

# 黄土旱塬区长期施肥对土壤剖面养分分布的影响

彭令发, 郝明德, 来璐, 李丽霞

(西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 主要探讨了黄土塬区长期冬小麦连作施肥对土壤养分剖面分布的影响。结果表明, 有机质、全氮和有效氮在土壤剖面中大致呈“S”型分布, 而全磷在整个剖面呈抛物线型分布。不同处理耕层土壤养分差异较明显, 耕层以下土壤养分变化与耕层基本趋势相一致。长期施肥对土壤 60 cm 以上土层土壤养分影响较大, 而对 100 cm 以下土层土壤养分影响较小。单施化肥对土壤肥力影响不明显, 有机肥与化肥肥施对提高土壤肥力有较好的作用。

**关键词:** 长期施肥; 土壤养分; 剖面分布

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2003)01—0036—03

中图分类号: S151.9<sup>+</sup> 8

## Effect of Long-term Fertilization on Nutrients Distribution of Soil Profiles in Arid Highland of Loess Plateau

PENG Ling-fa, HAO Ming-de, LAI Lu, LI Li-xia

(Institute of Soil and Water Conservation, Northwestern Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** The effect of long-term continuous fertilization to winter wheat field is mainly researched on the distribution of nutrients of soil profiles. The experiment results show that the profiles of organic matter, total nitrogen and available nitrogen are taken on the distribution of “S” shape but total phosphorus is in the form of parabola in soil profiles. The nutrient difference of the layers below topsoil is biggest under different treatments, even though the nutrients difference of the layers below topsoil is on the decrease, but their change tendency is the same as that of topsoil. Long-term fertilization mainly affects soil nutrients above 60 cm soil layers, but affects soil nutrients a little below 100 cm soil profiles. Only applying chemical fertilization does not evidently affect soil fertility, and applying organic manure and chemical fertilization plays a special role on improving soil fertility.

**Keywords:** long-term fertilization; soil nutrients; distribution in soil profile

自然土壤经人类开垦利用之后, 土壤肥力的发展受人类利用活动所影响, 其发展方向则取决于土地利用结构<sup>[1]</sup>和土壤肥力管理的制度; 不适当的土地利用和土壤肥力管理可导致土壤肥力衰退和土地生产力下降。黄土旱塬区是一个严重缺 N, P, 但 K 含量却相对比较丰富的地区<sup>[2]</sup>。合理施用化肥对改善土壤养分状况有很大作用, 有机肥的施用对改善土壤理化性状, 提高土壤肥力有显著作用。长期施肥不仅影响土壤耕层养分数量变化, 而且由于养分下移与根系的作用也影响土壤养分垂直分布。

## 1 材料和方法

试验于 1984 年布置在陕西省长武县十里铺村旱作农地上。试验区属暖温带半湿润大陆型季风气候。年平均气温 9.10℃, 塬面 0 活动积温 3 866℃,

10 活动积温 3 029℃。热量供作物一年一熟有余。年平均降雨量 584.10 mm。试验地处黄土高原中南部长武塬, 黄土堆积深厚, 土壤为黄盖黏黑垆土, 1984 年试验开始时耕层土壤有机质 8.90 g/kg, 全氮 0.80 g/kg, 速效磷 4.58 mg/kg, 碱解氮 37 mg/kg, 速效钾 129 mg/kg。本试验区的土壤养分含量、地貌特征在黄土高原沟壑区有较好代表性。

本试验选择 9 个小麦连作处理, 3 次重复, 小区随机排列。试验小区长 10.20 m, 宽 6.50 m。试验于 1984 年开始连续种植冬小麦, 9 个处理分别为: 裸地, 对照 (CK), N, P, NP, M, NM, PM, NPM。其中各处理氮肥 (尿素) 施氮量 120 kg/hm<sup>2</sup>; 磷肥 (过磷酸钙) 施磷量为 26.4 kg/hm<sup>2</sup>; 有机肥 (厩肥) 75 000 kg/hm<sup>2</sup> (有机质 10.60%, 全氮 0.27%, 速效磷 109.30 mg/kg, 速效钾 644.80 mg/kg)。肥料在播种前撒施并翻

入土中,田间管理同大田。在 2001 年小麦播种前采集 0—200 cm 土层土样,每 20 cm 一层。土样拣根风干后,分别过 1 mm 和 0.25 mm 筛备用。全氮、碱解氮、有机质、全磷采用常规方法<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 长期连作施肥下土壤有机质的剖面分布

土壤有机质既是植物矿质和有机营养的源泉,又是土壤中异类型微生物的能量物质,同时也是形成土壤结构的重要因素。冬小麦长期连作施肥系统下不同施肥处理的土壤有机质剖面分布呈“S”型(图 1)。

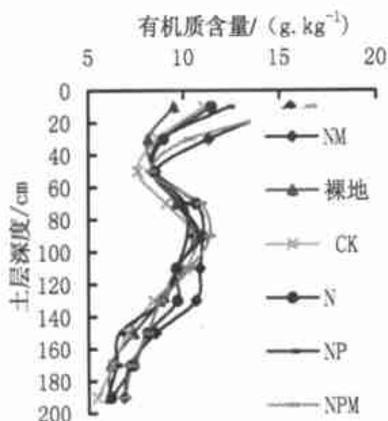


图 1 土壤有机质剖面分布

不论施肥与种植作物与否,各处理有机质含量在 40—60 cm 土层之间处于较低值 8.20 g/kg (平均值),而在 80—100 cm 土层达到累积峰 10.47 g/kg (平均值),这可能与长期的土壤养分下移和作物的根系大多集中于 60 cm 土层以上有关。在 100 cm 土层以下土壤有机质含量逐渐下降,且 180—200 cm 土层之间的有机质含量约为耕层(0—20 cm)的 47.90%。0—40 cm 土层之间的有机质含量,裸地均比其它处理要低,尤其在耕层最为明显。各施肥处理均比同层的裸地有机质含量高,这说明施肥,尤其是有机肥施用有提高土壤肥力的作用。凡是施用有机肥处理的有机质增加量都比较显著,如 M, NPM, NM 比对照有机质含量分别增加 50.90%, 50.20% 和 11.60%。连续施用有机肥也能增加黑垆土下层土壤有机质含量,这可能与黑垆土中有少量蚯蚓小动物,对土壤有机质上下层搬运有关<sup>[4]</sup>。

### 2.2 长期连作施肥下土壤氮素的剖面分布

氮是植物需要量较大的营养元素,但是多数土壤的含氮量较低,远远不能满足作物的需要。土壤全氮、有效氮和有机质一样,是土壤肥力的重要指标。在农业生产上,施用氮肥是提高土壤肥力,保证作物高产的重要的措施。但由于大量施用化肥或有机肥能引起

农业成本的增加,而且也有可能引起土壤和地下水的污染。从而合理的施肥制度与施肥方式,就成为农业增效与自然环境保护的关键。

2.2.1 长期施肥对土壤全氮剖面分布的影响 由于耕层以下土层在土壤氮素的供应中也占有一定的贡献份额。因此,土壤含氮量的剖面分布状况也是评价土壤肥力的一个重要依据。从试验的结果来看,土壤全氮 0—200 cm 土层之间的分布与有机质一样,呈“S”型分布。耕层全氮含量最大值为 NPM 处理 1.11 g/kg,最小值为休闲地处理 0.79 g/kg。各施肥处理和不施肥处理(CK)比裸地在 0—40 cm 土层的全氮含量平均高 19.88%。这可能是作物的残茬、根系和根系分泌物通过分解,从而增加了土壤有机氮含量有关,并且提高其矿化作用。在土层 40—60 cm 处,处理 N, P, M, CK, PM 的全氮含量比裸地低, NPM, NM 全氮比裸地高。施用有机肥或有机肥与化肥配施能显著地提高土壤 0—40 cm 土层全氮含量,提高幅度最高达 43%。说明有机肥对提高土壤肥力具有重要的作用。各处理全氮在 140 cm 土层以下受施肥与作物的影响较小,可能与施肥量和作物根系以及地面降水有关(图 2)。

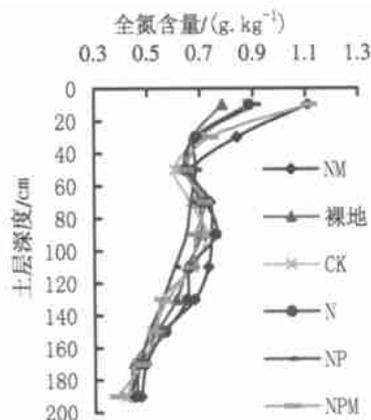


图 2 土壤全氮剖面分布

2.2.2 长期连作施肥对土壤有效氮剖面分布影响 土壤有效氮剖面分布与土壤有机质和全氮一样(图 3),从另一面反映出土壤速效氮与土壤全氮的相关性非常高( $r = 0.93^{**}$ )。与裸地相比,其它各处理的有效氮含量耕层都比其高 30.68% ~ 86.89%,这说明开垦土壤能活化土壤理化性状,提高土壤肥力作用。

在土壤耕层(0—20 cm),施肥处理与不施肥处理(CK)相比,单施磷肥能明显降低土壤有效氮含量,其值仅为 50.82 mg/kg;而其它处理都能增加土壤有效氮含量,特别是 NM, PM 的配施效果最明显,分别增加 19.50 mg/kg 和 16.10 mg/kg;这可能与氮肥残效和有机肥有关。而且施肥处理的有效氮含量在 160

cm 土层以下都比对照(CK)高,其中 NPM 和 N 在 200 cm 深处比对照分别高 23.63% 和 23.58%。这说明在黄土旱塬区未灌溉土壤上土壤氮素也有淋溶到 200 cm 以下的可能,即使是有机肥的使用,也要考虑其合理的施用量。

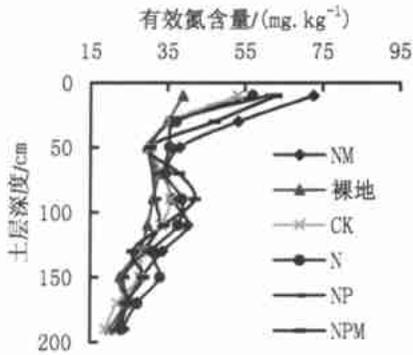


图 3 土壤有效氮剖面分布

### 2.3 长期连作施肥下土壤磷素的剖面分布

磷在植物生长过程中占有重要地位,直接参与作物机体的组成及其生理生化过程。作物从土壤中吸收磷素,土壤有效磷的含量是其磷素丰缺主要指标,而土壤全磷作为土壤中潜在磷源,是土壤有效磷的最初来源。与其它大量营养元素相比,土壤磷素的含量相对较低。长期试验表明,磷在土壤剖面呈抛物线型分布,与氮和有机质分布略异,低谷在 60—80 cm 土层,其与有机质、全氮和有效氮低谷(80—100 cm)深度不同,可能与磷素的迁移率较小有关,施入土壤中的磷有相当数量向下层移动,单施磷肥不同程度地提高 30—80 cm 土层中全磷含量,磷肥与氮肥或与有机肥配施提高土壤剖面全磷含量大于单施(图 4)。

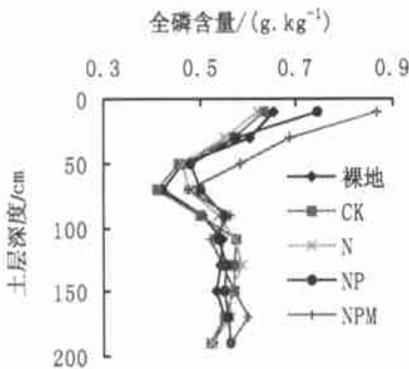


图 4 土壤全磷剖面分布

长期施用有机肥能显著提高土壤全磷含量,但效果不如有机无机肥配施,与以前研究基本一致<sup>[5-7]</sup>。单施氮肥能显著降低土壤全磷含量,加速土壤磷素的耗竭<sup>[8]</sup>,单施磷肥能加速氮素的消耗,从而降低全氮含量,这表明长期氮磷配施能充分提高化肥的利用效

率。磷在土壤剖面中另一个重要特点是土壤上层比土壤下层高,可能与磷的迁移率小有关

## 3 结 论

(1) 长期施肥对 0—20 cm 土层的土壤养分影响最大,但也影响到 100 cm 土层处。60—80 cm 土层土壤养分含量,与受施肥影响较小,大多数施肥处理该层土壤养分因作物的重复种植消耗处于亏缺或基本平衡状态有关。植物对土壤养分的吸收与利用主要在土层 100 cm 以上,100 cm 以下的土壤养分利用较少,各处理间的养分变化不明显。

(2) 不同施肥处理,以 0—60 cm 土层之间的养分差异较大,其中耕层养分差异最大,因此用 0—60 cm 土层之间的土壤养分的变化,来衡量各施肥处理的配肥效果更好。

(3) 长期施肥有提高土壤肥力的作用。但长期单施化肥效果不明显,尤其是磷肥,其中原因有待进一步探讨。有机肥能明显提高土壤肥力,特别是有机肥和化肥配施效果更佳。在黄土旱塬区未灌溉的土壤上,由于不合理的施肥也有可能污染地下水,所以进行施肥时也要考虑其合理搭配。

### [参 考 文 献]

- [1] 傅伯杰, 马克明, 等. 黄土丘陵区土地利用结构对土壤养分分布的影响[J]. 科学通报, 1998, 43(22): 2444—2447.
- [2] 陕西省土壤普查办公室编. 陕西土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 11—12.
- [3] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 科学技术出版社, 1980.
- [4] 周建斌, 李昌纬, 赵伯善, 等. 长期施肥对塬区土壤养分含量的影响[J]. 土壤通报, 1993, 24(1): 21—23.
- [5] 刘杏兰, 高宗, 刘存寿, 等. 有机—无机肥配施的增产效应及对土壤肥力影响的定位研究[J]. 土壤学报, 1996, (2): 138—147.
- [6] Rasmussen P E, Rohde C R. Long-term tillage and nitrogen fertilization effects on organic nitrogen and carbon in semiarid soil[J]. Soil Science Society of American Journal, 1988, 52(4): 1114—1117.
- [7] Mercik S, Nemeth K. Effects of 60-year N, P, K and Ca fertilization on EUF-nutrient fraction in the soil and on yields of rye and potato crops[J]. Plant and soil, 1985, 83(1): 151—159.
- [8] Swarup A, Chhllar R K. Build up and depletion of soil phosphorus and potassium and their uptake by rice and wheat in a long-term field experiment[J]. Plant and soil, 1986, 91(2): 161—170.