

长期施用微量元素肥料对土壤养分的影响

魏孝荣¹, 郝明德², 苏 蕾¹

(1. 西北农林科技大学资源环境学院; 2. 中国科学院 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)
水 利 部

摘 要: 长期施用微量元素肥料对耕层土壤有机质、全 N、碱解 N 含量影响不大, 施用 B、Mn 肥耕层土壤全 P、有效 P 含量分别较对照增加 5. 0%、9. 2% 和 128. 0%、115. 8%。剖面土壤有机质、全 N、碱解 N 含量各施肥处理在 0~40 cm 土层含量均高于 CK、40~120 cm 土层含量低于 CK, 120~220 cm 土层含量再次高于 CK。各个剖面 B、Zn 处理的全 P 含量高于 CK, 施 Mn 处理全 P 低于 CK。
关键词: 旱地定位试验; 微量元素肥料; 土壤肥力
中图分类号: S 143. 7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2003) 01-0029-02

Effects of Long-term Trace Elements Fertilizer on Soil Nutrient Contents

WEI Xiao-rong¹, HAO Ming-de², SU Lei¹

(1. College of Natural Resource and Environment, 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: A long-term experiment on dry land of trace elements fertilizer showed that there are no significant changes in soil organic matter, total N and available N contents after 17 years' continuous application of trace elements fertilizer. The total P and available P contents increased at a large scale when B and Mn fertilizers were applied. In soil profiles, organic matter, total N and available N contents were higher in B, Zn, Mn and Cu treatments than that in CK at the soil layers of 0~40 cm and 120~220 cm, but lower than CK in 40~220 cm layers. Total P contents of B, Zn treatments are higher than that of CK while Mn treatment lower than that of CK in the whole soil profile.
Key words: long-term experiment of arid land; trace elements fertilizer; soil fertility

我国北方石灰性土壤和沿海的盐渍土以及南方的部分土壤都存在缺乏微量元素的情况, 在一些微量元素缺乏严重的地区, 微量元素已成为限制当地农业生产的主要因素。在长期定位试验中, 国内外报道较多的是长期施用氮、磷肥及有机肥对土壤肥力的影响, 而长期施用微量元素肥料对土壤肥力影响的报道较少。施用微量元素肥料不但能影响土壤中微量元素的含量, 以及微量元素向作物的供应, 而且能影响土壤氮、磷养分的含量和有效性, 从而影响作物的生长。黄土高原地区降雨量少, 且主要集中在 7~9 月, 小麦生育期土壤表层经常处于干旱状态, 但是, 作物根系可以吸收利用土壤耕层以下养分和水分, 而耕层以下养分又不易因施肥而得到补充, 致使深层土壤有机质、全 N、全 P 含量较低。从而对本地区农业的持续发展产生影响。以在渭北旱塬进行了 17 年的微量元素肥料定位试验为材料, 分析了长期施用微量元素肥料对土壤养分的影响, 旨在为微量元素肥料的合理施用提

供理论依据。
1 试验条件与研究方法
1. 1 试验区概况和设计
(见本期郝明德“黄土区旱地长期施肥对小麦产量的影响”)。
1. 2 分析方法
采集各处理 2000 年收获期耕层土壤样品, 以及 2001 年 3 月份各处理剖面 0~400 cm 土样, 每 20 cm 为一层。土壤样品自然风干, 分别通过 1 mm 和 0. 25 mm 筛, 以供测定。测定结果均以风干样重表示。
测试项目为: 土壤有机质(重铬酸钾外加热法); 全氮(开氏定氮法); 碱解 N(碱解扩散法); 全磷(酸溶—钼锑抗比色法); 有效 P(0. 5 mol/L NaHCO₃ 浸提—钼锑抗比色法^[1])。

* 收稿日期: 2002-11-25
基金项目: 国家自然科学基金项目(40171058); 中国科学院知识创新方向性项目(KZCX2- 413); 国家科技攻关项目(2001BA508B18)。
作者简介: 魏孝荣(1978-), 男, 陕西武功人, 硕士研究生, 主要从事土壤作物营养与土壤化学方面的研究。

2 试验结果与分析

长期施用不同微量元素增加了作物对土壤水分和养分的利用,不同微量元素肥料处理之间有较大差异,对剖面养分的含量也产生了较为明显的影响。许多研究表明施用硼、锌、锰等微量元素可改善作物氮、磷营养,提高作物对土壤中氮、磷素的吸收,但对钾素影响较小^[2,3],作物对土壤中氮、磷养分的利用深度因不同施肥处理而不同。

2.1 土壤有机质

土壤有机质是作物营养的基础物质,土壤中 95% 以上氮素、全部有机磷、部分钾素来自有机质。土壤有机质不仅是土壤养分的重要来源,而且能够改良土壤结构,提高土壤的保水保肥性能,调节土壤水、肥、气、热状况,增强土壤微生物活动,促进土壤养分的转化和释放,能较好地反映土壤养分

表 1 长期使用微量元素肥料耕层养分含量

施肥处理	有机质/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全氮/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱解 N/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全磷/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	有效 P/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
CK	10.46	0.774	70.6	0.738	7.26
B	11.24	0.777	73.93	0.775	16.55
Zn	10.62	0.777	68.25	0.708	10.32
Mn	10.85	0.778	72.73	0.806	15.66
Cu	10.87	0.756	66.94	0.737	7.72

机质含量较 CK 处理均有增加,分别提高了 1.5% ~ 7.5%,施 B 处理比 CK 有机质增加最多,为 7.5% (表 1)。从剖面分布(图 1a)看:0 ~ 20 cm、20 ~ 40 cm 土层有机质含量均较 CK 高,20 ~ 60 cm 土层有机质含量明显低于耕层,形成一低谷值。60 ~ 100 cm 土层有机质含量逐渐增加,但各施肥处理有机质含量低于 CK。各处理 60 ~ 80 cm 土层有机质比 CK 降低了 4.5% ~ 12.6%,以施 B、施 Zn 处理降低最多,分别为 12.6% 和 10.4%,100 ~ 120 cm 土层各处理比 CK 有机质含量降低 5.7% ~ 16.1%,以施 Zn、施 Mn 降低最多,分别为 13.7% 和 16.1%。这说明长期施用微量元素肥料促进了作物对土壤中营养物质的吸收利用,使深层有机质含量低于对照处理,同时由于施用微量元素肥料促进了作物的生长发育,作物还田的有机物质增多,这些还田作物残体分解为有机质,又补充了土壤养分。由于这些物质主要分布在耕层土壤,故其耕层土壤有机质比对照处理有显著提高。100 cm 以下各处理土壤有机质含量再次逐渐降低,120 cm 以下各土层有机质含量高于 CK 处理,以施 Mn 处理最为明显,依次为施 Zn、施 Cu、施 B 处理。

2.2 土壤氮素

各处理与试验开始时相比,土壤全 N 含量有明显增加,这可能是由于长期施用氮肥引起的。长期施用微量元素肥料对耕层土壤全 N 含量影响不大。由于土壤全 N 与有机质含量有很好的相关性^[4],土壤剖面全 N 的含量分布与有机质相似(图 1b)。各施肥处理 0 ~ 40 cm 土层全 N 含量高于 CK,以施 B 处理最为显著,40 ~ 120 cm 土层全 N 含量低于 CK,施 Cu 处理最低,各处理 140 ~ 220 cm 土层全 N 含量比 CK 高,220 ~ 380 cm 土层比 CK 低。

和全 N 含量相似,长期施用微量元素肥料对耕层土壤碱解 N 含量影响也不大(表 1),碱解 N 剖面分布和全 N 剖面分布相似(图 1c),即在 60 cm 处出现低谷,100 cm 处出现高峰。0 ~ 40 cm 土层各处理碱解 N 含量高于 CK,以施 B 处理最高,40 ~ 120 cm 土层各处理碱解 N 含量低于 CK,120 ~ 220 cm 土层各处理碱解 N 含量高于 CK,以施 B、施 Zn 处理最为明显,220 ~ 320 cm 土层各处理碱解 N 含量比 CK 低。40 ~ 120 cm 土层全 N 和碱解 N 含量都低于 CK,说明施用微量元素肥料使作物对这一土层氮素有较好的吸收利用。作物对深层氮素利用程度为施 Zn > 施 B > 施 Cu > 施 Mn。

2.3 土壤磷素

从各处理耕层土壤全 P 含量来看,施 B、施 Mn 处理全 P 含量分别高于 CK 5.0% 和 9.2%。从剖面全 P 含量分布来看,0 ~ 80 cm 土层随着土层的加深,全 P 含量剧烈下降,80 ~ 120 cm 土层全 P 含量有所上升,140 cm 土层以下,全 P 含量趋于稳定(图 2a)。在整个剖面上施 B、施 Zn 处理的全 P 含量均高于 CK,且施 B 处理高于施 Zn 处理,20 cm 土层以下,施 Mn、施 Cu 处理的全 P 含量均低于 CK。可以看出长期施用 B、Zn 肥土壤剖面全 P 含量有所增加,施用 Mn、Cu 肥全磷含量有所降低。施 B、Zn、Mn 肥处理,耕层土壤有效 P 含量较 CK 有明显的增加,分别为:128.0%, 42.1%, 115.8%。

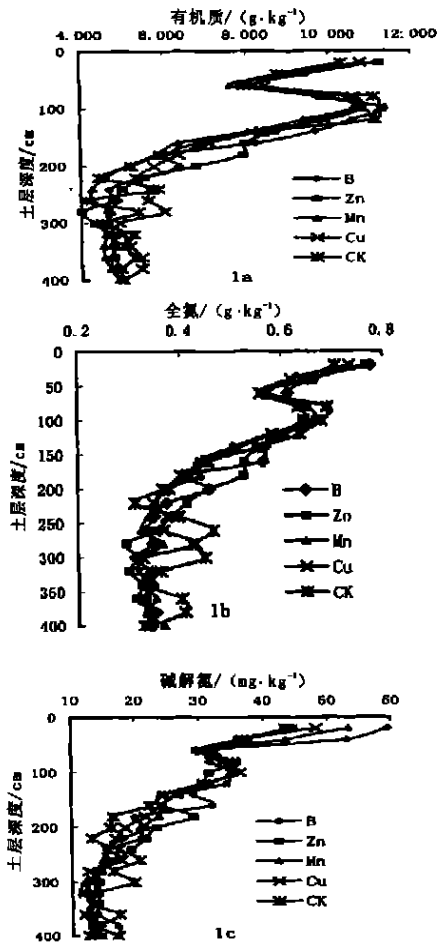


图 1 土壤有机质、全 N、碱解 N 剖面分布图

状况和肥沃程度。CK 处理耕层有机质含量较试验前变化不大,仅降低了 0.04 g/kg。长期施用微量元素肥料处理耕层有

(下转第 45 页)

参考文献:

[1] 朱兆良,文启孝. 中国土壤氮素[M]. 南京: 江苏科技出版社, 1990. 3- 24.

[2] 卓苏能,文启孝. 土壤未知态氮[J]. 土壤学进展, 1992, 20(2): 19- 28.

[3] 李菊梅. 土壤氮素矿化特性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001. 5: 54- 55.

[4] 朱兆良,陈荣业,等. 太湖地区水稻土的氮素矿化及土壤供氮量的预报[J]. 土壤学报, 1984, 21: 29- 36.

[5] 王百群,余存祖,等. 小麦生长过程中土壤有机氮各组分动态及其有效性[J]. 土壤通报, 1995, 26(4): 186- 189.

[6] 付会芳,李生秀. 土壤氮素的矿化与土壤供氮能力 IV. 土壤有机氮组分及其矿化[J]. 西北农业大学学报, 1992, 20(增刊): 63- 67.

[7] 许春霞,吴守仁. 娄土有机氮的构成及其在施肥条件下的变化. 土壤通报[J]. 1991. 22(2): 54 ~ 56.

[8] 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.

[9] Bremner, J M. Organic forms of nitrogen[A]. In agronomy⁹. Methods of soil analysis[M]. C. A. Black (ed.). M adison, Wis Am. Soc. Of Agron. Madison, Wis. 1965. 1238- 1255.

[10] 党廷辉,彭琳,等. 旱塬长期施肥对冬小麦产量及土壤养分的影响[J]. 水土保持通报, 1993, 13(5): 78- 82.

[11] 郝明德,梁银丽. 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. 151- 155.

(上接第 30 页)

剖面有效 P 变化趋势同全 P 的变化趋势(图 2b)。20 ~ 120 cm 土层 B、Zn、Mn 处理的有效 P 含量均低于 CK, 以施 B、施 Mn 处理较为明显, 80 ~ 120 cm 土层施 Cu 处理有效 P 含量高于 CK。160 ~ 240 cm 土层施 Zn 处理有效 P 含量高于 CK,

施 B、Mn、Cu 处理则低于 CK, 以施 Cu 处理最低, 240 cm 土层以下各处理有效 P 含量高于 CK。从作物对剖面有效 P 利用角度来看, 施 B 和施 Zn 处理的小麦对 40 ~ 120 cm 土层磷素吸收较多, 施 Cu 处理的小麦对 160 ~ 240 cm 土层磷素吸收较多。

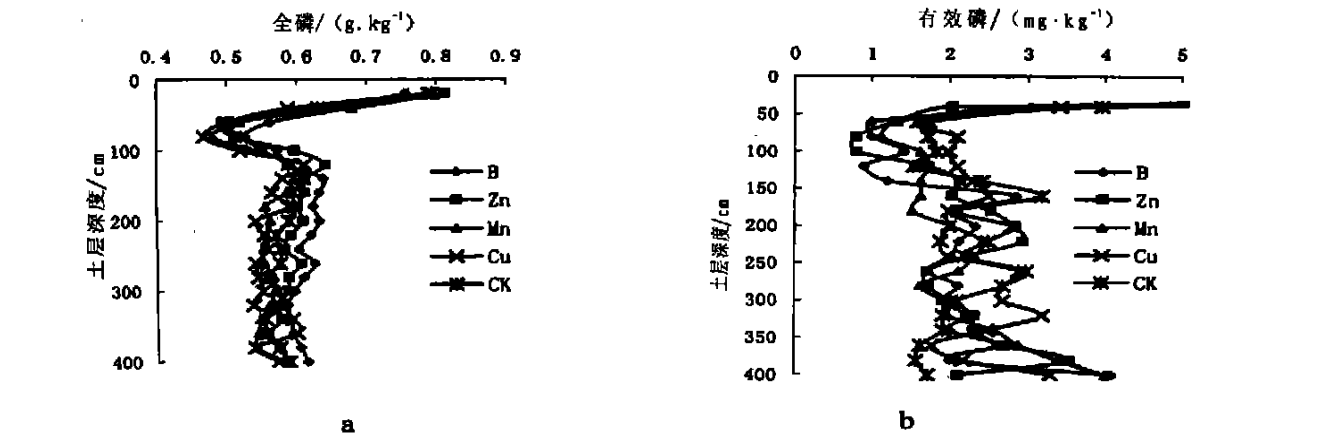


图 2 土壤全磷、有效 P 剖面分布图

3 讨 论

施用微量元素使作物对剖面养分的利用情况有很大影响, 作物利用养分的种类和深度因施用微量元素的不同而有明显差异。长期施用微量元素肥料对耕层土壤有机质、全 N、碱解 N 含量影响不大, 施用 B、Mn 肥耕层土壤全 P、有效 P 含量有较大幅度增加。各处理剖面土壤有机质、全 N、碱解 N 含量和分布变化趋势基本一致: 即 0 ~ 60 cm 含量逐渐降低,

出现低谷, 60 ~ 120 cm 含量则有所上升, 出现高峰, 120 cm 土层以下逐渐减少。各施肥处理在 0 ~ 40 cm 和 120 ~ 220 cm 土层有机质、全 N、碱解 N 含量均高于 CK, 40 ~ 120 cm 和 220 cm 以下土层含量低于 CK。剖面土壤全 P、有效 P 分布为: 80 ~ 100 cm 土层出现低谷。全 P 含量在 140 cm 处含量趋于稳定, 各个剖面 B、Zn 处理的全 P 含量高于 CK, 施 Mn 处理全 P 低于 CK。

参考文献:

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

[2] 彭琳,彭祥琳,余存祖,等. 黄土地区土壤中锌的含量分布、锌肥肥效及其有效施肥条件[J]. 土壤学报, 1983, 20(4): 361- 372.

[3] 耿明建,曹享云,朱端卫,等. 硼对甘蓝型油菜不同品种氮磷钾吸收和分配的影响[A]. 见: 李生秀. 土壤- 植物营养研究文集[C]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1999. 545- 549.

[4] 鲁如坤,等. 土壤——植物营养学原理和施肥[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 9.