

安国市药田与粮田土壤有效磷累积特征

赵姣姣,刘文科

(中国农业科学院 农业环境与可持续发展研究所 农业部设施农业节能与废弃物处理重点实验室 北京 100081)

摘要: 通过田间调查与室内化学分析相结合的方法,研究安国市药田与粮田不同深度土壤中有效磷累积特征。调查结果显示,在0~20、20~40、40~60、60~80 cm土壤深度上,药田土壤中有效磷的平均值分别是36.43、16.09、9.05、20.54 mg/kg,粮田土壤中有效磷的平均含量是22.23、12.19、7.82、13.98 mg/kg。 t 检验结果显示,药田和粮田在不同土壤深度上有效磷含量差异显著且在0~20 cm土壤深度上药田有效磷含量显著高于粮田土壤,然而在20~40、40~60、60~80 cm土壤深度上药田和粮田土壤中有效磷含量差异不显著。总之,药田和粮田在0~20、20~40、40~60 cm的土壤深度上,随着土壤深度的加深,土壤中有效磷含量降低,药田耕层土壤中有效磷含量显著高于粮田耕层土壤有效磷含量。

关键词: 安国市;有效磷;药田;粮田;土壤深度

中图分类号:S151.9 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2013)增刊-0353-04

Comparison of Available Phosphorus Accumulation in Soils of Fields Planted Medicinal Plants and Grain Crops in Anguo City

ZHAO Jiao-jiao, LIU Wen-ke

(Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Chinese

Academy of Agricultural Sciences, Key Lab of Energy Conservation and Waste

Management of Agricultural Structures, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China)

Abstract: Soil available phosphorus accumulation in soils of fields planted medicinal plants and grain crops in Anguo city was investigated and compared by field sampling and chemical analysis. The results showed that average content of available phosphorus in 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm of soil layers of herbal fields were 36.43, 16.09, 9.05, 20.54 mg/kg. In addition, average content of available phosphorus in the same layer of grain fields were 22.23, 12.19, 7.82, 13.98 mg/kg. The test results indicated that available phosphorus in 0-20 cm soil layer of herbal fields were significantly higher than grain fields. However, the differences were not significant between the herbal and grain fields in 20-40, 40-60, 60-80 cm of soil layers. In conclusion, nowadays, the content of available phosphorus in 0-20, 20-40, 40-60 cm of soil layers were reduce as the soil layers were deepened. The content of available phosphorus in herbal fields were significantly higher than grain fields.

Key words: Anguo city; Available phosphorus; Herbal field; Grain field; Soil depth

磷是植物生长发育不可缺少的营养元素之一,对作物高产有不可或缺的作用^[1]。土壤有效磷是土壤磷库中对作物最为有效的部分,能直接供作物吸收利用,因而是评价土壤供磷能力的重要指标^[2]。生产中为了获得更高的作物产量,在耕作过程中大量施入磷肥,造成土壤中磷素积累,增加了有效磷的钝化和无效化。同时农田中大量的有效磷累

积对水环境带来巨大的威胁,是水体富营养化的重要因素。磷的当季利用率一般在10%~25%,因此连续施用磷肥可使大量的磷积累在土壤中^[3],通过降水、灌溉等淋溶进入水体导致水体富营养化,污染水源,危害人体健康。我国^[4]及一些欧洲发达国家^[5]的调查显示,农田磷素积累及流失已经成为水体富营养化的主要来源。我国土壤磷素不断积

收稿日期:2013-08-26

基金项目:基本科研业务费项目(2012-2013);国家“863”项目(2011AA03A114)

作者简介:赵姣姣(1983-),女,河北保定人,在读硕士,主要从事药用植物营养生理及光调控机理方面的研究。

通讯作者:刘文科(1974-),男,河北孟村人,研究员,博士,主要从事设施蔬菜营养生理与光生物学方面的研究。

累,来自农田磷素对水体环境的潜在威胁也日益增大,几乎所有的大湖都存在富营养化问题,其原因主要是氮、磷的过量投入^[6]。有研究表明,土壤磷素随着农田径流以及侧渗和垂直下渗等多种途径输入滇池,是滇池水体富营养化的重要原因之一^[7]。此外,美国^[8]、荷兰、英国^[9]等研究结果认为农田磷素是水体磷素的主要来源。

药用植物作为一种特殊的经济作物,在其生长过程中需要大量肥料,施肥不当势必造成土壤中有有效磷的累积从而污染环境、影响药材品质。然而,有关药用植物种植地(以下简称药田)土壤中有有效磷累积的研究目前未见报道。本研究通过田间取样与化学分析相结合的方法,分析了安国市药田和粮田土壤中有有效磷含量状况,比较了二者有效磷含量的

差异,以期为药材种植科学施用磷肥提供依据。

1 材料和方法

1.1 取样田块选择及采样方法

本次调研选取安国市药材种植规模较大的4个乡镇的10个行政村,在2012年5月中下旬进行调查取样。每村随机选取4块药田及与药田相邻的2块粮田进行取样。取样时,每块地取3个点,3点均匀分布,混合取样。每点分3层取样即0~20、20~40、40~60 cm。如表1所示本次取样,药田种植的药用植物有防风、紫苑、白术、北沙参、板蓝根、桔梗等21种,粮田种植是小麦和花生。各样点种植情况见表1。

表1 取样地点及种植作物种类

Tab.1 Sampling sites and species of crop plant

乡镇名 Town	村名 Village	药材田作物 Herbal plant	粮作田作物 Grain plant
药市办事处 Medicine market office	齐村	防风、白芷、毛知母、紫苑	小麦
	姬庄	桔梗、防风、紫苑、北沙参	小麦
	於村	远志、毛知母、紫苑	小麦
郑章镇 Zhengzhang	海市	青黛、桔梗、防风、白芷	小麦
	行唐	天南星、牛蒡子、桔梗、瓜蒌	小麦
	新安	北沙参、防风、白术、丹参	小麦
明官店乡 Mingguangdin	霍庄	瞿麦、紫苑、黄芪、板蓝根	花生
	北徐辛庄	黄芩、半夏、瞿麦、麻山药	
小麦西安固城乡 Xiaangucheng	东王奇	桔梗、川芎、北沙参、黄芪	花生、小麦
	西王奇	薄荷、蒲公英、北沙参、白术	小麦

1.2 样品处理与测试方法

土样在阴凉处风干,挑去杂质过2 mm筛,装袋备用。土壤中有有效磷含量采用0.5 mol/L NaHCO₃浸提-钼锑抗比色法测定^[10]。试验数据采用Excel 2007和SAS 8.2软件处理。

2 结果与分析

2.1 药田不同深度土壤中有有效磷含量状况

由表2可以看出,药田0~60 cm土壤中有有效磷的含量是0.96~75.11 mg/kg。0~20、20~40、40~60 cm土壤中40个土壤样本的平均值分别是36.43、16.09、9.05 mg/kg,变幅分别是9.69~75.11、2.21~58.70、0.96~52.26 mg/kg,其中各层土壤中有有效磷含量均差异显著。依据《绿色食品产地土壤肥力分级》中旱地土壤中有有效磷分级,I级优良有效磷含量>10 mg/kg,II级尚可有效磷含量

在5~10 mg/kg,III级较差有效磷含量<5 mg/kg^[11]。0~20 cm药田土壤中有有效磷含量水平全部在II级以上,其中97.5%的土壤属于有效磷I级优良水平,只有2.5%在II级。20~40 cm药田土壤中有15%土壤中有有效磷含量在III级较差水平上,20%尚可,65%在I级优良水平。40~60 cm土壤中2.5%的土壤中有有效磷含量较差,35%的土壤中有有效磷水平尚可,37.5%水平优良。变异系数(CV)随着土壤深度的增加而增大,说明由于人为措施、土壤条件等因素随着土层的加深不同样本之间的变异越大。SD值随着土壤深度的增加而减小,说明所取土壤样品中有有效磷含量的离散程度随土壤深度的增加而减小。由此可见,安国市药田土壤中有有效磷含量大部分处在尚可及优良水平上,且随着土壤深度的增加,土壤中有有效磷含量呈降低趋势。

表 2 药田土壤不同深度有效磷含量

Tab.2 Soil available phosphorus content at different layers in herbal field

土壤深度/cm Soil depth	平均值/(mg/kg) Mean	最大值/(mg/kg) Maximum	最小值/(mg/kg) Minimum	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation
0 ~ 20	36.43	75.11	9.69	16.18	44.40
20 ~ 40	16.09	58.70	2.21	12.48	77.52
40 ~ 60	9.05	52.26	0.96	9.81	108.35

2.2 粮田不同层次土壤中的有效磷含量

由表 3 可以看出 ,粮田 0 ~ 60 cm 土壤中有有效磷的含量是 2.00 ~ 45.41 mg/kg。0 ~ 20 20 ~ 40 , 40 ~ 60 cm 土壤中 20 个土壤样本的平均值分别是 22.23 ,12.19 ,7.82 mg/kg ,变幅分别是 7.61 ~ 37.10 2.00 ~ 45.41 ,2.21 ~ 42.92 mg/kg。0 ~ 20 cm 土壤中 90% 的土壤有效磷含量大于 10 mg/kg 处于优良水平 ,只有 10% 的土壤有效磷含量是属于 II 级尚可。20 ~ 40 cm 土壤中有有效磷含量处于 I 级、II 级和 III 级的分别是 55% 20% 25%。40 ~ 60 cm

土壤中有有效磷 I 级占 15% ,II 级 20% ,III 级 65%。SD 值和 CV 都随土壤深度的增加而增加 ,说明随着土壤深度的增加土壤样本之间的离散程度和变异情况加大。根据 *t* 检验的分析结果 0 ~ 20 cm 土壤中有有效磷含量极显著高于 20 ~ 40 40 ~ 60 cm 土壤中有有效磷含量 20 ~ 40 40 ~ 60 cm 土壤有效磷含量之间的差异不显著。由此可见 ,随着土壤深度的增加 ,粮田土壤中有有效磷含量减少且在 0 ~ 20 20 ~ 40 cm 土壤中有一半以上的土壤中有有效磷含量在 II 级以上水平 40 ~ 60 cm 土壤中有有效磷含量则偏低。

表 3 粮田土壤不同深度有效磷含量

Tab.3 Soil available phosphorus content at different layers in grain field

土壤深度/cm Soil depth	平均值/(mg/kg) Mean	最大值/(mg/kg) Maximum	最小值/(mg/kg) Minimum	标准差 Standard deviation	变异系数/% Coefficient of variation
0 ~ 20	22.23	37.10	7.61	7.03	31.64
20 ~ 40	12.19	45.41	2.00	10.16	83.31
40 ~ 60	7.82	42.92	2.21	11.24	143.81

表 4 药田与粮田土壤不同深度中有效磷平均含量差异比较

Tab.4 Comparison of soil available phosphorus content in at different layers in herbal and grain field mg/kg

取样地类型 Type of sampling	0 ~ 20 cm	20 ~ 40 cm	40 ~ 60 cm	0 ~ 60 cm
药田 Herbal field	36.43 **	16.09	8.64	20.54
粮田 Grain field	22.23	12.19	7.82	13.98

注: ** 表示差异性显著水平 ,*P* < 0.01。0 ~ 20 20 ~ 40 40 ~ 60 , 0 ~ 60 cm 药田样本数 *n* = 40 粮田样本数 *n* = 20。
Note: ** Showed significant difference *P* < 0.01. The samples of 0 ~ 20 20 ~ 40 40 ~ 60 0 ~ 60 cm soil in herbal fields and food-crop fields were 40 and 20 ,respectively.

2.3 药田与粮田土壤有效磷含量的差异比较

由表 4 可以看出 ,在 0 ~ 20 cm 土壤深度上 ,药田土壤和粮田土壤中的有效磷含量差异极显著 ,但是在 20 ~ 40 40 ~ 60 0 ~ 60 cm 土壤深度上药田和粮田土壤中有有效磷含量差异均不显著。0 ~ 60 cm 药田和粮田土壤中有有效磷含量的平均值分别是 20.54 ,13.98 mg/kg 按照《绿色食品产地土壤肥力分级》中旱地土壤有效磷的分级标准 ,药田土壤有 66.67% ,10.83% 22.5% 分别属于 I 级、II 级和 III 级水平 ,粮田土壤中属于 I 级、II 级和 III 级水平的分

别有 53.33% ,16.67% ,30%。说明在药田和粮田土壤中有大于 50% 土壤中的有效磷含量处于 I 级优良水平上。

3 讨论与结论

种植过程中肥料的大量施入 ,作物带走的少 ,造成土壤中磷素的累积^[12-13]。不同的种植方式、种类及肥料施入时间、数量的不同造成不同土地利用方式下土壤中有有效磷含量的差异。郭亚芬等^[14]研究了哈尔滨市 59 个菜田耕层土样及其相邻粮田土壤中的养分含量结果表明 ,菜田土壤的有效磷含量高于其相邻的粮田 ,菜田最高可达 134.80 mg/kg ,粮田耕层达 68.30 mg/kg。柏兆海等^[15]调查了北京市平谷区表层土壤(0 ~ 20 cm)有效磷含量现状 ,其中粮田土壤有效磷平均值是 18.4 mg/kg ,果园土壤表层是 40.4 mg/kg ,菜田土壤是 44.3 mg/kg。陈光亚等^[16]研究了江苏宜兴地区菜地的土壤肥力 ,调查结果显示 ,0 ~ 25 cm 土壤中有有效磷平均值是 101 mg/kg 25 ~ 50 cm 土壤有效磷是 72 mg/kg ,0 ~ 50 cm 土壤中均值是 87 mg/kg。本研究的调查结果显示 ,安国市药田和粮田耕层土壤有效磷含量比东北地区土壤中有有效磷含量偏低。粮田有效磷含量稍高于北京地区粮田耕层土壤 ,药田土壤有效磷含量是

粮田土壤含量的 1.9 倍,药田土壤中有效磷含量与菜田和果园土壤中有效磷含量接近。然而与安国市粮田和药田土壤中含量均低于江苏宜兴地区的土壤含量。

张晓虎^[17]调查了商洛市中药材种植药源基地的土壤肥力结果显示,商洛市 41 个药源基地耕层土壤的有效磷含量最大值是 26 mg/kg,最小值是 8 mg/kg,大部分处于 I 级水平。本研究中药田 0~20 cm 土壤中有效磷含量 40 个样本的平均值是 36.43 mg/kg,与同是药用植物种植区的商洛市相比,安国市药田土壤中有效磷含量要高于商洛市。

高秀美等^[18]研究南京市郊集约化菜地的土壤磷累积特征结果表明,不同年限的蔬菜地土壤 0~60 cm 均有不同程度的有效磷累积,其中在表层累积特征明显,累积量均随土层深度的增加而降低。本研究中药田和药田土壤中随土壤深度的增加,有效磷含量降低,且降低趋势显著,与高秀美在菜地土壤磷素累积的趋势相同。

本研究结论如下:随着土壤深度的增加,药田土壤中有效磷含量减少。其中 0~20 cm 土壤中有效磷含量是 20~40 cm 的 2.3 倍,是 40~60 cm 土壤中有效磷含量的 4 倍。随着土壤深度的增加,粮田土壤中有效磷含量减少。其中 0~20 cm 土壤中有效磷含量是 20~40 cm 的 1.8 倍,是 40~60 cm 土壤中有效磷含量的 2.8 倍。0~20 cm 土壤深度上,药田土壤中的有效磷累积量显著高于粮田土壤中的累积。然而在 20~40、40~60、0~60 cm 土壤深度上药田和粮田土壤中的有效磷累积量相当。

参考文献:

- [1] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 胡霁堂. 植物营养学[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1995.
- [3] 章明奎, 周翠, 方利平. 蔬菜地土壤磷饱和度及其对磷释放和水质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(4): 544-548.
- [4] 黄东风, 王果, 陈超. 农业面源污染研究概况及发展趋势[J]. 中国农村小康科技, 2006(11): 39-46.
- [5] Sharp ley A N, Rekolainen S. Phosphorus in agriculture and its environmental implications[M]//Tunney H, Carton O T, Brookes P C *et al.* Phosphorus Loss from Soil to Water. UK: Biddles Ltd, Guildford & Kings Lynn, 1998: 1-53.
- [6] 鲁如坤. 土壤磷素水平和水体环境保护[J]. 磷肥与复肥, 2003, 1(18): 6-8.
- [7] 张乃明, 李成学, 李阳红. 滇池流域土壤磷累积特征与释放风险研究[J]. 土壤, 2007, 39(4): 665-667.
- [8] Lyons J B, Görres J H, Amador J A *et al.* Spatial and temporal variability of phosphorus retention in a Riparian forest soil[J]. JEQ, 1998, 27: 895-903.
- [9] Haygarth P M, Jarvis S C. Transfer of P from Agricultural soil[J]. Adv in Agronomy, 1999, 66: 195-249.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [11] 任德权, 周荣. 中药材生产质量管理规范(GAP)实施指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [12] 关春林, 周怀平, 解文艳, 等. 长期施肥对褐土土壤磷素累积及层间分布的影响[J]. 山西农业科学, 2009, 37(3): 64-67.
- [13] 潘洁, 陆文龙, 王德芳, 等. 天津几种潮土吸磷和解磷特性研究[J]. 天津农业科学, 1995, 1(3): 1-2.
- [14] 郭亚芬, 张忠学, 许修宏. 菜园土壤氮磷钾硫养分状况的研究[J]. 东北农业大学学报, 1999, 30(3): 221-224.
- [15] 柏兆海, 万其宇, 李海港, 等. 县域农田土壤磷素积累及淋失风险分析——以北京市平谷区为例[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(9): 1853-1860.
- [16] 陈光亚, 黄洪光, 汪吉东, 等. 江苏宜兴地区典型菜地土壤肥力特征研究[J]. 江苏农业科学, 2009(4): 331-333.
- [17] 张晓虎. 商洛市中药材种植药源基地土壤肥力的研究初报[J]. 陕西农业科学, 2007(3): 53-55.
- [18] 高秀美, 汪吉东, 刘兆普, 等. 集约化蔬菜地土壤磷素累积特征及流失风险[J]. 生态与农村环境学报, 2010, 26(1): 82-86.