

文章编号:1001-1498(2014)04-0570-05

细菌肥料对油茶幼林生长的影响

沈兴亮, 焦如珍*

(中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

关键词: 细菌肥料; 油茶幼林; 营养生长

中图分类号: S794.4

文献标识码: A

Effects of Bacterial Fertilizer on Growth of Young Oil-tea Camellia

SHEN Xing-liang, JIAO Ru-zhen

(Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Research Institute of Forestry,
Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: In order to understand the effects of bacterial fertilizer on the growth of young oil-tea camellia, the fertilization trial in Matian Camellia Base in Shangyou of Jiangxi Province was conducted. The results showed that the bacterial fertilizer enhanced the growth significantly. The length of shoot and SPAD value of the autumn leaves treated with Azo and Pse rose by 49.0%, 66.4% and 3.50%, 5.56%, which were significantly higher than that of the control. The Pse had certain contribution to the flowers of the camellia. Bacterial fertilizer had little influence on the ground diameter. However, compared with the control, the Azo and Bac could increase the ground diameter increment by 14.62% and 18.41%, respectively. The Azo increased the content of copper and iron remarkably by 118.14% and 40.47%. The Bac and Pse showed no significant difference on the amount of the leaf nutrient elements.

Key words: bacterial fertilizer; oil-tea camellia; nutritional growth

油茶(*Camellia oleifera* Abel)又名油茶树或茶子树,属山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia* L.)常绿灌木或小乔木,通常是山茶属植物中油脂含量较高且有栽培经济价值的一类植物的总称,是我国南方重要的木本油料树种。作为我国特有的木本食用油料树种,与棕榈、椰子和橄榄合称为世界4大木本油料树种^[1-4]。油茶在我国有着2300多年的栽培历史,主要分布在南方红壤地区,是重要的经济林树种,在保持水土、涵养水源、抗污染及调节气候等方面具有重要价值^[5-7]。油茶油是优质高级食用油,其不饱和油酸和亚油酸含量高达90%以上,素有

“东方橄榄油”之称,并可作为重要的工业和医药原料^[3,5]。由于油茶林栽培缺乏科学管理,经营粗放,加上品种低劣,林龄老化,各种病虫害和火灾频繁发生,致使油茶林单位面积产量较低。当前提高油茶林产量,除了培育油茶良种外,改良油茶林的栽培管理措施至关重要,其中,对油茶林的合理施肥是重要经营措施之一^[8];但由于化学肥料大量使用容易造成环境污染,土壤板结,进一步加重土壤酸化,且不利于油茶林地土壤功能的改良。细菌肥料具有用量少、使用方便,不污染环境的优点,在林木生长方面,细菌肥料对桉树、杨树、马尾松、核桃及桑树等林木的生长发育

收稿日期: 2013-06-15

基金项目: 林业科技推广项目“微生物肥料在油茶育苗及造林中的推广应用”(〔2012〕08号)及中国林业科学研究院林业研究所重点项目“卧龙自然保护区天然林土壤微生物资源研究及分布规律”(ZD200912)

作者简介: 沈兴亮,男,硕士研究生,主要从事微生物肥料应用的研究。E-mail;bravedown@163.com.

* 通讯作者。

有较好的促进作用^[9-14]。油茶施肥试验大都集中于化学肥料施用研究,有关细菌肥料对油茶幼林营养生长的影响鲜见报道,本文旨在研究细菌肥料对油茶幼林生长的影响,为细菌肥料在油茶科学管理、合理施肥等方面的应用提供理论依据,以期为油茶林增产的同时又可保持良好的生态环境。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于江西省上犹县(114°34'27"E,25°55'24"N)麻田油茶基地,属于中亚热带季风湿润气候,其特点是气候温和、雨量充沛、无霜期长、四季分明。多年平均气温为18.8℃,极端最高气温39.2℃,极端最低气温-5.8℃。年均降水量为1511.8mm。历年平均日照时数为1756.2h。全年无霜期289d,≥10℃的积温为5765.6℃。试验地位于东北坡,坡度18°。土壤为红壤,土层厚度大于40cm。土壤有机质为19.4g·kg⁻¹,速效氮为38.9mg·kg⁻¹,速效钾为34.0mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料

试验菌种为(1)褐球固氮菌(*Azotobacter chroococcum* Beijerinck),用Azo表示;(2)芽孢杆菌(*Bacillus subtilis* (Herenberg) Cohn),用Bac表示;(3)荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens* Migula KO),用Pse表示。本实验的细菌肥料是中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室筛选的具有溶磷能力的细菌菌株,经菌株活化、摇床培养、发酵罐扩大培养,发酵液接种到人造腐殖质中制成固体菌剂,经检测固体菌剂有效活菌数量均在 5.9×10^8 cfu·g⁻¹;细菌肥料为固体颗粒状。

1.3 试验设计

选择地形、油茶林分树高、冠幅等条件基本一致的2年生油茶林进行试验。试验林于2011年用1年生容器苗造林,苗木是中国林科院亚林中心培育的无性“长林”系列4号,林分株行距2m×3m,长势良好,造林后采用正常的抚育管理措施。试验采用随机区组设计,设置3个区组,5个处理(Azo、Bac、Pse 3种菌肥处理,1个无菌肥基质(人造腐殖质,主要是经过微生物发酵的秸秆、枯枝落叶)处理,1个不添加任何物质的空白处理),每个施肥处理18棵油茶幼苗。用量为200g·株⁻¹。在4月下旬施肥,采用环状沟施法施入,即在每株树四周,挖深度为20cm的细沟,沿沟施各种细菌肥料,然后覆土。

其它管理按常规方式进行。

在施肥前(2012年4月15日)和树木停止生长时(2012年10月25日),在每个试验处理小区测量每株油茶的地径。

植株样品采集:2012年10月底采集标准样株中上部叶片,带回实验室洗净后烘干,用粉碎机粉碎后过2mm尼龙筛制成植物样供营养分析。

1.4 测定项目及方法

测量地径、秋梢长、花苞数、叶片叶绿素SPAD值(叶绿素SPAD值是一个相对比值,没有单位的无量纲,下面如有出现统一用“叶绿度”表示),测定叶片的氮、磷、钾、钙、镁、铁、铜等含量。地径用电子数显卡尺测定;秋梢长用标尺测量;花苞数采用人工计数的方式测定,各处理间分别取其平均值作统计分析;分别在植株中上部4个方向各取10片叶测量叶绿度值,测量仪器为日本MINOLTA公司生产的SPAD-502叶绿素仪测量;叶片全氮采用元素分析仪VarioMAX CN测定,全磷、钾、钙、镁、铁、铜用HNO₃消煮法提取,采用电感耦合等离子质谱仪(ICP-MS)测定。

1.5 数据处理

采用Microsoft Office Excel 2007与SPSS 18.0统计软件对测定数据进行分析,方差分析采用Duncan法, $p < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同处理对油茶幼林地径生长的影响

图1所示:CK处理与基质处理的油茶幼林的地径增长量分别为5.54、7.08cm,且差异显著($p < 0.05$),说明无菌肥基质对油茶幼林的生长有一定的促进作用;细菌肥料Azo、Bac处理的油茶地径增长量分别为6.35、6.56cm,与CK处理的差异均不显著,但分别提高了14.62%、18.41%,说明施用菌肥能够有效地促进油茶幼林地径的增长;Pse处理的油茶幼林地径的增长量为5.34cm,与CK处理的差异不显著。不同菌肥的作用效果各异,Pse对油茶幼林地径生长的效应不明显,Bac、Azo对地径的促进作用比较明显。

2.2 不同处理对油茶幼林秋梢生长的影响

由图2可知:菌肥对油茶幼林秋梢生长有显著的促进作用。施肥处理新梢的平均增长量均比不施肥的大。基质处理的秋梢长(12.24cm)与CK处理的秋梢长(12.62cm)差异不显著,说明基质对油茶

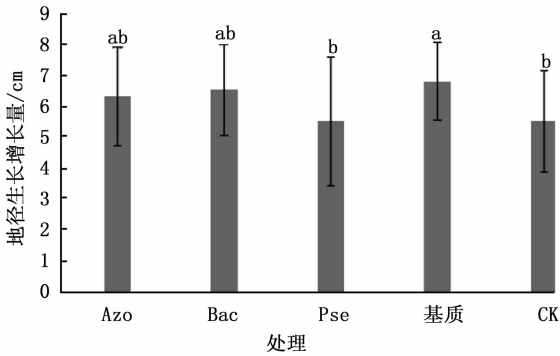


图1 各处理对油茶幼林地径生长的影响

图中小写字母不同表示处理间差异显著($p < 0.05$),小写字母相同表示处理间差异不显著($p > 0.05$)。

秋梢的生长影响不大;Azo、Bac 和 Pse 处理的秋梢长分别为 18.81、17.49、21.0 cm,分别比 CK 处理的秋梢长增加 49.0%、38.6% 和 66.4%,且均达显著性差异($p < 0.05$),说明 3 种细菌肥料都能有效地促进油茶幼林秋梢的生长,其中,Pse 处理的效果最佳,Azo 次之。

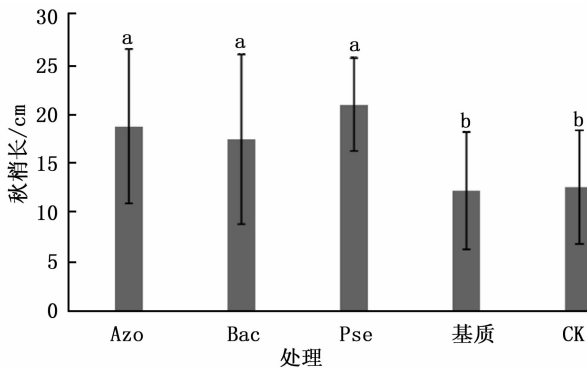


图2 各处理对油茶幼林秋梢长的影响

图中小写字母不同表示处理间差异显著($p < 0.05$),小写字母相同表示处理间差异不显著($p > 0.05$)。

2.3 不同处理对油茶幼林花苞数的影响

花苞的形成需要充分的养分供给,花苞数的多少在一定程度上反映了土壤肥力大小,与施肥有一定相关性。图 3 显示:CK 处理的花苞数为 147 个,与无菌肥基质处理的花苞数(144 个)无显著差异,说明基质对油茶幼林花苞生长的影响不大。Pse 和 Azo 菌肥处理的花苞数分别为 256、181 个,均高于 CK 处理,Bac 菌肥处理的花苞数(139 个)与 CK 处理无显著差异。Pse 细菌肥料在一定程度上更能促进花苞的形成,利于油茶幼林的生殖生长;Azo、Bac 的作用效果不明显。

2.4 不同处理对油茶幼林叶片叶绿度的影响

对油茶幼林叶片叶绿度原始数据进行方差分

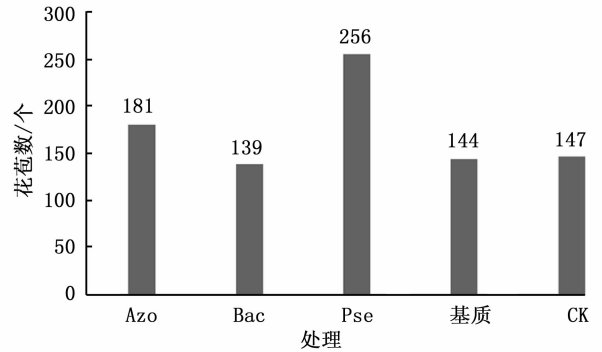


图3 各处理对油茶幼林花苞数的影响

析,结果表明:不同细菌肥料对油茶幼林叶片叶绿度有显著影响。图 4 表明:无菌肥基质处理的油茶幼林叶片叶绿度(80.69)显著($p < 0.05$)比 CK 处理(77.1)的大,说明基质处理增加了油茶幼林叶片叶绿度值,菌肥 Azo 和 Pse 处理的油茶叶片叶绿度分别为 79.84、81.39,与基质处理的差异不显著,但分别比 CK 处理的油茶幼林叶绿度值增加了 3.55% 和 5.56%,这表明 Azo 和 Pse 能够提高叶片叶绿度,有利于油茶幼林生长,其中,Pse 的效果更好。Bac 处理(75.17)与 CK 无显著差异。总之,施用细菌肥料 Pse 可增加油茶幼龄叶片的叶绿素,增强光合作用,有利于幼树的营养生长。

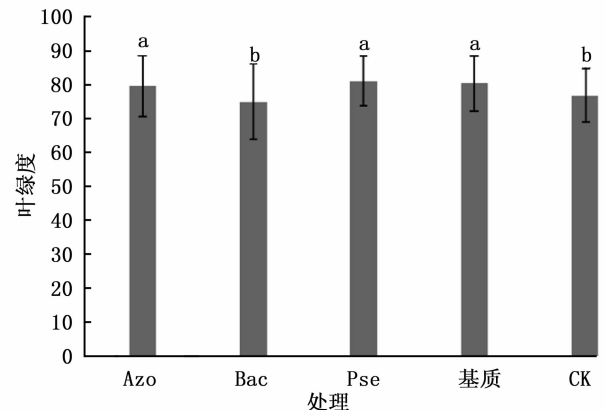


图4 各处理对油茶幼林叶绿度的影响

图中小写字母不同表示处理间差异显著($p < 0.05$),小写字母相同表示处理间差异不显著($p > 0.05$)。

2.5 不同处理对油茶幼林叶片营养元素含量的影响

2.5.1 不同处理对叶片全氮、全钾、全磷含量的影响 表 1 所示:不同处理的全氮和全钾含量无显著差异。以 CK 处理的全氮($19.03 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)全钾含量($6.03 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)为基准,基质处理的油茶叶全氮含量($17.93 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、全钾含量($6.22 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)分别降低 5.78%、增加 3.15%;Azo 处理的全氮含量

($18.72 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、全钾含量($5.92 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)与 Bac 处理的全氮含量($17.99 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、全钾含量($5.89 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)都低于 CK 处理的对应值,分别比 CK 处理降低了 1.63%、1.82% 与 5.47%、2.32%; Pse 处理的全氮($19.28 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、全钾含量($6.93 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)则相应增加了 1.3%、15%,但均未达到显著水平。Azo、Bac 和基质处理的叶片全磷含量分别为 0.66、0.62、0.63 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,分别显著比 CK 处理减少了 12.0%、17.3%、16.0%, Pse 处理的全磷含量($0.70 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)降低了 6.67%,但与 CK 差异不显著。与基质处理相比,只有 Pse 处理的叶片全磷含量显著增加,达 $0.70 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,相应增加 11.11%。Azo 处理比基质稍有增加,而 Bzo 处理的略有下降。

2.5.2 不同处理对叶片钙、镁含量的影响 细菌肥料对油茶幼林叶片镁含量的影响没有对钙含量的影响明显(表 1)。与 CK 处理叶片钙含量($8.53 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)相比,Azo 处理($10.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、Bac 处理($9.00 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)、Pse 处理($9.65 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)和基质处理的叶片钙含量分别为 10.40、9.00、9.65、10.30 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,分别比 CK 处理提高了 21.92%、5.51%、

13.13% 和 20.75%,但未达到显著差异水平;与基质处理相比,Bac、Pse 处理油茶叶片的钙含量分别减少了 12.62%、6.31%,Azo 略有增加,但差异不显著。基质处理叶片的镁含量($1.34 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)比 CK 处理($1.27 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)增加了 5.51%,相应的 Pse 处理叶片的镁含量($1.29 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)增加不大,Bac 处理叶片的镁含量($1.13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)减少了 11.02%,只有菌肥 Azo 处理的叶片镁含量增加了 4.72%,但差异不显著。

2.5.3 不同处理对叶片铁、铜含量的影响 从表 1 可得出:无菌肥基质处理的铁含量($80.96 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)和铜含量($3.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)分别比 CK 处理($90.61 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $4.63 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$)减少了 10.65% 和 16.63%,但差异不显著。菌肥 Azo 处理的油茶幼林叶片铜含量($10.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)、铁含量($127.28 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)分别比 CK 增加了 118.14%、40.47%,且差异显著($p < 0.05$)。Bac 和 Pse 处理的叶片铜、铁含量与 CK 的差异均不显著,相应分别增加了 14.47%、3.75% 和 22.03%、27.93%。

表 1 不同处理对油茶幼林叶片营养元素含量的影响

施肥处理	大量元素/($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)					微量元素/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	
	全氮	全磷	全钾	钙	镁	铁	铜
Azo	18.72 a	0.66bc	5.92 a	10.40 a	1.33 a	127.28 a	10.10 a
Bac	17.99 a	0.62c	5.89 a	9.00 a	1.13 a	94.01 ab	5.30 b
Pse	19.28 a	0.70ab	6.93 a	9.65 a	1.29 a	115.92 ab	5.65 b
基质	17.93 a	0.63c	6.22 a	10.30 a	1.34 a	80.96 b	3.86 b
CK	19.03 a	0.75a	6.03 a	8.53 a	1.27 a	90.61 ab	4.63 b

注:表中小写字母不同表示处理间差异显著($p < 0.05$),小写字母相同表示处理间差异不显著($p > 0.05$)。

3 结论与讨论

(1)叶绿度值高低与光合作用强弱存在明显的正相关,是反映光合作用强弱的重要指标,植物光合作用的能力可以直接或间接的影响着其生长。因此研究叶片叶绿度,能了解油茶不同时期的生理活动和养分吸收特点^[15-18]。菌肥 Pse 比 CK 处理的叶绿度值增加了 5.56%,且达到显著水平($p < 0.05$);菌肥 Bac 处理与 CK 处理未达到显著水平。

(2)油茶生长发育需要足够的养分供应,除基本的氮、磷、钾外,还需要多种微量元素如铁、铜等^[19-20],这些营养元素的丰缺状况对油茶品质的影响极大。施用细菌肥料对油茶幼林叶片全氮、全钾以及钙和镁含量影响不显著,但 Azo 处理叶片的铜、铁含量达到了 10.10、127.28 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,分别比 CK

显著增加了 118.14%、40.47%。菌肥 Bac 和 Pse 处理叶片的铜、铁含量与 CK 的差异均不显著。

(3)新梢长度的变化是最能反映油茶植株生长情况的直观性生理指标之一,同时也能反映土壤中肥力情况,研究发现细菌肥料对油茶秋梢长均有显著影响,与 CK 相比,菌肥 Azo、Bac 和 Pse 处理的秋梢长分别显著增加 49.0%、38.6% 和 66.4%,其中, Pse 处理效果最佳。

(4)3 种细菌肥料对油茶幼林地径增长量的影响不显著,有研究发现,生物量转化成地径的增长还与其在植物各组织器官中的分配有关,应该综合分析环境等因子对树木生长的影响^[21-22]。菌肥 Pse 处理的油茶幼林地径的增长量比 CK 降低 3.61%,但其处理的油茶花苞数增加了近 1 倍,秋梢长也显著增加了 66.4%,这可能与油茶品种、土壤肥力状

况或油茶幼林时期光合作用产物在不同器官的分配有关。

(5) 基质是细菌肥料的载体, 载体的选择与处理对细菌肥料产品的保存期及质量有非常关键的影响, 载体的类型、灭菌方式、酸碱度都会直接影响到细菌肥料效应, 进而决定着植物生长速度^[23-24]。与 CK 处理相比, 基质处理提高了油茶幼林地径增长量、叶片叶绿度, 但降低了叶片全磷含量, 且达到显著水平, 说明本试验中基质对油茶幼林生长可能会有一定的影响。

参考文献:

- [1] 庄瑞林. 中国油茶(第2版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008: 3-51
- [2] 姚小华, 王开良, 罗细芳. 我国油茶产业化现状及发展思路[J]. 林业科技开发, 2005, 19(1): 3-6
- [3] 雷治国, 黄永芳, 何会蓉. 油茶及其种质资源研究进展[J]. 经济林研究, 2003, 21(4): 123-125
- [4] 何方, 何柏. 油茶栽培分布与立地分类的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(5): 64-72
- [5] 许鹏波, 薛立. 油茶施肥研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(8): 1-6
- [6] 刘幼丽. 我国油茶文献研究分析[J]. 农业图书情报学, 2007(4): 166-169
- [7] 高超, 袁德义, 邹锋论. 油茶在南方丘陵区退耕还林工程中的应用, 2011, 31(7): 205-208
- [8] 陈隆升, 陈永忠, 马力. 油茶配方施肥技术研究进展[J]. 林业科技开发, 2011, 25(1): 6-10
- [9] 杨承栋, 余进, 焦如珍, 等. 细菌肥料的研究与应用[J]. 世界林业研究, 2008, 21(6): 41-44
- [10] 王守宗, 杨承栋, 谢应先. 细菌肥料对杨树生长效应的研究[J]. 林业科学研究, 1996, 9(6): 654-657
- [11] 杨承栋, 焦如珍, 孙启武, 等. 细菌肥料促进马尾松生长效应的研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(3): 361-363
- [12] 康丽华, 桉树与联合固氮菌相互作用的研究[J]. 微生物学通报, 2002, 29(4): 14-18
- [13] 吴凡, 催萍, 夏尚远, 等. 桑树根际解磷细菌的分离鉴定及解磷能力的测定[J]. 蚕业科学, 2007, 33(4): 521-526
- [14] 杨春华, 胡炳福, 朱秀娥, 等. 不同细菌制剂对核桃苗促生效果的试验[J]. 贵州林业科技, 1998, 26(1): 29-31
- [15] 胡玉玲, 胡冬南, 周城师, 等. 施肥对赣无系列油茶叶片 SPAD 值及养分的影响[J]. 林业科技开发, 2011, 25(2): 20-23
- [16] 胡冬南, 胡玉玲, 牛德奎, 等. 施肥配比与芸苔素内酯对油茶生长的影响研究[J]. 林业科学研究, 2011, 24(4): 505-511
- [17] Gaborcik N. Relationship between contents of chlorophyll(a+b) (SPAD values) and nitrogen of some temperate grasses[J]. Photosynthetica, 2003, 41: 285-287
- [18] Scott X. Chang, Daniel J. Robison Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter[J]. Forest Ecology and Management, 2003, 181(3): 331-338
- [19] 陈永忠, 彭邵锋, 王湘南, 等. 油茶高产栽培系列技术研究配方施肥试验[J]. 林业科学研究, 2007, 20(5): 650-655
- [20] 陈隆升, 陈永忠, 马力. 油茶配方施肥技术研究进展[J]. 林业科技开发, 2011, 25(1): 6-10
- [21] 李贻钦. 林木施肥与营养诊断[J]. 林业科学, 1991, 27(4): 435-442
- [22] 唐菁, 杨承栋. 细菌肥料提高杨树生长量的效应及其作用机理[M] // 杨承栋. 中国主要造林树种土壤质量演化与调控机理. 北京: 科学出版社, 2008
- [23] 牛彦波, 吴皓琼, 李智. 载体、灭菌方式及 pH 对生物肥料产品活菌数及保存期的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2003, 15(3): 36-39
- [24] 吴观以, 李慧荃. 用海绿石作为载体吸附硅酸盐细菌的初步研究[J]. 土壤肥料, 1997(2): 43-45