

## 短期低温下稀土对麻楝幼苗生理指标的影响

刘斌, 薛立, 许鹏波, 潘澜, 杨振意

(华南农业大学林学院, 广东广州 510642)

**摘要:**用 500 和 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土溶液喷施麻楝 *Chukrasia tabularis* 幼苗, 置于 3  $^{\circ}\text{C}$  低温下 3 和 7 d 后, 对其生理指标进行了测定. 结果表明: 2 种质量浓度稀土处理的麻楝幼苗叶片的相对电导率, 低温处理 3 d 后分别比对照显著增加 9% 和 14%, 低温处理 7 d 后分别比对照下降 4% 和 11%. 2 种质量浓度稀土处理的脯氨酸和可溶性蛋白质含量在低温处理 3 和 7 d 后增加. 低温处理 3 d 后, 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中叶绿素含量比对照和 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的均显著减少 13%, 低温处理 7 d 后, 2 种质量浓度稀土处理分别比对照显著增加 11% 和 17%. 稀土处理的幼苗叶片 SOD 活性在低温处理 3 d 后与对照接近或大于对照, 低温处理 7 d 后比对照显著增加 8% ~ 11%. 低温处理 3 d 后, 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的丙二醛(MDA)含量比对照增加了 8%, 而 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理和低温 7 d 后的 2 种质量浓度稀土处理比对照减少了 7% ~ 11%. 可见, 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗经历低温 7 d 后以及 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗经历 3 和 7 d 后均提高了抗寒性.

**关键词:**稀土; 麻楝; 抗寒; 生理指标

中图分类号: S723.11, Q945.78

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2010)04-0082-04

## Effects of Rare Earth on Physiological Indices of *Chukrasia tabularis* Seedlings Under Short-Time Low Temperature

LIU Bin, XUE Li, XU Peng-bo, PAN Lan, YANG Zhen-yi

(College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

**Abstract:** *Chukrasia tabularis* seedlings were laid on low temperature of 3  $^{\circ}\text{C}$  for three and seven day after they were sprayed with rare earth of 500 and 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , respectively, and then their physiological indices were determined. The results showed that, as compared with the control, the relative electrical conductivity of the seedlings sprayed with rare earth of two mass concentrations significantly increased by 9% and 14%, respectively, under three-day low temperature, whereas that of the seedlings decreased by 4% and 11%, respectively, under seven-day low temperature. The contents of free proline and soluble protein increased after three- and seven-day low temperature. Under three-day low temperature, the chlorophyll content of seedlings sprayed with rare earth of 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  significantly decreased by 13% as compared with the control and seedlings sprayed with rare earth of 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , whereas under seven-day low temperature, that of the seedlings sprayed with rare earth of two mass concentrations significantly increased from 11% to 17%. The SOD activity of seedlings sustaining three-day low temperature was greater than the control or close to the latter. Under seven-day low temperature, the SOD activity of seedlings sprayed with rare earth of two mass concentrations significantly increased from 8% to 11%, as compared with the control. Under three-day low temperature, the MDA content of seedlings sprayed with rare earth of 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  increased by 8%, whereas that of seedlings sprayed with rare earth of 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  and those under seven-day low temperature decreased from 7% to 11% compared with the control. In

收稿日期: 2009-12-30

作者简介: 刘斌(1985—), 男, 硕士研究生; 通信作者: 薛立(1958—), 男, 教授, 博士, E-mail: forxue@scau.edu.cn

基金项目: 广东省林业局科技项目“筛选林分改造优良树种”和“森林生态科技研究与推广”

this study, seedlings sprayed with rare earth of  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  after seven-day low temperature and sprayed with rare earth of  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  after three- and seven-day improved their cold resistance ability.

**Key words:** rare earth; *Chukrasia tabularis*; cold resistance; physiological index

稀土对植物生理作用具有显著效应<sup>[1]</sup>, 科学合理的施用稀土能降低叶片电导率<sup>[2]</sup>, 增加叶片内脯氨酸、可溶性蛋白质<sup>[3]</sup>和叶片叶绿素的含量<sup>[4]</sup>, 提高植物体内抗氧化酶的活性和降低丙二醛的含量<sup>[5]</sup>, 从而提高植物的抗逆性. 低温胁迫是植物常见的一种灾害, 会影响植物的生长代谢, 引起植物相关生理指标的变化<sup>[6-9]</sup>. 稀土对植物生理作用的研究多集中在农作物<sup>[10-13]</sup>, 对林木的影响也有一些报道<sup>[14-17]</sup>, 而稀土与林木抗寒性的关系鲜有报道. 麻楝 *Chukrasia tabularis* 是楝科 Meliaceae 麻楝属的植物, 天然分布于北纬  $1^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 、东经  $73^{\circ} \sim 120^{\circ}$  的亚热带季风区, 气候温暖湿润, 故低温成为其北移的主要限制因素. 目前对麻楝的研究少, 且集中在生长方面<sup>[18-20]</sup>, 鲜见其抗寒特性的报道. 通过对麻楝幼苗喷施不同浓度的稀土溶液, 然后进行低温处理, 测定其生理指标, 有助于了解麻楝幼苗的抗寒性对稀土的响应规律, 探讨稀土对幼苗抗寒作用的机理.

## 1 材料与方 法

### 1.1 幼苗管理和稀土处理

供试幼苗为同一批 2 个月生麻楝塑料袋装实生苗, 购于中国林业科学研究院热带林业研究所苗圃基地. 袋装苗的基质为黄心土, 袋的直径为 10 cm. 袋内土壤的容重和田间持水量分别为  $1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  和 28%. 选取大小一致、长势良好的幼苗随机分成 3 个组, 分别用 0 (对照)、500 和  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土溶液进行喷施, 每个处理 3 个重复, 在无风无雨的日子下午 4 时左右进行, 对叶的正反面喷施, 使稀土溶液布满叶面而不下滴. 每 10 d 喷施 1 次, 历时 30 d. 试验开始时幼苗的平均地径和高度分别为  $(0.20 \pm 0.04)$  和  $(7.94 \pm 0.81)$  cm.

### 1.2 生长环境条件设置

将 3 组浓度稀土溶液喷施后的麻楝幼苗放入 RXZ 智能型人工气候箱中进行低温处理, 温度设置为  $3^{\circ}\text{C}$ , 光照设置为白天 10 h, 夜间 14 h, 光照强度为  $8\ 000 \text{ lx}$ , 处理 3 和 7 d 后分别取样测定.

### 1.3 生理指标的测定方法

叶片相对电导率、叶绿素、脯氨酸和可溶性蛋白质含量、超氧化物歧化酶 (SOD) 活性、丙二醛 (MDA)

含量均参照文献[21]的方法测定.

### 1.4 数据统计

对各项生理指标取平均值, 数据统计分析和作图由 SAS8.1 软件系统和 Microsoft Excel 完成. 对图中相同温度下不同稀土浓度处理的生理指标平均值用 Duncan's 多重比较法进行差异显著性检验.

## 2 结果与分析

### 2.1 稀土溶液对低温处理麻楝幼苗叶片相对电导率的影响

低温处理 3 d 后,  $500$  和  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的麻楝幼苗叶片中相对电导率分别比对照增加 9% 和 14%, 且显著大于对照 ( $P < 0.05$ ) (图 1A). 低温处理 7 d 后,  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中相对电导率大于  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理, 二者分别比对照下降 4% 和 11% (图 1B), 差异不显著.

### 2.2 稀土溶液对低温处理麻楝幼苗叶片脯氨酸含量的影响

低温处理 3 d 后,  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中脯氨酸含量大于经过  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理, 二者分别比对照增加 9% 和 1%, 但差异不显著 (图 1C). 低温处理 7 d 后, 经过  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗脯氨酸含量显著高于  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理, 二者分别比对照增加 129% 和 63%, 且显著大于对照 ( $P < 0.05$ ) (图 1D).

### 2.3 稀土溶液对低温处理麻楝幼苗叶片可溶性蛋白质含量的影响

低温处理 3 d 后, 喷施  $500$  和  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土溶液的麻楝幼苗叶片中可溶性蛋白质含量分别比对照提高 16% 和 14%, 但无显著性差异 (图 1E). 低温处理 7 d 后,  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中可溶性蛋白质含量大于  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理, 二者分别比对照提高 26% 和 15%, 且显著大于对照 ( $P < 0.05$ , 图 1F).

### 2.4 稀土溶液对低温处理麻楝幼苗叶片中叶绿素含量的影响

低温处理 3 d 后, 喷施  $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的麻楝幼苗叶片中叶绿素含量比对照和  $1\ 000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理均减少 13%, 显著小于后二者 ( $P < 0.05$ ) (图

1G). 低温处理 7 d 后, 喷施 500 和 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中叶绿素含量分别比对照增加 11% 和 17%, 且二者显著大于对照 ( $P < 0.05$ ) (图 1H).

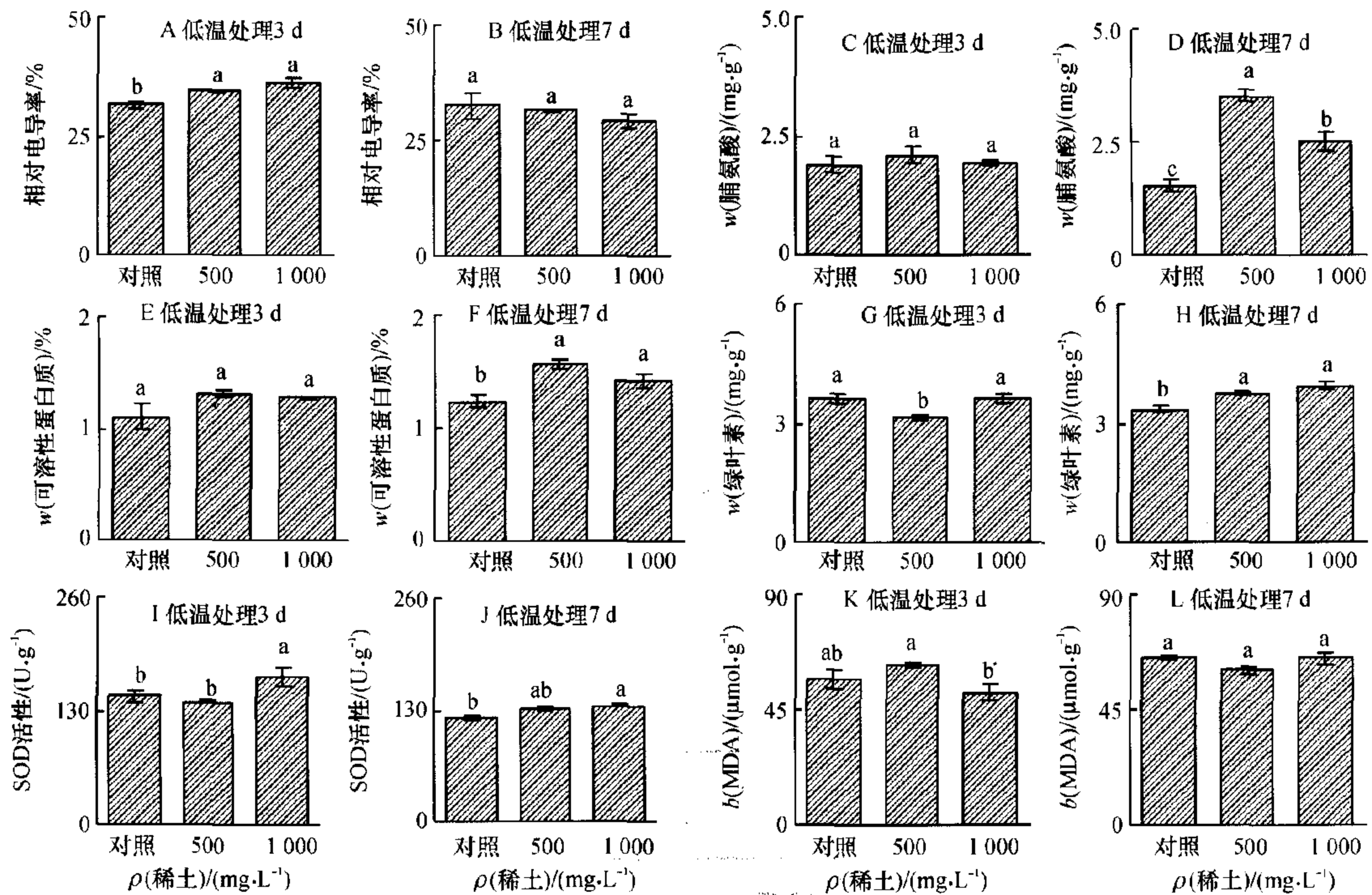
### 2.5 稀土溶液对低温处理麻楝幼苗叶片 SOD 活性的影响

低温处理 3 d 后, 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中 SOD 活性比对照下降 4%, 二者无显著差异, 而 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理比对照提高了 14%, 显著大于后者 (图 1I). 低温处理 7 d 后, 500 和 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的麻楝幼苗叶片中 SOD 活性分别

比对照增加了 8% 和 11%, 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的显著大于对照 (图 1J).

### 2.6 稀土溶液对低温处理麻楝幼苗叶片 MDA 含量的影响

低温处理 3 d 后, 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中 MDA 含量比对照增加了 8%, 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理的比对照降低了 7% (图 1K). 低温处理 7 d 后, 500  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的幼苗叶片中 MDA 含量小于 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  处理, 二者分别比对照减少了 11% 和 8%, 差异不显著 (图 1L).



相同温度处理下, 柱形图上方凡具有一个相同小写英文字母, 表示差异不显著 (Duncan's 多重比较法,  $P > 0.05$ ).

图 1 稀土溶液对低温处理麻楝苗木各项生理指标的影响

Fig. 1 Effect of rare earth solution on physiological indices of *Chukrasia tabularis* seedling with low temperature treatment

## 3 讨论与结论

叶片细胞膜透性是比较植物抗寒性强弱的有效生理生化指标, 可以根据细胞导电性的差异来确定膜透性大小, 从而推测膜的受伤程度和对寒冷的抗性强弱<sup>[6]</sup>. 试验证明, 随着低温胁迫的加深, 茄子叶片的相对电导率显著增加<sup>[7]</sup>. 本研究中, 在低温处理的 3 d 后, 经过 500 和 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的麻楝幼苗叶片中相对电导率都显著大于对照, 这与其脯氨酸和可溶性蛋白质含量的提高同时发生, 可能

因为叶片中的脯氨酸和可溶性蛋白质提高了相对电导率. 低温处理 7 d 后, 经过 500 和 1 000  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  稀土处理的麻楝幼苗叶片中相对电导率均低于对照, 表现出一定的抗寒性<sup>[8]</sup>.

叶片内脯氨酸和可溶性蛋白质含量的提高, 可以增加细胞原生质胶体性质的稳定能力<sup>[3]</sup>, 有利于幼苗防冻抗寒. 稀土溶液提高叶片内可溶性蛋白质的含量, 从而可以束缚更多的水分, 能加强细胞的持水力, 同时可以减少原生质内结冰导致幼苗受伤致死的几率, 所以细胞内可溶性蛋白质和抗寒性之间

表现出明显的正相关<sup>[9]</sup>. 500 和1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的麻楝幼苗叶片低温处理 3 d 后,脯氨酸和可溶性蛋白质含量均大于对照,低温处理 7 d 后,2 种浓度处理的脯氨酸和可溶性蛋白质含量显著大于对照,说明稀土促进了麻楝幼苗的抗寒能力.

1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的麻楝幼苗叶片低温处理 3 d 后,叶绿素含量与对照相近,低温处理 7 d 后 500 和 1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的麻楝幼苗叶片的叶绿素含量显著大于对照. 稀土能促进苗木的生理活动和相关的生物化学反应,提高叶片的含氮量,从而显著增加植物体内的叶绿素含量. 低温下提高叶片叶绿素含量,有利于光合作用,形成可溶性糖等溶质,对抗寒有利.

当植物受到低温环境胁迫伤害时,会引起活性氧积累,而 SOD 的增加有利于清除活性氧<sup>[5]</sup>. 低温处理 3 d 后的 1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理,以及低温处理 7 d 后的 500 和 1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的幼苗 SOD 活性都明显提高,从而提高了幼苗体内清除活性氧的能力. 植物出现的伤害与某些毒害物质如氧自由基和过氧化物在低温下大量积累而引起膜脂过氧化作用增强有关,导致 MDA 含量增加<sup>[7]</sup>. 低温处理 3 d 后的 1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土溶液处理,以及低温处理 7 d 后的 500 和 1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的麻楝幼苗叶片中的 MDA 都小于对照,表明稀土可以降低 MDA 含量,有利于保护细胞膜.

本研究中,低温处理 3 d 后,500 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的麻楝幼苗叶片中的脯氨酸、可溶性蛋白质和 MDA 含量大于对照,但是叶绿素含量和 SOD 活性小于对照,表明该质量浓度的稀土处理后麻楝幼苗的抗寒指标表现不一致,需要进一步研究. 低温处理 3 d 后,1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的幼苗的各项指标均优于对照,低温处理 7 d 后,500 和 1 000 mg · L<sup>-1</sup> 稀土处理的各项指标也优于对照,说明以上质量浓度的稀土处理在相应的低温时间提高了麻楝幼苗的抗寒性.

#### 参考文献:

- [1] 梅文钰. 农用稀土在林业上应用前景[J]. 浙江林业科技,1989,9(4):69-72.
- [2] 杨家朴,张淑媛. 稀土元素对提高小麦抗逆性的初步研究[J]. 中国稀土学报,1986,4(4):67-71.
- [3] 王宪泽. 稀土农用的效果、影响因素及其作用的生理基础[J]. 稀土,1994,15(1):47-49.
- [4] 陈靠山,彭正华,张志成,等. 氯化钼对水分亏缺下小麦种子萌发与幼苗抗旱性的研究[J]. 西北农业学报,1994,3(3):41-44.
- [5] 安建平,陈靠山. 氯化钼对渗透胁迫引起的膜损伤和 ABA 含量的影响[J]. 中国稀土学报,1994,12(4):348-351.
- [6] 何跃君,薛立,任向荣,等. 低温胁迫对 6 种苗木生理特性的影响[J]. 生态学杂志,2008,27(4):524-531.
- [7] 张泽煌,黄碧琦,陈钟佃,等. 低温胁迫对茄子的伤害及茄子抗寒机理[J]. 福建农业学报,2000,15(1):40-42.
- [8] 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):1983-1989.
- [9] 林善枝,李雪平,张志毅. 低温锻炼对毛白杨幼苗抗冻性和总可溶性蛋白质的影响[J]. 林业科学,2002(11):137-141.
- [10] 廖铁军,黄云,苏彬产,等. 稀土对作物的生物效应研究[J]. 稀土,1994,15(5):26-29.
- [11] 魏爱丽,陈云昭,王玉国,等. 硝酸镧对大豆幼苗盐害的缓解效应及其生理生化反应[J]. 山西农业大学学报,1997,17(1):10-15.
- [12] 王玉国,冯文新,白桦. 稀土对水分胁迫下棉花幼苗膜脂过氧化作用的影响[J]. 棉花学报,2000,12(1):32-33.
- [13] 斯琴巴特尔,乌宁. 稀土对胡麻的生物学效应研究[J]. 稀土,2003,24(1):33-36.
- [14] 潘登魁,郭春绒. 氯化稀土对油松幼苗生长及生化生理活性物质的影响[J]. 山西农业大学学报,1995,15(3):316-318.
- [15] 杨燕生,刘德龙,白娟,等. 镧对小麦幼苗素质、蛋白质及钙调素水平的影响[J]. 稀土,1997,18(2):61-63.
- [16] 韦如萍,薛立,陈红跃,等. 稀土对马占相思和大叶相思种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 土壤通报,2009,40(4):896-901.
- [17] 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.
- [18] 仲崇禄,洪长福,白嘉雨,等. 麻楝属树种种源苗期试验及其在我国发展潜力[J]. 广东林业科技,2001,17(4):26-31.
- [19] 易观路,许方宏,罗建华,等. 雷州半岛 15 个阔叶树种混交幼林的生长分析[J]. 生态科学,2004,23(4):346-350.
- [20] 康敏明,杨海燕,陈红跃,等. 34 种阔叶树种早期生长比较[J]. 广东林业科技,2006,22(4):83-87.
- [21] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002.

【责任编辑 李晓卉】