

盐度对无瓣海桑幼苗的生长和某些生理生态特性的影响

陈长平 王文卿 林鹏

(厦门大学生命科学院 厦门 361005)

摘要 本文研究了盐度(0‰~ 50‰)对无瓣海桑幼苗生长的影响。盐度对无瓣海桑幼苗长叶数、茎长、植株鲜重、主根长、根系鲜重等方面起抑制作用;随盐度的提高,无瓣海桑幼苗成活率下降;但盐度对无瓣海桑幼苗叶片面积存在一个低盐(0‰~ 10‰)促进、高盐(15‰~ 40‰)抑制的过程;盐度对叶绿素含量的影响总趋势是随盐度提高,低盐时叶绿素含量下降,而当盐度超过 10‰时上升。因此认为:1)无瓣海桑幼苗在无盐存在下,也可正常生长;2)无瓣海桑具有较高的耐盐能力,在盐度 0‰~ 25‰内可正常生长,超过 25‰,其生长受到抑制。

关键词 无瓣海桑, 生长, 盐胁迫

Influences of Salinity on the Growth and Some Ecophysiological Characteristics of Mangrove Species, *Sonneratia apetala* Seedlings

CHEN Chang_Ping WANG Wen_Qing LIN Peng

(School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract The influence of salinity (0‰~ 50‰) in sand culture on the growth of mangrove species, *Sonneratia apetala* seedlings was studied. The number of leaves, the length of stem and root, the fresh weight of shoot and root system were inhibited with the increase of salinity. With the increase of salinity, the survival rate of seedlings decreased. The results showed that low salinity (0‰~ 10‰) promoted the leaf area expansion of *S. apetala* seedling, while high salinity (15‰~ 40‰) inhibited it. Content of chlorophyll decreased at lower salt concentration and increased at higher salt concentration. *S. apetala* seedlings grew normally at low saline habitats when it was lower than 25‰.

Key words *Sonneratia apetala*, Growth, Salinity_stress

无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)是红树林中优良的乔木树种之一,自然分布于印度、孟加拉国、马来西亚、斯里兰卡等国盐度较低的泥质滩涂上,高一一般为 15~ 20 m,胸径为 25~ 30 cm,最大胸径达 50~ 70 cm(王淑元等,1992)。与我国所有的海桑属种类相比,无瓣海桑抗寒性强,纬度适应范围广,已经往北推移 232 移栽成功,且具有继续北移引种的潜力(李云等,1997)。无瓣海桑速生,可在短时间内郁闭成林,在较快时间内起保护海堤和稳定海滩的作用,在九龙江口有引种的 4 年生无瓣海桑,高达 5 m 多。上面这些优点决定了无瓣海桑在滩涂造林等方面是一个很好的树种。李云等(1995)曾进行了室内培养皿法和花盆育苗法浇以不同浓度的盐水,观测盐度对种子萌发的影响。实验资料表明:无瓣海桑种子只适宜在盐度 0‰~ 10‰条件下萌发,盐度为 10‰以上时,胚根尖变红褐色,明显

¹ 作者简介:陈长平,男,1979 年 1 月出生,现厦门大学生命科学院硕士研究生。

收稿日期:1999-06-30 接受日期:2000-04-21 责任编辑:王春茂

伤害, 难伸长, 后期胚根软腐烂掉。目前在海南、深圳、九龙江口有引种的无瓣海桑, 其在淤泥深厚、松软且肥沃的潮间带滩涂壤土上均长势最好, 对海水淹浸的适应能力较强(李云等, 1997)。对于无瓣海桑是否存在最佳生长盐度区域, 则没有进一步的研究。本研究以无瓣海桑为研究对象, 系统研究人工栽培条件下盐胁迫对其幼苗生长的影响, 为无瓣海桑的引种栽培和进一步研究提供依据。

1 材料和方法

1999年1月24日选择生活力强、无病虫害且大小相近的无瓣海桑幼苗150株(平均长度: 1.97 ± 0.02 cm, 平均鲜重: 0.11 ± 0.03 g), 分成10组, 每组15个(3个重复), 砂培于塑料盆中, 再套入搪瓷盆中。每盆砂重约2500克(砂子采自厦门大学白城海滩, 经自来水反复冲洗后晒干), 各移植幼苗5株, 以培养液(华东师范大学生物系, 1980)为溶剂, 加入不同重量的NaCl制成系列盐度(‰), 分别为0、5、10、15、20、25、30、35、40、50。以不加盐的培养液作为对照, 自然光下培养, 每天补充适量自来水以补充散失的水份。每周更换一次培养液, 培养液有补充螯合铁和微量元素(Zn、Cu、Mo、B、Mn)。培养时间为1999.1.24~1999.5.2, 共100 d。

1) 叶绿素含量测定采用混合液法(陈福明等, 1984): 0.5 g剪碎鲜叶样(去中脉)加入10 ml提取液(丙酮:乙醇:水=5:4:1), 浸提至组织块变白;

2) 叶片面积用剪纸称重法;

3) 电解质渗透率: 用10 ml双蒸水浸泡剪成1 cm长、0.5 cm宽(叶片较小, 难打成圆孔)的叶片4小时后测值, 随后再煮沸10分钟, 再测值。

2 结果

2.1 盐度对无瓣海桑幼苗存活率的影响

无瓣海桑经培养100 d后, 随盐度的提高, 幼苗成活率在盐度0‰~25‰以内变化不大, 在盐度0‰~10‰范围内为100.0%, 盐度15‰~25‰为93.3%。盐度超过25‰成活率急剧下降, 盐度30‰、35‰、40‰时的成活率分别为53.3%、60.0%和33.3%, 在盐度50‰时成活率为0, 这表明高盐度(25‰以上)对其生长有不利的影响(图1)。总体上幼苗成活率随盐度提高而下降, 盐度和幼苗成活率呈二次负相关。因此无瓣海桑幼苗最适栽培盐度为25‰以下。

2.2 盐度对无瓣海桑幼苗叶片生长的影响

在培养100 d后, 随盐度的提高, 幼苗长叶数有一逐步递减过程, 对照组(0‰)长叶数最多, 100 d内平均每苗长叶7.5片, 而盐度40‰只有3.5片, 下降了53.3%(表1)。从表1还可看出就叶面积和第一对叶片长×宽来说, 存在一个明显的低盐(0‰~10‰)促进和高盐(15‰~40‰)抑制现象。在盐度0‰~10‰之间, 幼苗单叶面积从 1.38 cm²/叶提高到 1.77 cm²/叶, 提高了22%, 然后随盐度提高, 叶面积逐步降低。第一对叶片长×宽也在盐度10‰处达到最大, 盐度40‰时平均单叶面积和第一对叶片长×宽分别比对照组(0‰)低26.1%、14.8%和17.5%。这表明低盐(≤10‰)对无瓣海桑幼苗叶片的生长具有一定的促进作用。

随基质盐度提高, 叶片肉质化程度下降。对照组(0%) 具有最大叶片肉质化程度(多汁度) 0.182 g/cm^2 , 而盐度 30% 时叶片肉质化程度(多汁度) 为 0.072 g/cm^2 , 下降了 60% (表 1)

表 1 盐度对无瓣海桑幼苗叶片生长的影响(100 d)

Table 1 Influence of salinity on the leaf growth of *S. apetala* seedlings (100 days)

盐度 salinity (%)	叶生长数(片) The number of leaf	叶片面积 Leaf area (cm^2)	第一对叶片长×宽 Length×width of the first pair of leaf (cm)	叶片肉质化程度 Leaf succulence (g/cm^2)
0	7.5 ± 1.5	1.38	$2.02 \pm 0.30 \times 0.80 \pm 0.088$	0.182
5	6.5 ± 1.7	1.73	$2.24 \pm 0.20 \times 0.86 \pm 0.082$	0.172
10	6.9 ± 1.0	1.77	$2.43 \pm 0.20 \times 0.89 \pm 0.078$	0.100
15	6.2 ± 0.6	1.45	$2.03 \pm 0.28 \times 0.79 \pm 0.069$	0.109
20	6.0 ± 0.5	1.32	$1.99 \pm 0.22 \times 0.73 \pm 0.080$	0.102
25	5.1 ± 0.5	1.23	$1.96 \pm 0.13 \times 0.70 \pm 0.075$	0.098
30	4.8 ± 0.9	1.22	$1.90 \pm 0.17 \times 0.72 \pm 0.087$	0.072
35	4.0 ± 0.0	1.06	$1.72 \pm 0.18 \times 0.70 \pm 0.067$	-
40	3.5 ± 0.5	1.02	$1.72 \pm 0.10 \times 0.66 \pm 0.072$	-

2.3 盐度对无瓣海桑幼苗茎生长的影响

随基质盐度提高, 无瓣海桑幼苗茎的长度下降(图 2)。对照组(盐度 0%) 茎长具有最大值 4.40 cm, 而盐度 40% 时只有 2.03 cm, 下降了 53.9%, 高盐度显著抑制了茎的生长。统计分析表明, 茎长和基质盐度呈极显著负相关($r = -0.9419, p < 0.01$)。

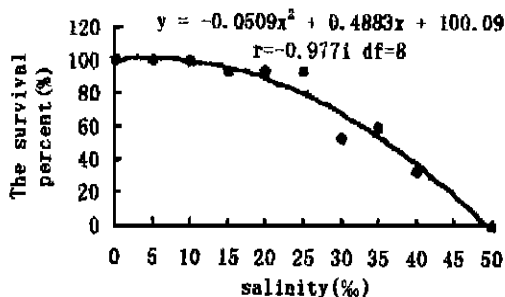


图 1 盐度对无瓣海桑幼苗成活率的影响
Fig. 1 Influence of salinity on the survival percent of *Sonneratia apetala* seedlings

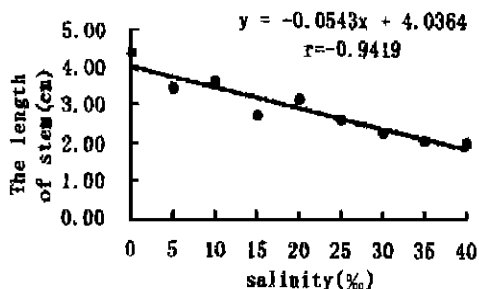


图 2 盐度对无瓣海桑幼苗茎生长的影响
Fig. 2 Influence of salinity on the stem growth of *Sonneratia apetala* seedlings

2.4 盐度对无瓣海桑幼苗鲜重的影响

随基质盐度提高, 无瓣海桑幼苗鲜重下降(图 3)。对照组(0%) 具有最大的植株鲜重 0.84 g, 而盐度 40% 只有 0.16 g, 降低了 80%, 高盐度对无瓣海桑幼苗生长的抑制非常明显。统计分析表明, 无瓣海桑幼苗鲜重和基质盐度呈极显著负相关($r = -0.9875, p < 0.01$)。

2.5 盐度对无瓣海桑幼苗根生长的影响

随盐度提高, 无瓣海桑幼苗根系鲜重下降(图 4)。对照(0%) 具有最大的根系鲜重 71 mg/株, 而盐度 40% 根系鲜重仅为 25 mg/株, 比对照(0%) 低 64.8%。统计分析表明, 根系鲜重和基质盐度呈极显著负相关($r = -0.8588, p < 0.01$)。

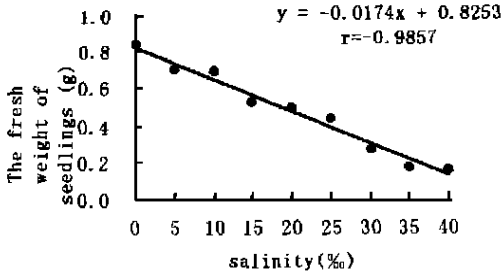


图3 盐度对无瓣海桑幼苗植株鲜重的影响
Fig. 3 Influence of salinity on the fresh weight of *Sonneratia apetala* seedlings

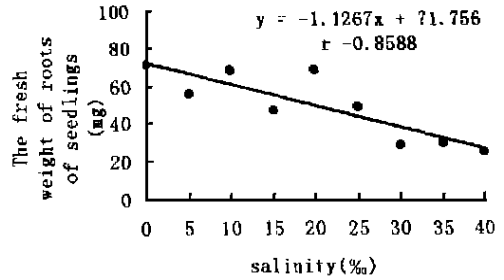


图4 盐度对无瓣海桑幼苗根系鲜重的影响
Fig. 4 Influence of salinity on the fresh weight of roots of *Sonneratia apetala* seedlings

2.6 盐度对无瓣海桑幼苗叶片相对电解质渗透率的影响

植物细胞膜起着调节控制细胞内外物质的交换作用(陈德海等, 1998)¹, 叶片相对电解质渗透率和植物细胞膜关系密切。盐度对无瓣海桑幼苗叶片细胞膜的破坏程度可以从叶片相对电解质渗透率中反映出来。图5表明, 随基质盐度的提高, 叶片相对电解质渗透率上升。统计分析表明, 叶片相对电解质渗透率与基质盐度呈极显著正相关($r = 0.9509$, $p < 0.01$)。

2.7 盐度对无瓣海桑幼苗叶片叶绿素含量的影响

叶绿素 a (Chla) 和叶绿素 b (Chlb) 分别是高等植物光合作用的主要色素和辅助色素, 其含量在一定程度上体现了植物光合能力的大小(林鹏, 1997)。从图6中可以看出, 在盐度40%时具有最大含量的叶绿素 a、叶绿素 b 和总量(C_T), 表现了盐度的正刺激效应, 这说明在一定范围内, 无瓣海桑幼苗光合能力可能随盐度提高而提高, 是一种抗盐的生理表现。但是在低盐度(5%~15%)范围内, 盐度与叶绿素含量有一个低谷现象, 这和盐度与叶面积变化正相反, 可能与叶面积扩大, 单位叶重的叶绿素含量下降有关。

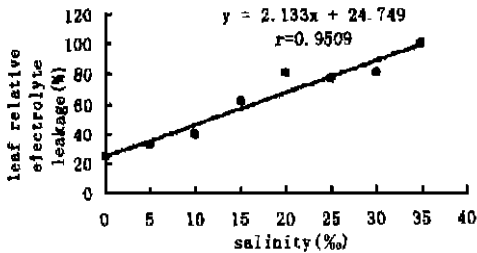


图5 盐度对无瓣海桑叶片相对电解质渗透率的影响
Fig. 5 Influence of salinity on leaf relative electrolyte leakage of *Sonneratia apetala* seedlings

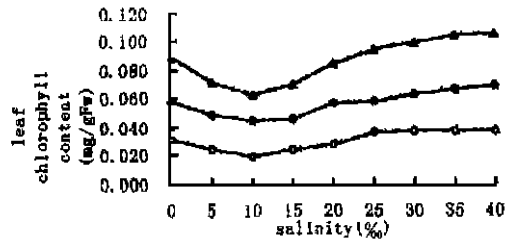


图6 盐度对无瓣海桑叶片叶绿素含量的影响
Fig. 6 Influence of salinity on leaf chlorophyll content of *Sonneratia apetala* seedlings
▲—Chla+ Chlb ●—Chla ○—Chlb

3 讨论

3.1 盐度对无瓣海桑幼苗生长的影响

基质盐度对无瓣海桑幼苗生长的影响在叶面积、第一对叶片长×宽方面存在着一个低盐促进、高盐抑制的现象,这与对其它红树植物桐花树(*Aegiceras corniculatum*)(Clarke, 1970)、红海榄(*Rhizophora stylosa*)(Clough, 1984)、木榄(*Bruguiera gymnorrhiza*)(王文卿和林鹏, 1999)的研究发现低盐促进生长和高盐抑制生长的现象类似,但是在长叶速率、茎长、植株鲜重、主根长、根系重量等方面,均在对照(0%)时达到最大。盐度对细胞膜的破坏程度(叶片相对电解质渗透率)在对照(0%)时最小。这表明盐度的存在抑制了无瓣海桑的生长。这与Downton(1982)发现白骨壤幼苗在培养初期以不加NaCl的培养者生长最快一致,但与他认为其随时间延长叶片及顶芽生长严重不良则不同。

3.2 无瓣海桑对盐胁迫的适应

叶绿素含量在一定程度上体现了高等植物光合能力的大小,在高盐度范围内(20%以上),无瓣海桑幼苗叶片的Chla、Chlb和总量均比对照(0%)有所提高,这是无瓣海桑幼苗对高盐胁迫的一种适应生理表现。虽然低盐范围(0%~15%)内Chla、Chlb和总量有所下降,但是通过增加单叶面积的方式,可以弥补单位面积叶片净光合能力的下降。

在实验中发现,低盐度下(0%~25%)无瓣海桑幼苗的侧根数目远远多于高盐度(30%~40%)的侧根数目,低盐度下(0%~25%)侧根不仅多而且较长,而高盐度(30%~40%)下侧根则少又短,说明高盐度抑制侧根生长。这与高浓度的盐分趋向于使根系的伸长减速或阻止其伸长,使其成熟过程加快的说法(Kamer, 1983)是一致的。

结论:无瓣海桑的育苗工作必须在低盐度(0%~25%)下进行,在25%以上其生长受到严重抑制。

参 考 文 献

- 王文卿, 林鹏, 1999. 盐度对红树植物木榄生长的影响. 厦门大学学报(自然科学版), 38(2): 273~279
- 王淑元, 郑德璋, 1992. 中国红树林技术考察组赴孟加拉国考察情况的汇报. 国外考察报告汇编. 哈尔滨: 东北林业大学出版社
- 华东师范大学生物系, 1980. 植物生理学实验指导. 北京: 人民教育出版社, 68~70
- 李云, 郑德璋, 廖宝文, 郑松发, 陈相如, 1995. 无瓣海桑引种育苗试验. 林业科技通讯, 5: 21~22
- 李云, 郑德璋, 陈焕雄, 廖宝文, 郑松发, 陈相如, 1997. 无瓣海桑引种的初步研究. 见黄玉山, 谭凤仪主编. 广东红树林研究论文选集. 广州: 华南理工大学出版社, 487~493
- 陈福明, 陈顺伟, 1984. 混合液法测定叶绿素含量的研究. 林业科技通讯, 4: 4~8
- 林鹏, 1990. 红树林研究论文集(第一集). 厦门: 厦门大学出版社, 63~64
- 林鹏, 1997. 中国红树林生态系. 北京: 科学出版社, 293
- Clarke L D, Hraaon N J. 1970. The mangrove swamp and salt marsh communities of the Sydney district. ④ Plant growth in relation to salinity and waterlogging. *Journal of Ecology*, 58: 351~357
- Clough B F, 1984. Growth and salt balance of the mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 11: 419~430
- Downton W J S, 1982. Growth and osmotic relations of the mangrove *Avicennia marina* as influenced by salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 9: 519~528
- Kamer P J, 1983. Water Relation of plants. New York, Academic Press, 214~216