

不同植物配置对土壤速效磷及 pH 值的影响

祝 卓,张展羽,夏继红,迟艺侠

(河海大学农业工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 选用灌木、草坪草、灌草结合三种植物配置方式进行盆栽试验,以无植物盆栽作为对照(CK),对不同植物配置条件下土壤 pH 值、速效磷质量比的动态变化进行研究。结果表明:①对照处理与植物配置各处理相比,土壤中速效磷质量比差异都达到显著水平($P < 0.01$),对照处理的土壤速效磷质量比最高;②灌草结合处理对土壤速效磷的吸收效果最好,其次为草坪草处理,灌木处理次之;③土壤中 pH 值由小到大依次为对照、灌木、草坪草、灌草结合,对磷的削减效应好的植物配置,其土壤的 pH 值要高些。

关键词 植物配置; pH 值; 速效磷; 动态变化

中图分类号: X53 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2009)S1-0061-03

磷肥施入土壤后,其有效性的大小与土壤类型、pH 值以及磷素的形态转化特征密切相关^[1-5]。20 世纪 70 年代以来,国内外学者对土壤中无机磷形态变化特征及土壤-根系界面的养分状况做了许多研究^[6-8]。吕家珑等^[4]研究发现,长期施用含磷肥料,除被作物吸收利用外,残留在土壤中的无机磷,约有 60% 以上是以有效磷存在的。然而不同植物配置条件下施用磷肥对土壤 pH 值、无机磷动态变化的影响方面的报道并不多见。笔者以南水北调济平干渠沿线生态防护带为研究对象,试图通过不同植物配置的盆栽试验对土壤的 pH 值、速效磷的动态变化进行研究,为实现南水北调工程沿线“清水长廊、绿色长廊、生态长廊”的目标提供科学依据,同时,为治理农业非点源磷污染以及进一步解决水体的富营养化问题提供理论依据。

根据济平干渠沿线不同地段的自然特征及主要生态防护功能,将绿化和美观相结合,因地制宜地进行灌、草植物选择。并根据防护目的,使干渠沿线形成一条亮丽的风景线为宗旨,将所选植物按其生物、生态特性、景观特征及防护作用进行合理配置与组合,建立了草坪草系列、灌木系列和灌草结合系列的植物配置。

1 材料与方法

1.1 试验材料

在供试植物的选择上,考虑工程沿线生态修复

的目的和可粗放管理大面积种植的要求,在沿线多种适生的物种中,选取高羊茅(草坪草)和红叶小檗(灌木)进行盆栽试验。供试土壤为山东省典型褐土,取自南水北调输水渠山东济宁段 0~20 cm 表层土壤,质地为壤土,容重为 1.3 g/cm^3 。供试土壤的基本性质见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性质

$u(\text{TN})/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	$u(\text{TP})/(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	$u(\text{速效磷})/(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	$u(\text{NH}_4^+-\text{N})/(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$	pH 值
0.739	0.687	12.025	29.63	7.76

1.2 试验设计

试验设置 4 个处理方式:A、灌木盆栽;B、草坪草盆栽;C、灌草结合盆栽;D、无植物盆栽。其中 D 作为对照(CK),每个处理重复 3 次,共 12 盆。磷肥的施用质量比为 0.15 g/kg ,即每盆土的施磷量为纯磷 1.125 g ,将设计磷肥用量等分成 10 份(即每次每盆施磷肥折合成纯磷为 0.1125 g)分别于试验期的第 1、3、6、8、13、15、22、24、27、30 d,将磷肥溶于 600 mL 水中,通过喷壶施入盆中。装土容器为蓝色塑料盆,其规格为上、下底内径分别为 22 cm 和 18 cm,高为 30 cm。每盆装过 2 mm 筛风干土 7.5 kg ,控制含水量为 30%。待植物移栽稳定后进行盆栽试验,试验期间水分管理视盆栽土壤的干湿情况而定,干时每次灌清水约 200 mL。

1.3 试验观测项目与测定方法

盆栽试验在试验期的第 3、9、15、24、35 d 取土

样,测定土壤 pH 值及速效磷质量比。将采集的土样在室内风干,土壤各项理化指标的测定用常规方法进行。土壤 pH 值采用水土比 1:1,pHS-3C 型便携式精密 pH 计测定,土壤速效磷质量比采用 NaHCO₃ 浸提钼锑抗比色法测定。

1.4 分析方法

数据统计分析用 SPSS11.5 软件。

2 结果分析与讨论

2.1 不同处理对盆栽土壤速效磷浓度的影响

对三批土样(观测第 9、24、35 d)的速效磷质量比进行测定,结果见表 2。

表 2 不同处理方式土壤速效磷质量比的动态变化

处理 方式	mg/kg					
	9 d		24 d		35 d	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
灌木	22.64	0.543	31.48	0.038	45.63	0.525
草	17.38	0.135	26.25	0.104	39.97	0.090
灌草结合	16.05	0.081	22.09	0.268	36.17	0.890
对照(CK)	24.03	0.006	39.60	0.472	51.95	0.570

由表 2 可知,植物配置处理和对照处理的土壤速效磷质量比,随着施肥次数的增加都呈增大的趋势。对照处理土壤速效磷质量比增大的趋势表现得更加明显,从 24.03 mg/kg 增至 51.95 mg/kg,增幅为 27.92 mg/kg,这可能是由于每次施肥后磷素在土壤中迅速释放,而施用含磷肥料可显著增加速效磷的质量比^[9],同时磷素在土壤中很难移动,在没有植物对磷素吸收情况下,土壤速效磷不断累积。从以上分析可知,随着施肥次数的增加,土壤速效磷质量比增幅由大到小依次为对照、灌木、草坪草、灌草结合。

各批观测土样中,植物配置各处理的土壤速效磷质量比均明显低于对照处理。观测数据显示,每个观测期的各处理的土壤速效磷质量比呈现出一定的规律性,即对照处理、灌木处理、草坪草处理和灌草结合处理的土壤速效磷质量比逐渐降低。以观测第 24 d 为例,与对照处理相比,灌木处理、草坪草处理和灌草结合处理的速效磷质量比分别减少了 20.51%、33.71%和 44.22%。表明不同的植物种类和配置对土壤速效磷的影响是不同的。草坪草处理对磷的削减效果要好于灌木处理,灌草结合处理的土壤速效磷质量比最小。

从表 3 可看出,植物配置处理的土壤残留速效磷比对照处理低,减少的幅度为 12.16%~30.37%;草坪草处理的土壤残留速效磷质量比低于灌木处理,减少了 12.4%,这可能是由于磷在土壤中的移动性较差,磷肥施入土壤后在表层累积,草坪草根系

分布均匀,能更有效地吸收磷肥,灌草结合处理与前两者相比速效磷质量比分别减少了 20.73%和 9.51%,对磷的削减效果优于前两者。

表 3 不同处理方式对盆栽土壤残留速效磷质量比的比较

处理 方式	残留速效磷质量比/(mg·kg ⁻¹)				比 CK 减少 率/%
	1	2	3	均值	
灌木	45.634	45.104	46.149	45.629	12.16
草	39.880	40.057	39.975	39.971	23.05
灌草结合	37.135	35.391	35.978	36.168	30.37
对照(CK)	51.367	51.953	52.514	51.945	

从表 4 可以看出,灌木和草坪草均对土壤速效磷的削减有显著作用,并且交互效应也很显著。种植灌木与不种植灌木的土壤残留速效磷质量比有显著性差异($P < 0.01$);种植草与不种植草的土壤残留速效磷也达到显著性水平($P < 0.01$);同时种植灌木和草,两种植物的协同作用也很显著($P < 0.01$)。

表 4 方差分析

偏差来源	偏差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
校正模型	426.116(a)	3	142.039	406.614	0.000
截距	22 631.981	1	22 631.981	64 788.46	0.000
灌木	76.786	1	76.786	219.813	0.000
草	344.594	1	344.594	986.469	0.000
灌草	4.736	1	4.736	13.559	0.006
误差	2.795	8	0.349		
总和	2 3060.892	12			
校正总和	428.911	11			

注: $R^2 = 0.993$ (调整 $R^2 = 0.991$)

2.2 不同植物配置处理对盆栽土壤 pH 值的影响

pH 值是代表土壤酸性状况的直观而简便的化学指标,表征了土壤的活性酸强度^[10]。不同处理对土壤 pH 值的影响明显不同,同种处理土壤 pH 值随时间的变化也存在差异(表 5)。具体表现为:对照处理的土壤 pH 值逐渐降低,灌木处理的土壤 pH 值前期逐渐下降,直到观测第 15 d 开始升高,草坪草处理和灌草结合处理的土壤 pH 值随时间的延长逐渐上升。

表 5 不同处理方式土壤 pH 值的动态变化

处理方式	3 d	9 d	15 d	24 d	35 d
灌木	7.66	7.60	7.56	7.61	7.70
草	7.70	7.72	7.74	7.85	8.05
灌草结合	7.74	7.82	7.90	8.10	8.38
对照(CK)	7.61	7.48	7.36	7.25	7.17

注:表中数据为 3 次重复平均值

由表 5 可见,土壤中施入磷肥会影响土壤的 pH 值,不同的植物配置对土壤 pH 值的影响差异显著。在施磷水平一致的条件下,各处理的土壤 pH 值由小到大顺序依次为对照、灌木、草、灌草结合,此结论与吕家珑等^[11]认为在其他条件一致的情况下,含磷

水平高的土壤比含磷水平低的土壤 pH 值要低一些的观点一致 ;在每次施入磷肥后都会使土壤 pH 值下降 ,其原因主要是过磷酸钙中含有约 4% 的游离酸(H_2SO_4),致使磷肥颗粒饱和液的 pH 值可低至 1.5 ,因而 ,会使磷肥周围的土壤 pH 值变低^[1] ;植物配置各处理随着磷肥施入时间的延长 ,土壤 pH 值有增大的趋势 ,这与土壤的缓冲性能及植物对磷素的吸收能力有关。

总体上来看 ,磷肥施入土壤后会引引起土壤 pH 值的下降 ,而且对磷的削减效应好的植物配置 ,其土壤的 pH 值要高些。在少量多次施肥方式下 ,随着时间的推移 ,植物配置各处理的土壤 pH 值有所上升 ,而对照处理的土壤 pH 值呈逐渐下降趋势。

本次试验属于短期试验 ,仅显示了高羊茅和红叶小檗在灌木系列、草坪草系列以及灌草结合系列的植物配置条件下 ,通过少量多次的施肥方式 ,探求盆栽土壤 pH 值以及速效磷的动态变化。对于其他方式的植物配置和施肥方式条件下的土壤长期的 pH 值及速效磷的变化趋势 ,仍需要进一步研究。

3 结 论

a. 对照处理与植物配置各处理相比 ,土壤残留速效磷质量比差异都达到显著水平 ,并且随着施肥时间的推移 ,各处理的土壤速效磷质量比均略有增加 ,对照处理的土壤速效磷质量比最高。

b. 通过对土壤残留速效磷数据的分析 ,灌草结合处理对土壤速效磷的吸收效果最好 ,其次为草坪草处理 ,灌木处理次之。

c. 在施磷水平一致条件下 ,各处理的土壤 pH 值由小到大顺序依次为对照、灌木、草、灌草结合 ,对磷的削减效应好的植物配置 ,其土壤的 pH 值要高些。在少量多次施肥方式下 ,随着时间的推移 ,

植物配置各处理的土壤 pH 值有所上升 ,而对照处理的土壤 pH 值呈逐渐下降趋势。

参考文献 :

[1] BOLE J B. Influence of root hairs in supplying soil phosphorus to wheat[J]. Can J Soil Sci , 1977 , 53 :169-175.
[2] MISRA R K , ASLTON A N , DEATER A R. Role of root hairs in phosphorus depletion from a macrostructured soil[J]. Plant Soil , 1988 , 107 :11-18.
[3] 刘文革 ,李主荫. 磷肥在石灰性土壤中的形态转化及施用时间对其肥效的影响[J]. 土壤通报 ,1993 ,24(4) :154-157.
[4] 吕家珑 ,刘文阁 ,王旭东 ,等. 长期施肥对土壤无机磷形态组成的影响[J]. 西北农业大学学报 ,1995 ,23(3) :51-54.
[5] 曹一平 ,崔健宇. 石灰性土壤中油菜根际磷的化学动态及生物有效性[J]. 植物营养与肥科学报 ,1995(1) :49-54.
[6] 顾益初 ,蒋柏藩. 石灰性土壤无机磷分级的测定方法[J]. 土壤 ,1990 ,22(2) :101-102.
[7] 周正龙 ,张福锁 ,曹一平. 植物根际 pH 值动态及其效应[C]//土壤与植物营养研究新动态.北京 :北京农业大学出版社 ,1991 :40-49.
[8] 张福锁 ,陈清 ,曹一平. 根分泌物及其对根际微生态系统中养分有效性的直接影响[C]//土壤与植物营养研究新动态.北京 :北京农业大学出版社 ,1992 :64-72.
[9] 谢林花 ,吕家珑. 长期施肥对石灰性土壤磷素肥力的影响 I :有机质、全磷和速效磷[J]. 应用生态学报 ,2004 ,15(5) :787-789.
[10] 孙娅婷 ,张民. 控释复肥对盆栽月季土壤养分和生长发育的影响研究[J]. 水土保持学报 ,2007 ,21(3) :65-68.
[11] 吕家珑 ,张一平. 石灰性土壤小麦根际 pH 及磷动态变化的研究[J]. 植物营养与肥科学报 ,1999 ,5(1) :32-39.

(收稿日期 :2008-10-08 编辑 :徐娟)

《水利水电科技进展》征订启事

(邮发代号 :28-244 ,CN32-1439/TV ,ISSN1006-7647 ,双月刊 ,A4 开本)

《水利水电科技进展》由河海大学主办 ,是全国中文核心期刊 ,中国科技核心期刊 ,全国水利系统优秀期刊 ,华东地区优秀期刊 ,江苏省优秀期刊。主要刊登水科学、水工程、水资源、水环境、水管理方面的科技论文 ,主要栏目有水问题论坛、研究探讨、工程技术、水管理、专题综述、国外动态等 ,适合与水利、水电、水科学、水工程、水资源、水环境有关的科研、工程、管理人员以及大专院校师生阅读。

《水利水电科技进展》由邮局发行 ,邮发代号 :28-244 ,2009 年每期定价 10 元 ,全年 6 期共计 60 元。可在全国各地邮局订阅 ,也可直接向编辑部订阅。

编辑部地址 :210098 南京市西康路 1 号《水利水电科技进展》编辑部

电话(传真) :025-83786335 E-mail :jz@hhu.edu.cn

网址 :http://kkb.hhu.edu.cn/index_jz.htm