

不同施肥模式对青浦行道树土壤理化性质和微生物的影响

姚银根

上海市青浦区绿化管理所, 上海

收稿日期: 2022年6月24日; 录用日期: 2022年7月21日; 发布日期: 2022年7月28日

摘要

针对行道树的生长现状, 对青浦行道树采用不同模式施肥, 并对土壤的理化性质和微生物进行测定。结果表明: 不同的施肥模式对行道树土壤的影响不同。木酢液在短期内对土壤的pH值有一定的调节作用, 对土壤的其它理化性质和微生物的影响较小。同时, 有机肥、生物肥和菌根菌, 在短期内对土壤密度、土壤pH值和EC值影响不大, 对土壤的有机质、水解性氮、微生物含量影响较大。持续两年后, 可降低土壤密度和pH值, 显著地增加土壤有机质和水解氮的含量, 尤其是土壤中的微生物含量。四种不同施肥模式中, 有机肥模式能显著增加土壤中的有机质, 水解氮的含量, 菌根菌能显著地增加土壤中微生物中细菌、真菌和放线菌的含量。持续两年施肥对土壤理化性质和微生物的影响效果强于施肥一年对土壤理化性质和微生物的影响。

关键词

行道树, 施肥模式, 土壤特征, 微生物

The Impact on Soil Physical and Chemical Properties and Microorganisms with Different Pattern of Fertilizing Avenue Tree in Qingpu District

Yingen Yao

Qingpu District Administration Department of Afforestation, Shanghai

Received: Jun. 24th, 2022; accepted: Jul. 21st, 2022; published: Jul. 28th, 2022

Abstract

Aiming at the present condition of the growth of the avenue trees in Qingpu district, we take fertilization of the trees in different modes. Before and after fertilization on the soil, we check the physical and chemical properties and microorganisms. The results showed that different fertilization pattern is different influence on the soil. Wood vinegar in the short term has certain regulation effect to the soil pH, and produces a little influence on physical and chemical properties and microorganisms. Meantime, the organic fertilizer, biological fertilizer and mycorrhizal fungi have a litter effect to the soil density, soil pH and EC value, but have a larger influence to hydrolysis of soil organic matter, hydrolysis nitrogen, and microbial content. After two years, the soil density and pH value are reduced; soil organic matter and hydrolysis nitrogen content, especially the content of soil microbes are significantly increased. In the midst of four different fertilization patterns, the organic fertilizer model can significantly increase the content of the soil organic matter, hydrolyze nitrogen, and can significantly increase the content of the soil microbes in the amount of bacteria, the fungi mycorrhizal fungi and actinomycetes. The effect of physical and chemical properties and microbial is stronger holding two year fertilizer application on soil than one year.

Keywords

Avenue Tree, Fertilization Pattern, Soil Characteristics, Microbe

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

行道树是指在道路两侧，按一定的种植方式，给车辆和行人起到遮荫并形成街景作用的乔木。作为城市绿化的骨架，行道树在城市道路绿化及绿地系统中起着重要的作用，是城市绿化的主要构成因素，直观反映了城市风貌。对城市道路的景观、消除噪音、净化空气起着直接的作用。但是，城市规模的不断扩大和城市生态环境的逐渐恶化对行道树的健康生长造成了不良影响甚至产生了严重威胁。近年来，青浦区的部分行道树出现了生长困难，甚至死亡的现象[1] [2]。

土壤是行道树吸收水分和养分的来源，是植物生长的基本条件之一。土壤的理化性质，直接影响根系的生长；土壤中的微生物在植物残体降解、腐殖质形成及养分循环过程中起着十分重要的作用，直接影响树木的生长发育[3] [4]。行道树道路两旁的枯枝落叶，长期以来作为垃圾清运难以回到种植土中，使自然状态下的土壤养分循环中断，若不及时补充，土壤中的养分势必越来越少，进而造成土壤贫瘠，影响行道树的生长。

戚凡曾以上海市 17 个区县 58 条道路上的香樟行道树为研究对象，测定树木的叶片氮、磷、钾营养元素含量，并以此为参考进行有效施肥[5]；许晓波研究 TM10-1 和 TM10-2 二类有机肥不同处理下，检测中型行道树悬铃木土壤矿质元素含量和微生物数量变化情况，探讨有机肥对行道树悬铃木土壤肥力的影响[6]；但是对行道树多种施肥模式的研究未见过比较研究。

因而，为补充土壤中的养分、改善土壤的结构状况、促进行道树的健康生长，对行道树进行施肥，开展行道树施肥模式的比较研究，具有重要的现实意义。

2. 材料和方法

2.1. 研究材料

2020 年 3~4 月, 在外青松公路对银杏施肥; 供试肥料为济南亿淼化工提供的木酢液(M)、江苏思威博提供的有机肥(Y)、江苏思威博提供的生物肥(S)和江西农大提供的菌根菌肥(J); 同年 8 月, 用土钻取以上试验道路土壤, 分别在树穴四角处取样, 取样深度 10~20 cm, 每个处理取 3 株树穴土壤, 重复 3 次。2021 年, 重复以上操作。

2.2. 试验设计

本试验设 5 个处理, 即 CK (对照) 和 4 种不同肥料处理, 每个处理株数 ≥ 30 株。各处理浓度及用量见表 1。

Table 1. Fertilizer rate of each process

表 1. 各处理的施肥量

施肥处理	CK	M	Y	S	J
施用量	0	200 mL/株	2000 g/株	2000 g/株	20 L/株

2.3. 测定指标与方法

测定指标为土壤容重、pH 值、电导率(EC 值)、有机质、水解性 N, 全磷, 土壤微生物指标为细菌、真菌、放线菌。

测试方法为土壤的容重: 环刀法; pH 值: 采用电位法; 电导率: 采用 DDS 型电导; 有机质: 重铬酸钾法; 水解性 N: 采用扩散吸收法测定; 全磷: 钼锑抗比色法细菌、真菌、放线菌活菌计数采用表面涂抹平板法, 培养基分别为: 细菌——牛肉膏、蛋白胨琼脂培养基; 放线菌——改良高氏 1 号培养基; 真菌——马丁氏孟加拉红培养基; 每个样品的同一微生物分别重复 3 次。

2.4. 统计分析方法

应用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS13.0 统计软件进行数据统计与分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同施式模式下的土壤物理指标分析

土壤的结构、性质、养分等物理性质和化学性质, 直接影响着行道树的生长。土壤密度是土壤的最基本物理性质, 直接影响根系的伸展活动[7] [8] [9]。土壤密度较大的土壤, 土壤紧实, 根系生长困难。为了全面地了解它们之间的状况, 以及施肥后的情况, 对不同施肥处理下土壤的物理特性指标进行方差分析, 如表 2 所示。

测试数据表明, 经过 2020 年的施肥试验, 各试验株的土壤密度在 $1.38\sim 1.40 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 之间, 均高于上海市地标密度 $< 1.35 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 的要求, 除施木酢液外, 施有机肥、生物肥、菌根菌的土壤密度均降低, 虽然差异不显著, 但仍有变化, 其中以有机肥的降低最多。在 2021 年, 经过持续两年的施肥后, 试验株的土壤密度变化更明显, 除木酢液和对照外, 施有机肥、生物肥和菌根菌的土壤密度在 $1.30\sim 1.34 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 之间, 均符合上海市地标密度 $< 1.35 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 的要求, 其中施有机肥的试验树种土壤密度降低最好。

Table 2. Test results of the soil physical and chemical index in different years trees and by different fertilizer treatments of the avenue trees**表 2.** 不同年份不同施肥处理下行道树土壤物理化学指标测试结果

年份	处理	指 标				
		土壤密度 Mg·m ⁻³	pH 值	EC 值 mS·cm ⁻¹	有机质 g·kg ⁻¹	水解性 N mg·kg ⁻¹
2020	对照	1.39 ± 0.031a	8.5 ± 0.041a	0.17 ± 0.002a	10.5 ± 0.037a	20.1 ± 0.037a
	木酢液	1.40 ± 0.032a	8.3 ± 0.031a	0.18 ± 0.003a	11.5 ± 0.037a	31.1 ± 0.027 b
	有机肥	1.37 ± 0.034a	8.4 ± 0.051a	0.22 ± 0.001 b	43.5 ± 0.037b	80.1 ± 0.067 b
	生物肥	1.38 ± 0.036a	8.5 ± 0.039a	0.19 ± 0.006a	40.7 ± 0.037a	72.1 ± 0.022 b
	菌根菌	1.38 ± 0.038a	8.5 ± 0.040a	0.18 ± 0.008a	15.9 ± 0.037a	36.1 ± 0.012 b
	P 值	0.066	0.577	0.538	0.427	0.379
2021	对照	1.39 ± 0.031a	8.5 ± 0.041a	0.17 ± 0.002a	10.5 ± 0.037a	20.1 ± 0.037a
	木酢液	1.40 ± 0.014a	8.2 ± 0.030 b	0.19 ± 0.003b	13.3 ± 0.029a	36.1 ± 0.021 b
	有机肥	1.30 ± 0.024 b	8.0 ± 0.041 b	0.28 ± 0.021b	76.8 ± 0.057b	98.1 ± 0.087 b
	生物肥	1.32 ± 0.036b	8.1 ± 0.035 b	0.26 ± 0.015b	70.7 ± 0.049b	82.1 ± 0.062 b
	菌根菌	1.34 ± 0.038 b	7.9 ± 0.030 b	0.21 ± 0.022 a	21.0 ± 0.041a	39.1 ± 0.012 b
	P 值	0.036	0.397	0.438	0.297	0.286

试验结果表明, 施肥时间一年内对行道树土壤物理性质影响不显著, 施肥两年后土壤的密度有明显变化, 以施有机肥变化最显著, 其次是生物肥, 再次是菌根菌, 木酢液改善土壤密度的作用最小。

3.2. 不同的种植方式土壤化学性质差异

土壤的 pH 值对土壤营养元素的吸收, 以及土壤微生物的数量、组成和活性起着十分重要, 植物适宜生长的 pH 一般为 6.5~7.5 之间。目前, 土壤 pH 值较高是行道树土壤的共性, 也是行道树生长的主要障碍因子之一。从测试结果可以看出: 2020 年, 施肥处理后试验树种土壤的 pH 值变化不显著, 除木酢液施肥处理和有机肥处理的土壤 pH 值稍有降低的作用, 其它处理几乎无变化, 2021 年, 经过持续二年施肥处理后, 所有施肥处理试验树种土壤 pH 值变化明显, 均有下降, 其中菌根菌模式土壤 pH 值调节效果最好, 其次是有机肥, 生物肥, 木酢液施肥处理对土壤 pH 值的调节作用最差。

土壤 EC 值为土壤水溶性盐的指标, 是判定土壤中盐类离子是否满足植物生长的因素。由测试结果可知, 2020 年, 各施肥模式下, 土壤 EC 值略有变化, 但并不显著, 2021 年, 经过二年的施肥处理下, 土壤中的可溶性盐离子含量显著增加, 土壤 EC 值有较大的提高, 其中对土壤 EC 值调节效果最好的是有机肥, 其次是生物肥, 菌根菌, 木酢液施肥模式对土壤 EC 值调节作用最差。

土壤有机质是土壤的重要组成部分, 直接影响着土壤的理化性状, 它的含量虽然很少, 但对土壤肥力的作用却很大, 其含量是土壤肥力高低的重要指标之一。有机质可以改良土壤的物理性质和化学性质, 为行道树生长提供了各种营养元素[10] [11]。测试结果表明, 2020 年, 经过 4 种模式的施肥处理后, 土壤中的有机质均有增加, 但增加的差异非常显著, 其中以施有机肥模式增加最多, 其次是生物肥, 菌根菌模式和木酢液模式增加不显著。有机肥模式和生物肥模式施用一年后, 土壤中有机质的含量由原来低于上海市地标要求 $> 20 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 达到了超过其要求, 在 2021 年, 经过两年的持续施肥后, 达到了园艺发达国家要求有机质 $> 50 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的要求。由试验可知, 对土壤有机质的改善, 施有机肥模式调节作用最明显, 其次为生物肥, 菌根菌, 木酢液体调节作用最差。

氮是构成蛋白质的核心元素之一，能促进行道树的营养生长，氮供应不足，会使行道树的叶子颜色变淡、变黄，加速行道树的衰老。测试结果表明，对照土壤中水解性氮含量低于上海市地标要求 $> 40 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的最低限值，属于国家土壤质量标准的 5 级标准水平，2020 年和 2021 年施肥后，四种模式的施肥都能使土壤中的水解性氮显著提高，其中施有机肥模式效果最好，其次是施生物肥模式，菌根菌模式，木酢液体改善作用最差。

3.3. 不同施肥模式土壤微生物差异

土壤微生物是土壤中一切肉眼看不见或看不清楚的微小生物的总称，在土壤有机质分解和营养元素矿化及转化过程中发挥重要作用[6]。土壤微生物的种类和数量非常多，主要指土壤中的细菌、真菌、放线菌。其种类和数量随成土环境及其土层深度的不同而变化，它们在土壤中进行氧化、硝化、氨化、固氮、硫化等过程，促进土壤有机质的分解和养分的转化。在一定范围内，土壤微生物的数量很大程度上行道树生长呈正相关。从土壤的微生物数量测试结果来看，2020 年和 2021 年施肥后，四种模式的施肥都能使土壤中的细菌、真菌、放线菌的含量增加，其中有机肥、生物肥和菌根菌，能显著地提高土壤中微生物的含量。见表 3。测试结果同样表明，施肥持续时间越长，增加的微生物越多，其中施菌根菌模式效果最好，其次是施生物肥模式，有机肥模式，木酢液体改善作用最小。

Table 3. Test results of the soil microbial index in different years trees and by different fertilizer treatments of the avenue trees

表 3. 不同年份不同施肥模式下行道树土壤微生物指标测试结果

年份	处理	指标		
		土壤细菌($\times 10^6$ 个 $\cdot\text{g}^{-1}$)	土壤真菌($\times 10^5$ 个 $\cdot\text{g}^{-1}$)	土壤放线菌($\times 10^5$ 个 $\cdot\text{g}^{-1}$)
2020	对照	15.62 \pm 0.042a	18.78 \pm 0.032a	3.21 \pm 0.032a
	木酢液	21.33 \pm 0.036b	20.4 \pm 0.032a	4.46 \pm 0.032a
	有机肥	36.30 \pm 0.051b	35.30 \pm 0.032a	21.75 \pm 0.032a
	生物肥	37.51 \pm 0.069b	36.2 \pm 0.032a	27.57 \pm 0.032a
	菌根菌	48.43 \pm 0.062b	45.78 \pm 0.032a	31.28 \pm 0.032a
	P 值	0.201	0.368	0.292
2021	对照	15.62 \pm 0.042a	18.78 \pm 0.022a	3.21 \pm 0.032a
	木酢液	21.43 \pm 0.048b	22.4 \pm 0.031b	5.76 \pm 0.024a
	有机肥	46.50 \pm 0.052b	35.30 \pm 0.042b	21.75 \pm 0.032b
	生物肥	49.31 \pm 0.041b	36.2 \pm 0.043b	27.57 \pm 0.042b
	菌根菌	61.03 \pm 0.072b	45.78 \pm 0.052b	31.28 \pm 0.062b
	P 值	0.297	0.238	0.247

4. 结论

施肥在短期内基本不会改变土壤密度和土壤 pH 值，但持续两年后，土壤的密度和 pH 值会因施肥而降低。在不同的施肥模式中，有机肥对土壤的密度改善效果最好，其次是生物肥，菌根菌，木酢液对土壤的密度几乎无影响，木酢液在短期内改善土壤 pH 值效果优于其他模式。

施肥能增加土壤中可溶性盐离子含量，短期内变化不显著，但持续施肥后，土壤中可溶性盐的含量显著增加，其中对土壤 EC 值调节效果最好的是有机肥，其次是生物肥，菌根菌，木酢液施肥模式对土壤 EC 值调节作用最差。

由于行道树特殊的立地条件, 枯枝落叶不能进入土壤形成腐殖质, 因此施肥成为提高土壤有机质含量的重要途径。作为构成蛋白质的核心氮元素, 土壤中水解氮的含量, 直接影响行道树的生长, 试验结果表明, 施肥能显著地提高土壤的有机质和水解氮, 连续施肥效果更加显著, 不同施肥模式对土壤有机质和水解氮含量影响差异极显著, 在这四种施肥模式中, 效果最好的有机肥, 其次是生物肥, 菌根菌, 木酢液效果较差。

土壤微生物是土壤的重要组成部分, 在一定程度上, 土壤微生物的数量影响行道树的生长。四种模式的施肥都能使土壤中的细菌、真菌、放线菌的含量增加, 其中有机肥、生物肥和菌根菌, 能显著提高土壤中微生物的含量。

综上所述, 不同的施肥模式对行道树土壤的影响不同。木酢液在短期内对土壤的 pH 值有一定的调节作用, 对土壤的其它理化性质和微生物的影响较小; 同时, 有机肥、生物肥和菌根菌, 在短期内对土壤密度、土壤 pH 值和 EC 值影响不大, 对土壤的有机质、水解性氮、微生物含量影响较大; 持续两年后, 可降低土壤密度和 pH 值, 显著地增加土壤有机质和水解氮的含量, 尤其是土壤中的微生物含量。四种不同施肥模式中, 有机肥模式能显著增加土壤中的有机质, 水解氮的含量, 菌根菌能显著地增加土壤中微生物中细菌、真菌和放线菌的含量。持续两年施肥对土壤理化性质和微生物的影响效果强于施肥一年对土壤理化性质和微生物的影响。

参考文献

- [1] 张安才, 李芳, 刘宗华, 等. 行道树银杏立地土壤微生物数量及作用强度[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(3): 62-63.
- [2] 杨瑞卿, 严巍. 上海市行道树建设管理现状与展望[J]. 江苏林业科技, 2013, 40(3): 34-37.
- [3] 化党领, 介晓磊, 张一平, 等. 有机肥对石灰性土壤肥力属性的长期影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(9): 1053-1057.
- [4] 王新, 李培军, 巩宗强, 等. 固定化微生物降解土壤中菲和芘的研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(4): 636-638.
- [5] 戚凡. 上海市行道树香樟叶片的 N、P、K 营养元素测定分析及施肥对策初探[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2016.
- [6] 许晓波. 中型悬铃木行道树施用 2 类有机肥对土壤肥力的影响[J]. 西南林业大学学报, 2015, 35(5): 37-41.
- [7] Craul, P.J. (1994) The Nature of Urban Soil: Their Problem and Future. *Arboricultural Journal*, **18**, 275. <https://doi.org/10.1080/03071375.1994.9747027>
- [8] 卜洪震, 王丽宏, 尤金成, 等. 长期施肥管理对红壤稻田土壤微生物量碳和微生物多样性的影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(16): 3340-3347.
- [9] 朱丽霞, 章家恩, 刘文高. 根系分泌物与根系微生物相互作用研究综述[J]. 生态环境, 2003, 12(1): 102-105.
- [10] 李莉, 李絮花, 李秀英, 等. 长期施肥对褐潮土磷素积累、形态转化及其有效性的影响[J]. 土壤肥料, 2005(3): 32-35.
- [11] 杨宇虹, 晋艳, 黄建国, 段玉琪, 徐照丽, 袁玲. 长期施肥对植烟土壤微生物的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(5): 1186-1193.