

不同肥料对花岗片麻岩山地土壤微生物与有机质的影响

宋庆丰¹, 杨新兵¹, 王晓燕¹, 毕可娇¹, 鲁绍伟², 张志杰³

(1. 河北农业大学 国家北方山区农业工程技术研究中心, 河北 保定 071000; 2. 北京林业大学, 北京 100083;

3. 内蒙古自治区气象局, 呼和浩特 010051)

摘 要:河北平山土石山区土壤贫瘠, 针对缓释复混肥、生物有机肥和微生物菌剂 3 种新型肥料不同处理土壤微生物进行了研究。研究表明:施用 3 种新型肥料均能不同程度的增加表层和深层土壤的微生物数量, 且各个处理明显增加了土壤中有有机质的含量。并且伴随着有机质含量的增加, 土壤微生物呈上升趋势。土壤微生物对土壤的改善具有重大的作用。

关键词:肥料; 土壤微生物; 土壤有机质

中图分类号: S154.2; S153.621

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)04-0243-04

Impact of Different Fertilizers on Soil Microbial and Organic Matter in the Typical Soil-Gravel Area

SONG Qing-feng¹, YANG Xin-bing¹, WANG Xiao-yan¹, BI Ke-jiao¹, LU Shao-wei², ZHANG Zhi-jie³

(1. The Center of National Northern Mountainous Areas of Agricultural Engineering Research, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Beijing Forest University, Beijing 100083, China; 3. Municipality Weather Bureau of Inner Mongolia, Hohhot 010051, China)

Abstract: The soil layer is shallow, soil water-retention capacity is lower and in irrigation is difficult in the typical soil-gravel area of gneiss granite mountain in Pingshan county, Hebei province. In this paper, we studied the different fertilizer treatments of slow-release fertilizer, Bio-organic fertilizer and microbial agents. Three new fertilizers are different degrees of increased surface and deep soil microbial quantity, and increased soil organic matter level in evidence on each manage. Soil microbial mass rosed with the increase in soil organic matter. Soil microbial has the greatest function on the soil qualtiy improvement.

Key words: fertilizer; soil microbial mass; soil organic matter

水、肥的严重匮乏是该地区植被恢复的限制性因子。水是干旱半干旱地区进行森林植被建设的一个关键性限制因素, 则土壤状况同时也成为干旱半干旱地区进行森林植被恢复的关键限制性因素。土壤微生物对植物有效养分起着储备库和源的作用, 对土壤碳、氮、硫的植物有效性产生深刻的影响。随着土层的加深, 其有机质含量递减, 供给土壤微生物养分的能力下降, 土壤的微生物活性逐渐减少, 其表现为 A 层土壤大于 B 层土壤^[1]。不同肥料处理对土壤中微生物种类和数量影响不同, 有机肥和无机肥配施能有效提高土壤微生物数量, 改善土壤环境。施厩肥、

绿肥等有机肥有利于维持土壤微生物的多样性及活性。与单施有机肥和尿素相比, 两种肥料混合施用可提高土壤全氮含量。在有机肥处理、尿素处理和配施 3 种处理间的比较, 微生物数量均表现为配施最大, 有机肥次之, 尿素最小^[2]。有研究表明土壤微生物数量与土壤理化性质、土壤肥力呈正相关^[3]。许多研究同时也证明了土壤微生物与土壤有机质、全氮等具有显著的相关性^[4]。本研究从提高土壤肥力来探讨不同材料对土壤性状的影响, 获取对土壤性状改良最佳的措施, 为加快华北土石山区植被恢复提供技术支持。

收稿日期: 2010-02-02

资助项目: 河北省林业局“河北省片麻岩山区退化林地土壤促成与改良技术研究”(0912373); 国家“十一五”科技攻关“华北土石山区植被恢复与重建技术试验示范(2006BAD-03A11)”; 国家林业局林业公益性项目“典型区域森林生态系统健康维护与经营技术研究”(200804022)

作者简介: 宋庆丰(1983—), 男, 河北故城人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土保持与荒漠化防治、水土保持工程与区域治理。E-mail: songqingfeng2004@yahoo.com.cn

通信作者: 杨新兵(1978—), 男, 河北涉县人, 博士, 讲师, 主要研究方向为水土保持、生态水文学、森林健康。E-mail: yangxinbing2001@126.com

1 研究区概况

试验设在河北平山县岗南镇石盆峪村,位于太行山中断东麓滹沱河沿岸山西台地与华北平原的过渡地带^[5],河北省平山县是石家庄市山区农业大县,是国家批准的环京津、环渤海开放县之一。自古以来,平山的自然地貌素有“八山一水一分田”之说,其环境复杂,地貌类型多样,亚高山、中山、低山、丘陵地占全县总面积的 80%^[6]。该地貌类型属于低山丘陵区,海拔小于 300 m。中间有阶地、谷地等地貌类型。土壤类型属于褐土性亚类,主要有以下几种土壤类型。一是非耕种花岗岩麻岩褐土性土属。分布于海拔 1 300 m 以下的中山、低山、丘陵、阳坡,表层有机质 0.36~1.61%,全氮含量 0.023%~0.105%,全磷含量 0.01%~0.031%,碳酸钙 0.28%~1.92%,砂砾量 24.4%~51.23%,pH 值 6.4~7.9。土层薄,不足 30 cm,侵蚀严重,肥力低下。代表土种为花岗岩片麻岩薄层多砾砂壤质性褐土。二是非耕种页岩褐土性土属。分布于石灰岩区,仅页岩薄层多砾轻壤质褐土性土种,土层少于 25 cm,石灰反应不明显,pH 值 7.3~7.4,表层有机质 1.67%,全氮含量 0.098%,全磷含量 0.023%。三是花岗岩片麻岩褐土性土属。只有花岗岩片麻岩薄层壤质褐土性土种,表层有机质 0.38%,全氮含量 0.031%,全磷含量 0.016%,pH 8.5,石灰量 1.5%,砾石 41.1%。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

本研究主要是系统研究施肥对平山土石山区贫瘠土壤状况的改良效果,在此基础上揭示土壤性状改良的因素,进而对实验区土壤管理措施进行指导,为当地的土壤利用提供理论依据。本研究是用新型肥料(缓释复混肥、生物有机肥和微生物菌剂)对土壤微生物影响比较。

2.2 研究方法

肥料于 2008 年 4 月初作为基肥与土壤混匀施入坑穴,穴的半径为 25 cm,每穴栽植 1 棵 1 年生山杏幼苗,每个处理栽植 10 棵山杏幼苗,以不施用任何材料作为对照(CK)。以鱼鳞坑整地方式进行 3 种新型肥料试验。

2.2.1 实验方案设计 缓释复混肥(简称 SF)采用单因子随机区组试验设计,5 个处理的施肥量分别为 50,100,150,200,300 g/穴,其分别用 SF1、SF2、SF3、SF4、SF5 表示。生物有机肥(简称 BF)采用单因子随机区组试验设计,5 个处理的施肥量分别为 500,1 000,1 500,2 000,2 500 g/穴,其分别用 BF1、

BF2、BF3、BF4、BF5 表示。微生物菌肥(简称 MA)采用单因子随机区组试验设计,5 个处理的施肥量分别为 50,100,150,200,300 g/穴,分别用 MA1、MA2、MA3、MA4、MA5 表示。

2.2.2 土壤分析方法 土壤微生物测定于 2008 年 9 月下旬取样,0—20 cm 为表层,20—40 cm 为深层,用布袋取样,每个处理分别取表层和深层土样各 3 个,取回的新鲜土样在 0~4℃ 冰箱保存,以备分析。土壤微生物数量采用稀释平板计数法测定;土壤有机质采用磷酸浴消煮重铬酸钾—浓硫酸消化滴定方法。

3 结果与分析

3.1 土壤微生物分析

3.1.1 缓释复混肥对土壤微生物的影响 在森林生态系统中,土壤微生物是生态系统的重要成员之一,它参与了生态系统的物质和能量的循环,是土壤中最活跃的部分,对林木营养有着重要的意义。土壤具备微生物生活所需的各种条件,是微生物生活和繁殖的良好场所。土壤中广泛分布着数量众多的微生物,重要的类群有细菌、放线菌、真菌、藻类和原生生物^[6]。本研究主要观察不同肥料对土壤中真菌、细菌和放线菌的数量影响。

由表 1 可以看出在表层土壤中,缓释复混肥处理可增加细菌数量,不同程度的降低真菌数量,而对放线菌数量的影响成一种波动状态。综合比较,在 SF2 处理后土壤中微生物总数达到最大值。

表 1 缓释复混肥不同处理微生物数量

土层/cm	项 目	细菌(×10 ⁶)	真菌(×10 ⁵)	放线菌(×10 ²)
0—20	CK1	52.7	176.0	60.0
	SF1	184.7	38.0	40.0
	SF2	266.7	72.0	20.0
	SF3	90.7	53.3	53.3
	SF4	73.7	12.7	36.7
	SF5	200.0	36.3	5.0
20—40	CK2	38.3	32.0	106.6
	SF1	75.7	38.3	56.6
	SF2	230.0	9.0	53.4
	SF3	135.0	30.0	120.0
	SF4	93.3	46.0	66.6
	SF5	173.3	6.0	40.0

在深层土壤中,各处理中细菌数量均与对照组有不同程度的显著性差异,真菌数量除 SF2、SF5 处理中受到抑制外其他各处理与对照组差异均不显著,而放线菌的数量在各处理中呈上下波动状态,与对照组相比各处理差异性都不显著。综合来看,在 SF2 处理后微生物数量达到最大。

3.1.2 生物有机肥对土壤微生物的影响 由表 2 可以看出,在表层土壤中生物有机肥处理会显著增加细菌数量,显著降低真菌数量,放线菌数量在各处理间呈波动状态。综合比较,BF4 处理使土壤中微生物总量达到最大值,它是生物有机肥处理土壤中最优使用量。

在深层土壤中,生物有机肥处理对细菌数量有明显的促进作用,对真菌数量有抑制作用但只有 BF4、BF5 处理与对照组差异显著,对放线菌数量有抑制作用,但与对照相比差异性并不显著。综合比较,BF1 处理时深层土壤微生物数量最高。

表 2 生物有机肥不同处理微生物数量

土层/cm	项 目	细菌($\times 10^6$)	真菌($\times 10^5$)	放线菌($\times 10^2$)
0—20	CK1	52.7	176.0	60.0
	BF1	151.0	22.0	6.7
	BF2	91.7	5.3	33.3
	BF3	203.3	2.3	30.0
	BF4	223.3	23.3	63.3
	BF5	134.7	2.0	53.3
20—40	CK2	38.3	320.0	106.6
	BF1	340.0	153.3	10.0
	BF2	139.0	116.7	36.0
	BF3	162.0	146.7	46.6
	BF4	206.7	16.7	100.0
	BF5	84.7	40.0	73.4

3.1.3 微生物菌剂对土壤微生物的影响 微生物菌剂处理土壤后与前两者规律相似(如表 3),与对照相比。在表层土壤中,细菌数量都有增加,真菌数量都不同程度的减少且与对照组都具有显著性差异,放线菌数量都有不同程度的降低。在微生物菌剂的处理中,MA2 对土壤的处理使土壤中微生物的总量大到最大,MA1 最小。

在深层土壤中,微生物菌剂不同处理会促进土壤中细菌的生长和发育,增加细菌数量;对真菌数量的影响呈波动状态,但与对照组相比差异性并不显著;而不同处理会不同程度的抑制放线菌的生长发育,而各处理与对照组之间的差异性亦不显著。综合而言,在 MA3 处理时,深层土壤中微生物总数量最大。

3.2 土壤有机质分析

3.2.1 缓释复混肥对土壤有机质的影响 缓释复合肥系以快速有效化处理的优质有机肥为基础,与经缓释技术处理的化学肥料复合而制得的养分结构型非包膜缓释肥料^[7]。它是一类养分资源利用率高、环境污染小的新型肥料。如图 1 所示,与 CK 处理相比,土壤有机质含量显著受缓释复混肥各处理的促进,随着施肥量的增加,有机质含量不断增加,在 SF3 处理达最大值,较 CK 增加了 104%,但随后又急剧下降,SF5

处理和 SF2 处理叫 SF3 处理次之。

表 3 微生物菌剂不同处理微生物数量

土层/cm	项 目	细菌($\times 10^6$)	真菌($\times 10^5$)	放线菌($\times 10^2$)
0—20	CK1	52.7	176.0	60.0
	SW1	70.3	9.3	5.0
	SW2	172.0	72.7	56.7
	SW3	145.0	73.0	33.3
	SW4	120.3	137.0	23.3
	SW5	144.0	18.3	33.3
20—40	CK2	38.3	32.0	106.6
	SW1	74.0	5.0	93.4
	SW2	216.7	31.0	73.4
	SW3	215.0	161.7	4.0
	SW4	183.7	15.0	80.0
	SW5	196.7	4.7	60.0

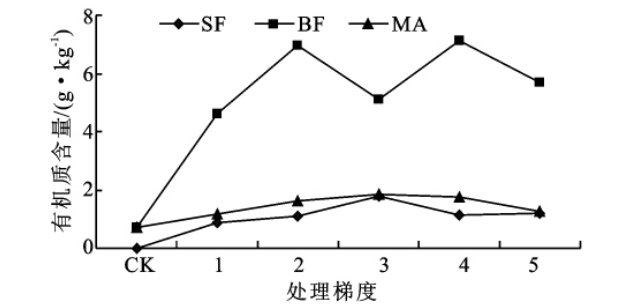


图 1 不同施肥对土壤有机质影响

注:SF 代表缓释复混肥;BF 代表生物有机肥;MA 代表微生物菌剂

3.2.2 生物有机肥对土壤养分的影响 生物有机肥是有机固体废物(包括有机垃圾、秸秆、畜禽粪便、饼粕、农副产品和食品加工产生的固体废物)经微生物发酵、除臭和完全腐熟后加工而成的有机肥料。长期施用生物有机肥可显著提高土壤有机质、全氮、碱解氮的含量,提高土壤肥力^[8]。从图 1 可以看出,与 CK 处理相比,施用生物有机肥能显著提高土壤有机质含量,土壤有机质在 BF4 处理达最大,较 CK 分别提高了 906%,这主要是因为生物有机肥中含有大量的有机质,所以在此处土壤有机质含量是所有施肥处理中最高的。在 BF3 和 BF5 出,均出现了降低的趋势,可能继续增加生物有机肥施用量,会再次出现一个土壤有机质含量的高峰。但本次 5 个梯度处理,BF4 处理对土壤养分的改善效果最理想。

3.2.3 微生物菌肥对土壤养分的影响 微生物菌剂俗称菌肥,是从土壤中分离出的有益微生物,经过人工选育与繁殖后制成的菌肥,是一种辅助性肥料。施用后通过菌肥中微生物的生命活动,借助其代谢过程或代谢产物,以改善土壤化学性状,提高土壤肥力。从图 1 可以看出,施用微生物菌肥后土壤有机质显著高于 CK 处理,随着施入量的增加,土壤有机质含量缓慢的升高,在 MA3 处达最大值,随后又缓慢的下

降。表明施用微生物菌肥对各处理土壤有机质含量增加有促进作用。

3.3 促成片麻岩风化中土壤微生物与有机质关系

土壤微生物数量与土壤养分含量之间呈显著相关关系^[9]。有机质含量高的土壤,微生物数量大,生物活性强,生化反应强烈,土壤中的速效养分含量高^[10]。通过图 2 可以看出,随着有机质的增加,微生物数量呈上升趋势。但是在土壤有机质增加缓慢时,微生物数量不稳定,没有明显的规律可循,但总体呈现波动上升趋势,YJ1 与 YJ3 土壤有机质含量差别很大,在此处可以明显的看出微生物数量陡然升高,在 YJ3 之后各个处理上,有机质变化差均比 YJ1 之前的几个处理之间的变化差大,所以在 YJ3 之后可以明显的看出土壤微生物数量呈上升趋势。综上所述,利用不同施肥方式对片麻岩促成风化过程中,伴随着风化土壤中有机质含量的增高,土壤中微生物数量也随之上升,土壤微生物对土壤的改善具有重大的作用。土壤微生物的代谢产物以及真菌的菌丝等可以粘结土体,促进土壤团粒结构的形成,从而改善土壤的结构性,提高土壤保水保肥能力。

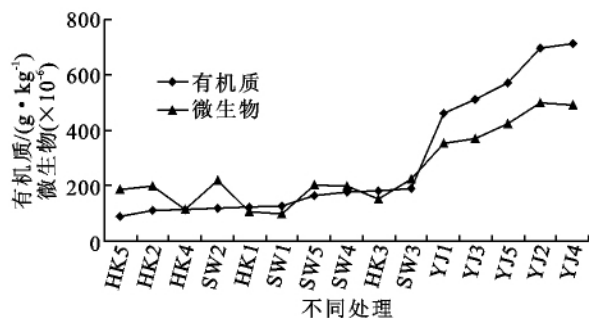


图 2 不同处理土壤有机质和微生物的变化

4 结论

土壤细菌数量与土壤养分含量、速效氮和速效磷含量呈正相关,且基本达到显著或极显著水平;土壤细菌数量与土壤速效钾含量呈负相关,表明土壤细菌对土壤结构和作物 N、P 营养有较大的贡献,体现出细菌对土壤生物过程和土壤肥力形成中占据着重要或突出的地位^[11]。透视土壤微生物直接参与土壤有机质和无机物转化的重要活动,其数量的多少直接或间接地影响土壤养分循环的速率。3 种新型肥料均

能不同程度上增加风化土壤中微生物数量和风化土壤中有机质含量,伴随着土壤有机质的增加,土壤微生物呈现上升趋势,土壤微生物对土壤的改善具有重大的作用。土壤微生物的代谢产物以及真菌的菌丝等可以粘结土体,促进土壤团粒结构的形成,从而改善土壤的结构性,提高土壤保水保肥能力。根据熊英的报道,真菌与多数土壤养分呈负相关关系,其数量的减少并没有说明土壤养分和肥力的降低,而是表明土壤理化性质和土壤养分供应得到了改善^[12]。

参考文献:

- [1] 向仕敏,陆梅,徐柳斌,等. 5 种林分类型林地土壤氮含量与其土壤微生物学性质的研究[J]. 西部林业科学, 2008,37(1):41-45.
- [2] 姬兴杰,杨颖颖,熊淑萍,等. 不同肥料对土壤微生物数量及全氮时空变化的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008,16(3):576-582.
- [3] 胡海波,张金池,高智慧,等. 岩质海岸防护林土壤微生物数量及其与酶活性和理化性质的关系[J]. 林业科学研究, 2001,15(1):88-95.
- [4] 柯明哲. 厦门市坂头林场森林土壤微生物生态分布研究[J]. 福建林业科技, 2000,27(1):5-9.
- [5] 孙砚峰. 河北平山湿地水鸟群落结构及黑鹳的觅食生境选择[D]. 石家庄:河北科技大学, 2006.
- [6] 关松荫. 土壤酶活性及其研究法[M]. 北京:农业出版社, 1986.
- [7] 王正银,叶学见,叶进,等. 绿色控释多养分肥料生产方法[P]. 中华人民共和国国家知识产权局发明专利公报, 2005,21(1):162.
- [8] 王立刚,李维炯,邱建军,等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料, 2004(5):12-16.
- [9] 许景伟,王卫东,李成. 不同类型黑松混交林土壤微生物、酶及其土壤养分关系的研究[J]. 北京林业大学学报, 2000,22(1):51-55.
- [10] 薛立,陈红跃,毕鸿雁. 马占相思纯林及柚木纯林土壤养分、微生物和酶活性的研究[J]. 华南农业大学学报:自然科学版, 2002,23(2):93.
- [11] 蔡晓布,彭岳林,薛会英,等. 不同培肥方式对西藏中部退化土壤微生物的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2004,12(1):108-110.
- [12] 熊英,邓福英,唐庆兰,等. 万鹤山鹭鸟保护区土壤微生物优势类群生态分布的研究[J]. 广西农业生物科学, 2005,24(1):58-62.