

## 盐胁迫对 2 种珍贵速生树种 种子萌发及幼苗生长的影响

王树凤, 陈益泰, 徐爱春

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 以 1/2 Hoagland 营养液为基础培养液, 研究了在 0.1%、0.2%、0.4% 和 0.6% NaCl 胁迫条件下, 毛红椿 [*Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz.] 和水松 [*Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch] 的种子萌发和幼苗生长情况。结果表明, 随着 NaCl 浓度的增加, 2 个树种的种子萌发率和简化苗木活力指数均明显下降, 在 0.1%、0.2%、0.4% 和 0.6% NaCl 胁迫条件下, 毛红椿和水松种子的最终萌发率分别为 89.3%、87.3%、62.7%、32.0% 和 26.0%、16.7%、6.0%、3.3%, 简化苗木活力指数分别为 1.39~0.08 和 1.52~0.07, 且毛红椿的种子萌发率和简化苗木活力指数均明显高于水松。萌发恢复实验结果表明, 高浓度 NaCl 处理后的种子具有较高的萌发恢复率。根据实验结果初步判定毛红椿种子具有较强的耐盐性。

**关键词:** 毛红椿; 水松; 盐胁迫; 萌发率; 简化苗木活力指数

**中图分类号:** Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2007)01-0049-04

**Influence of salt stress on germination and seedling growth of two valuable fast-growing tree species** WANG Shu-feng, CHEN Yi-tai, XU Ai-chun (Institute of subtropical forestry, the China Academy of Forestry, Fuyang 311400, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2007, 16(1): 49-52

**Abstract:** Using 1/2 Hoagland as basic culture solution, the status of seed germination and seedling growth of *Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz. and *Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch were researched under different concentrations of NaCl stress. The results showed that with increasing of NaCl concentration, both seed germination rate and simplified vigor index of seedling (SVIS) of the two species were decreased gradually. Under 0.1%, 0.2%, 0.4% and 0.6% NaCl stress, germination rates of *T. ciliata* and *G. pensilis* seeds reached to 89.3%, 87.3%, 62.7%, 32.0% and 26.0%, 16.7%, 6.0%, 3.3% respectively, their SVIS were 1.39-0.08 and 1.52-0.07 respectively. Seeds of *T. ciliate* showed higher germination rate and SVIS than *G. pensilis* in all salinity. Recovery experiments showed that recovery rate of germination of the two species seeds treated by higher salinity were higher than that by lower salinity. It is preliminarily concluded that the salt tolerance of *T. ciliate* seed is higher than that of *G. pensilis* seed.

**Key words:** *Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz.; *Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch; salt stress; germination rate; simplified vigor index of seedling (SVIS)

土壤盐碱化不但是全球性问题, 而且也是制约造林的重要因素之一。中国盐碱地分布广泛, 大量海涂资源有待开发, 营造各种功能林是开发海涂资源的有效措施之一。毛红椿 [*Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz.] 和水松 [*Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch] 均为珍贵速生树种, 是营造水田、河堤、防护林和庭园绿化的优良树种, 目前, 尚未见有关这 2 个树种耐盐性的研究报道。作者通过观察不同浓度盐

胁迫下 2 个树种的种子萌发状况, 分析了盐胁迫对种子萌发率、萌发恢复率及幼苗活力的影响, 以期筛选抗盐树种及其在盐碱地的引种提供依据。

收稿日期: 2006-03-24

基金项目: 浙江省科学技术厅重大项目(2004C12030)

作者简介: 王树凤(1977-), 女, 山东潍坊人, 硕士, 助理研究员, 主要从事林木生物技术研究工作。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

实验用毛红椿 [*Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz.] 和水松 [*Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch] 种子均由种子购得。

### 1.2 方法

1.2.1 种子的预处理 于2005年3月,挑选大小一致的种子,先用10%  $H_2O_2$  表面消毒,并用无菌水反复冲洗,然后用无菌水浸种24 h。将经过上述处理的种子置于铺有双层滤纸的直径为9 cm的培养皿中,每个培养皿50粒种子,分别加入6 mL含0.1%、0.2%、0.4%和0.6% NaCl的1/2 Hoagland 营养液,对照组添加6 mL 1/2 Hoagland 营养液,每个处理设3个重复。将培养皿置于温度为 $(24 \pm 1)^\circ C$ 的种子发芽器中,每天观察并记录发芽粒数,及时补充蒸发的水分,使各处理的NaCl浓度保持相对稳定,连续观察30 d。

1.2.2 种子发芽参数的记录及计算 最终萌发率为发芽结束时,已发芽的种子数占供试种子总数的比例<sup>[1]</sup>。从种子置床当日起开始记录,以胚根顶出种皮作为发芽标准,将3个重复中第1粒种子发芽的时间记为该处理的发芽开始期,每日定时记录种子的发芽数,将连续4 d不再有种子发芽的时间作为发芽结束期<sup>[2]</sup>。发芽起始天数<sup>[3]</sup>是从种子置床到第1粒种子萌发所需的天数。终止发芽天数<sup>[3]</sup>为种子从置床到发芽结束所需的天数。萌发恢复率<sup>[2,4]</sup>是在NaCl胁迫下的未萌发种子转移到正常环境下的发芽率。简化苗木活力指数(SVIS)<sup>[5]</sup>是反映幼苗生长势的指标之一,计算公式为:简化苗木活力指数(SVIS) = 平均苗长 × 发芽率。

## 2 结果和分析

### 2.1 不同浓度NaCl胁迫对毛红椿和水松种子萌发率的影响

不同浓度NaCl胁迫对毛红椿和水松种子萌发率的影响见图1和图2。从图中可以看出,随培养液中NaCl浓度的增加,毛红椿和水松种子的萌发率不断下降,在整个培养期内,各处理组的种子萌发率均

低于对照组;低浓度NaCl处理组的种子萌发率高于高浓度NaCl处理组,说明盐胁迫对毛红椿和水松种子的萌发有不同程度的抑制作用,且随NaCl浓度的增加,抑制效果越明显。比较图1和图2还可以发现,在相同培养条件下,毛红椿的种子萌发率均高于水松,这可能是由不同树种种子自身的特性所决定的。

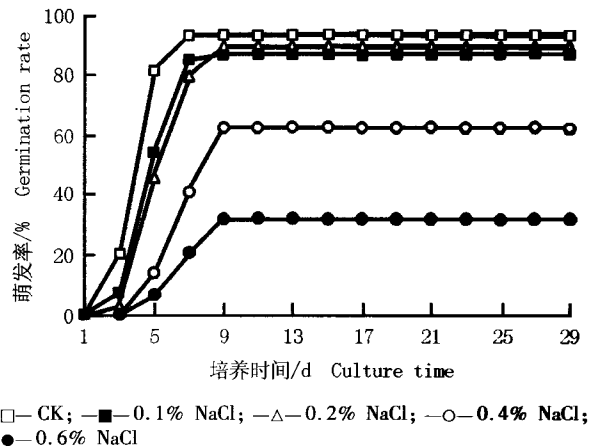


图1 不同浓度NaCl胁迫对毛红椿种子萌发率的影响  
Fig. 1 Effects of different concentrations of NaCl stress on germination rate of *Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz. seed

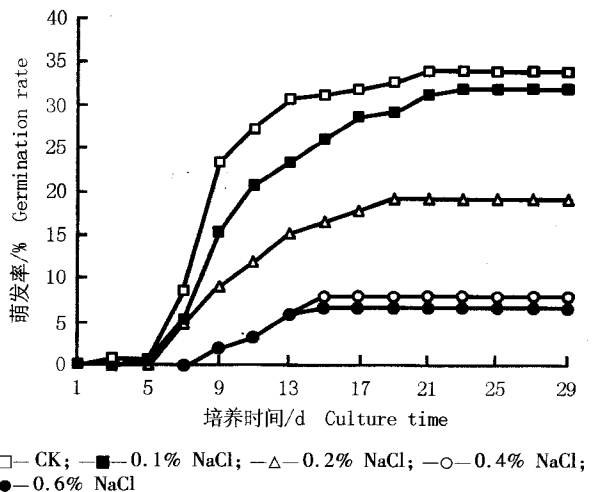


图2 不同浓度NaCl胁迫对水松种子萌发率的影响  
Fig. 2 Effects of different concentrations of NaCl stress on germination rate of *Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch seed

### 2.2 不同浓度NaCl胁迫对毛红椿和水松种子萌发特性及幼苗生长的影响

盐胁迫对种子萌发特性的影响可用开始发芽天数、发芽历程、最终萌发率和萌发恢复率<sup>[4,6,7]</sup>等指标

加以说明。有研究表明<sup>[8,9]</sup>,盐胁迫对盐生植物和非盐生植物种子萌发的影响效应基本一致,均可推迟种子的起始萌发时间,导致萌发率下降。不同浓度NaCl胁迫对毛红椿和水松种子萌发特性的影响结果见表1。由表1可以看出,在NaCl胁迫下,毛红椿和水松种子的开始萌发日期均有所延迟,说明NaCl胁迫可能抑制了种子萌发的某些生理过程,从而推迟了种子的萌发。

NaCl胁迫对毛红椿和水松种子发芽历程的影响不同。在不同浓度NaCl胁迫下,毛红椿种子的发芽历程均有所延长,对照组仅7 d就结束发芽,而各处理组则需要9 d才能完成发芽历程;水松的发芽历程在低浓度下(0.1% NaCl)有所延长,高浓度(高

于0.2% NaCl)下则有不同程度的缩短,这可能是由于随着时间的延长,较高浓度的NaCl使部分水松种子失活,从而导致发芽历程结束较早。

从表1还可以看出,不同浓度NaCl胁迫对毛红椿和水松种子的最终萌发率均有不同程度的影响。根据相对萌发率的变化可以看出,NaCl胁迫对水松种子萌发的抑制作用更强。

萌发恢复实验结果表明(见表1),解除NaCl胁迫后,毛红椿和水松未萌发种子的萌发恢复率随NaCl浓度的升高而增加;2个树种幼苗的简化苗木活力指数(SVIS)随着NaCl浓度的增加而减小,说明随NaCl浓度的升高,毛红椿和水松的幼苗生长均受到不同程度的抑制作用。

表1 不同浓度NaCl胁迫对毛红椿和水松种子萌发特性的影响

Table 1 Effects of different concentrations of NaCl stress on germination characteristics of *Toona ciliata* Roem. var. *pubescens* (Franch.) Hand.-Mazz. and *Glyptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch seeds

树种 Tree species	NaCl 浓度/% Concentration of NaCl	开始发芽 天数/d Time of first germination	终止发芽 天数/d Time of final germination	最终 萌发率/% Final germination rate	相对萌 发率/% Relative germination rate	平均 苗高/cm Average height of seedling	简化苗木 活力指数 of seedling Simplified vigor index	萌发恢复 率/% Recovery rate of germination
毛红椿 <i>T. ciliata</i> var. <i>pubescens</i>	0.0	2	7	93.3	100.0	2.78	2.59	-
	0.1	3	9	89.3	93.6	1.59	1.39	36.8
	0.2	3	9	87.3	95.7	0.70	0.63	43.8
	0.4	4	9	62.7	67.2	0.65	0.41	76.8
	0.6	4	9	32.0	34.3	0.24	0.08	80.4
水松 <i>G. pensilis</i>	0.0	3	21	31.3	100.0	5.16	1.92	-
	0.1	5	22	26.0	83.1	4.38	1.52	5.3
	0.2	6	19	16.7	53.4	3.71	0.77	9.2
	0.4	8	15	6.0	19.2	1.58	0.14	13.4
	0.6	9	14	3.3	10.5	1.00	0.07	27.5

### 3 讨论和结论

有研究表明,植物种子在盐胁迫下的萌发情况与植物本身的耐盐性有一定关系<sup>[10]</sup>。通过了解不同盐分及其组成对种子萌发情况的影响,可为探讨种子耐盐机理、提高种子耐盐能力及选育耐盐树种提供依据。对许多农作物的研究结果都表明,早晚抗盐性有一定的相关性<sup>[11,12]</sup>,但对林木抗盐性方面的研究报道却较少。

毛红椿是中国珍贵速生用材树种之一<sup>[13]</sup>,为落叶大乔木,其种子萌发能力较强,生长迅速,是绿化造林的优良树种。对盐胁迫下香椿(*Toona ciliata*

Roem.)种子萌发状况的研究结果表明,香椿有一定的耐盐能力,在 $4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 盐浓度下,其萌发率可达80%以上<sup>[14]</sup>。毛红椿是香椿的变种,笔者发现低浓度NaCl胁迫对毛红椿种子萌发的影响不明显,当NaCl浓度为0.4%时,其种子萌发率仍可达62.7%;但其幼苗对NaCl胁迫却较敏感,NaCl浓度为0.2%时,幼苗就已出现明显的生长抑制现象。

水松是杉科(Taxodiaceae)水松属(*Glyptostrobus* Endl.)高大乔木,是中国特有的三大“活化石”植物之一,现仅存中国1种,是中国特有的单属植物<sup>[15]</sup>。水松生长快,木材材质好,根深叶茂,能耐水浸,树姿优美,是营造水田、河堤、防护林和庭园绿化的优良树种,目前在南京、武汉、上海及杭州等地

已有引种栽培<sup>[16]</sup>。虽然水松种子无休眠期,条件适宜即可萌发,但在自然条件下其萌发率却较低,一般低于20%<sup>[17]</sup>。由于在其他条件一致的情况下,培养基质的化学成分和物理性状对水松种子萌发有一定的影响<sup>[12]</sup>,因此,探索适宜的萌发基质是提高水松种子萌发率的有效途径之一。水松适生于中性或微碱性土壤,有耐酸、耐碱及耐阴湿的能力,在含盐量达0.28%的土壤中仍能正常生长<sup>[15]</sup>。水松种子及其幼苗对盐胁迫的抗性研究表明,水松种子及其幼苗能够在0.2% NaCl胁迫条件下萌发及生长,但在该浓度下幼苗的生长出现异常,主要表现为根部变粗,并出现烂根现象,这可能是因为水松的幼苗对盐胁迫更加敏感,因而更容易受到伤害。

综上所述,毛红椿和水松种子的耐盐性差异比较显著,初步推断毛红椿种子的抗耐盐性较强,可对其无性系开展进一步的耐盐性筛选。由于水松种子本身萌发率较低,影响其对盐胁迫的耐性,但若将种子经过一定的处理,有可能在提高萌发率的同时,提高水松对盐的耐受性。

#### 参考文献:

- [1] 苑盛华, 杨传平, 焦喜才, 等. 盐渍条件下林木种子的萌发特性[J]. 北京林业大学学报, 1996, 24(6): 41-46.
- [2] 黄振英, 张新时, Gutterman Y, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响[J]. 植物生理学报, 2001, 27(3): 275-280.
- [3] Rubio-Casal A E, Castillo J M, Luque C J, et al. Influence of salinity on germination and seeds viability of two primary colonizers of Mediterranean salt pans [J]. Journal of Arid Environments, 2003, 53: 145-154.
- [4] 沈禹颖, 王锁民, 陈亚明. 盐胁迫对牧草种子萌发及其恢复的影响[J]. 草业学报, 1999, 8(3): 54-60.
- [5] Ramoliya P J, Pandey A N. Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival of seedlings of *Cordia rohu* [J]. Forest Ecology and Management, 2003, 176: 185-194.
- [6] Khan M A, Gul B, Weber D J. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity [J]. Journal of Arid Environments, 2000, 45: 207-214.
- [7] Khan M A, Ungar I A. Influence of salinity and temperature on the germination of *Haloxylon recurvum* Bunge ex Boiss. [J]. Annals of Botany, 1996, 78: 547-551.
- [8] Tobe K, Zhang L, Yuqiu G, et al. Characteristics of seeds germination in five non-halophytic desert shrub species [J]. Journal of Arid Environments, 2001, 47: 191-201.
- [9] 段德玉, 刘小京, 冯凤莲, 等. 盐分和水分胁迫对盐生植物灰绿藜种子萌发的研究[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(1): 7-11.
- [10] Gupta G N. Salt tolerance in some tree species at seedling stage [J]. Indian Forest, 1987, 12(2): 101-112.
- [11] 王广印, 韩世栋, 赵一鹏, 等. NaCl胁迫及Ca<sup>2+</sup>和GA<sub>3</sub>对南瓜属3种蔬菜种子发芽的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(1): 26-30.
- [12] 孙小芳, 郑青松, 刘友良. NaCl胁迫对棉花种子萌发和幼苗生长的伤害[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(3): 22-25.
- [13] 邹高顺. 珍贵速生树种红椿与毛红椿引种栽培研究[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(3): 271-276.
- [14] 张建锋, 李秀芬, 宋玉民, 等. 盐分胁迫对林木种子发芽率的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 27-28.
- [15] 韩丽娟, 胡玉熹, 林金星, 等. 水松生物学特性及保护[J]. 亚热带植物通讯, 1997, 26(1): 43-47.
- [16] 茹永强, 戴慧堂, 乔国壮. 珍稀树种水松引种栽培试验研究[J]. 河南林业科技, 1999, 19(3): 32-33.
- [17] 崔艳秋, 崔心红. 水松种子在受控条件下基质对萌发的影响[J]. 林业科技, 2002, 27(5): 1-3.