

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}

中国科学院
(1. 西北农林科技大学资源与环境学院; 2. 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, 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: 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 (HUN-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 HUN-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)	HUN-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. 萎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.). Madison, 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。

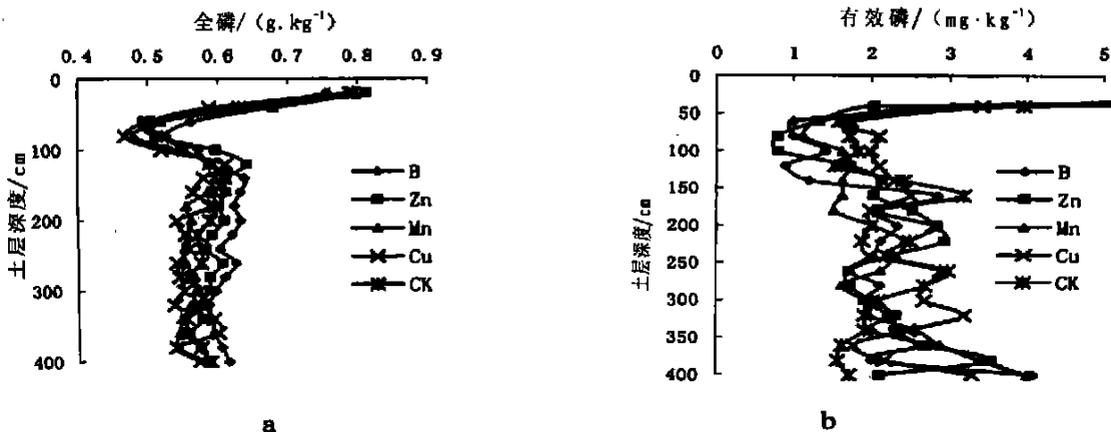


图 2 土壤全磷、有效 P 剖面分布图

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.