

稀土对泡桐苗木生长效应的研究*

郑槐明 贾慧君 连友钦 陆新育

(中国林业科学研究院林业研究所)

张维栋

(山东省兖州县林业科学研究所)

关键词 泡桐; 复合稀土; 苗木生长

农业上应用稀土已取得显著效益^[1]。为准确地肯定稀土对林业苗木的增产效用,并摸索关键技术,1987年至1989年,在温室和田间进行泡桐实生苗水培和埋根苗应用试验。水培试验部分地采用了植物稳态营养研究的理论和方法^[2,3]。

一、材料和方法

兰考泡桐(*Paulownia elongata*)和毛泡桐(*P. tomentosa*)种子分别采自河南省开封地区和北京市海淀区,兰考泡桐 C₁₂₅ 和 C₁₃₈ 是新培育的优种,院内3号是中国林科院内天然杂交选育的优种,白花泡桐(*P. fortunei*)种根来自南方。水培试验在北京进行,田间试验在山东省兖州县进行。

按精确测定的最适营养物比例^[2,4]配制培养液(蒸馏水),经常用气泵搅动通气。通过定期(约10天)更换营养液及调整 pH(精密 pH 试纸)和电导率(DDS-11A电导率仪),添加营养物,培养液浓度保持80 mgN/l左右。按稀土制剂(NL-1或NL-32)添加浓度(以稀土氧化物量计,不等于可溶态稀土浓度,下同)及培养液 pH 设计4组试验(见表1)。

经常观察苗木根系、叶色。每个重复3~12株。4~7次全部鲜重测定,1次毁坏性取样称叶、茎、根干重。常规法测 N、K、P、Ca、Mg,比色法测稀土。改进干重法测光合作用强度^[6]。

1988年田间试验面积0.07 ha,栽植密度1.0 m×1.5 m,设计浓度见表4,仅喷叶腹面。1989年0.13 ha,密度0.8 m×1.0 m,仍喷施3次(6月15日、7月1日、7月16日),前两次各品种均用50 ppm,第3次75 ppm,溶液pH控制在5.0~5.5,喷施部位扩大到叶背面和茎干。小区随机排列。圃地进行配比施肥。每年调查苗高、地径4~5次。

二、结果和分析

(一) 水培试验

1. 稀土促进水培实生苗的生长及控制条件 在适宜的稀土浓度和 pH 条件下,水培试验

本文于1989年11月15日收到。

*山东省兖州县林科所徐刚同志参加田间试验部分工作。

都取得了重复性较好的促进幼苗生长的效果(表1)。5 ppm 稀土为适宜浓度(表1和图1)。50 ppm 浓度下,培养液 pH 降至 4 左右,明显抑制生长甚至致死幼苗。但当 pH 约调至6(用 CaCO₃)、幼苗鲜重大于0.2 g 时,稀土添加浓度高达50 ppm 或75 ppm,仍促进生长(表1)。分析苗木根、茎、叶各部分稀土含量,表明50 ppm、pH 4 的幸存苗木稀土含量(564.8 ppm)

表1 稀土浓度和培养液 pH 值对泡桐生长的影响

不调培养液pH值毛泡桐78天试验						不调培养液pH值兰考泡桐45天试验				
处 理	单株鲜重		单株干重		干物质含量 (%)	单株鲜重		单株干重		干物质含量 (%)
	平均值 (g)	相对值 (%)	平均值 (g)	相对值 (%)		平均值 (g)	相对值 (%)	平均值 (g)	相对值 (%)	
CK	70.93	100	8.06	100	11.4	19.99	100	2.35	100	11.8
5 ppm	97.22	137	11.73	146	12.1	28.93	145	3.74	159	12.9
15 ppm	63.21	89	8.35	104	13.2	—	—	—	—	—
50 ppm (pH 4)	24.55	35	2.91	36	11.8	1.28	6	0.17	7	13.3

调整 pH 值兰考泡桐 53天 试验						调整pH值兰考泡桐60天 试验				
处 理	单株鲜重		单株干重		干物质含量 (%)	单株鲜重		单株干重		干物质含量 (%)
	平均值 (g)	相对值 (%)	平均值 (g)	相对值 (%)		平均值 (g)	相对值 (%)	平均值 (g)	相对值 (%)	
CK	46.37	100	4.67	100	10.1	33.95	100	2.76	100	8.1
50 ppm (pH 4)	—	—	—	—	—	14.52	43	1.14	41	7.9
50 ppm (pH 6)	52.54	113	5.26	113	10.1	40.93	121	2.94	107	7.2
75 ppm (pH 6)	59.48	128	6.06	130	10.2	44.89	132	3.51	127	7.8

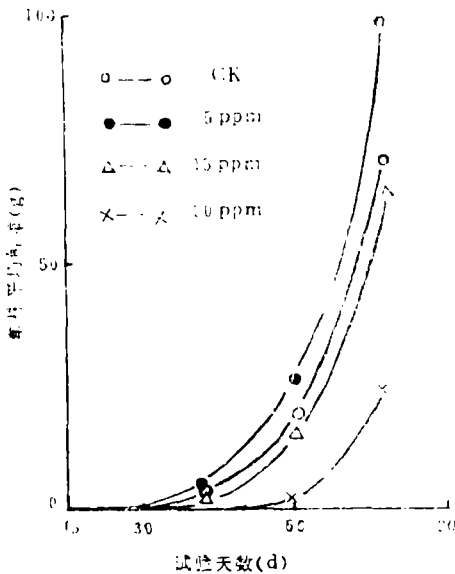


图1 毛泡桐生长曲线

稍高于50ppm、pH 6 的良好苗木(485.5ppm)。二者都远高于 5 ppm 下生长的苗木(根、茎、叶稀土含量分别为267.5、16.20、27.72ppm)。

稀土作为植物生长的有益元素,其作用除受浓度和 pH 控制外,还受苗龄、基础营养物供应等影响。当苗龄短、鲜重低(<0.2 g)时,即使 pH 约调至 6, 50 ppm 稀土添加浓度也会使幼苗受损害。苗木生长曲线(图 1), 除显示不同稀土浓度的效果外, 曲线陡度在各自水平的发展趋势还说明若基础营养物等条件满足, 稀土促进生长的作用仍可增强一段时间。

2. 与稀土作用机理有关的生理问题

(1) 稀土促进根系生长, 提高苗木吸收矿质元素的能力。适宜的稀土浓度明显促进幼苗根系生长, 用肉眼可直接看出经45~78天试验后, 幼苗根系与对照的差异。根系对不适宜的

稀土浓度敏感, 浓度过高根系会很快变黄、发黑、烂掉, 导致植株死亡。同浓度下幼苗体内稀土含量的顺序为: 根>叶>茎, 与各部位大量元素含量分布不一致。各稀土浓度对各大

量元素在植株不同部位的分布无明显影响(图 2)。

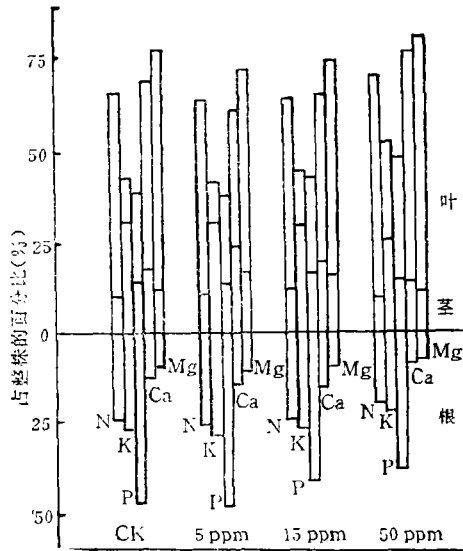


图 2 不同处理的毛泡桐苗木中各大量元素的分布

表 2 各处理毛泡桐苗木吸收元素总量及百分含量比较

处 理	元 素	单株元素总量 (g)	单株元素含量 (%)
CK	N	0.331	3.978
	K	0.279	3.353
	P	0.042	0.505
	Ca	0.028	0.337
	Mg	0.018	0.216
5 ppm	N	0.431	3.673
	K	0.342	2.915
	P	0.054	0.460
	Ca	0.035	0.298
	Mg	0.026	0.222
15 ppm	N	0.296	3.725
	K	0.248	3.121
	P	0.042	0.529
	Ca	0.023	0.289
	Mg	0.018	0.227
50 ppm (pH 4)	N	0.116	3.990
	K	0.099	3.406
	P	0.016	0.550
	Ca	0.012	0.413
	Mg	0.007	0.241

从表 1、2 可见，稀土对各大量元素吸收总量与其对生长量的影响趋势一致；但对苗木干物质中各大量元素百分含量的影响与其对生长量影响的趋势相反。因此，从总体上看稀土促进了苗木对矿质元素的吸收。

(2) 稀土促进叶绿素增加和提高光合作用强度。添加适宜浓度稀土后，可明显看到在一段时间内叶色深于对照及不适宜浓度处理(包括不调培养液 pH)，说明稀土促进了单位鲜重叶片内叶绿素含量的增加；叶色差随生长速率差异加大而逐渐消失，说明在光、温、湿等一致的条件下，叶色是营养物供应和生长速率间动态平衡的外部表症。从表 3 可见，稀土能增强苗木光合作用强度。

表 3 不同稀土浓度苗木叶片光合作用强度①

处 理	叶片干重差 (mg/dm ²)	光合作用强度 (mgCO ₂ /dm ² ·h)	光合作用强度比值 (%)
CK	5.15	1.55	100
3 ppm	8.28	2.48	160
5 ppm	12.50	3.75	242

① 重复次数为 31~32，在温室中塑料篷下进行试验，光照强度低于自然光。

(二) 田间试验

1. 叶面喷施稀土溶液促进埋根苗的生长 1988年不同浓度的喷施结果表明50ppm效果最佳，其次是100 ppm(表 4)。1989年喷施浓度相同的各种泡桐小区苗高与对照相比都达到极显著或显著水平，胸径比地径效果更明显。处理苗木标准木地上部分鲜重和干重比对照平均增长27.7%和 35.5%，比高径增长幅度大(表 4)。

2. 对叶面喷施稀土的效益估算

按GB6000-85或现行地方苗木标准衡量，处理苗木一级苗增加54%或192%。按等级差价计，每公顷苗木等级提高和种根增收扣除

表4 稀土NL-1喷施泡桐埋根苗效果比较

测量日期	树种	小区 ^③	样本数 (株)	苗高		地径		胸径	
				平均值 (m)	t 值 ^②	平均值 (cm)	t 值	平均值 (cm)	t 值
1988年11月24日	C ₁₂₃ 泡桐	CK	27	3.35		4.78			
		5 ppm	21	3.32	-0.133	5.16	1.166		
		50 ppm	29	3.70	1.921 [△]	5.79	3.764 ^{**}		
		100 ppm	47	3.54	1.067	5.28	1.898 [△]		
1989年9月5日	白花泡桐 ^①	CK	37	2.87		4.11		3.02	
		I	49	3.62	5.686 ^{**}	4.31	0.868	3.42	2.667 ^{**}
		II	48	3.32	3.422 ^{**}	4.17	0.241	3.35	2.031 [*]
		III	43	3.37	3.418 ^{**}	4.05	-0.249	3.30	1.846 [△]
		IV	47	3.31	2.859 ^{**}	4.32	0.843	3.50	2.989 ^{**}
	中林院内	CK	47	3.32		3.53		2.53	
		I	48	3.99	5.388 ^{**}	4.76	6.206 ^{**}	3.10	4.593 ^{**}
		II	47	3.87	3.860 ^{**}	4.14	2.912 ^{**}	3.21	4.396 ^{**}
		III	49	3.79	3.058 ^{**}	4.44	3.378 ^{**}	3.39	4.892 ^{**}
	3号泡桐	CK	47	4.20		5.50		4.26	
		I	47	4.20	6.354 ^{**}	5.50	9.372 ^{**}	4.26	11.118 ^{**}
		II	47	4.20	6.354 ^{**}	5.50	9.372 ^{**}	4.26	11.118 ^{**}
		III	47	4.20	6.354 ^{**}	5.50	9.372 ^{**}	4.26	11.118 ^{**}
	C ₁₃₆ 泡桐 (短根苗)	CK	20	3.13		4.19		2.80	
		I	25	3.24	0.670	3.82	-1.572	2.54	-1.496
		II	29	3.65	3.547 ^{**}	4.63	1.933 [△]	3.23	3.171 ^{**}
III		25	3.47	2.679 [*]	4.43	1.220	2.97	1.340	
IV		25	3.54	2.664 [*]	4.76	2.329 [*]	3.13	2.005 [△]	

①白花泡桐胸径样本数从CK至各小区顺序为33, 45, 44, 39, 43。

②t值栏中*·示0.01水平上显著, *示0.05水平上显著, △示0.10水平上显著。

③“I、II、III、IV”示相同处理的重复小区。

稀土和用工费可净增效益2 913元/ha或4 500元/ha。

三、结论和讨论

5 ppm 稀土处理水培苗生物量净增约40%；经调整pH，幼苗鲜重>0.2g，稀土可提到50~75 ppm。圃地苗木喷50~75 ppm 稀土3次，提高苗木一个等级。喷施技术要点除适宜浓度外，还有：①稀土水溶液pH为5~5.5，可用HCl、HNO₃、HAc或CaCO₃调整酸碱或偏酸的配制水；②配比施肥2~3天后喷施；③在幼苗期和速生期气孔开放时施用。24h内遇雨应补喷。

5 ppm 稀土浓度下，除根系本身因素外，与水培苗生长速率提高有关的诸因素还从总体上增强了矿质元素的吸收“动力”^[3]。矿质元素百分含量低，这种“稀释”也有利于吸收^[6]。过量稀土抑制生长，调pH可得到缓解。

参 考 文 献

- [1] 郭伯生等, 1988, 农业中的稀土, 中国农业科技出版社。
 [2] Jia Hui-jun et al., 1984, Nutrient requirements and stress response of *Populus simonii* and

Paulownia tomentosa, *Physiol. Plant.*, 62,117~124.

- [3] Ingestad, T., 1982, Relative addition rate and external concentration, driving variables used in plant nutrition research, *Plant Cell Environ.*, 443~453.
- [4] 贾慧君等, 1989, 兰考泡桐和刺槐幼苗最适营养需要的研究, *林业科学*, 25(1): 1~6.
- [5] 上海植物生理学会, 1985, 改进干重法测定光合作用, *植物生理学实验手册*, 上海科学技术出版社, 98~100.
- [6] Aronsson, A. et al., 1980, Effects of irrigation and fertilization on mineral nutrients in Scots pine needles In: T. persson (ed.), *An ecosystem study, Ecol. Bull.*, 32,219~228.

STUDIES ON THE EFFECT OF RARE-EARTH ON NURSERY STOCK GROWTH IN *PAULOWNIA* SPP.

Zheng Huaiming Jia Huijun Lian Youqing Lu Xingyu

(The Research Institute of Forestry CAF)

Zhang Weidong

(Yian Zhou County Institute of Forestry, Shandong Province)

Abstract From 1987 to 1989, applied experiments with seedlings and rooted cuttings have been carried out both in greenhouse and nursery. It was shown that 5 ppm NL-1 or NL-32 treatment was optimum for *P. elongata* and *P. tomentosa* seedlings in solution culture experiments partly by steady state nutrition, average biomass increments of seedlings were up about 40% in comparison with control (no rare-earth). The growth of seedlings was inhibited at 50 ppm without adjusting pH value of culture solution (about 4), whereas biomass increased by 7%~30% for *P. elongata* seedlings after adjusting pH near 6 with CaCO₃. Spraying the leaves of nursery stocks in *Paulownia* spp. with NL-1 complex rare-earth solution at 50 ppm for the early two times and 75 ppm once later (pH 5.0~5.5), the percentage of first class nursery stocks raised by a big margin in comparison with control, direct extra income per ha will be 3 000 yuan per year.

Key words *Paulownia* spp.; complex rare-earth; growth of seedling and nursery stock