

长期施肥人工草地土壤养分的剖面变化

李丽霞¹, 郝明德², 彭令发^{1,2}

(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: 苜蓿连作长期施 P 或施 NPM 均能增加土壤耕层的有机碳、全氮和碱解氮含量。长期施 NPM 对提高整个土壤剖面内的有机碳含量也有显著作用, 而长期施 P 仅能改善土壤耕层有机碳含量, 对耕层以下土壤的有机碳含量则有降低作用; 粮草轮作系统中, 随苜蓿生长年限的增加, 整个土壤剖面的有机碳含量均有一定程度的提高, 二、四年生苜蓿土壤的有机碳含量明显高于一年生苜蓿土壤, 土壤有机碳和全氮的在土壤剖面呈典型的“S”型分布, 土壤剖面全氮和碱解氮含量变化与有机碳变化有很好的相关性。

关键词: 长期施肥; 人工草地; 土壤养分

中图分类号: S 158.3 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2003) 01-0050-03

The Variation of Soil Nutrients of Long-term Fertilization
Artificial Grassland in Soil Profiles

LI Li-xia¹, HAO Ming-de², PENG Ling-fa^{1,2}

(1. Department of Resources and Environmental Science, Northwest 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: Long-term growing alfalfa and applying N, P fertilizers can increase contents of organic carbon, total nitrogen and alkali-hydrolyzable nitrogen in topsoil. Long-term applying NPM evidently increases the content of organic carbon in soil profiles, but long-term applying P only improves the content of topsoil organic carbon, by contraries decreases the content under topsoil. The content of organic carbon in total profiles is increased to some extent with the increase of alfalfa plantation years in food-grass rotation system. The content of organic carbon in two-year and four-year alfalfas is evidently higher than one-year. The distributions of total nitrogen and alkali-hydrolyzable nitrogen take on “S” shape in soil profiles. At the same time soil organic carbon has well correlation with total nitrogen and alkali-hydrolyzable nitrogen.

Key words: long-term fertilization; artificial grassland; soil nutrients

长期定位试验具有时间的长期性和定位性, 能长期系统地研究土壤肥力演变规律及土壤肥力因子间的相互作用, 是全面了解影响土壤肥力和持续生产力的各种因子及其相互作用的重要场所。张掖地区 9 年长期施肥试验中, 施用有机肥对保持和提高土壤肥力有明显作用^[1]; 还有研究表明, 连续施用矿质氮肥和有机肥对于土壤全碳、有机碳有很大的提高作用, 休闲也能提高土壤有机碳水平, 连续轮作施肥对土壤全氮也有同样的影响。土壤有机碳的高低和土壤施肥有密切关系, 不施肥情况下连续种植作物的土壤有机碳呈下降趋势, 氮磷有机肥配合施用下土壤有机碳显著增加。我们对长期定位试验不同施肥条件及粮草轮作不同生长年限的苜蓿

地土壤养分变化进行了研究, 以期为人工草地的施肥管理提供科学依据。

1 试验材料与研究方法

1.1 试验区概况及试验设计

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 每隔 20 cm 采样。

土壤有机碳、全氮和碱解氮均采用常规方法测定^[4]。

* 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。

2 结果分析

2.1 土壤有机碳

2.1.1 不同施肥条件下苜蓿连作土壤有机碳的变化 苜蓿连续种植 18 年后, 土壤耕层(0~20 cm)有机碳含量明显增加。对照(CK)的有机碳含量比试验开始时增加了 25.1%, 施 P 处理和 NPM 处理分别增加 3.52 g/kg 和 6.76 g/kg, 与 CK 相比, 施 P 处理和 NPM 处理的有机碳含量分别增加 26.1% 和 68.5%。

苜蓿连作对 0~200 cm 土层的有机碳含量影响比较显著, 其含量在 0~20 cm 迅速降低, 80~100 cm 土层有机碳含量稍有增加, 100 cm 以下有机碳含量随土层加深而逐渐减少; 施 P 和 NPM 处理的有机碳含量与对照均具有很好的相关性(图 1), 相关系数分别为 0.79 和 0.91。长期施 P 仅能增加耕层的有机碳含量, 对耕层以下土壤的有机碳含量有降低作用; 长期施 NPM 是提高土壤有机碳含量的重要途径, 因该处理在 0~200 cm 剖面内有机碳含量显著高于对照和施 P 处理。

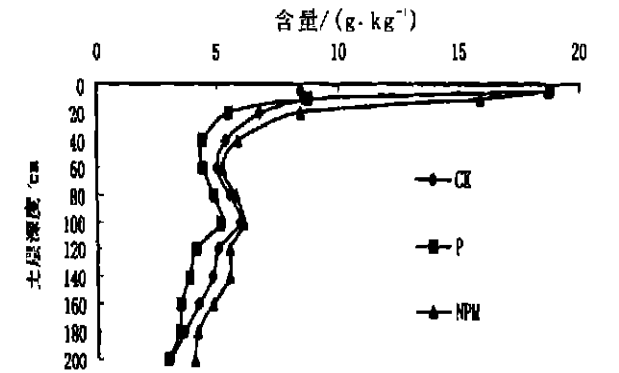


图 1 苜蓿连作土壤有机碳变化

2.1.2 苜蓿轮作土壤有机碳的变化 在苜蓿轮作系统中, 一年生苜蓿土壤耕层(0~20 cm)有机碳含量略低于试验开始时, 二、四年生苜蓿土壤耕层有机碳含量分别比试验开始时提高了 22.3% 和 19.0%。不同处理土壤的有机碳含量在 0~60 cm 内逐渐降低, 在 100 cm 左右出现一个峰值, 120 cm 以下土壤有机碳含量随土层加深而逐渐降低, 呈典型的“S”分布(图 2); 一年生苜蓿土壤的有机碳含量在整个剖面内都低于二、四年生苜蓿土壤, 四年生苜蓿土壤 40~130 cm 土层的有机碳含量高于二年生苜蓿土壤。

2.2 土壤氮素

2.2.1 土壤全氮的变化

(1) 不同施肥条件苜蓿连作土壤全氮变化。不同施肥处理土壤耕层的全氮含量高于对照(表 1), 施 P 处理比 CK 增加 27.4%, 施 NPM 比 CK 增加 54.7%, 与试验开始时相比, 三个苜蓿连作处理土壤全氮比试验开始时增加 66.7%~157.9%。

表 1 苜蓿连作耕层土壤全氮含量

处 理	CK	P	NPM	试验开始时
全氮/(g·kg ⁻¹)	0.95	1.21	1.47	0.57
碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	60.1	74.8	111.7	37.0

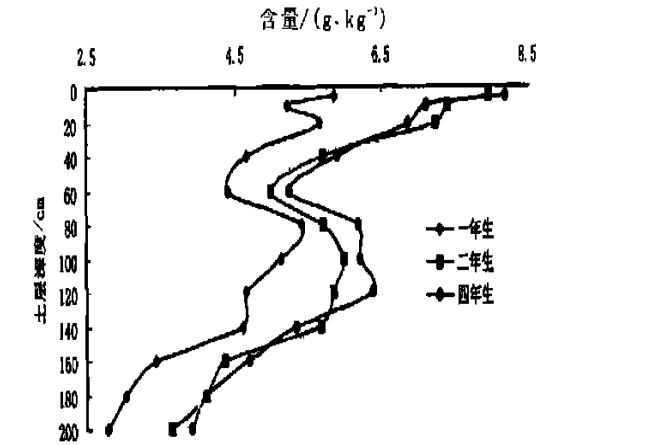


图 2 苜蓿轮作土壤有机碳变化

在 0~200 cm 土层内全氮含量的变化规律是(图 3): 在 0~40 cm 土层内迅速降低, 40~100 cm 土层相对稳定, 100 cm 以下随深度增加而逐渐减少; 土壤全氮含量和有机碳含量具有很好的相关性, 三个处理对照、P、NPM 相关系数分别为 0.987, 0.995 和 0.997; 0~40 cm 土层施 P 处理和施 NPM 处理的土壤全氮含量与 CK 相比明显增加, 因此, 可以发现施肥能提高 0~40 cm 土层的土壤全氮水平。

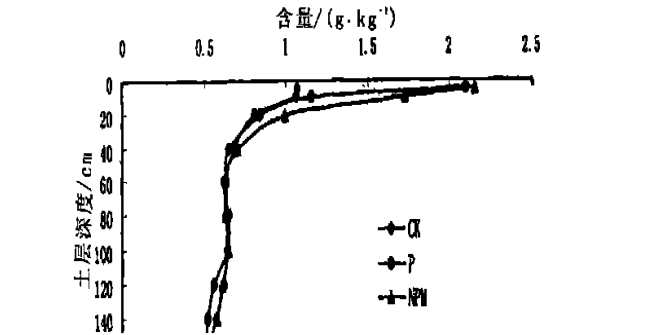


图 3 连作土壤全氮剖面变化图

(2) 粮草轮作系统土壤的全氮变化。在粮草轮作系统中, 不同苜蓿生长年限的耕层土壤全氮含量都有很大提高, 与试验开始时相比, 一年生苜蓿土壤全氮含量提高了 47.7%, 二、四年生苜蓿土壤全氮含量比一年生苜蓿土壤分别增加 0.12 g/kg 和 0.08 g/kg, 随着苜蓿生长年限的增加, 耕层全氮含量均有不同程度的提高(表 2)。

表 2 轮作耕层土壤全氮含量 g/kg

处 理	一年生苜 蓿土壤	二年生苜 蓿土壤	四年生苜 蓿土壤	试验开始时
全氮含量	0.84	0.96	0.92	0.57

粮草轮作系统中, 土壤全氮含量在 0~60 cm 土层内逐渐降低, 100 cm 左右全氮含量有一峰值, 100 cm 以下土壤全氮含量随着土层加深而逐渐减少, 呈明显的“S”型分布, 与有机碳的剖面分布相似(图 4)。土壤全氮与土壤有机碳相关系数分别为 0.86, 0.92 和 0.89。二、四年生苜蓿土壤在 0~60 cm 土层和 100~200 cm 土层的全氮含量高于一年生苜蓿土壤, 在 60~100 cm 土层一、二、四年生苜蓿土壤的全氮含量

相差不大,与一年生苜蓿相比,二、四年生苜蓿对土壤剖面内全氮含量提高更加明显。

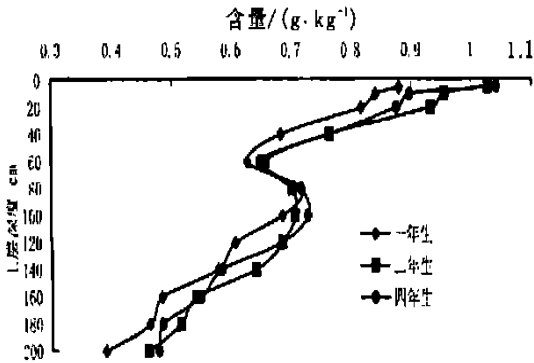


图 4 苜蓿轮作土壤全氮的剖面变化

2.2.2 土壤碱解氮含量变化 土壤碱解氮含量是土壤氮素水平的一个重要指标,研究土壤的碱解氮含量是研究土壤供氮能力的重要途径。

(1) 苜蓿连作的土壤碱解氮变化。施肥能显著提高苜蓿连作土壤耕层的碱解氮含量,长期施 P 处理土壤耕层的碱解

氮含量比 CK 增加 24.5%,长期施 NPM 土壤碱解氮含量比施 P 处理高 36.9 mg/kg;与试验开始时比,对照(CK)、施 P 处理和 NPM 处理的土壤碱解氮含量分别增加 62.4%和 201.9%(表 1)。

苜蓿连作土壤碱解氮含量在 0~40 cm 土层内迅速降低,40~200 cm 内变化比较平缓,其剖面变化特征与全氮相似,而且碱解氮含量和全氮含量之间具有非常好的相关性, $R_{(1)}^2=0.9536$, $R_{(2)}^2=0.9965$, $R_{(3)}^2=0.9956$;长期施 P 耕层以下土壤的速效氮都低于 CK 和 NPM 处理,NPM 处理则明显高于 CK 和施 P 处理,磷肥和其它氮肥或有机肥配合施用能更好的提高土壤剖面内的速效氮含量。

(2) 粮草轮作系统的土壤碱解氮变化。在粮草轮作系统中,土壤碱解氮含量随着苜蓿生长年限的增加有一定程度的提高,一、二、四年生苜蓿地耕层碱解氮含量分别为 54.1 mg/kg、71.5 mg/kg 和 59.3 mg/kg,与试验开始时相比分别增加 17.1 mg/kg、34.5 mg/kg 和 22.3 mg/kg。土壤剖面内碱解氮含量随土壤深度的增加而减少,变化趋势符合乘幂函数: $Y_{(1)}=1E+06X-2.8438$ $R_{(1)}^2=0.8478$; $Y_{(2)}=1E+06X-2.6961$ $R_{(2)}^2=0.8982$; $Y_{(3)}=2E+06X-2.8514$ $R_{(3)}^2=0.9083$ 。

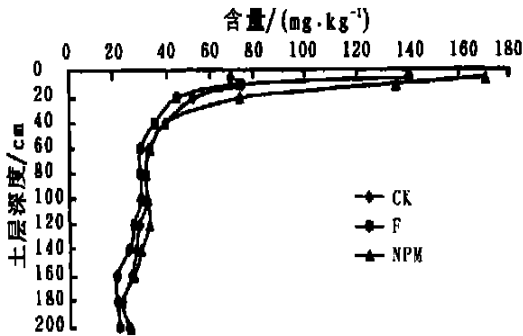


图 5 苜蓿连作土壤碱解氮变化

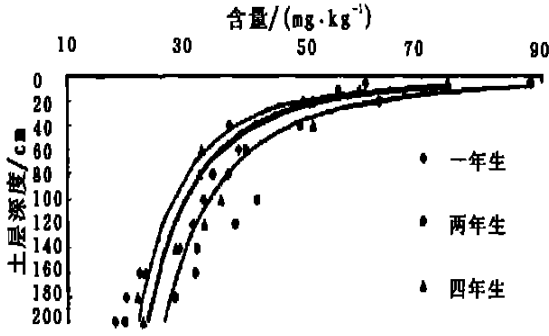


图 6 苜蓿轮作土壤碱解氮趋势

3 结 论

(1) 苜蓿连作系统中,长期施用 NPM 能增加 0~200 cm 土层内有机碳含量及耕层的全氮及碱解氮含量;长期施 P 仅能增加耕层的有机碳、全氮及碱解氮含量,而对耕层以下土

壤有机碳和碱解氮含量有减少作用。

(2) 粮草轮作系统中,0~200 cm 土层内有机碳含量呈“S”型分布;随苜蓿生长年限的增加,0~200 cm 土层内有机碳含量显著增加,耕层的全氮和碱解氮含量也有一定程度的增加。

参考文献:

[1] M. E. Probert and B. A. Keating, Modelling water nitrogen and crop yield for a long-term fallow management experiment [J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1995, 35, 941- 950.

[2] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1984.

[3] 樊军, 郝明德, 党廷辉. 长期定位施肥对黑垆土剖面养分分布特征的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(3): 249- 254.

[4] 王家玉, 王胜佳, 陈义, 等. 不同肥料配合对作物产量与土壤肥力的长期影响[J]. 浙江农业学报, 1999, 11(1): 10- 16.

[5] 金绍龄, 马泰泰. 长期施用不同肥料对作物产量和土壤养分影响研究初报[J]. 甘肃农业科技, 1995, 6, 23- 25.