和固定引起的。

表 1 耕层各有机氮形态含量 mg/kg

处理	水解总氮	氨态氮	氨基酸氮	氨基糖氮
对照	709.80	338.95	333.78	57.14
施 P	1123.35	397.34	503.61	164.15
施 NPM	902.38	207.29	557.22	82.80

2.1.2 连作土壤有机氮组分剖面变化 土壤有机氮多集中在土壤耕层, 耕层以下的各层土壤有机氮含量及占全氮的比例都较低, 并随深度增加而减少<sup>[9]</sup>。尽管耕层以下有机氮含量较低, 但不同施肥处理仍能明显地改变各形态有机氮的含量和比例。

(1) 水解总氮的剖面变化。不同施肥条件下苜蓿连作, 水解总氮含量在 0~20 cm 土层迅速降低, 在 40 cm 以下含量随土层深度增加而逐渐降低。P 处理和 NPM 处理的水解总氮含量在 20~120 cm 土层低于对照, 在 0~200 cm 剖面内 P 处理水解总氮含量低于 NPM 处理(图 1)。

(2) 氨基酸氮的剖面变化。氨基酸氮是土壤有机氮的重要组成部分, 耕层氨基酸氮含量超过水解总氮含量的 50%,

是土壤无机氮的源和汇。不同施肥条件下苜蓿连作能显著地改变土壤氨基酸氮含量, 而且对其剖面变化也有一定影响。P 处理和 NPM 处理能明显提高耕层氨基酸氮的含量, 且 NPM 处理效果更明显。在 0~40 cm 土层氨基酸含量迅速降低, 100 cm 左右氨基酸氮含量稍有增加, 100 cm 以下氨基酸氮含量随土层加深而逐渐降低(图 2)。

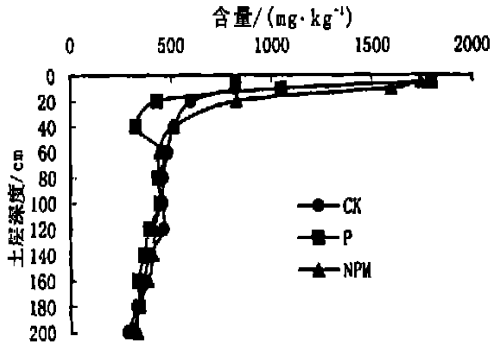


图 1 苜蓿连作土壤水解总氮剖面变化

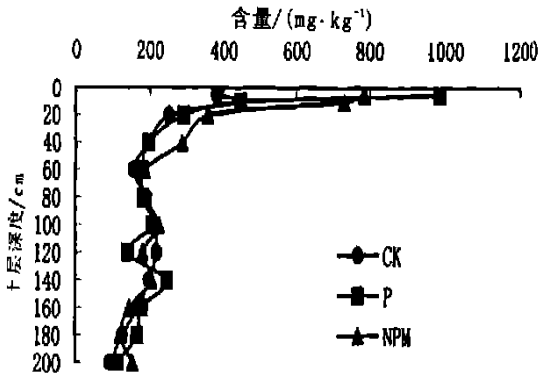


图 2 苜蓿连作土壤氨基酸氮剖面变化

(3) 氨态氮的剖面变化。氨态氮是土壤有机氮的另一重要组成部分, 其含量受耕作施肥条件的影响较大。从图 3 可看出, 土壤耕层氨态氮变化较大, 施 P 处理变化最为显著, 施肥能促进植物生长, 有利于苜蓿的固氮作用, 从而增加了土壤耕层的氨态氮含量, 但由于 NPM 处理的土壤有机质含量高, 对氮的吸附和固定作用强, 所以土壤耕层氨态氮含量低于施 P 处理。在土壤深层, 氨态氮含量低且随深度的变化不大, 是土壤对  $\text{NH}_4^+$  的吸附与解吸达到了一个相对稳定的状态。

(4) 氨基糖的剖面变化。长期施 P 能明显增加 0~20 cm 土层氨基糖态氮含量, 该土层氨基糖态氮含量比 CK 增加 187%, NPM 处理 0~20 cm 土层氨基糖氮含量比 CK 增加 45%; CK 与 P 处理 20~200 cm 剖面的氨基糖氮含量具有很好的相关性, 其相关系数可达 0.85<sup>\*</sup>, 长期施磷能使 20~200 cm 土层的氨基糖氮均匀增加(图 4)。

### 2.2 粮草轮作系统土壤氮素组分变化

#### 2.2.1 耕层土壤有机氮组分的变化 粮草轮作系统中随着

苜蓿生长年限的延长, 土壤耕层水解总氮、氨态氮和氨基酸氮含量均有一定程度的提高, 其中二年生苜蓿土壤水解总氮增加量最大, 四年生苜蓿土壤氨基糖氮含量高于一年生苜蓿

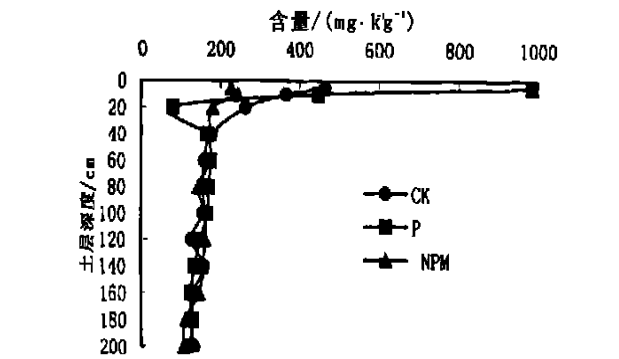


图 3 连作土壤氨态氮剖面变化图

表 2 粮草轮作系统耕层土壤有机氮组份含量 mg/kg

处 理	水解总氮	氨态氮	氨基酸氮	氨基糖氮
一年生苜蓿	646.66	209.46	318.55	55.39
两年生苜蓿	707.88	232.35	344.76	22.39
四年生苜蓿	676.87	216.22	341.88	73.09

2.2.2 轮作系 统土壤有机氮组分的剖面变化 土壤有机氮是土壤氮素的重要组成部分, 它不仅受施肥条件的影响还受轮作制度的影响, 粮草轮作系统中不同生长年限的苜蓿对土壤有机氮组成及各种形态有机氮的剖面分布有很大影响。

(1) 土壤水解总氮的剖面变化。土壤剖面水解总氮含量变化不规则, 从整个剖面看(图 5), 水解总氮含量随土层加深而逐渐减少, 其含量在 0~80 cm 内迅速降低, 二年生苜蓿土壤水解总氮含量分别在 80 cm 和 120 cm 有两个峰值, 三

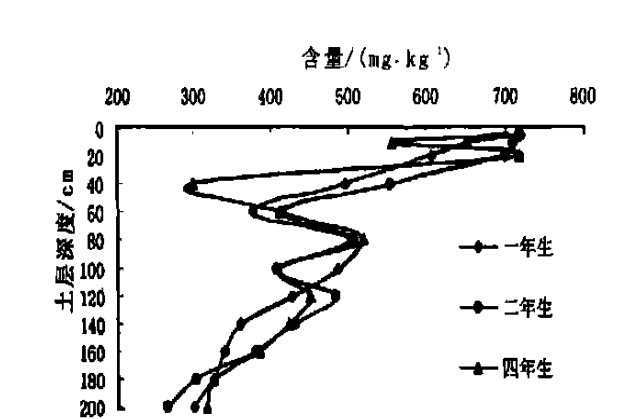


图 5 粮草轮作土壤水解总氮变化

土壤, 苜蓿生长 2 年后土壤耕层水解总氮、氨态氮和氨基酸氮含量达到最高值(表 2)。

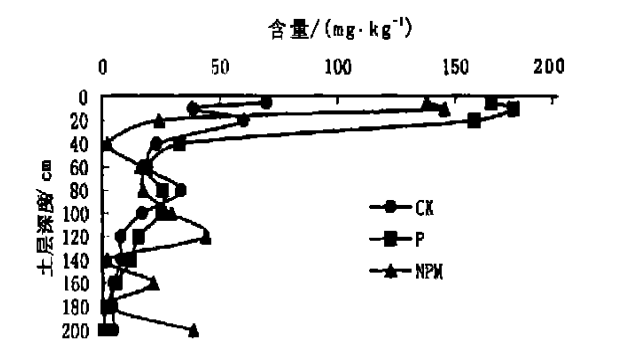


图 4 苜蓿连作土壤氨基糖氮剖面变化

个处理间水解总氮含量有很好的相关性。

(2) 土壤氨基酸氮的剖面变化。土壤氨基酸氮在水解总氮中占有相当大的比重, 与水解总氮一样受轮作苜蓿生长年限的影响较大, 不同生长年限的苜蓿仅能增加土壤耕层的氨基酸含量, 而对土壤深层氨基酸含量影响不一致, 但从整个剖面看(图 6), 氨基酸氮含量随土层的加深而逐渐降低。

(3) 酸解氨态氮和氨基糖态氮的剖面变化受土壤的吸附固定作用以及苜蓿根部固氮作用的影响, 氨态氮含量在根系分布密集的根层变化较大, 在土壤深层变化较小, 100 cm 以下土层不同轮作处理的氨态氮含量变化趋于一致。氨基糖态氮含量因不同的苜蓿生长年限而不同, 但是随苜蓿生长年限的增加并无特别明显的变化, 在整个剖面内(图 8), 土壤耕层氨基糖氮含量高, 深层含量低。

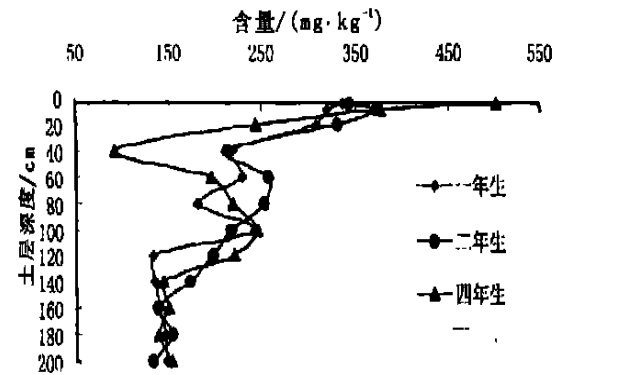


图 6 粮草轮作土壤氨基酸氮含量变化

(下转第 84 页)

推广秸秆的堆肥、沤肥。科学施用化肥,充分发挥肥料的作用,建立合理的轮作制度、耕作方式,适当增加养地作物的种

参考文献:

[ 1 ] 杨文治,余存祖.黄土高原综合治理定位试验示范的实践与认识[ A ].土地资源及生产力研究[ M ].北京:科学技术文献出版社,1991.1.

[ 2 ] 李岗,等.乾县枣子沟流域土壤肥力状况与培肥途径[ A ].土地资源及生产力研究[ M ].北京:科学技术文献出版社,1991.1.

[ 3 ] 李玉山,苏陕民.长武王东沟小流域高效生态经济系统建立技术综合研究[ A ].长武王东沟高效生态经济系统综合研究[ M ].北京:科学技术文献出版社,1991.9.

[ 4 ] 党廷辉,李青.长武王东沟流域土壤养分分布特征与培肥途径[ A ].长武农业生态系统结构、功能、及调控原理与技术[ M ].北京:气象出版社,1998.8.

[ 5 ] 中国科学院黄土高原综合科学考察队.黄土高原地区土壤资源及其合理利用[ M ].北京:中国科学技术出版社,1991.7.

[ 6 ] 胡小平,王长发.SAS 基础及统计实例教程[ M ].西安:西安地图出版社,2001.8.

[ 7 ] 袁志发,周静芋.试验设计与分析[ M ].北京:高等教育出版社,2000.8.

[ 8 ] 吴良欢,方勇,等.长期施用化肥与有机肥对土壤肥力影响的回归分析[ J ].浙江农业学报,1996,8( 6 ): 335- 339.

[ 9 ] 郝明德,等.渭北旱塬地区粮食作物优化施肥模式的研究[ A ].长武王东沟高效生态经济系统综合研究[ M ].北京:科学技术文献出版社,1991.9.

[ 10 ] 郝明德,等.渭北旱塬农业生产中的肥料问题[ A ].长武王东沟高效生态经济系统综合研究[ M ].北京:科学技术文献出版社,1991.9.

[ 11 ] 张卫,黄建英.有机绿肥和无机化肥中的氮素在小麦—土壤系统中的转化与分配[ A ].土地资源及生产力研究[ M ].北京:科学技术文献出版社,1991.1.

( 上接第 57 页 )

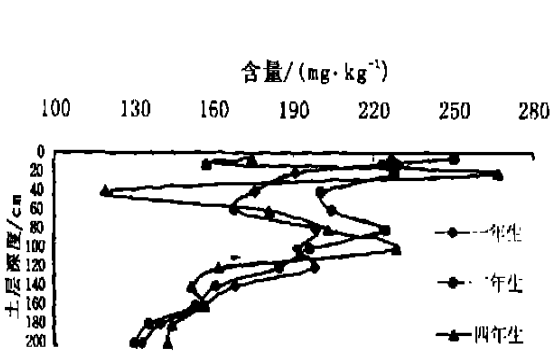


图 7 粮草轮作土壤氨态氮剖面变化

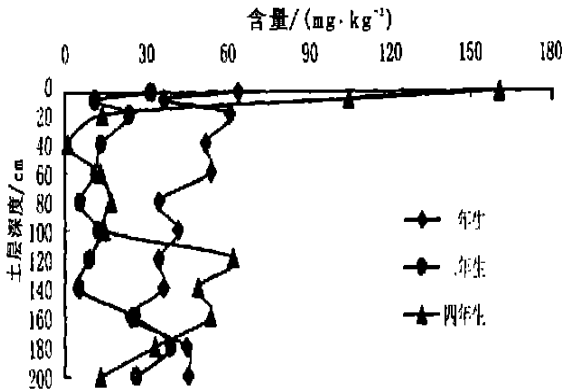


图 8 粮草轮作土壤氨基糖态氮含量变化

3 结 论

( 1 )在不施肥条件下苜蓿连作能够明显增加土壤耕层的水解总氮和氨态氮含量。施 P 处理在 0- 20 cm 土层的土壤水解总氮、氨态氮、氨基酸氮和氨基糖氮含量分别较对照增加 413. 55 mg/kg、58. 39 mg/kg、169. 83 mg/kg 和 107. 01 mg/kg; NPM 处理土壤耕层水解总氮比对照增加 192. 58

参考文献:

[ 1 ] 梁国庆,等.长期施肥对石灰性潮土氮素形态的影响[ J ].植物营养与肥料学报,2000,6( 1 ): 3- 10.

[ 2 ] 王岩,等.肥料残留氮的有效性及其与形态分布的关系[ J ].土壤学报,1993,30( 1 ): 19- 24.

[ 3 ] 周克瑜,等.我国几种土壤的氮素形态分布及其氨基酸组成[ J ].土壤学报,1992,24( 6 ): 285- 288.

[ 4 ] 施书莲,等.施肥对土壤含氮组份的影响[ J ].土壤,1995,27( 3 ): 138- 140.

[ 5 ] 李玉山.苜蓿生产力动态及水分生态环境效应[ J ].土壤学报,2002,29( 2 ): 18- 22.

[ 6 ] 刘晓宏,等.黄土高原旱区不同轮作施肥对土壤供氮能力的影响[ J ].干旱地区农业研究,1999,17( 3 ): 12- 16.

[ 7 ] 党廷辉,等.有机肥对黑垆土养分含量、形态及转化影响的定位研究[ J ].干旱地区农业研究,1999,17( 4 ): 1- 4.

[ 8 ] 党廷辉,等.旱塬长期施肥的产量效应与土壤肥力演变[ J ].水土保持学报,1995,9( 1 ): 55- 63.

[ 9 ] 鲁如坤.中国土壤学汇编,土壤农业化学分析方法[ M ].北京:中国农业科技出版社,2000.152- 156.

[ 10 ] 施书莲,等.土壤剖面不同粒级中氨基酸组成特征[ J ].土壤,1998( 4 ): 209- 213.