

稀土对马占相思和大叶相思种苗的影响^{*}

柯碧英¹ 韦如萍^{2,3} 冯慧芳³ 史小玲³ 傅静丹³ 郑卫国³

(1. 广东省林业职业技术学校 广州 510520; 2. 广东省林业科学研究院; 3. 华南农业大学林学院)

摘要 用10~1 000 mg/L稀土溶液对马占相思和大叶相思浸种24 h后的试验结果表明:适宜浓度的稀土溶液可促进马占相思和大叶相思种子内含物的转化,从而促进种子的萌发和幼苗生长,但同一稀土溶液对不同树种的适宜浸种浓度不同。马占相思以10 mg/L处理有利于提高种子发芽势并缩短发芽时间;大叶相思10~30 mg/L处理显著提高种子发芽率和发芽势,但没有显著缩短发芽时间。200 mg/L及以上浓度浸种对2种树种种子萌发有抑制作用。考虑指标多重比较差异及经济因素,10 mg/L处理较利于马占相思和大叶相思幼苗高和根系生长。

关键词 稀土 浸种 种子萌发 幼苗生长

中图分类号: S723.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-4427(2009)03-0001-05

Effects of Rare Earth on Seeds and Seedlings of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*

Ke Biying¹ Wei Ruping^{2,3} Feng Huifang³
Shi Xiaoling³ Fu Jingdan³ Zheng Weiguo³

(1. Guangdong Forestry School, Guangzhou, 510520; 2. Guangdong Academy of Forestry;
3. College of Forestry, South China Agricultural University)

Abstract *Acacia mangium* Willd. and *A. auriculiformis* A. Cunn. were treated with 10~1 000 mg/L rare earth solution by soaking seed for 24 hours. The results showed that treating with optimum concentration of rare earth solution could promote the transformation of internal substance and germination of seed, and seedling growth. However, different species had different optimum concentration of the rare earth solution. *A. mangium* seeds, soaked with 10 mg/L, had higher germination potential and a shorter germination time. *A. auriculiformis* seeds, soaked with 10~30 mg/L could significantly increase germination percentage and germination potential, but couldn't significantly shorten the germination time. Soaked with 200 mg/L and above concentrations inhibited two tree species seeds germination. Based on results of Duncan's Multiple Test, and economic factor, 10 mg/L could significantly promote seedling height and root length of the two tree species.

Key words rare earth, soaking seed, seed germination, seedling growth

稀土元素具有调节植物体内生理活动的功能^[1],加速植物生长和提高产量,增强植物的抗逆性^[2]。长期以来,稀土应用对象多侧重于农作物、果树、蔬菜上,只在少数林木上进行了试验研究^[2-4]。马占相思(*Acacia mangium* Willd.)和大叶相思(*A. auriculiformis* A. Cunn.)是含羞草科的速生树种,在华南地区大面积栽培。本研究采用广州有色金属研究院提供的稀土溶液对马占相思、大叶相思种子进行浸种处理,研究种子萌发过程及幼苗生长阶段的形态和生理指标的变化,可以为了解稀土对苗木的作用机制提供依据。

^{*} 基金/项目:广东省林业局资助项目(4400-F02084)。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用马占相思和大叶相思种子购于广东省林业局种苗站,供试稀土溶液为广州有色金属研究院提供,主要成分为稀土氧化物 RE_2O_3 5.5%,氧化钼 1%,硼酸 1%,氧化锌 1%,3/10 000 的乙烯利等植物生长调节剂。

1.2 试验方法

用 10 倍于种子的 85~90℃ 热水浸种,在室温下自然冷却后,选出膨胀的种子,用 5 g/L 的高锰酸钾溶液浸泡 30 min,再用蒸馏水冲洗数次,然后分别用 0 (清水对照,ck),10,30,50,100,200,300,500,700,1 000 mg/L 的稀土溶液浸种 24 h (按溶液中有效元素含量来配制所需的浓度,下同),再用蒸馏水冲洗 3 次,将种子摆入垫有两层滤纸的培养皿中,试验处理重复 3 次,每重复放 100 粒种子在 1 个培养皿中,然后放入恒温培养箱(27℃)在黑暗条件下恒温培养。从培养的第 2 d 开始,逐日统计各处理的发芽数量,发芽结束后计算发芽率(以露出胚根为发芽)、发芽势和平均发芽时间。计算公式为:(1)发芽率 = $(n/N) \times 100\%$ (n :正常发芽粒数, N :供试种子数);(2)发芽势:种子发芽达到高峰时正常发芽种子数与供试种子数的百分比;(3)平均发芽时间 = $\Sigma(dn)/\Sigma n$ (d :从播种之日算起的天数, n :相应各日正常发芽粒数)^[4]。

在浸种 24 h、萌芽第 3 d 及发芽结束后 15 d 时,每个重复随机选取 10 粒(株)种子或幼苗,即每个处理取 30 粒(株),测定可溶性蛋白质及可溶性糖含量。可溶性蛋白质含量用考马斯亮蓝 G-250 法测定^[5],可溶性糖含量用蒽酮比色法测定^[6]。在种子发芽结束后 15 d,从各处理的各重复中随机选取 30 株幼苗测定其生长指标(苗高、主根长、侧根数、干重)。

1.3 数据统计方法

统计分析过程均在 SAS 统计软件上进行^[7]。发芽率、发芽势及可溶性糖含量的数据经反正弦转换后做方差分析。多重比较采用 Duncan 法。

2 结果与分析

2.1 稀土浸种对种子内含物的影响

2.1.1 稀土浸种对马占相思种苗生理指标的影响 由多重比较结果可知(表 1),浸种 24 h 后,各处理的马占相思种子中可溶性蛋白质含量均显著低于对照($P < 0.05$),比对照减少了 18.6%~61.5%;可溶性糖含量以 30 和 50 mg/L 处理的最高,分别比对照高出 28.6% 和 93%,达显著差异水平;而 200~1 000 mg/L 处理的则显著低于对照。试验结果还显示,200 mg/L 及以上的处理会导致萌芽 3 d 的种子不能正常生长,最终腐烂死亡。萌芽 3 d 的种子中,10~100 mg/L 处理的可溶性蛋白质含量与对照均无显著差异,而可溶性糖含量均显著高于对照。发芽结束后 15 d 的幼苗中,10~100 mg/L 处理的可溶性蛋白质含量与对照均无显著差异;可溶性糖含量以 50 mg/L 处理的最高,比对照高出 73%,达显著差异水平,其余处理与对照无显著差异。

表 1 稀土浸种对马占相思种苗生理指标的影响

浸种浓度 (mg/L)	种子(浸种 24 h)		萌芽种子(3 d)		幼苗(发芽后 15 d)	
	可溶性蛋白质 (mg/g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白质 (mg/g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白质 (mg/g)	可溶性糖 (%)
ck	32.14 ± 0.78 A	3.29 ± 0.17 CD	28.53 ± 0.45 A	1.48 ± 0.21 C	11.79 ± 0.34 AB	1.89 ± 0.10 B
10	14.24 ± 0.49 E	3.88 ± 0.36 BC	28.77 ± 0.57 A	3.65 ± 0.31 A	12.69 ± 0.36 AB	2.06 ± 0.43 B
30	19.43 ± 0.45 C	4.23 ± 0.19 B	29.12 ± 0.56 A	3.51 ± 0.28 A	13.17 ± 0.40 A	2.31 ± 0.46 B
50	17.43 ± 0.38 D	6.35 ± 0.21 A	28.47 ± 0.39 A	3.42 ± 0.32 A	12.85 ± 0.57 AB	3.27 ± 0.42 A
100	16.75 ± 0.24 D	2.83 ± 0.19 D	28.70 ± 0.46 A	2.50 ± 0.26 B	11.16 ± 0.57 B	2.16 ± 0.23 B
200	12.37 ± 0.56 F	2.10 ± 0.14 E				
300	20.23 ± 0.15 C	1.63 ± 0.20 E				
500	26.17 ± 0.17 B	1.48 ± 0.16 E				
700	24.53 ± 0.65 B	0.60 ± 0.16 F				
1000	24.66 ± 0.65 B	0.40 ± 0.13 F				

注:表中数据为平均值 ± 标准差,同列数据后标不同字母者表示差异显著($P < 0.05$)。

2.1.2 稀土浸种对大叶相思种苗生理指标的影响 由表2可知,浸种24 h后,300~1 000 mg/L处理的可溶性蛋白质含量比对照增加了10.54%~32.23%,差异显著,其余处理与对照差异不显著;各处理的可溶性糖含量与对照均无显著差异。由表2还可知,200 mg/L及以上的处理会导致大叶相思萌芽种子和幼苗不能正常生长,最终腐烂死亡。萌芽3 d种子中,10 mg/L处理的可溶性蛋白质含量比对照减少11.43%,达显著差异水平,而200 mg/L的则显著高于对照,比对照增加12.85%,其余处理与对照无显著差异;可溶性糖含量除了100和200 mg/L的显著低于对照外,其余处理与对照无显著差异。发芽后15 d幼苗中,各处理的可溶性蛋白质及可溶性糖含量均与对照无显著差异。

表2 稀土浸种对大叶相思种苗生理指标的影响

浸种浓度 (mg/L)	种子(浸种24 h)		萌芽种子(3 d)		幼苗(发芽后15 d)	
	可溶性蛋白质 (mg/g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白质 (mg/g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白质 (mg/g)	可溶性糖 (%)
ck	10.91±0.21 B	3.26±0.17 AB	13.39±0.49 B	2.81±0.32 A	14.76±0.82 A	2.20±0.17 A
10	10.64±0.20 B	3.14±0.29 AB	11.86±0.24 C	2.34±0.28 AB	16.24±0.44 A	2.81±0.36 A
30	10.79±0.19 B	3.34±0.24 AB	13.44±0.40 B	2.49±0.29 AB	15.81±0.45 A	2.25±0.13 A
50	10.67±0.19 B	3.45±0.19 A	13.56±0.39 B	3.02±0.36 A	15.94±0.35 A	2.27±0.28 A
100	10.83±0.21 B	3.12±0.22 AB	13.79±0.29 B	1.88±0.26 B	15.82±0.28 A	1.99±0.29 A
200	11.34±0.23 B	2.67±0.34 B	15.11±0.27 A	1.81±0.26 B		
300	12.06±0.24 A	2.47±0.20 B				
500	12.50±0.17 A	2.46±0.22 B				
700	14.14±0.15 A	2.42±0.19 B				
1000	14.43±0.14 A	2.36±0.23 B				

注:表中数据为平均值±标准差,同列数据后标不同字母者表示差异显著($P<0.05$)。

2.2 稀土浸种对马占相思和大叶相思种子萌发的影响

试验结果显示,浓度在100 mg/L以上的稀土溶液浸种后,马占相思和大叶相思种子均不能正常发芽,最终腐烂死亡,故表3仅列出10~100 mg/L处理的种子发芽结果。多重比较显示(表3),马占相思10~50 mg/L处理的发芽率与对照无显著差异,但100 mg/L的则显著低于对照。种子发芽势以10 mg/L处理的最为高,比对照增加了15.71%,达显著差异水平,100 mg/L的则显著低于对照,其余处理与对照无显著差异。各处理的平均发芽时间均比对照缩短,其中10~50 mg/L处理的比对照缩短了0.8~1.1 d,差异显著。

大叶相思10和30 mg/L处理的种子发芽率和发芽势显著高于对照,50 mg/L处理的与对照无显著差异,100 mg/L处理的显著低于对照。各处理种子平均发芽时间与对照均无显著差异,但缩短了0.1~0.7 d。

表3 稀土浸种对马占相思和大叶相思种子萌发的影响

浸种浓度 (mg/L)	马占相思			大叶相思		
	发芽率(%)	发芽势(%)	平均发芽时间(d)	发芽率(%)	发芽势(%)	平均发芽时间(d)
ck	76.10±0.78 A	50.33±1.78 B	3.2±0.24 A	54.67±1.19 B	44.3±1.52 B	3.8±0.17 A
10	78.00±0.94 A	58.23±1.78 A	2.4±0.07 B	77.00±0.47 A	57.0±1.25 A	3.4±0.24 A
30	76.35±0.70 A	54.67±2.37 B	2.1±0.10 B	76.67±1.78 A	60.3±1.19 A	3.7±0.26 A
50	75.65±0.85 A	49.43±7.56 B	2.2±0.05 B	61.00±1.25 B	49.7±1.19 B	3.4±0.22 A
100	39.17±0.64 B	31.83±2.09 C	2.7±0.07 AB	41.33±0.72 C	27.3±1.09 C	3.1±0.22 A

注:表中数据为平均值±标准差,同列数据后标不同字母者表示差异显著($P<0.05$)。200 mg/L以上浓度处理种子腐烂死亡,因此不参加统计。

2.3 稀土浸种对马占相思、大叶相思幼苗高、主根长和侧根数的影响

表4表明,马占相思10~50 mg/L处理的幼苗高比对照增加了11.86%~17.04%,差异显著;100 mg/L

的则显著低于对照; 10 ~ 50 mg/L 处理的幼苗主根长与对照无显著差异, 100 mg/L 的则显著低于对照。幼苗侧根数除 10 mg/L 处理的与对照无显著差异外, 其余处理都显著低于对照。

表 4 稀土浸种对马占相思、大叶相思幼苗高、主根长和侧根数的影响

浸种浓度 (mg/L)	马占相思			大叶相思		
	苗高(cm)	主根长(cm)	侧根数(根)	苗高(cm)	主根长(cm)	侧根数(根)
ck	8.37 ± 0.44 B	2.90 ± 0.18 A	2.4 ± 0.21 A	7.33 ± 0.21 B	4.61 ± 0.13 B	3.50 ± 0.14 B
10	9.80 ± 0.42 A	3.10 ± 0.13 A	2.5 ± 0.20 A	8.60 ± 0.26 A	5.37 ± 0.43 A	4.57 ± 0.24 A
30	9.67 ± 0.45 A	2.77 ± 0.33 A	1.6 ± 0.26 B	7.80 ± 0.31 B	1.40 ± 0.27 C	2.47 ± 0.40 C
50	9.37 ± 0.54 A	2.73 ± 0.27 A	1.5 ± 0.22 B	5.63 ± 0.24 C	1.63 ± 0.22 C	2.37 ± 0.40 C
100	5.20 ± 0.40 C	1.37 ± 0.17 B	1.0 ± 0.14 B	3.60 ± 0.31 D	1.47 ± 0.19 C	2.50 ± 0.28 C

注: 表中数据为平均值 ± 标准差, 同列数据后标不同字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。200 mg/L 以上浓度处理种子腐烂死亡, 因此不参加统计。

大叶相思 10 mg/L 处理的幼苗高显著高于对照, 比对照增加了 17.33%, 30 mg/L 处理的与对照无显著差异, 而 50 和 100 mg/L 处理的则显著低于对照。10 mg/L 处理的幼苗主根长显著高于对照, 比对照增加了 16.49%, 30 ~ 100 mg/L 处理的则显著低于对照。10 mg/L 处理的幼苗侧根数显著高于对照, 比对照增加了 30.58%, 而 30 ~ 100 mg/L 处理的显著低于对照。说明稀土溶液对马占相思和大叶相思幼苗高和根系生长的适宜浓度范围很窄。30 mg/L 以上浸种已不利于幼苗根系生长。

2.4 稀土浸种对马占相思和大叶相思幼苗干重的影响

由表 5 可知, 除 100 mg/L 的根干重显著低于对照外, 马占相思 10 ~ 100 mg/L 处理的幼苗茎叶干重、根干重和总干重均与对照无显著差异。大叶相思 10 ~ 100 mg/L 处理的幼苗茎叶干重均显著高于对照, 增幅为 10% ~ 14%; 幼苗根干重 10 mg/L 处理与对照无显著差异, 30 ~ 100 mg/L 处理的显著低于对照; 各处理的幼苗总干重比对照略有增加, 但差异不显著。说明用 10 ~ 100 mg/L 的稀土浸种, 可促进大叶相思幼苗茎叶干重积累, 除 10 mg/L 外, 其它处理均不利于幼苗根干重积累。

表 5 稀土浸种对马占相思和大叶相思幼苗干重的影响

单位: mg

浸种浓度 (mg/L)	马占相思			大叶相思		
	茎叶干重	根干重	总干重	茎叶干重	根干重	总干重
ck	3.42 ± 0.11 A	0.47 ± 0.04 A	3.89 ± 0.09 A	9.30 ± 0.24 B	1.12 ± 0.12 A	10.42 ± 0.24 A
10	3.93 ± 0.18 A	0.40 ± 0.04 A	4.32 ± 0.22 A	10.23 ± 0.48 A	1.33 ± 0.18 A	11.57 ± 0.62 A
30	3.91 ± 0.24 A	0.44 ± 0.09 A	4.35 ± 0.32 A	10.60 ± 0.33 A	0.60 ± 0.09 B	11.20 ± 0.42 A
50	3.98 ± 0.46 A	0.44 ± 0.06 A	4.41 ± 0.51 A	10.53 ± 0.33 A	0.60 ± 0.14 B	11.13 ± 0.47 A
100	3.33 ± 0.38 A	0.26 ± 0.03 B	3.59 ± 0.46 A	10.60 ± 0.37 A	0.47 ± 0.10 B	11.07 ± 0.47 A

注: 表中数据为平均值 ± 标准差, 同列数据后标不同字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。200 mg/L 以上浓度处理种子腐烂死亡, 因此不参加统计。

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 同种稀土溶液浸种对马占相思及大叶相思种子萌发过程中的蛋白质含量及可溶性糖含量的转化有不同程度的影响。总体上, 10 ~ 100 mg/L 稀土溶液浸种比 200 ~ 1 000 mg/L 处理的效果更好。

(2) 适宜浓度的稀土溶液对马占相思和大叶相思种子的萌发均有一定的促进作用, 但同一稀土溶液对不同树种的适宜浸种浓度不同。马占相思 10 mg/L 处理有利于提高种子发芽势并缩短发芽时间; 大叶相思 10 ~ 30 mg/L 处理能显著提高种子发芽率和发芽势, 但没有显著缩短发芽时间。浸种浓度为 200 mg/L 及以上时, 马占相思和大叶相思萌芽 3 d 的种子不能正常生长, 最终腐烂死亡。

(3)在10~100 mg/L范围内马占相思、大叶相思幼苗的苗高、主根长、侧根数、茎叶干重、根干重和总干重均随稀土浓度的增加而呈增长趋势,到达最大值后,随着稀土浓度的增加而下降。考虑指标多重比较差异及经济因素,10 mg/L处理有利于2种相思幼苗高和主根长生长,及增加侧根数。10 mg/L处理还能显著提高大叶相思幼苗茎叶干重。

3.2 讨论

种子内的蛋白质在蛋白质酶的作用下水解为氨基酸,并以酰胺形式运输到新形成的器官中,重新合成蛋白质供幼胚生长^[8-10];此外,适宜浓度的稀土溶液浸种后可增加萌发种子的吸水量和细胞质膜透性^[10],促进DNA、RNA含量提高^[3],并作用于种子内源激素(吲哚乙酸、赤霉素等)的合成^[9];种子中的淀粉和脂肪在酶的作用下水解为葡萄糖、蔗糖等糖类物质作为幼胚生长和呼吸消耗的原料^[8],这些作用的结果就是提高了种子萌发的活力和发芽的整齐度,使种子提早萌发^[9]。以上过程随着稀土浸种浓度和林木种子的不同而异;并且不同树种对稀土溶液的敏感性不同,当处理浓度在其增益区间内则能促进种子发芽,在区间外则对种子发芽有负面作用或影响不大^[9-11]。适宜浓度的稀土浸种可提高幼苗根系活力,促进幼苗根系生长^[12]。这些生理、形态指标的变化,最终都反映在植株干重上^[3]。本试验研究结果与上述结论相符,也与以往学者就稀土对刺槐^[3]、小麦^[9]、水稻^[10]、油菜^[11]等植物种子或苗木影响的研究结论相近。

参考文献

- [1] 何跃君,薛立. 稀土元素对植物的生物效应及其作用机理[J]. 应用生态学报,2005,16(10):187-193.
- [2] 韦如萍,薛立,陈红跃,等. 叶面喷施稀土对千年桐幼苗生长和生理的影响[J]. 林业科学,2005,41(2):164-168.
- [3] 赵兰勇,梁玉堂,王九龄. 稀土对刺槐苗木生理特性影响的研究[J]. 林业科学,1997,33(4):374-379.
- [4] 孙永玉. 不同处理对久树种子发芽的影响[J]. 林业科学研究,2002,15(2):225-228.
- [5] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学试验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002.
- [6] 李合生,孙群,赵世杰. 植物生理生化试验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [7] 黄少伟,谢维辉. 实用SAS编程与林业试验数据分析[M]. 广州:华南理工大学出版社,2001.
- [8] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1995.
- [9] 王金胜,郭春绒. 稀土对小麦种子萌发时碳水化合物利用的影响[J]. 山西农业大学学报:自然科学版,1995,15(3):301-303.
- [10] 方能虎,洪法水,赵贵文. 稀土元素对水稻种子萌发活力、吸水量和膜透性的影响[J]. 稀土,2000,21(4):52-54.
- [11] 张家荣,顾月华,赵贵文. 稀土浸种对油菜种子萌发及种苗生长的生物效应[J]. 稀土,1999,20(3):55-57.