

子午岭不同植被类型土壤微生物量与有机酸含量

陈小燕¹, 吕家珑^{1,2}, 张 红¹, 王 娟¹, 苗惠田¹

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 以黄土丘陵沟壑区的子午岭次生林区为研究区域, 分析了农田、草本、乔木、灌木、弃耕地五种不同植被覆盖下土壤微生物量与有机酸含量变化。结果表明, 不同植被类型土壤微生物生物量 C 变化趋势是: 农田>草本>乔木>弃耕地>灌木, 从乔木到农田微生物生物量 N、P 基本上呈下降趋势。不同植被类型下土壤有机酸变化基本趋势为: 弃耕地<灌木<草本<农田<乔木。相关分析表明, 不同植被覆盖下土壤微生物量 C、P 与该土壤有机酸含量呈显著正相关, 而土壤微生物 N 与该土壤有机酸含量相关性不显著。

关键词: 植被类型; 微生物量; 有机酸

中图分类号: S154.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)03-0167-04

子午岭林区地跨陕西、甘肃两省, 处于黄土高原的腹地, 是黄土高原现存比较完整的天然次生林区。由于历史原因及农垦及焚烧、乱砍滥伐的强烈干扰, 该区森林受到了重创, 使之发育机制出现紊乱。但在 842~1866 年间, 有一段田地荒芜, 植被开始自然恢复时期, 至今已有近 150 年历史。该区目前已经自然恢复演替到顶级群落阶段, 有完整的演替序列, 弃耕地—草本群落—灌丛群落—乔灌木群聚—乔木群落^[1]。土壤微生物是土壤有机质及土壤养分转化和循环的动力, 土壤微生物生物量是表征土壤肥力特征和土壤生态系统中物质和能量流动的一个重要参数。土壤中的有机酸可来自有机质分解、微生物代谢或植物根分泌作用等不同途径。研究不同植被类型土壤微生物生物量对了解土壤养分水平、及其养分的转化和循环具有重要意义^[2~5]。

从已发表的资料分析, 关于植物群落演替的研究偏重于植物群落组成及其结构变化特征等方面, 而对于植被演替与土壤微生物区系及土壤有机酸的关系目前报道较少。为此我们选择了经过自然恢复、森林植被和类型都比较丰富和复杂的子午岭林区, 研究不同植被类型土壤微生物生物量和土壤有机酸含量变化, 为该区植被恢复与重建提供一定的科学依据。

1 研究地区概况与方法

1.1 自然概况

研究区选设在为子午岭北部甘肃省合水县连家砭林场, 为黄土高原丘陵沟壑区, 位于 36°03′01.6″

~36°05′22.4″N, 108°31′11.9″~108°32′00.9″E, 海拔 1 211~1 435 m, 属中温带大陆性季风气候区。四季分明, 雨热同季, 光照充足, 冬冷漫长, 夏热短促。全年无霜期平均 110~155 d, 年降雨 560~590 mm, 年均气温 7~8℃, 年蒸发量为 1 460~1 592 mm。

子午岭林区是黄土高原目前保存较完整的天然次生林之一。该区目前有完整的群落演替序列, 即弃耕地—草本群落—灌丛群落—乔灌木群落—乔木群落, 是黄土区植被自然恢复演替规律研究的良好场所。土壤以石灰性褐土为主, 皆发育于原生(山坡)或次生(沟谷)黄土^[6]。由于地处暖温带半湿润气候区, 属暖温带落叶阔叶林地带, 森林植被由落叶阔叶林、针叶林和灌丛群落组成。

1.2 主要植被类型

该区的主要植被类型有草本、灌木及乔木等。草类主要包括大油芒、白羊草、芨芨、铁杆蒿、长芒草和短花针茅等, 灌木主要有虎榛子、沙棘、狼牙刺等, 主要的乔木有辽东栎、山杨、白桦、侧柏和杜梨等, 另外还有油松人工林。

1.3 材料及方法

1.3.1 土壤样品采集 供试土壤于 2004 年 7 月 10 日取自连家砭林场, 分别从各种样地类型中选取几种典型植被覆盖下的土壤, 包括弃耕地, 草本植物(大油芒、芨芨、白羊草、铁杆蒿)覆盖, 灌木(虎榛子、沙棘、狼牙刺)覆盖, 乔木(辽东栎、山杨)覆盖的土壤, 并以当地农田(玉米)为对照。选取从弃耕地到乔木不同的演替序列中不同植被覆盖的表层土壤

收稿日期: 2007-12-06
基金项目: 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金项目(10501-138); 国家基础研究发展规划项目(2005CB121102); 西北农林科技大学创新团队计划资助项目
作者简介: 陈小燕(1981—), 女, 宁夏固原人, 硕士, 研究方向为土壤环境保护与食品安全生产。
通讯作者: 吕家珑, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为土壤化学。E-mail: jialonglv@yahoo.com.cn. <http://www.cnki.net>

(0~20 cm) 带回分析。土壤剖面分布的自然特征 见表 1。

表 1 土壤剖面分布位置的自然特征
Table 1 Natural characters of the location of the studied soil profiles

样地类型 Land use	植被类型 Vegetation	土样深度 Sampling depth (cm)	方位 Orientation	坡度 Gradient	海拔高度 Elevation (m)	样地概况 General situation of land
农田 Farmland	玉米 Corn	0~20	SW10°	—	1211	开垦 60 年左右 Reclaimed for about 60 year
弃耕地 Abandoned field	裸地 Bare	0~20	SW5°	17.5°	1292	弃耕近 4 年 Abandoned for nearly 4 year
草本 Grassland	大油芒 S. sibiricus	2~20	NW28°	15°	1352	
	芨芨 A. giraldii	0~20	NE42°	15°	1318	
	白羊草 B. ischaemum	0~20	SW17°	5°	1310	
	铁杆蒿 A. vestita	0~20	NW41°	21°	1296	
	虎榛子 O. davidiana	0~20	SW32°	9°	1403	
灌木 Bush	沙棘 H. rhamnoides	0~20	SW3°	20°	1413	
	狼牙刺 S. viciifolia	0~20	W	28°	1349	
乔木 Arbor	辽东栎 Q. liaotungensis	0~20	SE14°	9.5°	1345	
	山杨 P. davidiana	0~20	NE4°	13°	1434	

1.3.2 测定方法 土壤微生物生物量 C、N 均采用氯仿熏蒸 0.5 mol/L K₂SO₄ 提取方法测定^[7]。土壤微生物生物量 P 采用灭菌—NaHCO₃ 提取法^[8]。有机酸量：分光光度法测定^[9]。称取风干土样约 20 g 于 150 ml 三角瓶中，按 3:1 的液土比加入 1%Na-Cl 提取剂，与振荡器上振荡提取 30 min 后干过滤。吸取滤液 5 ml 于 50 ml 烧杯中，加入 3 滴 0.2 mol/L NaOH 溶液，置于烘箱中 95~100℃ 烘干，取出稍冷后加入 2.5 ml 酸性乙二醇，搅动、尽量使盐类溶解。放置 8 min(室温低于 10℃ 时，置于预先升温至 10℃ 以上的烘箱中)，然后依次加入 10% 盐酸羟胺溶液 1 ml、4.5 mol/L NaOH 溶液 4 ml 搅匀。定量转入 50 ml 容量瓶中，加入 12 ml 酸性 FeCl₃ 溶液，用蒸馏水定容至刻度，摇匀。20 min 后于 500 nm 处测定吸光度值。

2 结果与分析

2.1 不同植被类型下土壤微生物量的变化

土壤微生物生物量是表征土壤肥力特征和土壤生态系统中物质和能量流动的一个重要参数。不同

植被类型的表层土壤(0~20 cm)做微生物生物量分析，结果见表 2。

由表 2 可以看出，不同植被类型中农田土壤微生物生物量 C 最大，其次是草本中的白羊草，然后是乔木中的辽东栎和弃耕地，灌木中的沙棘最小。农田的生物量 C 之所以最大，主要是因为农田中肥料的施用，不仅为作物的生长提供了营养，也为土壤微生物提供了大量的营养，从而促进了土壤微生物的生长发育，说明农田生态条件对土壤生物活性有保护效应^[10]。不同植被类型土壤微生物生物量 C 之间差异显著。其中，两种乔木林之间的差异不显著，灌木中的虎榛子和狼牙刺差异不显著，但它们同沙棘的差异均比较显著，而草本中除大油芒和铁杆蒿之间差异不显著之外，它们与芨芨和白羊草的微生物量 C 差异均比较显著。

从农田到乔木，微生物量 N 随演替序列的正向演化基本上呈上升的趋势，最大的为乔木中的山杨林，最小的为农田。不同植被类型下的土壤微生物生物量 N 的差异性也比较显著，其中，乔木中的辽东栎和山杨林之间差异不显著，灌木之间的差异不显著，而草本中除了大油芒和铁杆蒿之间差异显著

之外,它们同草本中的另外两种植物覆盖下的微生物量 N 的差异十分显著,弃耕地和农田之间差异不显著。

表 2 不同植被类型土壤微生物生物量的变化
Table 2 Changes of the soil micro biomass under different vegetation

样地类型 Land use	植物 Vegetation	项目编号 Item	生物量碳±SD Soil micro biomass carbon (mg/kg)	生物量氮±SD Soil micro biomass nitrogen (mg/kg)	生物量磷±SD Soil micro biomass phosphorus (mg/kg)
乔木 Arbors	辽东栎 Q·liaotungensis	A-1	146.78±3.37 c	27.69±4.06 ab	0.84±0.15 ab
	山杨 P. davidiana	A-2	137.83±10.26 cd	31.06±0.66 a	0.97±0.25 a
灌木 Bush	虎榛子 O. davidiana	B-1	127.64±5.54 de	21.27±0.33 cd	0.45±0.09 cde
	沙棘 H. rhamnoides	B-2	84.48±2.66 g	16.18±3.58 def	0.51±0.03 cd
	狼牙刺 S. viciifolia	B-3	75.78±9.25 e	18.99±2.12 cde	0.59±0.06 bc
草本 Grassland	大油芒 S. sibiricus	C-1	72.97±1.60 f	6.07±1.39 g	0.56±0.06 c
	芡蒿 S. sibiricus	C-2	136.20±4.38 cd	24.08±4.64 bc	0.97±0.15 a
	白羊草 B. ischaemum	C-3	175.77±11.94 b	14.30±3.57 ef	0.38±0.15 def
	铁杆蒿 A. vestita	C-4	67.76±5.38 f	4.31±0.29 g	0.20±0.04 ef
弃耕地 Abandoned field	裸地 Bare	D	144.33±0.00 c	3.26±1.22 g	0.17±0.00 f
农田 Farmland	玉米 Corn	E	293.48±10.12 a	0.56±0.24 g	0.61±0.00 bc

土壤微生物生物量 P 是土壤有机 P 中最为活跃的部分,是土壤 P 养分的重要源和库。由表 2 可见,从乔木到农田微生物量 P 基本上呈下降趋势,符合该区植物演替的趋势,其不同植被之间微生物量 P 的差异也比较显著,与土壤微生物生物量 N 表现基本一致。

2.2 不同植被覆盖下土壤总有机酸含量

土壤中的有机酸可来自有机质分解、微生物代谢或植物根分泌作用等。同时,施入土壤中的有机肥(物)也是产生有机酸的重要物质。

由图 1 可见,植被类型对土壤有机酸含量有明显影响。从灌木,草本到乔木覆盖,土壤有机酸含量逐渐升高,弃耕地有机酸含量最低,与不同植被类型土壤有机质含量及土壤养分变化趋势^[11,12]基本一致。出现以上现象是因为乔木覆盖下土壤枯枝落叶等凋落物含量高,而且随着根系分泌物的分解,释放到土壤中的有机酸也不断增多,故有机酸含量高。草本植物根系多且深,有机质分布较均匀,所以分解释放的有机酸也较多。弃耕地休闲处理土壤裸露,有机质矿化作用增强,因而“得不偿失”,导致土壤有

机酸含量较低。农田由于施肥、作物根茬秸秆覆盖等原因,有机酸含量较高。

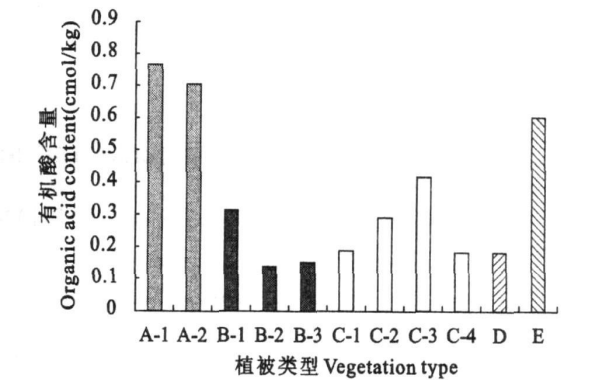


图 1 不同植被覆盖下土壤有机酸含量的变化
Table 1 Changes of organic acid content under different vegetation type

2.3 土壤微生物量与土壤有机酸含量的关系

分析结果表明,土壤微生物量碳、磷与土壤有机酸含量呈显著正相关,而土壤微生物量氮与土壤有机酸含量相关性不显著。土壤中有有机酸的来源之一

就是微生物代谢,并且有机酸主要组成元素就是碳,因此微生物活性大小影响土壤有机酸含量。至于有机酸含量为什么与土壤微生物量磷显著相关而与土壤微生物量氮相关性不显著有待进一步研究。

表 3 土壤微生物量的碳、氮、磷与土壤有机酸的相关系数

Table 3 Correlation coefficient between soil micro biomass C, N, P and organic acid		
项目 Item	相关系数 <i>r</i> Correlation coefficient <i>r</i>	
土壤微生物量碳与土壤有机酸 Soil micro biomass C vs organic acid	0.611336* (<i>n</i> =10)	
土壤微生物量氮与土壤有机酸 Soil micro biomass N vs organic acid	0.411101 (<i>n</i> =10)	
土壤微生物量磷与土壤有机酸 Soil micro biomass P vs organic acid	0.701171* (<i>n</i> =10)	

注: * 显著相关。 Note: * significant.

3 小 结

1) 不同植被类型中玉米地的土壤微生物生物量C最大,其次是草本植物白羊草,然后是乔木林辽东栎和弃耕地,灌木中的沙棘最小。从乔木到农田,微生物量N随演替序列的正向演化基本呈下降的趋势,最大的为山杨林,最小的为农田。从乔木到农田微生物量P基本上呈下降趋势,不同植被间微生物量P的差异也比较显著。

2) 不同植被类型对土壤有机酸含量有明显影响。基本趋势为弃耕地<灌木<草本<农田<乔木。

3) 不同植被覆盖下土壤微生物量碳、磷与该土壤有机酸含量呈显著正相关,而土壤微生物氮与该土

壤有机酸含量相关性不显著。

参 考 文 献:

[1] 邹厚远, 刘国彬, 王晗生. 子午岭林区北部近 50 年植被的变化发展[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 1—8.

[2] 何振立. 土壤微生物量及其在养分循环和环境质量中的意义[J]. 土壤, 1997, 29(2): 61—67.

[3] Smith JL, Paul EA. The significance of soil microbial biomass estimations[A]. Bollag J M, G Stotzky. Soil biochemistry [C]. New York: Marcel Dekker, 1990. 357—396.

[4] Kusum Maithani, Tripathi R S, Arunachalam A, Pandey H N. Seasonal dynamics of microbial biomass C, N and P during regrowth of a disturbed subtropical humid forest in north-east India [J]. Applied Soil Ecology, 1996, (4): 31—37.

[5] Tanja Rauch-Williams, Jorg E. Drewes. Using soil biomass as an indicator for the biological removal of effluent-derived organic carbon during soil infiltration [J]. Water research, 2006, 40: 961—968.

[6] 吴钦孝, 杨文治. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 19—32.

[7] Vance E. D, Brooks P C, Jenkinson D S. An extraction method for measure soil microbial biomass C [J]. Soil Biol. Biochem., 1987, 19: 703—707.

[8] Brooks P C, Powlson D S, Jenkinson D S. Measurement of microbial biomass phosphorous in soil [J]. Soil Biol Biochem, 1982, 14: 319—329.

[9] 王卫东, 谢小立, 上官行健. 分光光度法测定水稻土中有机酸的研究[J]. 热带亚热带土壤科学, 1993, 2(3): 162—170.

[10] 高 瑞. 长期不同施肥土壤活性研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学硕士论文, 2004. 27—29.

[11] 张 红, 吕家珑, 赵世伟, 等. 不同植被覆盖下子午岭土壤养分状况研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(2): 66—69.

[12] O. V. Menyailo. The influence of tree species on biomass of denitrifying bacteria in Gary Forest soils [J]. Eurasian Soil science, 2007, 40(3): 302—307.

Studies on soil micro biomass and organic acid under different vegetations

CHEN Xiao-yan¹, Lü Jia-long^{1,2}, ZHANG Hong¹, WANG Juan¹, MIAO Hui-tian¹
(1. College of Resources & Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shannxi 712100;
2. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming, Yangling, Shannxi 712100, China)

Abstract: Based on the secondary forest at Ziwuling in typical hilly-gully regions on the Loess Plateau, the soil micro biomass and organic acid under different vegetation type were studied. The results showed that the soil micro biomass C was in the following order: farmland>grassland>arbor>abandoned field >bush. There were down trends in micro biomass N、P from arbor to farmland. Under different vegetation type, the content of soil organic acid was basically in the order of arbor>farmland>grassland>bush>abandoned land. Correlation analysis indicated that there were positive correlations between soil microbial biomass N、P and organic acid, and a rather weak correlation between soil microbial biomass N and organic acid.

Keywords: vegetation type; micro biomass; organic acid