

黄土旱塬长期连作条件下土壤氮素变化及管理

彭令发^{1,2}, 郝明德², 来 璐^{1,2}

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

摘 要: 通过布设在长武生态站的长期小麦试验连作发现, 施用有机肥以及有机肥与化肥配施能明显提高土壤肥力, 化肥单施提高土壤肥力不明显。施用有机肥能明显地增加有机氮中 AN-N 和 HUN-N 含量, 对 NH₃-N 和 ASN-N 不明显。从农业生产成本考虑, 应当充分利用农村当地资源, 增施有机肥, 合理施用化肥和合理轮作的管理措施, 促进农业的可持续发展。
关键词: 小麦连作; 土壤养分; 有机氮组分; 管理措施
中图分类号: S 158.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2003) 01-0043-03

Variation of Soil Nitrogen of Long-term Continuous Cropping
and Management on Loess Plateau

PENG Ling-fa^{1,2}, HAO Ming-de², LAI Lu^{1,2}

(1. College of Resources and Environmental Sciences, 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: Applying organic manure or mixture of organic manure and fertilizer can obviously improve soil fertility, but only applying fertilizer cannot do through long-term continuous wheat in Changwu ecological station. Organic manure can obviously increase contents of AN-N and HUN-N. From the view of agro-production cost, enough using agricultural resources, applying organic manure, rational application of fertilizer and rationally rotation can promote sustainable agricultural development.
Key words: continuous wheat; soil nutrition; organic N components; manageable measures

土壤氮素是作物氮素营养的主要给源, 是土壤肥力的重要组成部分^[1]。作物所吸收的氮素中, 约有 45% ~ 50% 均来自土壤氮素^[2]。土壤全氮常作为土壤肥力评价和土壤基本性状的最重要的因素^[3]。因为土壤全氮是速效氮的直接给源, 二者之间有着密切的相关关系。土壤有机氮约占土壤全氮的 95% 以上, 是土壤氮素的主体, 是作物所需矿质氮素的源泉。土壤有机氮构成较复杂, 主要为各种形态的有机氮所构成。有机氮化合物的构成形态不同, 其对作物的间接有效性也不同。据有机氮矿化发现^[4~6], 各有机氮组分的矿化率差异较大。其中对土壤无机氮贡献最大为氨基酸态氮(AN-N), 其次为酸解未知态氮(HUN-N)和氨态氮(NH₃-N), 最后为非酸解态氮和氨基糖态氮(ASN-N)。因此, 在进行土壤肥力评价时, 不仅要看土壤有机氮数量, 而且还要看有机氮的构成。故培肥土壤方式也应该着眼于土壤有机氮的构成^[7]。

小麦是黄土高原沟壑区的主要粮食作物, 其播种面积占粮食面积 70% 以上。由于小麦连作是当地主要的耕作制度, 故小麦连作成为影响该地区土壤肥力的重要因素之一。本文在长期连作施肥的基础上, 探明小麦连作对土壤养分和土壤有机氮组分的影响, 重点研究黄土高原沟壑区的土壤氮素变化及管理措施。从而为提高黄土高原沟壑区作物产量, 增加农民经济收入, 建立与环境效益相协调的耕作制度及技术措施, 为合理培肥土壤和管理措施提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况与试验设计

(同樊军“旱地长期轮作施肥对土壤肥力影响的定位研究”)。

1.2 土样采集及养分测定

* 收稿日期: 2002-11-25
基金项目: 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: 彭令发(1977-), 男, 安徽庐江县人, 硕士, 主要从事土壤肥力与生态环境研究。

在 2001 年小麦播种前采集土样, 采根层 0 ~ 20 cm, 土样剔除残根风干后, 分别过 1 mm 和 0. 25 mm 筛备用。全 N、碱解氮、有机质采用常规方法^[8], 有机氮组分用 Bremner 方法^[9]。

2 结果分析

2.1 长期连作对施肥土壤有机质影响

土壤有机质是作物营养的基础物质, 全部有机磷及部分钾素来自有机质。从表 1 中可以看出, N、P 和 NP 长期定位施用对土壤有机质含量影响不大。经过连续施用 18 年后, 这三种肥料处理的土壤有机质比对照有所增加, 是由于每年小麦根系的生物残留量超过对照的缘故, 从而维持土壤有机质的基本平衡。但 M、NM、PM 和 NPM 处理, 土壤有机质则有大幅度的提高, 提高幅度达 34. 4% ~ 50. 9%。这主要是由于有机肥长期投入, 增加了土壤有机质, 有机质的积累速度大于其分解速度, 进而提高土壤有机质含量。另外其它处理, 均比裸地有机质含量高, 这说明耕作有熟化土壤、提高土壤肥力的作用。

2.2 长期连作施肥对土壤全氮影响

与裸地相比, 各处理的土壤全氮含量均有所增加, 约增加 4. 84% ~ 42. 70%, 这可能与小麦根系残留量有关, 而全氮增加量的多少, 则主要是不同的施肥造成的差异。从表 1 可以看出, M、NPM、NM 和 PM 各处理的土壤全氮含量分别比对照增加 26. 8%、25. 7%、25. 7%、22%。这是因为这些处理每年有氮素供给的缘故。单施 N 肥或 P 肥以及 NP 配施对土壤全氮影响不大。特别是单施 P 对全 N 含量还有降低的趋势, 与对照相比降低 6. 80%。施用有机肥能普遍提高全 N 含量, 尤其是有机肥与化肥配合施用, 效果更明显, 比对照增加 22. 08% ~ 25. 70%。

2.3 长期连作施肥对有效 N 的影响

经过 18 年长期小麦连作之后, 相对于裸地, 各处理均能明显提高有效 N 含量, 提高幅度为 31. 35% ~ 87. 3%, 与全 N 的趋势基本一致。其中 NM 混施提高幅度最大, 与裸地相比提高幅度达 87. 9%。与全 N 一样, 单施 P 肥对有效氮效果不明显, 其增加的有效氮含量 31. 35%, 可能是土壤潜在 N 源分解供作物吸收的瞬间形式的一种假象^[10]。另外, 从表 1 中可以发现, 有效 N 与全 N 具有较高的相关性, 相关系数 $r = 0. 96^{**}$ ($n = 9$), 从而表明了土壤有效氮也是评价土壤肥力的一个重要指标。

表 1 长期连作施肥对土壤养分的影响			
处理	全 N/ (g · kg ⁻¹)	有机质/ (g · kg ⁻¹)	有效 N/ (mg · kg ⁻¹)
裸地	0. 785	9. 51	38. 69
CK	0. 883	11. 10	53. 18
N	0. 885	11. 48	56. 90
P	0. 823	11. 39	50. 82
M	1. 120	16. 75	67. 96
NP	0. 910	12. 39	60. 48
NM	1. 110	15. 58	72. 68
PM	1. 078	14. 92	69. 28
NPM	1. 110	16. 70	62. 99

2.4 长期连作对土壤有机氮的影响

由表 2 可见, 土壤酸解总氮占土壤全氮约为 65. 5% ~ 78. 8%, 其与土壤全氮相关性 $r = 0. 99^{*}$, 达极显著水平; 其中氨基酸态氮(AN - N)、氨态氮(NH₃ - N)、氨基糖态氮(ASN - N)、酸解未知态氮(HU N - N)以及非酸解性氮分别约占土壤全氮的 30. 28% ~ 51. 24%、25. 57% ~ 38. 70%、5. 01% ~ 18. 48%、4. 3% ~ 23. 3% 和 21. 2% ~ 34. 5%。在同一土壤上, 因施肥的差异, 尤其是有机肥的投入, 将导致土壤氮素形态发生极大的变化。施有机肥处理(NPM、PM、M、NM) 酸解氮分别较对照(CK) 增加 47. 3%、46. 9%、45. 1%、43. 4%, 而其对非酸解性氮含量则是有降低的作用。有机肥对酸解性氮主要贡献是增加 AN - N 和 HU N - N 的含量, 平均较对照增加 20. 14% 和 133. 38%, 而对 NH₃ - N、ASN - N 的含量影响不稳定。施用有机肥大大地增加了土壤有机氮的有效态组分, 提高了有机氮的有效性。各施肥较对照相比, 施肥能明显降低土壤非酸解性氮的含量, 平均降低约 12. 37%。这说明施肥有耕作熟化土壤的作用。

表 2 土壤有机氮各组分的含量					
处理	水解总氮/ (mg · kg ⁻¹)	AN - N/ (mg · kg ⁻¹)	NH ₃ - N/ (mg · kg ⁻¹)	ASN - N/ (mg · kg ⁻¹)	HU N - N/ (mg · kg ⁻¹)
CK	578. 36	259. 24	216. 93	52. 86	49. 33
N	601. 81	224. 03	218. 23	44. 30	115. 25
P	555. 63	168. 23	215. 04	42. 77	129. 49
M	838. 92	352. 46	280. 79	57. 12	148. 55
NP	640. 82	279. 69	227. 61	53. 91	79. 61
NM	829. 20	424. 33	216. 68	52. 41	135. 78
PM	849. 78	364. 65	217. 27	126. 11	142. 00
NPM	851. 93	366. 58	288. 97	42. 71	153. 67

3 培肥途径与管理措施

3.1 充分利用农村当地肥源, 增施有机肥

通过以上试验可以看出, 有机肥具有明显的改善土壤肥力的作用。施用有机肥, 不仅能增加土壤养分的绝对数量, 提高土壤养分有效性, 而且与 NP 合理配施, 还可培肥土壤肥力。但是, 目前由于不合理的有机肥积累、堆存、施用方式, 有效养分损失严重。为了提高有机肥的质量和使用效率, 应改有机肥表施为深施, 改露天存放为泥封存放。充分利用秸秆的堆沤, 增加肥源。另外, 应适度发展畜牧业, 增加秸秆过腹还田。

3.2 合理施用化肥, 注重氮磷配施

氮磷肥的施用, 有明显地改良土壤养分和增产作用。而氮磷合理配施能充分发挥肥料效益, 是维持土壤养分平衡的有力措施。试验表明^[11], 在旱塬冬小麦上氮磷比例以 1 : 0. 8 为宜; 春玉米地以 1 : 0. 5 为宜。

3.3 种植养地作物, 降低农业生产成本

为改变化肥利用低, 有机肥的肥效慢的情况, 降低农业生产成本, 在不改变主要作物的前提下, 适当轮种适合本地区的养地作物, 如苜蓿、豌豆、红豆草。由于这种作物的根系具有较强固氮作用, 在种植养地作物过后, 其土壤养分含量都有一定幅度的提高。

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。

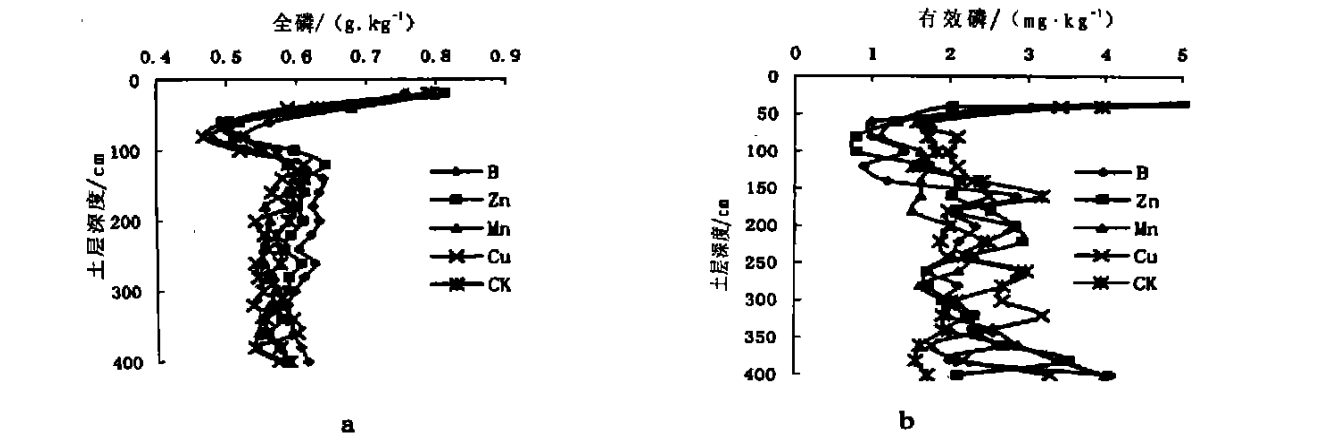


图 2 土壤全磷、有效 P 剖面分布图

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.