

# 细菌肥料对杨树生长效应的研究\*

王守宗 杨承栋 谢应先 倪本洲 代忠哲

关键词 杨树、细菌肥料、生长效应

细菌肥料应用于农业生产中,能够使农作物获得特定的肥料效应<sup>[1]</sup>。由于生产成本低、用量少、无毒无害、不污染环境等优点,国内外都在积极研究和应用微生物肥料<sup>[2-4]</sup>。细菌肥料有多种,本试验采用的是已知并具有生物活性的复合细菌肥料,在杨树上应用,国内外未见报道。

## 1 材料和方法

### 1.1 菌肥制作

菌种:供试菌种来源于中国农科院土壤肥料研究所。它们是:巨大芽孢杆菌(*Bacillus megaterium* de Bary)、多粘芽孢杆菌(*Bacillus polymyxa* Mace)和固氮根瘤菌(*Azorhizobium caulinodans* oks 571, Gent, Belgium)。

发酵:菌种扩大培养在中国军事医学院阿姆斯特生物医学研究所发酵车间进行。用500 L种子罐和5 t发酵罐进行2级发酵。经测定:发酵液含巨大芽孢杆菌达到30亿/mL;多粘芽孢杆菌达到20亿/mL;固氮根瘤菌达到25亿/mL。

草炭加工:将草炭粉碎过筛,经121 °C高压蒸气灭菌1 h,冷却后加入1%过磷酸钙、1%硫酸铵和微量元素(硝酸稀土800 mg/kg、硫酸锌900 mg/kg、硼砂27 mg/kg)拌匀备用。

菌肥制作:细菌发酵液和加工过的草炭以1:5吸附混拌。最终水分含量为30%左右。制成的菌肥其细菌含量为2.8亿/g。

### 1.2 试验树种和设计

取长18 cm、径1.5 cm 1年生的群众杨(*Populus × xiaozhuanica* W. Y. Hsue tliang cv.)插穗,用清水浸泡2 d,盆栽试验备用。造林试验用苗为意大利引进的1年生比利尼杨(*Populus euramericana* CL "Bellinü")。

温室盆栽试验培养容器为塑料桶,每桶装杨树林下土3 kg,不消毒,菌肥和加工过的商品草炭做基肥施入塑料桶中。共设5个处理,分别为:1. —CK(杨树林下土);2. —加入草炭30 g;3. —加入草炭60 g;4. —加入菌肥30 g;5. —加入菌肥60 g,每处理4个重复。土壤水分用称量法保持在田间持水量的80%左右。田间造林试验地点在河南省济源县五龙口镇马村沁河滩地,粉沙壤土,无灌溉条件。1994年3月定植,株行距为5 m × 6 m,栽植穴1 m × 1 m × 0.8 m。共设3个处理,分别为菌肥、钙镁磷肥和对照。每处理3个重复,小区面积为0.078 hm<sup>2</sup>,菌肥和钙镁磷肥在造林当年6月份以追肥方式施入,每株施入量为0.75 kg。

1995—12—15 收稿。

王守宗副研究员,杨承栋(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);谢应先(中国农业科学研究院土壤肥料研究所);倪本洲(河南省焦作林科所);代忠哲(大兴安岭林管局营林科研站)。

\* 本文为“八五”攻关专题“杉木、杨树人工林地力衰退及维护与提高土壤肥力措施研究”部分内容。

### 1.3 分析测定方法

土壤各项指标用烘干法测定吸着水; 酸度计法测定 pH 值; 重铬酸钾氧化法测定有机质; 碱解—扩散皿法测定水解 N; 碳酸氢钠浸提, 钼锑抗比色法测定有效 P; 原子吸收法测定速效 K; K 氏法测定全 N。植物 N、P、K 含量的测定方法为: 经硫酸—高氯酸消煮后, 用火焰光度法测定 K; 钼锑抗比色法测定 P; 用靛酚蓝比色法测定 N。用混合液法<sup>[5]</sup>测定叶绿素含量; 菲林氏法测定总糖; 纤维长度按常规法离析、染色进行测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同处理对群众杨盆栽苗生长的影响

从图 1 看出处理间的苗高生长量差异是十分显著的。生长量最大的是菌肥, 其次是草炭, 生长量较差的是对照。从生长延续时间看, 菌肥处理的延续时间最长, 对照延续时间最短。60 g 菌肥处理的封顶时间为 1985 年 8 月 5 日; 等量草炭处理的为 7 月 5 日; 对照封顶时间为 6 月 15 日, 比 60 g 菌肥处理的苗木封顶期提前 50 d。造成过早封顶的原因是温室 6 月份中午温度(45℃)过高。情况表明, 使用菌肥, 能提高苗木抗高温能力。

为了进一步比较 5 个处理对苗木生长量、生物量等的影响差异, 分别计算了苗高、地径、叶片总数、叶总面积、叶干重、根干重、叶绿素含量和纤维长度的均值并进行 *LSR* 显著性检验 (见表 1)。表 1 可知, 生长量、生物量等各项指标的变化为: (1) 只使用纯林下土的苗木最差; (2) 施入不等量草炭时各项指标与施入草炭量呈正比; (3) 施入不同菌肥量的苗木各项指标也与施入菌肥呈正比; (4) 施入菌肥的苗木比只施用草炭的苗木肥力好, 菌肥的效应是明显的。

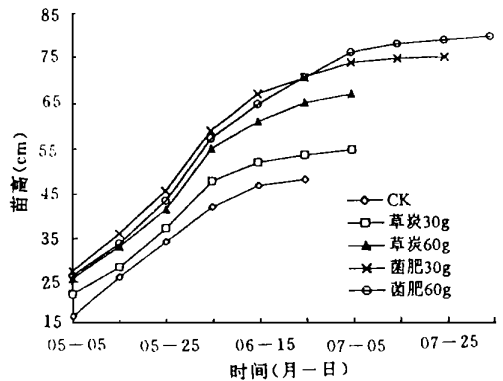


图 1 不同处理杨树苗的生长曲线

表 1 不同处理效果比较

处理序号	生长量		生物量				叶绿素含量	纤维长度 ( $\mu\text{m}$ )
	苗高 (cm)	地径 (mm)	叶总数 (片)	叶总面积 ( $\text{cm}^2$ )	叶干重 (g)	根干重 (g)	(mg/g 鲜叶)	
5	78.75 a	7.0 a	43.75 a	935.25 a	6.05 a	3.28 a	4.29 a	614.28 a
4	74.25 a	6.9 a	39.00 ab	913.75 a	6.10 a	2.90 ab	3.82 b	586.18 b
3	66.50 a	6.4 a	34.00 bc	871.50 b	5.48 a	2.80 ab	3.78 bc	571.38 b
2	54.25 b	5.5 b	30.75 c	578.25 bc	3.75 b	1.55 ab	3.67 cd	504.11 c
1	47.75 b	5.0 b	28.75 c	526.00 c	2.85 b	1.15 b	3.33 d	494.73 c
处理间 <i>F</i> 值	6.20**	3.84*	4.94**	3.46*	4.42**	1.77	9.31**	28.53**

注: 同一项内, 不具有共同字母的数据, 表明经 *LSR* 分析差异显著,  $F_{0.01} = 4.56$ ,  $F_{0.05} = 2.90$ 。

方差分析结果表明, 不同处理间苗高、叶片总数、叶干重、叶绿素含量等指标达到 0.01 水平差异; 地径、叶总面积达到 0.05 水平差异, 唯根干重差异未达显著水平。通过 *LSR* 显著性检验得知, 施入 60 g 菌肥与 60 g 草炭的苗木均与对照苗木的各项指标差异达到显著水平。施入 60 g 菌肥、30 g 菌肥及 60 g 草炭的苗木的苗高、地径、叶干重及叶总面积均与施入 30 g 草炭

的达到差异显著。同样说明菌肥效应是明显的。从表 1 还能看出, 施用不等量菌肥的苗木其叶总数、叶面积、根干重、叶绿素含量及纤维长度增加达到显著程度, 但不等量菌肥对苗高、地径、叶干重影响达不到显著水平。试验说明, 杨树苗施入菌肥, 对提高其生长量的潜力是很大的; 对纤维长度的影响尤为突出。

## 2.2 不同处理叶片中 N、P、K、总糖含量

表 2 中看出, 施用 60 g 菌肥植株叶片中 P、K 含量比对照分别增加 5% 和 7%; 总糖比对照增加 99.8% (表 2); 含 N 量没有增加, 但植株生长旺盛, 高大墩实; 叶片干重是对照的 2.12 倍; 叶片中总糖量远远超过对照。总之杨树施入菌肥后, 提高了植株吸收 N、P、K 的能力, 改善了 C 素营养。这是促进杨树健壮生长、加快杨树生长进程的生理基础。

## 2.3 菌肥对维护地力的作用

分别对栽植前的杨树林下土(0 处理)(见表 1)及盆栽试验的土壤理化指标进行测定, 结果列入表 3。

表 3 不同处理土壤理化性状比较

处理	吸着水 (g/kg)	pH (H <sub>2</sub> O)	土壤理化性状						
			有机质	全 N	全 P	全 K	水解 N	速效 P	速效 K
			(g/kg)				(mg/kg)		
0	19.7	8.05	9.12	0.727	0.34	24.83	68.49	3.273	101.65
1	19.7	7.90	12.13	0.685	0.36	21.88	61.97	2.718	96.05
2	21.8	7.90	14.47	0.709	0.35	25.06	66.45	2.478	97.67
3	22.1	7.90	16.63	0.776	0.35	24.49	73.01	2.770	101.50
4	21.5	8.00	15.46	0.776	0.35	26.15	64.26	3.258	104.49
5	21.7	7.90	15.35	0.841	0.33	25.73	72.98	3.602	93.38

注: 0 为试验前杨树林下土。

从表 3 可知, 栽植前 0 处理土壤除水分无变化, 有机质及全 P 比处理 1 稍低外, 其余各项值均较高, 说明栽植植物要消耗土壤内 N、P、K, 而增加有机质。虽然速效 P 易于被植物吸收, 而全 P 为什么反而增加, 需重复试验求解。菌肥和草炭的施入增加了土壤吸着水的能力, pH 值也略有降低, 改变了土壤的物理性质。从土壤养分状况看, 试验结束后, 施 60 g 菌肥的土壤中, 有机质、全 N、全 K 比 0 处理土壤分别增加 68.3 g/kg、15.7 g/kg 和 3.6 g/kg, 比处理 1 增加 26.5 g/kg、22.8 g/kg 和 17.6 g/kg; 全 P 含量变化不大。水解 N、速效 P 的含量也比供试土壤增加了 6.6 g/kg 和 10.1 g/kg; 比对照增加 16.4 g/kg 和 32.3 g/kg。试验证明, 施用菌肥是防止地力退化, 维护和提高土壤肥力的有效生物措施之一。

## 2.4 田间造林试验

1994 年 3 月定植, 6 月将菌肥、钙镁磷肥以追肥方式施入, 11 月对试验林的树高、胸径进行第一次调查, 结果表明, 施菌肥的树高与施钙镁磷肥、对照相比, 有 5% 的水平差异; 施钙镁磷肥的与对照相比, 无明显差异。

表 2 各处理叶片 N、P、K、总糖含量

处理	(单位: g/kg)			
	N	P	K	总糖
1	25.03	1.34	15.84	57.7
2	22.93	1.31	16.58	94.7
3	24.24	1.29	15.70	84.1
4	23.01	1.34	15.52	99.2
5	23.50	1.41	16.96	115.3

表 4 比利尼杨树高、胸径均值的 LSR 检验

处理	树高 (m)	LSR		胸径 (cm)	LSR	
		0.05	0.01		0.05	0.01
菌肥	6.3	a	a	6.9	a	a
钙镁磷肥	5.8	b	b	6.2	b	b
CK	5.6	b	b	5.6	c	c
处理间 F 值	17.49 <sup>*</sup>			33.47 <sup>*</sup>		

1995年11月进行了第二次调查,对树高和胸径的均值进行了方差分析和 $LSR$ 显著性检验(表4)。方差分析结果表明,处理间差异极显著( $F_{0.01}=4.71$ ;  $F_{0.05}=3.04$ )。从表4可知,施菌肥的与施钙镁磷肥和对照比,树高和胸径达到极显著水平,施钙镁磷肥的与对照比,树高差异不显著,但胸径达到极显著水平。

### 3 结 语

(1) 根据盆栽和造林试验结果,施用细菌肥料效果显著,对提高群众杨苗期生长量、生物产量、叶片中总糖含量和纤维长度具有很大潜力,建议开发、利用,并进一步研究完善施用方法,在林业生产中推广。

(2) 由于细菌肥料的施入,不仅满足了杨树茁壮生长的需要,而且土壤中养分含量还得到了一定程度的补充,起到了维护地力的作用,这对于提高林业生产是有实践意义的。

### 参 考 文 献

- 1 葛诚. 微生物肥料概述. 土壤肥料, 1993, (6): 43~46.
- 2 梁绍芬, 姜瑞波. 解磷微生物肥料的作用和应用. 土壤肥料, 1994, (2): 46~48.
- 3 李元芬. 硅酸盐细菌肥料的特性和应用. 土壤肥料, 1994(2): 48~49.
- 4 谢应先. 绿发生物肥的研制原理和工业化生产. 北京农业科学, 1994, (增刊): 10~14.
- 5 陈福明, 陈顺伟. 混合液法测定叶绿素含量的研究. 林业科技通讯, 1984, (2): 4~8.

## Research on the Effect of Bacterial Manure on Poplar Growth

Wang Shouzong Yang Chengdong Xie Yingxian Ni Benzhou Dai Zhongzhe

**Abstract** The result of the potted experiment shows that, compared with the control and those fertilized with peat, the *Populus x xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang seedlings inoculated with bacterial manure are significantly different in the height of the seedlings, the diameter at ground; the number of the leaves, the size of the leaf, etc. Besides, the fiber length of the stem and the nutrient elements in it are both increased obviously. The soil nutrient content is replenished to some extent instead of getting lost. So the soil fertility is well preserved. The result of field afforestation experiment also shows that *populus euramericana* CL "Bellinii" inoculated with bacterial manure are different obviously with the control and those fertilized with  $a-Ca_3(P_04)_2$  in the height and the diameter at breast height (DBH).

**Key words** Poplar, bacterial manure, growth effect