

文章编号: 1001-1498(2010)03-0387-06

淡水培养对桐花树幼苗生长发育的影响

刁俊明¹, 邹嫣婷¹, 陈桂珠^{2*}

(1. 嘉应学院生命科学学院, 广东 梅州 514015; 2. 中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275)

摘要: 在广东梅州实验地全光照条件下用恒定淹水位淡水培养处理红树植物桐花树幼苗 1 年, 以人工海水(盐度 $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 为对照, 研究了淡水培养对桐花树幼苗生长发育的影响。结果表明: 淡水组幼苗的茎高、基径、胚轴直径等指标显著低于人工海水组, 而叶片数则极显著低于人工海水组, 在胚轴高、分枝数、叶长、叶宽、叶长/叶宽、根长、根径、根数等指标上差异不显著; 淡水组的叶面积比人工海水组大 18.11%, 差异显著。180 天时, 淡水组植株的根、茎、叶的生物量及总生物量与人工海水组的相比没有显著差异, 但分别比人工海水组低 12.50%、18.40%、16.48%、16.32%, 两组植株的根、茎、叶生物量的大小均为: 茎 > 叶 > 根; 360 天时, 2 组植株的根、茎、叶的生物量及总生物量间差异不显著, 但淡水组比人工海水组分别低 33.88%、17.48%、28.30%、26.51%, 两组植株的根、茎、叶生物量的大小均为: 叶 > 茎 > 根。种植 1 年后, 两组桐花树幼苗的存活率都达 90% 以上, 部分植株有花蕾出现且开花, 其中, 人工海水组植株先出现花蕾, 而淡水组植株相对迟 25 天出现花蕾, 但淡水组出现花蕾的株数比人工海水组多 33.82%。由此可见, 淡水对桐花树幼苗大部分形态指标均有显著影响, 但桐花树幼苗可以正常生长, 且能够开花, 表明桐花树对淡水环境具有较强的适应性。

关键词: 红树植物; 桐花树; 淡水培养; 生长发育

中图分类号: S722.3 Q945.1

文献标识码: A

Effect of Fresh Water Cultivation on the Growth and Development of *Aegiceras corniculatum* Seedlings

DIAO Jun-ming¹, ZOU Yan-ping¹, CHEN Gui-zhu²

(1. College of Life Science, Jiaying University, Meizhou 514015, Guangdong, China;

2. School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, Guangdong, China)

Abstract: Using artificial sea water ($8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ in salinity) as control treatment, the *Aegiceras corniculatum* seedlings were cultivated in fresh water with constant water level under full sun light for one year in Meizhou city, Guangdong to investigate the effect of fresh water on the growth and development of *Aegiceras corniculatum* seedlings. The result showed that the stem height, stem diameter, plumular axis diameter of the fresh water groups were significantly lower than those of the artificial sea water group, and the number of leaves of the fresh water groups were extra significantly less than that of the artificial sea water group; whereas no significant difference existed between two groups in such indexes as the plumular axis height, number of stem branches, leaf length, leaf width, ratio of leaf length to width, root length, root diameter and the number of roots cultivation; but the leaf area of the fresh water treatment was 18.11% higher than that of the artificial sea treatment, the differences had reached statistically significant level. At the 180th day, although the dry weight of root, stem and leaf and the total dry weight of fresh water treatment were respectively 12.50%, 18.40%, 16.48% and 16.32% lower than those of the artificial sea treatment, the differences had not reached statistically significant level; and both treatments demonstrated a trend of stem > leaf > root in

收稿日期: 2009-08-28

基金项目: 联合国环境规划署/全球环境基金“扭转南中国海及泰国湾环境退化趋势”项目(GF/2730-02-4340); 广东省科技计划项目“红树植物的生态应用和技术开发及其环境适应的研究”(2009198)

作者简介: 刁俊明(1958—), 男, 广东兴宁人, 副教授, 主要从事植物生理生态学研究。

* 通讯作者: chenguizhu@yeah.net

biomass; At the 360th day, although the dry weight of root, stem and leaf and the total dry weight of fresh water treatment were respectively 33.88%, 17.48%, 28.30% and 26.51% lower than those of the artificial sea treatment, the differences had not reached statistically significant level; and both treatments demonstrated a trend of leaf > stem > root in biomass. The 1-year-old seedling survival rates of both treatments were above 90%, and the seedlings in both treatments were able to flower, while the flowering date in fresh water treatment was 25 days later than the artificial sea treatment, but the former had 33.82% more flowering plants than that of the artificial treatment. In a conclusion, *Aegiceras corniculatum* seedlings could normally grow and flower in fresh water, although most of their morphological characteristics were significantly affected by fresh water.

Key words: mangrove plant; *Aegiceras comiculatum*; fresh water cultivation; growth and development

桐花树 (*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco) 属较耐低温、广布的红树植物,能形成单种群落或作为其他红树植物乔木种的下层灌木,适于河口滩涂种植^[1]。为了充分发挥红树林的生态效益,扩大其应用范围,在梅州山区对红树林植物进行淡水引种试验。目前,对桐花树的研究主要集中在人工造林技术、生理特性、化学成分和遗传特性及重金属富集能力等方面^[2-8],在淡水驯化研究方面,仅限于成活率和生物量的测量^[9]。本文开展淡水培养对桐花树幼苗生长发育影响的研究,旨在为引种桐花树至淡水生境,扩大应用范围,提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

2007年10月20日,采集广东省汕头市澳头红树林区桐花树母树周围的2月龄幼苗,选取株高9~10 cm,节数1~2个,叶片数2~3片的幼苗为试验材料。

1.2 试验方法

试验在广东省梅州市嘉应学院生命科学学院实验楼简易种植大棚中进行。桐花树幼苗种植在规格15 cm内装淡水鱼塘底泥土的营养袋中,每袋种植2株幼苗,营养袋放置于80 cm × 30 cm × 20 cm的塑料箱中培养,每箱20个营养袋,共40株。设置淡水和人工海水(盐度8 g · kg⁻¹)培养2种处理,每处理5箱,各200株幼苗。水位高度在培养基质表面上5 cm。在晴天的每天傍晚用喷雾器喷水1次;每隔数天补充自来水使淹水高度保持一致。人工海水浓度

每60 d调整1次,保持一致。在全光照自然条件下培养桐花树幼苗1年。

1.3 指标测定方法

试验前(0天),随机选取桐花树幼苗10株,分别测定茎高、基径、胚轴高和胚轴直径。

试验开始后,定期测定如下指标:

每30天测定淡水和人工海水组各10株固定样树的茎高、基径、胚轴高、胚轴直径、叶片数、分枝数;在2处理组中分别随机选取10株幼苗,采用剪纸法测定3片叶片的叶面积、叶片的长、宽和叶长/叶宽。

360天后,在2处理组中分别随机选取10株幼苗测定根长、根径和根数。

植株生物量的测定:在180天和360天时,在2处理组中分别随机选取10株幼苗测定根、茎、叶的干质量及总干质量,观察植株生物量结构的变化情况。

每30天记录1次幼苗存活株数和死亡株数及死亡症状等,并计算存活率。观察记录桐花树的开花情况等。

1.4 数据统计分析

采用SPSS13.0软件分析数据,单因素分析法分析组间差异性。

2 结果与分析

2.1 淡水培养对桐花树幼苗茎生长的影响

由表1可见:实验1年后,淡水组植株的茎高、基径年增量均比人工海水组的低,分别低27.81%和22.73%,淡水组与人工海水组间差异极显著。

表1 2种处理下桐花树幼苗茎高、基径年增长量

处理	茎高/cm			基径/cm		
	实验前	实验后	年增量	实验前	实验后	年增量
人工海水组	2.48 ± 0.51a	32.25 ± 2.82a	29.77 ± 2.72a	0.36 ± 0.05a	1.02 ± 0.05a	0.66 ± 0.05a
淡水组	3.22 ± 0.99a	24.71 ± 2.93b	21.49 ± 2.95b	0.35 ± 0.04a	0.86 ± 0.05b	0.51 ± 0.03b

注:表中数据为平均值 ± 标准差,同列不同字母表示差异极显著($p < 0.01$)。

由图1可看出:从第180天(4月份)开始,2组桐花树幼苗的茎高生长开始加快,第300天(8月份)生长量达最大,茎高月均生长量一直到第360天(10月份)时都维持在较高水平;而第30—60天(11—12月份)和第90—150天(1—3月份)2组植株的茎高月均生长量都较低且相差不大,可能是因为这150天(5个月)气温较低,茎高的生长相对较慢。从图1还可看出:第180—240天(4—6月份)淡水组植株茎高的月均生长量较平稳,随着处理时间的延长,淡水组植株茎高的月均生长量低于人工海水组。

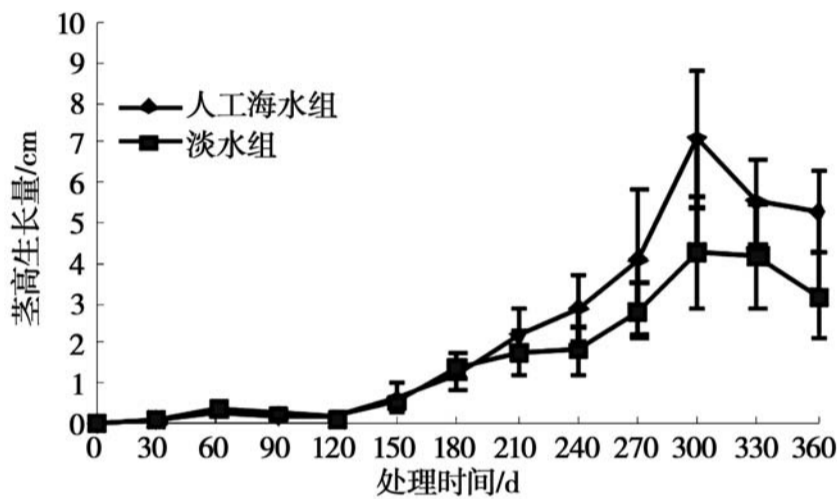


图1 2种处理对桐花树幼苗茎高生长的影响

由图2可见:随着处理时间的延长,2组植株基径生长量均呈先升后降的趋势。淡水组与人工海水

组表现一致,第300天(8月份)时基径生长量达到最高,然后逐渐下降;前120天(4个月),淡水组与人工海水组植株基径月均生长量相差不大,后240天(8个月),淡水组植株基径月均生长量比人工海水组低。

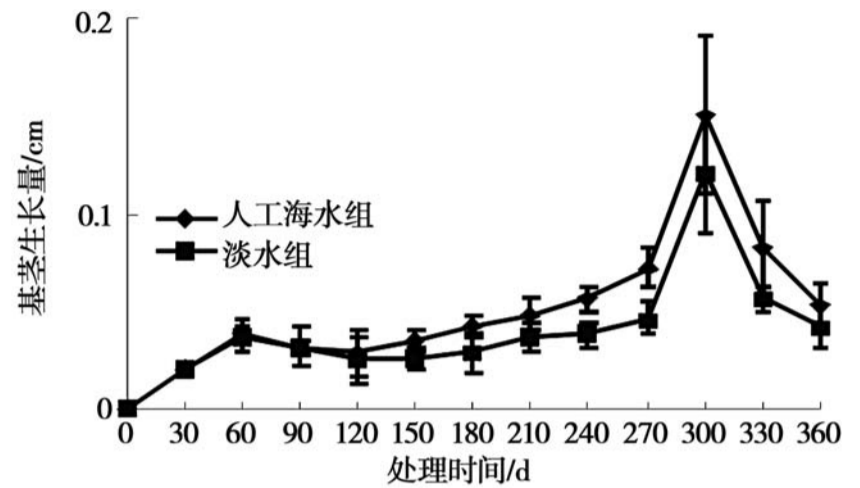


图2 2种处理对桐花树幼苗基径生长的影响

2.2 淡水培养对桐花树幼苗胚轴生长的影响

由表2可见:实验1年后,2组植株的胚轴高年增量均很小,即在整個实验过程中,2组植株的胚轴高变化不明显,2处理间差异不显著,但淡水组比人工海水组低31.25%;而淡水组植株的胚轴直径年增量比人工海水组的低17.33%,差异极显著。这说明,在淡水条件下,桐花树幼苗的胚轴直径有所增加,但生长速率较慢。

表2 2种处理下桐花树幼苗胚轴高、胚轴直径年增长率

处理	胚轴高/cm			胚轴直径/cm		
	实验前	实验后	年增量	实验前	实验后	年增量
人工海水组	6.35 ±0.97a	6.51 ±1.03a	0.16 ±0.06a	0.47 ±0.04a	1.23 ±0.08a	0.75 ±0.07a
淡水组	6.12 ±1.50a	6.23 ±1.41a	0.11 ±0.05a	0.44 ±0.03a	1.06 ±0.10b	0.62 ±0.10b

注:表中数据为平均值±标准差,同列不同字母表示差异极显著($p < 0.01$)。

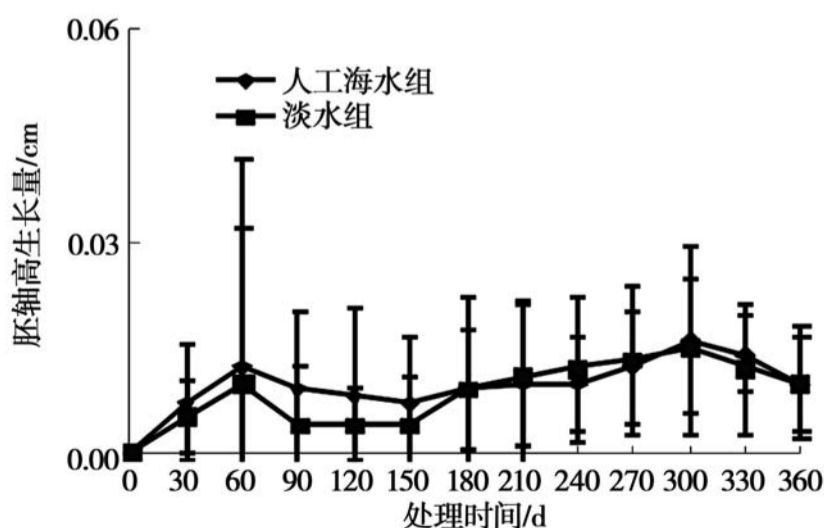


图3 2种处理对桐花树幼苗胚轴高生长的影响

由图3可知:1年中2组植株的胚轴高生长量都维持在较低水平。第300天(8月份)时胚轴高生长量达到最大,然后逐渐下降;而第30天(11月份)和第90—150天(1—3月份)2组植株的胚轴高月均生

长量更低,这可能是因为第30天(11月份)桐花树幼苗刚移植,而第90、120、150天(1、2、3月)气温较低,所以胚轴高生长更慢。从图3中还可见:前150天(5个月),淡水组植株的胚轴高月均生长量比人工海水组的低,第210—270天(5—7月份)稍高于人工海水组,第300—330天(8—9月份)则又低于人工海水组。

由图4可见:2组桐花树幼苗的胚轴直径生长过程大致相同。第300—360天(8—10月份)2组植株胚轴直径月均生长量相对较大,而第120—150天(2—3月份)2组植株胚轴直径月均生长量相对较低,可能因为第120—150天(2—3月份)气温较低,胚轴直径生长较慢。在整个实验过程中,淡水组植株的胚轴直径月均生长量一直低于人工海水组。

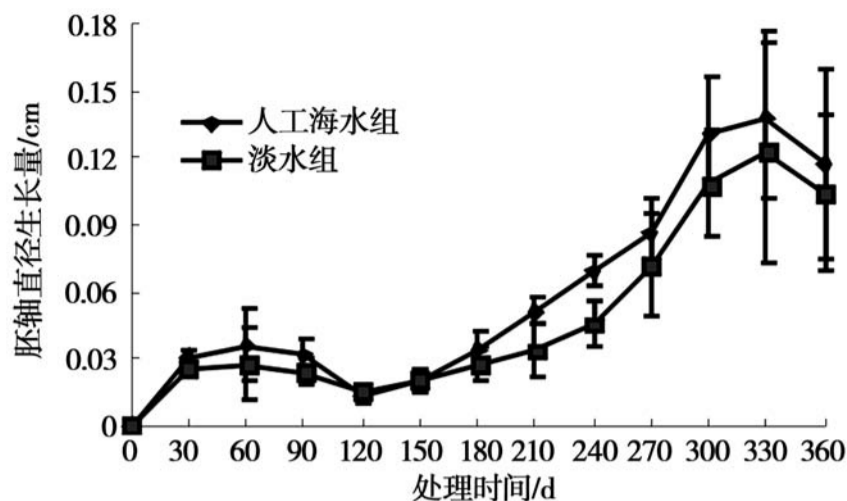


图4 2种处理对桐花树幼苗胚轴直径生长的影响

表3 2种处理培养桐花树1年后幼苗的分枝数、叶片数和叶片大小

处理	平均每株分枝数/条	平均每株叶片数/片	叶长/cm	叶宽/cm	叶长/叶宽	叶面积/cm ²
人工海水组	16.80 ±3.16a	100.20 ±12.35A	7.23 ±1.02a	3.40 ±0.06a	2.13 ±0.28a	15.96 ±0.69a
淡水组	14.10 ±4.18a	75.90 ±22.23B	6.82 ±0.50a	3.46 ±0.45a	1.98 ±0.16a	18.85 ±1.09b

注:表中数据为平均值 ±标准差,同列不同大写字母表示差异极显著($p < 0.01$),不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$)。

2.4 淡水培养对桐花树幼苗根生长的影响

由表4可看出:淡水组植株的主根长、直径和根数与人工海水组的相比没有显著差异,但分别比人工海水组低11.90%、5.00%、6.84%。总的来看,淡水组植株的根系没有人工海水组植株的发达。

表4 2种处理培养桐花树1年后幼苗的根生长情况

处理	主根长/cm	主根直径/cm	根数/条
人工海水组	17.64 ±1.44a	0.40 ±0.10a	47.50 ±7.71a
淡水组	15.54 ±1.59a	0.38 ±0.06a	44.25 ±7.00a

注:表中数据为平均值 ±标准差,同列相同字母表示差异不显著($p > 0.01$)。

2.5 淡水培养对桐花树幼苗生物量结构的影响

从表5可看出:处理180天时,淡水组植株根、茎、叶的生物量及总生物量与人工海水组的差异均不显著,但分别比人工海水组低12.50%、18.40%、16.48%和16.32%。处理360天后,淡水组植株根、茎、叶的生物量及总生物量与人工海水组的差异也不显著,但分别比人工海水组低33.88%、17.48%、28.30%和26.51%。从表5还看出:处理180天时,两组植株根、茎、叶生物量的大小均为茎>叶>根;而处理360天时,2组植株根、茎、叶生物量的大小均为叶>茎>根。

2.6 淡水培养对桐花树幼苗存活率的影响

由表6可见:在塑料箱中培养1年,2组桐花树幼苗的存活率都达90%以上,并且2组植株的存活率相差不大。可见,淡水处理对桐花树的存活率没有影响,桐花树对淡水环境有较强的适应能力。

2.3 淡水培养对桐花树幼苗分枝数、叶片数和叶片大小的影响

从表3可知:两组植株的平均每株分枝数、叶长、叶宽及叶长/叶宽差异不显著($p > 0.05$)。淡水组平均每株分枝数、叶长和叶长/叶宽分别比人工海水组低16.07%、5.67%和7.04%,而淡水组叶宽则比人工海水组高1.76%;淡水组平均每株叶片数比人工海水组低24.25%,差异极显著;两组植株的叶面积存在显著差异,淡水组叶面积比人工海水组的高18.11%。

表5 2种处理下桐花树幼苗单株的根、茎、叶的生物量及总生物量

处理时间/d	处理	根生物量/g	茎生物量/g	叶生物量/g	总生物量/g
180	人工海水组	0.72 ±0.35a	1.25 ±0.60a	0.91 ±0.48a	2.88 ±0.95a
	淡水组	0.63 ±0.08a	1.02 ±0.15a	0.76 ±0.07a	2.41 ±0.52a
360	人工海水组	6.11 ±1.69a	6.75 ±4.08a	8.87 ±2.89a	21.73 ±8.47a
	淡水组	4.04 ±0.72a	5.57 ±0.56a	6.36 ±1.34a	15.97 ±2.10a

注:表中数据为平均值 ±标准差,同列相同字母表示差异不显著($p > 0.01$)。

表6 2种处理培养桐花树1年后幼苗的存活率

处理	存活率/%				
	150 d	180 d	210 d	330 d	360 d
人工海水组	96.43	92.86	91.87	90.88	90.88
淡水组	95.41	92.47	91.58	90.84	90.84

2.7 淡水培养对桐花树幼苗开花的影响

2种处理培养桐花树1年后,发现桐花树部分植株有花蕾出现,并且能够开花,其中人工海水组植株先出现花蕾,淡水组植株相对迟25天出现花蕾。据统计,桐花树幼苗种植360天,淡水组出现花蕾的株数占44.93%,而人工海水组出现花蕾的株数占11.11%,即淡水组出现花蕾的植株比人工海水组多33.82%,这说明桐花树在淡水中具有较高的开花率。

3 结果与讨论

任延丽^[10]研究表明:3种红树植物海桑(*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.)、桐花树和木榄(*Bru-guiera gymnorhiza* (L.) Lamk.)全年的生理生态特征的变化规律基本相似,4—10月生长较快,大部分

生理指标维持在高水平,1—3月和11—12月由于温度较低,生长比较慢,大部分生理指标处于较低水平,本实验结果与此结果相似。本研究显示:在1年的生长过程中,2种处理的桐花树幼苗在1—3月份生长较慢,大部分形态指标处于较低水平;从4月份开始至10月份,桐花树幼苗表现出了较强的生长趋势,大部分形态指标维持在较高水平。

一般认为,红树植物的生长发育需要一定的盐度条件^[11-12]。桐花树在幼苗生长过程中,其胚轴高出地面且与茎的区别较明显^[13]。淡水处理桐花树幼苗的茎高、基径和胚轴直径极显著低于人工海水组,生长状况较差。张宜辉^[14]研究表明,在盐度 $10 \sim 25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 下最适合桐花树幼苗的生长。本试验处理的盐度为 $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,较接近桐花树生长的适合盐度,长势好于淡水组。淡水组植株的胚轴高与人工海水组的差异不显著,且2组植株胚轴高的生长量都很小。这与梁士楚^[13]的研究结果一致,即胚轴在幼苗的生长发育过程中生长相对缓慢,主要起固着和支持的作用,长度大小主要取决于其在胎生苗成熟时的伸长长度。

雷安平等^[15]研究表明,淡水条件下,秋茄(*Kandelia candel*(L.) Druce)胚轴的发根数偏少,每株仅15根,而在不同盐度处理下发根数为18~20根,本实验结果与这一结论相似。本实验中,淡水条件下桐花树幼苗的平均每株根数为44根,而在盐度 $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理时植株的平均每株根数为47根,二者没有显著差异。盐度 $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 处理时,桐花树幼苗主根的平均长度比淡水处理的长11.90%,但差异不显著。这主要是因为盐度对根的平均长度无明显影响,红树植物幼苗根的生长高度受胎生苗的固着深度和土壤理化性质的制约^[16]。

2种处理培养桐花树1年后,淡水组桐花树的平均每株叶片数比人工海水组的少,而叶面积则大于人工海水组。因为盐度对红树植物生长影响较大^[17-20],其中可减小叶片面积来减少红树植物对碳的吸收^[19-20],且红树植物不同种类间受影响的程度差异显著,所以,淡水组桐花树的叶面积比人工海水组的大。

在生物量结构中,处理180天时,2组桐花树茎的生物量最大,不同器官生物量的大小顺序均为茎>叶>根,这与梁士楚^[13]的研究结果有所不同;而处理360天时,2组桐花树叶的生物量最大,不同器官生物量的大小顺序为叶>茎>根,这与梁士楚^[13]

的研究结果一致。

2种处理培养桐花树1年后,2组桐花树的存活率都在90%以上,且淡水组和人工海水组植株的存活率变化趋势基本相同。幼龄时期的桐花树容易受到病虫害的威胁,尤其是蚜虫,从而影响植株的生长和存活。当幼苗稍大后,存活率基本稳定^[21]。

本实验结果显示:种植360天后,人工海水组植株先出现花蕾,淡水组植株相对迟25天出现花蕾,但淡水组出现花蕾的植株比人工海水组高33.82%。这是因为人工海水组植株的营养器官生长发育情况较好,有充足的物质基础,从而先出现花蕾;但是又因为人工海水组的某些植株的营养生长过于茂盛,营养物质消耗过多,影响了花蕾的生长发育,从而导致人工海水组开花株数减少。

林鹏^[22]认为海水不是红树林生长的必要条件,红树林可生长在盐度不同的各种滩面上,从完全盐水到完全淡水都能生长。本实验结果与之一致,即桐花树在淡水条件下也能正常生长。

综上所述,淡水对桐花树幼苗大部分形态指标均有显著影响,但桐花树幼苗可以在恒定淡水淹水位的条件下正常生长,且能够开花,表明桐花树对淡水环境具有较强的适应性,且具有极强的忍耐淡水淹没能力。本研究继续进行可为内陆淡水引种红树植物桐花树,扩大其生态应用范围,提供科学依据。

参考文献:

- [1] 缪绅裕,陈桂珠,李海生.红树林植物桐花树和白骨壤及其湿地系统[M].广州:中山大学出版社,2007:13-89
- [2] 廖宝文,郑德璋,郑松发,等.红树植物桐花树育苗造林技术的研究[J].林业科学研究,1998,11(5):474-480
- [3] 刘亚云,孙红斌,陈桂珠.氯联苯对桐花树幼苗生长及膜保护酶系统的影响[J].应用生态学报,2007,18(1):123-128
- [4] 王继栋,董美玲,张文,等.红树林植物桐花树的化学成分[J].中国天然药物,2006,4(4):275-277
- [5] 宋文东,王浩,张夏娟.气相色谱-质谱测定红树植物桐花树叶中的挥发油和脂肪酸的组成[J].分析实验室,2007,26(增刊):353-356
- [6] 梁山,周仁超,董穗穗,等.红树植物的盐适应性及其进化的研究进展[J].科学通报,2008,53(8):856-871
- [7] 李海生.红树植物桐花树遗传多样性研究进展[J].广东教育学院学报,2007,27(5):66-70
- [8] 章金鸿,李玫,潘南明.深圳福田红树林对重金属Cu、Pb、Zn、Cd的吸收、累积与循环[J].云南环境科学,2000,19(增刊):53-56
- [9] 贺健,陈桂珠,罗航.四种红树林植物的淡水驯化实验[J].生态科学,1999,18(3):12-15
- [10] 任延丽.人工湿地中三种红树植物生理生态特性研究[D].广

- 州: 华南师范大学, 2005
- [11] Comer V J. Growth of grey mangrove(*Avicennia marina*) in nutrient culture[J] . *Biotropica*, 1969, 1(2) : 37 - 40
- [12] Downton W J S. Growth and osmotic relations of the mangrove *Avicennia marina*, as influenced by salinity[J] . *Aust J Plant Physiol*, 1982, 9: 519 - 528
- [13] 梁士楚. 广西英罗湾红树植物幼苗生长关系的研究[J] . 广西科学院学报, 1995, 11(3, 4) : 48 - 53
- [14] 张宜辉. 几种红树植物繁殖体发育和幼苗成长过程的生理生态学研究[D] . 福州: 厦门大学, 2003
- [15] 雷安平, 唐旭蔚. 不同盐度对红树林植物—秋茄的胚轴生长发育的影响[J] . 广西林业科学, 2004, 33(3) : 124 - 125
- [16] 莫竹承, 何斌源, 范航清. 抚育措施对红树植物幼苗生长的影响[J] . 广西科学, 1999, 6(3) : 231 - 234
- [17] Hwang Y H, Chen S C. Effects of ammonium, phosphate, and salinity on growth, gas exchange characteristics, and ionic contents of seedlings of mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce[J] . *Bot Bull Acad Sin*, 2001, 42: 131 - 139
- [18] Kao W Y, Tsai H C. The photosynthesis and chlorophyll a fluorescence in seedlings of *Kandelia candel* (L.) Druce grown under different nitrogen and NaCl controls[J] . *Photosynthetica*, 1999, 37: 405 - 412
- [19] Kao W Y, Tsai H C, Tsai T T. Effect of NaCl and nitrogen availability on growth and photosynthesis of seedlings of a mangrove species, *Kandelia candel* (L.) Druce [J] . *J Plant Physiol*, 2001, 158: 841 - 846
- [20] Romeroaranda R, Soria T, Cuartero J. Tomato plant water up take and plant water relationships under saline growth conditions[J] . *Plant Sci*, 2001, 160: 265 - 272
- [21] 咎启杰, 王勇军, 王伯荪, 等. 深圳福田 3 种红树植物引种的初步研究[J] . 广东林业科技, 2002, 18(4) : 26 - 31
- [22] 林 鹏. 中国红树林生态系[M] . 北京: 科学出版社, 1997: 14 - 19