

红树植物桐花树育苗造林技术的研究*

廖宝文 郑德璋 郑松发 李 云 王勇军 陈相如

摘要 据物候观测,桐花树隐胎生胚轴最佳采摘在海南(琼山)为8月中旬,廉江为8月下旬,深圳为9月上旬。催芽点播育苗比直接点播育苗成苗率可提高80.8%,容器袋填充基质以基质为最佳。移栽大小灌丛,成活率均可达100%。由于受风浪冲击的影响,选择规划造林地时,首先应确定当地的宜林滩涂高程,深圳湾宜林滩涂高程应高于潮高基准面的1.42 m,且土质较为硬实。造林初植密度以0.5 m × 1 m 或1 m × 1 m 适当密植为宜。桐花树具有极强的忍耐海水淹没能力,可持续淹没多年而不死。

关键词 红树植物桐花树 胚轴采收 育苗 宜林滩涂高程 耐淹没能力 造林

桐花树[*Aegiceras urniculatum* (L.) Blanco] 为红树林树种中的广布种之一。广布于亚洲至大洋洲热带海岸^[1], 在我国的海南、广东、广西、福建和台湾均有分布。然而目前有关育苗造林技术的研究仍未见有专门报道。“八五”期间我们对其物候规律、育苗和造林技术进行了研究,现将有关试验结果总结如下。

1 试验地概况

试验地主要设在深圳市福田国家级自然保护区(22°32' N, 114°03' E)。土壤理化性状:有机质为22.3 g/kg,速效N为49.5 mg/kg,速效P为50.9 mg/kg,速效K为951.2 mg/kg,土壤含盐量2.1%;颗粒组成:> 0.25 mm 为6.31%, 0.25~0.01 mm 为24.87%, < 0.01 mm 为67.35%。为掌握桐花树在各地的开花结实规律,还在海南省琼山市东寨港国家级自然保护区(19°56' N, 110°34' E)和广东省廉江市湛江红树林省级自然保护区(21°30' N, 109°41' E)进行了物候观测。各试验点自然概况见表1。

表1 试验区概况

地点	年均温度 ()	1月平均气温 ()	年日照时数 (h)	年降雨量 (mm)	平均海水盐度 (‰)	潮汐类型 ^①	平均潮差 (m)	pH	土质
海南	23.8	17.2	2 240	1 685	21.9	半日潮	1.10	7.2	
廉江	22.8	15.2	1 884	1 757	25.5	全日潮	2.45	7.3	
深圳	22.0	14.1	2 209	1 927	< 15.0	半日潮	1.36	7.6	淤粘

①3个地点均为不规则潮汐。

1997—10—17收稿。

廖宝文助理研究员,郑德璋,郑松发,李云(中国林业科学研究院热带林业研究所 广州 510520);王勇军,陈相如(深圳福田国家级自然保护区)。

* 本文属“八五”国家攻关专题“红树林主要树种造林和经营技术研究”的部分内容。

2 试验内容与方法

2.1 隐胎生胚轴采收期的确定

采用编制物候表的方法确定各地胚轴最佳采收日期。各试验点分别选择3株健壮、无伤害,而且开花两年以上的树木作物候观测对象^[2],每月上、中、下旬各观测1次,连续3 a。

2.2 育苗试验

采用催芽点播入袋育苗和直接点播入袋育苗对比试验,育苗容器采用10 cm × 16 cm 四周有孔的塑料袋,内填基质选用如下3种。基质 : 30% 海滩细沙+ 70% 海滩淤泥; 基质 : 100% 海滩细沙; 基质 : 全部采用海滩淤泥。

催芽点播: 把成熟新鲜胚轴放入竹笋内(可自然形成阴暗面),置于涨潮时海水可以泡到的海滩上,5~6 d 胚轴开始萌动时,即把原来连蒂的一端(根萌动端)插入营养袋[基质 (下同)]内,每袋2条,种实的一半留在土面上。

直接点播: 把成熟新鲜胚根直接插入营养袋内,每袋2条,种实约一半留在土面上。然后置于海滩苗圃内培育。

2.3 造林试验与潮水深度测量

采用裂区试验设计,安排3个潮浸深度(主区)和4种密度(副区),3次重复(每小区600 m²)进行种植试验。用绑有小玻璃瓶的标杆测定潮水深度。

2.4 试验观测与数据处理

造林试验的每重复各小区固定30株样树,半年至一年调查一次树高、地径及成活率或保存率。数据采用 STATGRAPHICS 软件进行计算机统计分析,成活率和保存率均用 $\arcsin \sqrt{x}$ 变换后,再进行方差分析。

3 结果与分析

3.1 物候规律与胚轴采收期的确定

为及时采收成熟健壮胚轴,需开展红树植物开花结实规律的研究^[3]。3个试验点桐花树周期性生长发育过程见表2。桐花树在同一时期亦有几个类型物候相的重叠。海南东寨港桐花树的开花结实规律为:9月花蕾,11月始花,3月盛花,4月初果,7月中旬开始成熟,8月中下旬脱落;廉江点的胚轴脱落期比海南点推迟10~15 d,深圳点的纬度比廉江点的纬度高,物候相应推迟10~15 d,可见桐花树在3个点的物候差异比秋茄[*Kandelia candel* (L.) Druce] 在3个点的物候差异小^[4]。采摘胚轴最好在胚轴脱落的初期进行,此时胚轴成熟粗壮,且容易催芽生

表2 桐花树在不同试验区的物候期

地 点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下	上中下
	a a a b b b	a a a b b b	a a a b b b c c c						a a a	a a a	a a a b b b	a a a b b b
海南琼山 (东寨港)				d d d e e e	d d d e e e f f f		f f f f					
								g g	g g h h			

(续表2)

地 点	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
廉江高桥 (英罗港)	a a a	a a a	a a a	b b b	b b b	b b	c c	d d d	e e	f f f	f f f	f f f	f f f	g g g	g g g	h	h	a a a	a a a	a a a	a a a	b b b	b b b	b b b	
	b b b	b b b	b b b	b b b	b b b	c c c		e e	e e	f f f	f f f	f f f		g g g	h	h									
深圳福田 (深圳湾)	a a a	a a a	a a a	b b b	b b b	b b b	c c c	d d d	e e	e e	f f f	f f f	f f f			g g g	g g g	h	h	a a a	a a a	a a a	a a a	b b b	b b b
	b b b	b b b	b b b	b b b	b b b	c c c		e e	e e	f f f	f f f	f f f			g g g	h	h								

注: a——花蕾期; b——始花期; c——盛花期; d——花末期; e——初果期; f——盛果期; g——果成熟期; h——果脱落期。

根。因此, 采摘胚轴时间, 海南宜安排在8月中旬, 廉江8月下旬, 深圳9月上旬。选择发育良好的母树采集胚轴。成熟胚轴特征: 呈月牙形, 长4~5 cm, 粗0.5~0.7 cm, 为一种皮包裹, 种皮呈红黄色, 剥开种皮后种胚呈绿色, 光滑, 前端有一缢小处, 无缢端(种柄端)向地性。平均每条胚轴鲜重1.1~1.25 g。

3.2 育苗试验

3.2.1 不同点播方式育苗 表3方差分析结果显示, 从母树上采摘成熟胚轴, 直接点播入袋与催芽5~6 d后再点播入袋, 两种方式育苗结果差异甚大, 前者成苗率达83.4%, 而后者成苗率仅有2.6%, 这是因为桐花树胚轴短小、光滑, 直接插入营养袋内极易被浪潮漂走, 催芽5~6 d胚轴可伸长12.2%~19.0%, 胚根已处于萌发状态, 插入营养袋后即发根固定。

表3 不同点播方式容器育苗效果

处 理	项 目	重 复				平均	F 值	F _{α(1,2)}
		1	2	3	4			
直接点播	点播袋数	500	500	500	500	500	1 000* *	F _{0.01(1,2)} = 98.5
	发芽成苗袋数	12	11	16	13	13		F _{0.01(1,2)} = 18.5
	成苗率(%)	2.4	2.2	3.2	2.6	2.6 b		
催芽点播	点播袋数	500	500	500	500	500		
	发芽成苗袋数	424	400	427	417	417		
	成苗率(%)	84.8	80.0	85.4	83.4	83.4 a		

注: * * 表示差异极显著, 同列数字后英文字母不同者表示差异显著(下同)。

3.2.2 不同培养基质育苗效果 表4方差分析结果表明, 3种基质8个月的成苗率差异达极显著, 基质 成苗率最高, 达83.4%, 比基质 、 分别提高30.1%和19.4%; 苗高(20.1 cm)亦比基质 、 高出16.4%和5.9%。这主要与3种基质的质地和营养有关, 基质 只是细沙, 缺乏营养, 基质 又过于淤粘, 透气性差, 基质 的透气性及养分含量比较适宜, 有利于幼苗生长。利用基质 成功地育苗35 000株, 出圃时(培育12个月后)的成苗率达82.3%, 平均苗高27 cm, 地径0.6 cm。

3.3 造林试验

3.3.1 桐花树对海水长期淹没的适应能力 红树林大多分布于潮间带^[1], 因此涨潮时红树林

表4 催芽后不同基质容器育苗试验

培养基质	重 复	点播袋数	发芽成苗袋数	成苗率(%)	8个月苗高(cm)
		500	424	84.8	20.4
		500	400	80.0	20.7
		500	427	85.4	19.2
	平均	500	417	83.4 a	20.1 a
		300	160	53.3	16.8
		300	167	55.7	17.0
		300	153	51.0	16.6
	平均	300	160	53.3 c	16.8 b
		300	190	63.3	18.3
		300	186	62.0	19.5
		300	198	66.0	19.9
	平均	300	192	64.0 b	19.2 a
F 值				80.425**	16.329**

注: $F_{0.05(2,4)} = 6.94$, $F_{0.01(2,4)} = 18.0$ 。同列数字后英文字母相同者,表示差异不显著(下同)。

浸入水中,退潮时则露出地面为红树林生长所必须。目前有关红树植物对海水长期淹浸的生长表现却无人报道。为此,我们对深圳湾1994年下半年因填海造路围垦的部分红树林(大潮时海水可溢进,因围垦海水在退潮时无法退出,导致红树林长期淹浸),进行生长适应能力调查,结果见表5。几种红树植物连续浸水1 a后死亡率差异达极显著,木榄[*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam.]死亡率最高,达81%,桐花树死亡率为0,各树种死亡率顺序为:木榄>秋茄>白骨壤[*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.]>桐花树,与我国红树林生态系列基本相符^[1]。但连续淹浸2 a后,木榄、秋茄和白骨壤大树、小树和小苗均全部死亡,桐花树生长正常,仍可开花结实。为进一步弄清桐花树适应浸水深度的能力,用70~80 cm高,地径3.5~5.0 cm的盆栽树分组放入不同水深的池塘内,结果表明,树体2/3浸入水中的,2个月月开始死亡;树体1/2

表5 几种红树植物对围垦后长期浸水适应能力的调查

样方号	树 种	H (cm)	D ₀ (cm)	水 深 (cm)	调查株数	连续浸水1a后		连续浸水2a后	
						死亡率(%)	F 值	死亡率(%)	F 值
	桐花树	159.0	5.16	10~50	10	0		0	
	秋 茄	159.3	6.6	10~50	28	71		100	
	白骨壤	162.5	5.0	25~50	4	25		100	
	木 榄	93.3	3.3	5~26	9	89		100	
	桐花树	120.0	4.98	10~35	3	0		0	
	秋 茄	125.0	5.2	25~40	15	53		100	
	白骨壤	160.0	5.96	45	2	50		100	
	木 榄	90.0	2.9	15~35	4	75		100	
	桐花树	112.5	3.6	20~25	6	0		0	
	秋 茄	93.4	3.4	10~30	45	84		100	
	白骨壤	162.0	6.82	15~30	5	20		100	
	木 榄	87.0	3.1	15~20	5	80		100	
平 均	桐花树	130.5	4.05	13~37	6.3	0 d		0	
	秋 茄	125.9	5.1	15~40	29.3	70 b	22.5**	100 a	1 000**
	白骨壤	161.5	6.03	28~42	3.7	32 c		100 a	
	木 榄	90.1	3.1	12~27	6.0	81 a		100 a	

注: $F_{0.01(3,6)} = 9.78$ 。

浸入水中的, 2个月内仍未发现死亡(后来未作); 树体1/3浸入水中的, 连续浸水3 a仍正常生长。

桐花树忍耐浸水能力高, 可能与其树干、树枝及树叶中存在大量皮孔, 在缺氧生境条件下, 利用这些皮孔进行气体交换有关, 具体机理仍有待进一步研究。

此外, 木榄、秋茄和白骨壤在淹浸过程中, 首先死亡的均为大树, 然后是中树、小树, 最后才是小苗, 与一般推理(大树抗逆性强, 小树差)恰好相反, 其奥秘仍待深入探讨。

3.3.2 桐花树根系特点与移栽试验 从表6可看出, 移植桐花树小植株、大植株, 半年成活率均达100%, 而移植秋茄小苗, 半年成活率仅为40%, 移植小树则全部死亡。原因与两树种的根系特点有关(表7), 桐花树根系分布较浅, 质地较坚硬, 细根、须根很多, 且集中于根桩周围, 移

表6 桐花树与秋茄海滩移植对比试验

(单位: cm)

树种	树高	地径	冠幅	移植株数	6个月成活率(%)	移植时间(年-月)
桐花树	70~90	2.7	50~60	42	100	1993-05
	100~130	6.9	90~100	30	100	
秋茄	60~80	2.1	50~60	30	40	1993-05
	120~150	5.4	130~160	40	0	

表7 桐花树与秋茄的根系生长比较

(单位: cm)

树种	H	D ₀	冠幅	根幅	根深	一级根(条)	二级根(条)	三级根(条)	根系质地
桐花树	82	4.5	50×55	60×70	9~11	172	1100	多	较坚硬
秋茄	85	2.3	40×45	25×28	30~35	11	88	少	海绵状

表8 不同潮浸深度带、各种栽植密度桐花树造林试验结果比较

项目	树龄(a)	水深带	密度(m)					F值	F _α
			0.5×1	1×1	1.5×1.5	2×2	平均		
成活率(%)	0.5	A	93.3	89.3	96.0	88.0	91.7	$F_W = 0.529^{NS}$	水深(w): $F_{0.05(2, 6)} = 5.14$ $F_{0.01(2, 6)} = 10.90$ 密度(d):
		B	93.3	89.3	97.3	92.0	93.0	$F_d = 1.638^{NS}$	
		C	97.3	96.0	92.0	90.7	94.0	$F_{w*d} = 0.852^{NS}$	
		平均	94.6	91.5	95.1	90.2	92.9		
保存率(%)	3	A	60.0	49.6	53.1	57.7	55.1 a	$F_w = 11.754^{**}$	$F_{0.05(3, 24)} = 2.51$ $D_{0.01(3, 24)} = 3.61$ 水深×密度(w*d)
		B	43.8	40.8	32.3	42.6	39.8 ab	$F_d = 1.087^{NS}$	
		C	24.7	28.8	20.8	34.7	27.3 b	$F_{w*d} = 0.310^{NS}$	
		平均	42.8	39.7	35.4	45.0	40.7		
树高(cm)	3	A	63.1	58.9	57.2	55.6	58.7	$F_W = 3.140^{NS}$	$F_{0.05(6, 24)} = 2.51$ $F_{0.01(6, 24)} = 3.67$
		B	60.6	58.5	52.2	57.2	57.1	$F_d = 2.402^{NS}$	
		C	65.2	62.2	57.7	66.2	62.8	$F_{w*d} = 0.499^{NS}$	
		平均	63.0	59.9	55.7	59.7	59.5		
地径(cm)	3	A	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	$F_W = 0.135^{NS}$	
		B	1.6	1.6	1.4	1.7	1.6	$F_d = 0.645^{NS}$	
		C	1.4	1.7	1.4	1.6	1.5	$F_{w*d} = 0.315^{NS}$	
		平均	1.6	1.6	1.4	1.6	1.6		

注: 各潮浸深度带潮汐基面高程: A带154~163 cm, B带142~148 cm, C带115~122 cm。其中, 潮高基面(深圳赤湾)在平均海面下152 cm^[5], 桐花树天然林高程162~250 cm。

栽时根系破坏少; 秋茄的根系则大部分为粗长松软的海绵状根, 细根和根毛极少, 移植时挖断了粗长的海绵状根, 几乎就破坏了整个根系。

3.3.3 不同潮浸深度地段造林效果与宜林滩涂高程的确定 表8方差分析结果表明, 桐花树在不同潮浸深度带间的半年造林成活率(91.7% ~ 94.0%) 差异不显著, 说明周期性潮汐淹浸深度对桐花树的成活率影响不明显。3 a 造林保存率方差分析结果, A、B、C 3条潮浸深度带间的保存率分别为55.1%、39.8%和27.3%, 差异达极显著, 随着潮浸深度的增加, 保存率愈低。这主要是随着桐花幼树生长, 地上部分枝叶逐渐增多, 挡风阻浪的接触面也逐渐增大, 而桐花树根系分布较浅, 加上林地土壤松软, 易被风浪推倒, 甚至连根冲脱。从树高、地径方差分析结果看, 3条潮浸深度带间的差异均不显著, 这与桐花树忍耐潮水深度能力甚强有关。

桐花树半年成活率、3 a 保存率、树高及地径在各种栽植密度间以及密度与潮浸深度的交互作用, 均未达到显著差异。考虑到桐花树保存率不高及促进早日郁闭成林, 初植密度以 $0.5\text{ m} \times 1\text{ m}$ 为宜。A、B带均可进行人工栽植, C带因保存率过低, 不宜种植。因此, 在深圳湾选择桐花树造林地时, 该林地滩涂潮汐基准面高程应大于142 cm, 即不低于平均海面以下10 cm。

4 结语与讨论

(1) 桐花树隐胎生胚轴成熟期依地理位置、气候条件的不同而有所差异, 纬度低成熟早, 反之则迟。胚轴采收以其脱落的初期为最佳, 海南(琼山)、廉江、深圳的胚轴最佳采收期分别为8月中旬、8月下旬和9月上旬。

(2) 桐花树胚轴短小、光滑, 直接插入海滩苗圃易被浪潮漂走。育苗前应先催芽(海水浸泡5 ~ 6 d), 待胚根萌发时(此时胚轴亦伸长12.2% ~ 19.0%) 再点播入袋, 成苗率可达83.4%, 比直接点播的成苗率提高80.8%。

(3) 桐花树育苗宜采用容器袋育苗, 培养基质以30% 细沙+ 70% 海滩淤泥为最佳。

(4) 桐花树比其它红树植物种类忍耐海水淹浸能力强, 树体的1/3连续浸入水中达3 a 仍可正常生长。为将来把红树林引入静水区(库区) 造林提供了新线索。

(5) 桐花树根系具有分布较浅、细根须根极多、集中于根桩周围等特点, 人工移栽效果很好, 移栽大小植株成活率均达100%, 由于受风浪冲击的影响, 桐花树在不同潮浸深度带间的3 a 造林保存率差异极显著。因此规划造林地时首先应确定当地的宜林滩涂高程。深圳湾的桐花树宜林滩涂高程应高于潮高基准面的142 cm, 即不低于平均海面以下10 cm。

(6) 由于海滩造林地生境条件恶劣, 造林保存率低, 初植应适当密植, 以 $0.5\text{ m} \times 1\text{ m}$ 或 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 较为合适。3 a 内保存率低于80%的应进行补植。

参 考 文 献

- 1 林鹏. 红树林. 北京: 海洋出版社, 1984.
- 2 邹效孟. 农业物候学. 北京: 农业出版社, 1983. 91 ~ 95.
- 3 FAO. Mangrove forest management guidelines. Rome, 1994. 160 ~ 181.
- 4 廖宝文, 郑德璋, 郑松发, 等. 红树植物秋茄造林技术的研究. 林业科学研究, 1996, 9(6): 586 ~ 592.
- 5 海洋科技情报所编. 1993年潮汐表. 北京: 海洋出版社, 1992. (3): 100 ~ 111.
- 6 上海水产学院编. 海洋学. 北京: 农业出版社, 1995. 111 ~ 137.

The Studies on Seedling Nursery and Afforestation Techniques of *Aegiceras corniculatum* of Mangroves

Liao Baowen Zheng Dezhang Zheng Songfa
Li Yun Wang Yongjun Chen Xiangru

Abstract The paper deals with propagule collection, seedling nursery and afforestation technique of *Aegiceras corniculatum*. The best season for propagule collection in Hainan, Liangjiang and Shenzhen is in the middle ten days, the last ten days of August and the first ten days of September respectively. The survival rate of seedlings is the spot sowing of promoting sprout was 80.0% higher than that in the directing spot sowing. Substrate I was the best one among substrates in the container. The survival rate can reach to 100% for transplanting with small and big shrubs. The mudflat height suitable for growing trees must be first selected carefully, because the growth of seedlings and young trees is greatly affected by the tide. The mudflat height suitable to planting is above 1.42 m of the tide datum plane, and the soil must be relatively hard. The space of initial plantation should be 0.5 m × 1.0 m or 1.0 m × 1.0 m. *A. corniculatum* have a high tolerance of tide inundation and can normally grow under the staying inundation of sea water for several years.

Key words *Aegiceras corniculatum* of mangrove propagule collection seedling nursery mudflat height suitable to planting tolerance of inundation afforestation

Liao Baowen, Assistant Professor, Zheng Dezhang, Zheng Songfa, Li Yun (The Research Institute of Tropical Forestry, CAF Guangzhou 510520); Wang Yongjun, Chen Xiangru (The National Nature Reserve of Futian, Shengzhen).