

# 秦岭北坡 4 种植被类型的土壤养分状况和微生物特征比较研究

任建宏<sup>1</sup>, 燕辉<sup>2</sup>, 朱铭强<sup>3</sup>, 彭晓邦<sup>4</sup>

(1. 榆林学院 生命科学学院, 陕西 榆林 719000; 2. 西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨陵 712100;  
3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100; 4. 商洛学院 生物医药工程系, 陕西 商洛 726000)

**摘要:**通过实地调查和试验分析,研究了秦岭北坡杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡等 4 种植被类型的土壤养分状况和微生物特征。结果表明:①4 种植被类型土壤养分存在差异,杨树人工林与刺槐人工林土壤养分含量均较高,油松人工林养分含量相对较低,荒坡最低。②4 种植被类型中,土壤微生物数量以细菌最多,其次为放线菌,真菌最少。除真菌数量外,细菌、放线菌和微生物总量依次为杨树人工林最多,刺槐人工林较多,再次为油松人工林,荒坡最少。③4 种植被类型土壤养分含量与土壤微生物数量基本均随土层加深表现为减少趋势,表明土壤微生物数量与土壤养分含量有关。④4 种植被类型中土壤养分含量和土壤微生物数量比较研究表明,人工林能够较好地改善土壤状况,阔叶林改善土壤状况较针叶林更为有效。

**关键词:**秦岭北坡; 4 种植被类型; 土壤养分; 微生物

中图分类号:S153.6;S154.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)04-0228-05

## Soil Nutrient Status and Microbiological Properties of Four Vegetation Types in the Northern Slope of Qinling Mountains

REN Jian-hong<sup>1</sup>, YAN Hui<sup>2</sup>, ZHU Ming-qiang<sup>3</sup>, PENG Xiao-bang<sup>4</sup>

(1. Department of Life Science, Yulin College, Yulin, Shaanxi 719000, China; 2. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 4. Department of Biological Medicine Engineering, Shangluo University, Shangluo, Shaanxi 726000, China)

**Abstract:**Through field investigation and experiment analysis, the soil nutrient status and microbiological properties of *Populus cathayana* plantation, *Robinia pseudoacacia* plantation, *Pinus tabulaeformis* plantation and wasteland were studied. The main results had obtained. The soil nutrient was significantly different in four vegetation types. The soil nutrient of *Populus cathayana* plantation and *Robinia pseudoacacia* plantation were the highest. The soil nutrient of *Pinus tabulaeformis* plantation is less and wasteland is the least. The quantity of soil bacteria is most, the quantity of soil actinomycetes is less, and the quantity of soil fungi is the least. Except of the quantity of soil fungi, the quantity of soil bacteria, actinomycetes and amount of microorganism of *Populus cathayana* plantation is the most, the quantity of soil bacteria, actinomycetes and amount of microorganism of *Robinia pseudoacacia* plantation is more, *Pinus tabulaeformis* plantation is less and wasteland is the least. The soil nutrient and microbiological quantity of four vegetation types deceased with soil depth increase, indicating that microbiological quantity was closely related to soil nutrient. The result of soil nutrient and microbiological quantity indicated that plantation was able to improve soil quality, and the improvement effect of broad-leaved is better than that of coniferous forest.

**Key words:**the northern slope of Qinling Mountains; four vegetation type; soil nutrient; microorganism

收稿日期:2010-04-09

作者简介:任建宏(1965—),女,陕西佳县人,副教授,长期从事植物生理生化研究工作。E-mail:jianhongren@163.com

通信作者:燕辉(1984—),男,河南商丘人,在读博士,主要从事生物节水生理生态研究。E-mail:hnyanhui@yeah.net

养分、土壤微生物是土壤的重要组成成分。土壤养分含量可直接影响地表植被的生长,土壤微生物通过分解动植物残体而参与生态系统的物质循环和能量流动,影响着地表植被的生长发育。同样,地表植被也影响着土壤养分的积累和分布以及土壤微生物数量,森林凋落物是土壤有机质的来源和森林土壤肥力维持的基础<sup>[1]</sup>,植被也能对土壤微生物的生长和分布产生影响<sup>[2]</sup>。不同植被类型对土壤养分和土壤微生物的影响情况不同,蒋文伟等<sup>[3]</sup>对安吉山地主要森林类型土壤养分状况进行研究认为,不同树种对土壤有机质状况的影响不同。许景伟等<sup>[4]</sup>研究发现,不同类型黑松混交林下土壤微生物数量存在显著差异。因此,研究不同植被类型土壤养分和土壤微生物分布变化规律,可以直接或间接地反映不同植被类型对土壤的改良作用,为生态系统的恢复和退耕还林模式的选择提供参考依据。

杨树(*Populus cathayana*)人工林、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)人工林、油松(*Pinus tabulaeformis*)人工林和荒坡是秦岭北坡常见的 4 种植被类型,通过对秦岭北坡相似立地条件下杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡 4 种不同植被类型养分状况和微生物特征的对比研究,探讨了人工林与荒坡之间、各种不同类型的人工林之间土壤养分状况和微生物特征的差别,以求为秦岭北坡山区土地利用和造林规划提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区自然概况

研究区位于秦岭北坡户县南部山区,该区地理位

置为东经 108°22′—108°46′,北纬 33°46′—34°16′,是山地与关中平原的过渡地带。气候属暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,雨热同期,冬春干旱,夏秋多雨。年平均气温 12℃,最热月 7 月平均气温 24℃,最冷月 1 月平均气温 -3℃,≥0℃活动积温 4 300~4 500℃,≥10℃活动积温 3 500~3 700℃,极端最低气温 -22℃,年降水量 800 mm 左右,无霜期 200 d,植被类型为针阔叶混交林,其间穿插部分荒地,主要植被有杨、槐、油松、侧柏、栓皮栎、榆、胡枝子等。土壤以褐色、棕色森林土为主。

1.2 研究方法

以研究区立地条件基本一致的杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林为研究对象,以荒坡荒地作对照,样地基本情况见表 1。在 4 样地中用多点混合取样法按 0—15,15—30,30—45 cm 分 3 层分别取土样装入密封袋,带回实验室分别测定土壤养分和土壤微生物数量。土壤养分测定参照《土壤农化分析》<sup>[5]</sup>,其中土壤 pH 采用 pH 计测量,有机质采用重铬酸钾外加热氧化法测定,全氮采用凯氏蒸馏法测定,水解氮采用碱解扩散法测定,全磷采用 NaOH 烧融钼锑抗比色法测定,速效磷采用 NaHCO<sub>3</sub> 浸提钼锑抗比色法测定。土壤微生物测定参照《土壤微生物研究法》<sup>[6]</sup>,土壤微生物区系分析采用平板分析法。细菌采用牛肉蛋白胨培养基,以稀释度为 10~5 和 10~4 的土壤稀释液接种;真菌采用查氏培养基,以稀释度为 10~3 和 10~2 的土壤稀释液接种;放线菌采用高氏 1 号琼脂培养基,以稀释度为 10~2 和 10~1 的土壤稀释液接种。

表 1 样地基本情况

样地基本情况		杨树人工林	刺槐人工林	油松人工林	荒坡
地形地势	海拔/m	621	615	637	602
	坡向	北偏东 6°	北偏西 9°	正北	北偏东 16°
	坡位	坡中	坡中	坡中	坡中
	坡度/(°)	27	25	31	25
乔木	组成	杨树	刺槐	油松	—
	平均树龄/a	37	35	35	—
	平均树高/m	17.65	9.10	9.62	—
	平均胸径/cm	16.25	9.82	5.78	—
	郁闭度	0.8	0.75	0.8	—
灌草	组成	胡枝子,地榆,茜草,细叶苔草	悬钩子,蛇莓,野蒜,求米草	铁杆蒿,细叶苔草	铁杆蒿,总状蓟,细叶苔草
	盖度/%	40	40	35	65

注:胡枝子(*Lespedeza floribunda*),地榆(*Sanguisorba officinalis*),茜草(*Rubia coriifolia*),细叶苔草(*C. rigescens Krecz.*),悬钩子(*Rubus parvifolia*),蛇莓(*Duchesnea indica*),野蒜(*A. macrostemon Bge.*),求米草(*Oplismenus undulatifolius*),铁杆蒿(*Artemisia sacrorum Ledeb*),总状蓟(*Cirsium botryodes*)。

## 2 结果与分析

### 2.1 4 种植被类型土壤养分状况比较

2.1.1 4 种不同植被类型土壤 pH 比较 土壤 pH 是反映土壤酸碱度的重要指标,也是土壤重要的化学性质,对土壤肥力状况有很大影响;土壤微生物的活动,土壤有机质分解,土壤矿物质营养元素的释放与转移,以及土壤发生过程中的元素迁移,都和土壤酸碱度有关。图 1 表明,4 种植被类型土壤 pH 值变化在 6.21~7.53 之间,呈弱酸性至弱碱性,0—15 cm 土壤 pH 值由大到小依次为杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林、荒坡;15—30 cm,30—45 cm 土壤 pH 值由大到小依次为刺槐人工林、杨树人工林、油松人工林、荒坡。各土层之间 pH 值相比较,随着土层深度的增加,刺槐林土壤由酸转碱,杨树林土壤由碱转酸,荒坡土壤酸性增强,油松林土壤呈酸性且表现为波动变化趋势。

2.1.2 4 种不同植被类型土壤有机质比较 土壤有

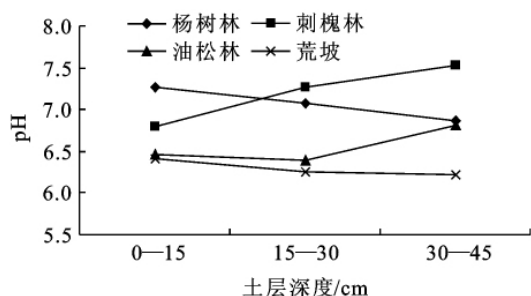


图 1 4 种植被类型不同土层 pH 值比较

2.1.3 4 种不同植被类型土壤氮含量比较 土壤全氮是评价土壤氮素肥力的一个重要指标。而土壤有效氮可以为植物直接吸收,对植物的生长发育有重要影响,也是表征土壤肥力质量的主要指标之一。由于各种不同植被类型地表植被不同、叶子分解速率与根系周转速度各有差异,使各植被类型间及同一植被类型各土层间土壤氮含量也存在差异。图 3、图 4 表明,土壤全氮含量和水解氮含量在 4 种植被类型中顺序一致,依次为刺槐人工林最高,杨树人工林次之,再次为油松人工林,荒坡最低。在 0—15 cm 土层,杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡全氮含量分别为 1.47,1.67,1.32,0.82 g/kg,水解氮含量分别为 106.29,116.62,93.54,67.04 mg/kg;15—30 cm 土层,杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡全氮含量分别为 0.80,0.88,0.77,0.73 g/kg,水解氮含量分别为 75.63,86.32,68.11,64.51 mg/kg;在 30—45 cm 土层,杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡全氮含量分别为 0.59,0.57,0.44,0.41 g/kg,水解氮含量分别为 44.49,49.82,42.41,39.17 mg/kg。除 30—45 cm 刺槐人工林全氮含量略低于杨树人工

林质包括各种动植物残体、微生物及其生命活动的各种有机产物,是生态系统中植被速效养分的来源。它影响和改变着土壤的一系列物理、化学和生物的特性,对提高土壤肥力有重要作用。由于各植被类型地表凋落物与植物根系分布状况、数量不同,各植被类型间有机质含量也存在差异。图 2 表明,4 种植被类型中,土壤有机质含量在 35.47~54.95 g/kg 之间变化。在 0—15,15—30,30—45 cm 土层中,杨树人工林有机质含量分别为 28.87,16.12,9.96 g/kg;刺槐人工林有机质含量分别为 23.84,14.60,9.12 g/kg;油松人工林有机质含量为 20.31,13.17,8.80 g/kg;荒坡为 15.76,12.80,6.91 g/kg。0—15,15—30,30—45 cm 土层土壤有机质含量均表现为杨树人工林最高,刺槐人工林次之,再次为油松人工林,荒坡最低。且随着土层深度的增加,4 种植被类型土壤有机质含量均表现出减少趋势。

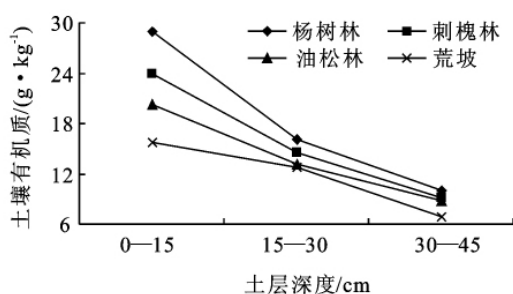


图 2 4 种植被类型不同土层有机质含量比较

林外,其余各土层全氮含量和所有土层的水解氮含量均为刺槐人工林最高,杨树人工林次之,再次为油松人工林,荒坡最低。且各种植被类型土壤全氮含量和水解氮含量均随着土层深度的增加而减少。

2.1.4 4 种不同植被类型土壤磷含量比较 土壤全磷含量和有效磷含量是衡量土壤磷素供应状况及其有效性的重要指标。图 5 表明,4 种植被类型中,全磷含量为杨树人工林最高,刺槐人工林次之,再次为油松人工林,荒坡最低。在 0—15,15—30,30—45 cm 土层中,杨树人工林全磷含量分别为 0.54,0.40,0.31 g/kg;刺槐人工林全磷含量分别为 0.61,0.54,0.32 g/kg;油松人工林全磷含量为 0.48,0.43,0.28 g/kg;荒坡为 0.40,0.38,0.23 g/kg。0—15 cm 与 30—45 cm 土层中,杨树人工林全磷含量最高,刺槐人工林全磷含量次之,再次为油松人工林,荒坡最低;而 15—30 cm 土层全磷含量则为杨树人工林最高,油松人工林次之,再次为刺槐人工林,荒坡最低。且各种植被类型土层全磷含量均随着土层深度的增加而减少。图 6 表明,4 种植被类型速效磷含量顺序与全磷不同,表现为杨树人工林最高,油松人工林较高,再次为刺槐人工林,荒坡最低。杨树人

工林速效磷含量分别为 2.17, 1.88, 2.69 mg/kg; 油松人工林速效磷含量为 1.96, 1.29, 1.18 mg/kg; 刺槐人工林速效磷含量为 1.66, 1.31, 0.82 mg/kg; 荒坡为 0.94, 0.74, 0.91 mg/kg。0—15 cm 土层, 速效磷含量以杨树人工林最高, 刺槐人工林次之, 再次为油松人工林, 荒坡最低; 而 15—30 cm 土层杨树人工林速效磷含

量最高, 刺槐人工林速效磷含量次之, 再次为刺槐人工林, 荒坡最低; 30—45 cm 土层则为杨树人工林最高, 油松人工林次之, 再次为荒坡, 油松人工林最低。刺槐人工林与油松人工林速效磷含量随着土层加深而减少, 而杨树人工林与荒坡速效磷含量随着土层深度增加呈先降低后增加的抛物线趋势。

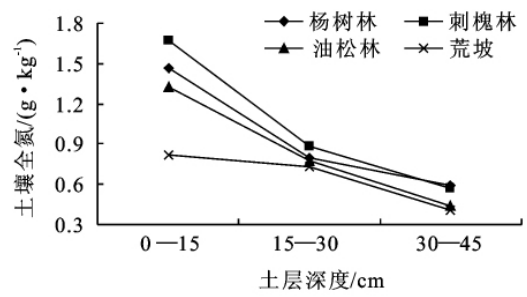


图 3 4 种植被类型不同土层全氮含量比较

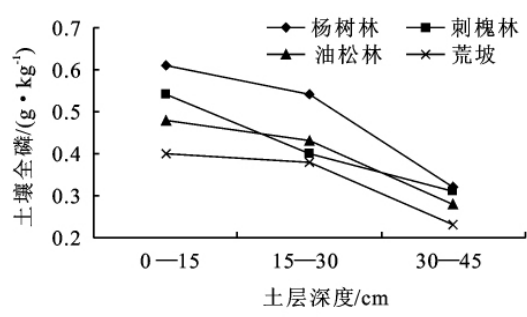


图 5 4 种植被类型不同土层全磷含量比较

2.2 4 种不同植被类型土壤微生物比较

土壤微生物直接参与土壤中碳、氮的循环, 土壤腐殖质的形成以及无机元素的转化过程, 在土壤的形成和创造肥力的过程中起着极为重要的作用, 土壤微生物的数量分布, 不仅可以敏感地反映土壤环境质量的变化, 而且亦是土壤中生物活性的具体体现<sup>[7]</sup>。图 7 表明, 4 种植被类型中, 杨树人工林微生物总量最高, 刺槐人工林次之, 再次为油松人工林, 荒坡最低。其中, 土壤 0—15 cm 与 30—45 cm 土层微生物总量数量顺序与微生物总量在 4 种植被类型中数量顺序相同; 15—30 cm 土层刺槐人工林微生物总量最多, 杨树人工林微生物总量较多, 再次为油松人工林, 荒坡最少。在 4 种植被类型中, 随着土层深度的增加, 微生物总量表现出减少趋势。这些微生物总量分布特征与各植被类型土壤养分状况存在一定的关系。

图 7 表明, 4 种植被类型土壤微生物在总体数量上是以细菌为主。细菌占到各植被类型微生物总量的 98% 以上。各植被类型细菌含量由小到大依次为杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林、荒坡, 说明细菌在这 3 种人工林地较荒坡活跃。0—15 cm 土层与 30—45 cm 土层, 杨树人工林细菌数量最多, 其次为刺槐人工林, 再次为油松人工林, 荒坡最少; 而 15—

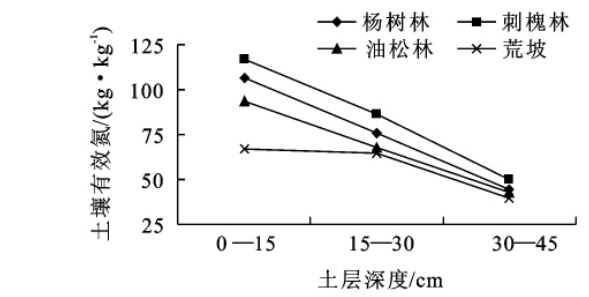


图 4 4 种植被类型不同土层速效氮含量比较

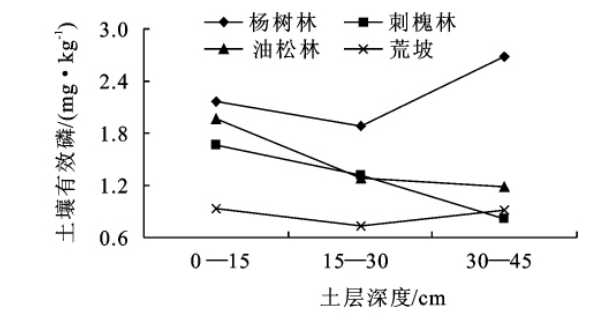


图 6 4 种植被类型不同土层速效磷含量比较

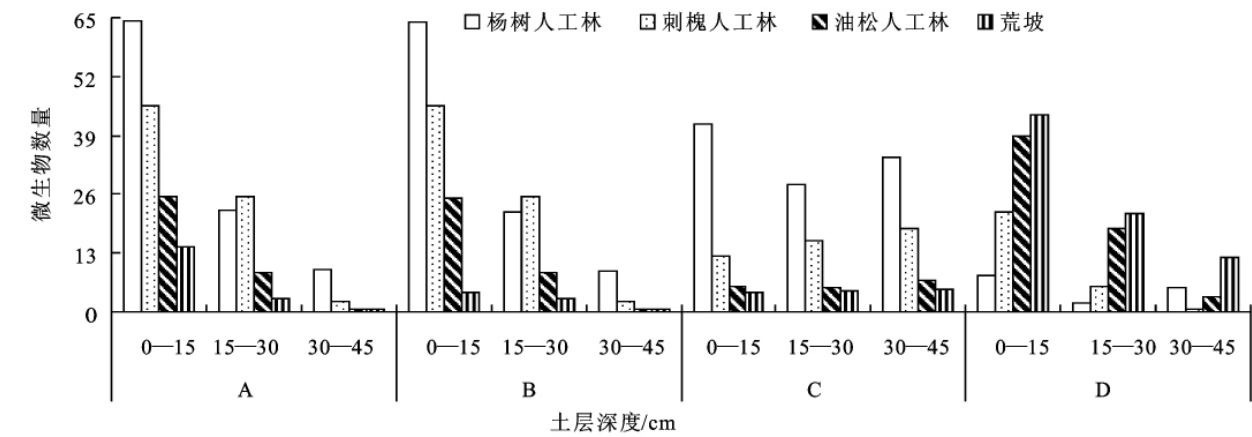
30 cm 土层刺槐人工林细菌数量则多于杨树人工林。随着土层深度的增加, 各植被类型土壤细菌数量表现为减少趋势。

放线菌有很强的分解纤维素、石蜡、琼脂、角蛋白和橡胶等复杂有机物的能力, 它们在自然界物质循环和提高土壤肥力等方面有着重要的作用。图 7 表明, 4 种植被类型中, 杨树人工林放线菌最多, 其次为刺槐人工林, 油松人工林放线菌数量较少, 荒坡最少。0—15 cm 土层, 15—30 cm 土层以及 30—45 cm 土层放线菌数量顺序均与放线菌在 4 种植被类型中的数量顺序相同。4 种植被类型中, 刺槐人工林与荒坡放线菌数量随土层的加深而增加, 杨树人工林与油松人工林放线菌数量则随土层的加深而呈现出先减少再增加的抛物线变化趋势。

图 7 表明, 4 种植被类型中真菌数量依次为荒坡最多, 其次为油松人工林, 再次为刺槐人工林, 杨树人工林最少。这种现象与真菌喜欢酸性环境的特征<sup>[8]</sup>分不开, 也反映了真菌对针叶森林类型下难分解针叶有机残体的分解起着重要作用。0—15 cm 土层与 15—30 cm 土层真菌数量顺序与真菌在 4 种不同立地类型中的总量顺序相同, 而 30—45 cm 土层真菌数量为荒坡最多, 杨树人工林次之, 再次为油松人工

林,刺槐人工林最少。随着土层深度的增加,刺槐人工林、油松人工林和荒坡真菌数量均表现出减少的趋势

势,而杨树人工林真菌数量则随土层加深表现为先减少再增加的抛物线变化趋势。



A.土壤微生物总量10<sup>6</sup>; B.土壤细菌数量10<sup>6</sup>; C.土壤放线菌数量10<sup>4</sup>; D.土壤真菌数量10<sup>3</sup>

图 7 土壤微生物数量比较

3 结 论

植物种类、生长情况不同的样地,土壤养分和土壤微生物数量也存在差异。通过对秦岭北坡杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡等 4 种不同植被类型的土壤养分和土壤微生物数量进行实测和分析,发现:

(1) 相似立地条件下,不同植被类型对土壤养分状况的影响不同。在杨树人工林、刺槐人工林、油松人工林和荒坡 4 种植被类型中,杨树人工林、刺槐人工林能显著增加土壤有机质积累,刺槐人工林对提高土壤氮含量作用很大。杨树人工林、刺槐人工林土壤养分含量均高于油松人工林,而荒坡土壤养分含量最低。各植被类型土壤 pH 值都介于 6.21~7.53 之间,且随土层深度的变化而变化,呈现出各自不同的变化规律。

(2) 4 种植被类型土壤中各种微生物数量存在明显差异,在总体数量上均以细菌为主,占微生物总量 98% 以上,放线菌次之,真菌较少。除真菌数量外,土壤微生物总量、细菌数量和放线菌数量均为杨树人工林最多,刺槐人工林较多,再次为油松人工林,荒坡最少。

(3) 4 种植被类型中,不同土层土壤养分含量和微生物数量存在差异。土壤养分含量与微生物数量基本均随土层深度的增加而减少,表明土壤微生物数量与土壤养分含量有关。

(4) 4 种植被类型土壤养分含量和微生物数量比较研究表明,人工造林能够较好地改善荒坡土壤养分状况,增加土壤微生物数量。3 种不同人工林中,杨树人工林、刺槐人工林(阔叶林)对土壤的改善较油松人工林(针叶林)更为有效。

参考文献:

[1] 薛立,吴敏,徐燕,等.几个典型华南人工林土壤的养分状况和微生物特性研究[J].土壤学报,2005,42(6):1017-1023.

[2] 胡海波,高智慧.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.

[3] 蒋文伟,周国模,余树全,等.安吉山地主要森林类型土壤养分状况的研究[J].水土保持学报,2004,18(4):89-95.

[4] 许景伟,王卫东,李成.不同类型黑松混交林土壤微生物、酶及其与土壤养分关系的研究[J].北京林业大学学报,2000,22(1):51-55.

[5] 南京农业大学.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,1986:33-89.

[6] 中国科学院南京土壤研究所微生物室.土壤微生物研究法[M].北京:科学出版社,1985.

[7] 陈立新.施肥对落叶松人工林根际土壤生化活性的影响[J].水土保持学报,2000,17(3):133-137.

[8] 李春艳,李传荣,许景伟,等.泥质海岸防护林土壤微生物、酶与土壤养分的研究[J].水土保持学报,2007,21(1):156-159.