

# 12年生湿地松、火炬松种源试验\*

宋云民 潘志刚

**摘要** 对我国12年生火炬松、湿地松7个试验点(3个气候带)种源及树种对比试验进行了分析。结果表明火炬松种源间差异显著,种源与地点交互显著,但交互方差较小。根据种源的生长(高、径)和适应性(保存率、抗病虫害、耐寒等)选出L-9、6、10火炬松优良种源。这些种源均产自美国东南沿海,最适宜在我国中亚热带发展,其次为南亚热带;北卡州及内陆种源L-2、5、6生长快且较耐寒,适宜在北亚热带种植。湿地松种源间差异较小,呈随机变异,种源与地点交互不显著,适宜在我国南、中亚热带发展。其优良种源产自佐治亚州南部及佛罗里达州北部中心产区。两种国外松均应在400m以下低丘、岗地及沿海砂地发展。马尾松可在亚热带400~500m以上山地发展。

**关键词** 火炬松、湿地松、种源试验

湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)、火炬松(*P. taeda* L.)原产美国东南部,为美国南方松中最重要的速生用材树种。它生长迅速,适应性广,容易育苗造林。湿地松不仅可以造纸,还能提供优质松脂。这两种国外松在世界亚热带及部分热带高海拔地区广为种植。我国引种湿地松、火炬松已有50余年历史,据1992年底不完全统计,湿地松、火炬松在我国12个省(区)造林面积达150万hm<sup>2</sup>,其中湿地松占80%,火炬松占20%。作为树种及种源选择具有十分重要的意义<sup>[1,2]</sup>。

系统地开展湿地松、火炬松种源试验在我国始于1981年,当时列为林业部重点课题,由中国林科院林业所组织南方7个试验点参加。本文仅报道7个试验点12年生种源林试验结果。

## 1 试验设计及种源说明

1981年进行湿地松、火炬松全分布区种源试验,试验采用随机区组设计。9株/小区,6次重复,株行距2.5m×3m。试验采取树种与种源对比同时进行,即产自美国10个州的火炬松天然林10个种源,与我国福建南屿林场产的种子,对照树种有产自佛罗里达州的湿地松(S-8)

表1 种源试验地概况 (1981年)

地 点	纬度 (°N)	经度 (°E)	海拔高 (m)	年均温 (°C)	年降水 (mm)	无霜期 (d)	地 形	土 壤
广西大青山实验局	21.9	106.7	370	21.65	1 526	250	丘陵,SE	红壤,土层80cm厚,pH4.8~5.5
福建南屿林场	26.1	119.3	500	19.5	1 370	310	低山,W	20~25°,红壤,土层80cm厚,pH5.0
江西大岗山实验局	27.8	114.0	160	17.5	1 610	276	低山20°	板页岩发育的红壤,土层1m厚
四川泸县玉蝉试验站	29.2	105.4	480	17.1	1 115	356	丘陵,15°,SW	黄壤,土层60cm厚,pH5.1
浙江富阳亚林所	30.1	119.0	160~270	15.5	1 550	220	低丘,25~30°	红黄壤,土层80cm厚,pH4.5
南京老山林场	32.1	118.6	130	15.2	1 000	223	丘陵	黄棕壤,土层1m厚,pH6
河南鸡公山林场	31.8	114.1	350	15.0	1 100	231	低山,SW,25°	黄棕壤,土层50cm厚,pH5.6~6.0

1994-05-04 收稿。

宋云民助理研究员,潘志刚(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091)。

\* 本研究为1981年林业部重点课题。参试7个单位有黄镜光、詹福兴、刘昭息、陈天庆、李忠杰、李江南、戴天树、余金柱等同志参加。

和当地马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.);湿地松共 10 个种源,其中 8 个产自美国,另加上我国福建南屿林场及广东台山红岭种子园的湿地松,对照树种有阿肯色州的火炬松(L-3)及当地马尾松。7 个试验地概况见表 1,种源概况见表 2。

表 2 种源概况

树 种	种 源	产 地	纬度 (°N)	经度 (°W)	年均温 (°C)	年降水 (mm)
火炬松	L-1	新肯特,佛吉尼亚 New Kent, VA	37.5	77.0	13.8	1 019.8
	L-2	帕可塔克,北卡 Pasquotank, NC	36.3	76.2	16.4	1 333.5
	L-3	蒙特墨瑞,阿肯色 Montgomery, AR	34.0	94.0	16.5	1 371.9
	L-4	奇克稍,密西西比 Chickasaw, MS	33.9	89.0	18.0	1 290.8
	L-5	塔拉的加,阿拉巴马 Talladega, AL	33.0	87.5	16.9	1 325.9
	L-6	卡尔斯顿,南卡 Charleston, SC	33.1	79.5	18.4	1 222.8
	L-7	比博,佐治亚 Bibb, GA	32.8	83.7	18.9	1 176.3
	L-8	缺尼特,德克萨斯 Trinity, TX	31.0	95.0	18.7	1 227.3
	L-9	纳索,佛罗里达 Nassau, FL	30.8	81.8	20.7	1 322.8
	L-10	利文斯通,路易斯安那 Livingston, LA	30.58	90.9	20.6	1 515.1
	L-11	福建南屿林场	26.8	119.4(E)	19.5	1 370.4
S-8(CK)	泰勒,佛罗里达 Taylor, FL	30.0	83.5	20.2	1 420.0	
M(CK)	当地马尾松					
湿地松	S-1	佐治城,南卡 Georgetown, SC	33.43	79.32	17.5	1 151.4
	S-2	伯克莱,佐治亚 Bleckley, GA	32.5	83.4	18.8	1 232.4
	S-3	伯克莱,佐治亚 Bleckley, GA	32.5	83.4	18.8	1 232.4
	S-4	莫别尔,阿拉巴马 Mobile, AL	31.0	88.0	19.6	1 623.6
	S-5	哈里森,路易斯安那 Harrison, MS	30.83	89.0	20.1	1 423.2
	S-6	塔梅,路易斯安那 Tammany, LA	30.60	90.2	20.4	1 515.1
	S-7	考尔赫,佛罗里达 Calhoun, FL	30.32	85.0	20.4	1 423.2
	S-8	泰勒,佛罗里达 Taylor, FL	30.0	83.6	21.2	1 310.1
	S-9	福建南屿林场	26.8	119.4 E	19.5	1 370.4
	S-10	广东台山种子园	22.2	112.8 E	21.8	1 940.0
L-3(CK)	蒙特墨瑞,阿肯色 Montgomery, AR	34.0	94.0	16.5	1 371.9	
M(CK)	当地马尾松					

## 2 结果分析

### 2.1 火炬松

7 个试验点 12 年生火炬松种源的生长及保存率见表 3。火炬松不同种源间生长(高、胸径)存在着显著差异。在南亚热带广西凭祥大青山实验局试验点,产自佛罗里达州 L-9 明显超过其它火炬松种源及对照种马尾松和湿地松;在中亚热带福建南屿林场 500 m 试验点,火炬松种源感枯梢病 57%~100%,而对照马尾松则未感病,说明在 500 m 处因山地湿度大,日照少已不适合发展火炬松,在中亚热带其它 3 个试验点火炬松较优良种源为 L-9、6,均产自美国东南沿海,在四川玉蝉试验点火炬松 L-10、7 也表现良好,即生长快且保存率高,这包括美国著名火炬松利文斯通种源(L-10)及佐治亚内陆种源(L-7);在北亚热带靠沿海的南京老山林场,东南沿海种源 L-9、6 生长快、保存率高,在较北的河南鸡公山林场,因该处位于 31.8° N,年平均温度 15 °C,火炬松南部种源因不抗寒而保存率较低(46%),产自北卡罗来纳州(36.3° N)L-

2 及内陆种源(L-5)生长较好且保存率高。

表3 火炬松不同种源生长及保存率

种源号	大青山实验局(广西)			南屿林场(福建)			大岗山实验局(江西)			玉麟试验站(四川)		
	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)
L-1	7.4 ab	11.4 b	97	7.7	15.8	97	7.2 abc	12.7 ab	99	10.2 cde	15.1 bcd	98
L-2	7.7 ab	11.4 b	97	7.6	17.7	86	7.5 ab	12.9 ab	98	11.2 ab	16.4 abcd	98
L-3	7.7 ab	11.3 b	84	7.3	15.2	79	6.8 c	11.7 b	96	10.0 ed	15.0 cd	98
L-4	7.6 ab	11.3b	97	7.8	15.2	87	7.1 abc	12.9 ab	98	10.1 e	14.9 d	98
L-5	7.2 b	10.8 b	91	7.5	16.5	88	7.1 bc	13.1 a	98	10.6 bcde	16.0 abcd	98
L-6	8.6 ab	12.6 b	94	7.4	16.3	94	7.3 abc	13.2 a	98	11.0 abc	16.0 abcd	98
L-7	7.5 ab	11.4 b	90	7.4	16.2	90	7.4 abc	13.2 a	97	11.1 abc	16.9 a	98
L-8	8.0 ab	11.1 b	90	7.9	17.7	76	7.4 abc	13.0 ab	98	11.3 ab	16.5 abcd	97
L-9	9.2 a	16.4 a	71	7.5	16.4	89	7.3 abc	13.1 a	98	11.7 a	17.6 a	97
L-10	8.7 ab	12.6 b	88	7.3	15.9	80	7.6 ab	13.1 ab	98	11.8 a	16.9 a	98
L-11	7.9 ab	12.4 b	97	7.6	14.9	87	7.7 a	13.1 ab	98	11.2 ab	16.2 abcd	98
S-8	9.1	12.2		7.6	14.8	88	7.1	13.0		10.0	14.6	
M	8.3	12.9		7.9	15.9	90	5.4	8.0		8.1	13.7	

种源号	亚林所(浙江)			老山林场(江苏)			鸡松山林场(河南)		
	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)
L-1	5.6	10.3	86	5.8 bcde	14.0 abcd	96	6.3 a	13.2 ab	83
L-2	6.0	10.7	88	6.2 abcde	14.5 abcd	96	6.5 a	15.7 a	98
L-3	5.6	9.9	94	5.6 e	13.2 d	96	6.1 a	15.3 ab	98
L-4	6.0	11.1	81	5.7 de	13.8 abcd	98	6.1 a	14.1 ab	94
L-5	5.8	10.8	78	6.0 abcde	13.5 bed	98	6.6 a	15.8 a	98
L-6	6.1	11.4	83	6.6 ab	15.7 abc	98	6.3 a	15.4 a	89
L-7	5.8	11.0	84	6.1 abcde	13.4 cd	98	5.7 ab	14.1 ab	83
L-8	6.0	10.2	76	6.0 abcde	14.7 abcd	98	6.6 a	15.2 ab	89
L-9	5.9	11.4	82	6.2 abcde	15.6 abc	98	5.1 b	13.1 b	46
L-10	6.2	10.3	75	6.7 a	16.1 a	98	6.2 a	15.0 ab	89
L-11	6.2	10.3	88	5.7 cde	13.9 a	96	6.2 a	15.1 ab	78
S-8	5.8	10.0	83	5.6	12.2		5.0	12.9	
M	4.5	7.6	7.0	4.4	8.8		3.2	6.4	

火炬松种源(树高与胸径)与地点互作(表4)虽呈极显著,但地点的方差变异占94.5%~98%,种源的方差变异占1.2%~3.5%,种源与地点互作的方差变异仅占0.8%~2.0%,即可选出共同优良火炬松种源。

表4 火炬松种源(树高、胸径)与地点互作

变异来源	自由度	树高离差平方和	均方	F	胸径离差平方和	均方	F
地点	6	1 529.894 5	254.982 4	296.55**	1 953.421 9	325.570 3	69.15**
种源	10	30.939 5	3.093 9	3.60**	120.343 8	12.034 4	2.56*
地点×种源	60	51.589 8	0.859 8	1.86**	282.476 6	4.707 9	1.85**
机误	429	198.056 6	0.461 7		1 088.921 9	2.538 3	
总和	505	1 810.480 5			3 445.164 1		

火炬松与对照种马尾松及湿地松对比试验表明,在南、中亚热带海拔400~500 m处,主要发展马尾松,在中亚热带低丘、岗地可发展火炬松与湿地松,这两种国外松生长、抗性均超过

当地马尾松。在北亚热带低丘、岗地,火炬松生长明显超过湿地松及马尾松,故发展应以火炬松为主,这也是火炬松在我国最适宜发展的地区<sup>[1,3,4]</sup>。

## 2.2 湿地松

7个试验点12年生湿地松种源的生长及保存率见表5。湿地松不同种源间生长大多不显著,这与在原产地分布较狭且无形成地理小种有关。

12年生湿地松种源(树高及胸径)与地点互作不显著(表6),这与湿地松种源间的变异不大有关。

湿地松与对照种马尾松、火炬松试验表明,在亚热带400~500 m处应发展马尾松,而不宜发展湿地松,如福建南屿林场在500 m处湿地松种源试验林,湿地松不同种源感枯梢病达67%~100%,而对照种马尾松未感病,火炬松感病率也达57%。在中亚热带3个试验点湿地松平均种源材积比对照种产自阿肯色州(L-3)的火炬松高,更超过当地马尾松。其优良种源主要来自湿地松中心产区,即S-2、8,佐治亚州南部及佛罗里达州北部,其次为S-6。在北亚热带靠沿海试验点南京老山林场,湿地松优良种源为S-2,从树种对比试验,在北亚热带更适宜发展火炬松,因湿地松在北亚热带易受雪压、雪折,且生长也不如火炬松<sup>[5]</sup>。

表5 湿地松不同种源生长及保存率

种源号	大青山实验局			南屿林场			大岗山实验局			玉蝉试验站			亚林所			老山林场			鸡公山林场		
	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)	H (m)	D <sub>1.3</sub> (cm)	保存 (%)
S-1	8.4 ab	11.4	97	6.3	13.5	84	7.3	13.4	99	9.5 abc	13.6	98	5.8	12.1	95	4.9	11.7	92	4.6	12.4	89
S-2	8.5 ab	11.0	97	6.8	12.9	85	8.2	15.1	98	9.8 a	13.8	98	6.0	12.6	80	5.4	13.0	94	5.1	13.0	89
S-3	7.1 b	10.0	84	6.5	13.7	88	7.3	12.9	96	9.4 abc	13.7	98	5.7	11.2	76	5.0	11.5	89	4.3	10.5	56
S-4	8.5 ab	11.8	97	6.9	13.7	76	7.3	13.7	96	9.6 abc	13.6	96	5.9	12.3	93	4.7	11.1	92	4.6	11.9	78
S-5	7.7 ab	11.0	91	6.9	13.2	75	7.6	14.5	95	9.1 bc	12.9	98	5.9	11.9	91	5.1	12.4	91	5.1	12.4	83
S-6	7.9 ab	11.1	94	7.5	14.8	82	7.6	14.0	97	9.3 abc	13.3	96	6.4	13.3	89	5.1	12.2	94	5.7	13.9	94
S-7	7.8 ab	10.4	90	6.6	12.9	83	7.5	13.3	98	8.9 c	12.4	98	6.2	12.4	87	5.1	12.1	87	4.6	11.9	61
S-8	8.2 ab	10.6	90	6.4	13.2	86	7.5	13.8	96	9.9 a	14.3	97	6.1	12.6	91	5.2	12.4	94	5.2	12.9	89
S-9	8.6 a	11.5	71	6.6	12.4	78	7.4	13.8	98	9.4 abc	13.2	97	5.7	11.5	84	5.2	11.5	94	4.9	11.8	94
S-10	8.1 ab	11.6	88	6.3	12.9	80	7.2	13.3	98	9.4 abc	14.2	98				5.0	12.5	92	4.7	12.3	78
L-3	7.2	10.1	97	6.5	14.5	88	6.7	13.0	99	7.9	11.0	98	5.7	10.6	83	4.9	11.9	96	5.9	15.5	98
M	8.0	15.4		8.4	16.1	82	5.7	9.7		7.9	10.6		4.4	7.9	93	3.8	7.4		3.9	8.7	

表6 湿地松种源(树高及胸径)与地点互作

变异来源	自由度	树高离差平方和	均方	F	胸径离差平方和	均方	F
地点	6	1 007.560 5	167.926 8	385.81**	339.402 3	56.567 1	34.96**
种源	9	10.337 9	1.148 7	2.64*	48.097 7	5.344 2	3.30**
地点×种源	54	23.503 9	0.435 3	1.15	87.367 2	1.617 9	1.12
机误	314	119.134 8	0.379 4		451.582 0	1.438 2	
总和	383	1 160.537 1			926.449 2		

## 3 结论

(1)湿地松、火炬松种源试验中也包括树种对比试验,即均有当地马尾松作对照。7个试验点包括亚热带3个气候带及不同地理类型区。

(2)12年生火炬松种源试验表明种源间差异显著,种源与地点互作显著,但互作变异方差

较小。

(3)根据种源的生长(高、径)和适应性(保存率、抗病虫害、耐寒等),在我国中、南亚热带可选美国东南沿海的火炬松优良种源区,即南卡、佛罗里达、路易斯安那的利文斯通为优良种源;在北亚热带火炬松可选产自靠北的北卡及内陆优良种源。

(4)湿地松种源间变异较小,种源与地点互作不显著,这与在原产地分布较狭且未形成地理小种有关。湿地松种源呈随机变异。

(5)湿地松应在我国中、南亚热带低丘、低山、岗地及沿海发展,也是优良产松脂树种。其优良种源区为美国佐治亚州南部及佛罗里达州北部中心产区。

(6)树种对比试验表明在我国广大亚热带400 m以下低丘、岗地、沿海砂地可发展湿地松及火炬松,而在400~500 m以上山地应发展马尾松,马尾松在400 m以上山地生长其抗性(抗病虫害、耐寒)均超过这两种国外松。

### 参 考 文 献

- 1 潘志刚,游应天.湿地松、火炬松、加勒比松引种栽培.北京:北京科学技术出版社,1991.
- 2 Dorman K W, Squillace A E. Genetics & breeding of southern pines. Agriculture Handbook, 1974.
- 3 潘志刚.火炬松8年种源试验研究.林业科学研究,1989,2(6):540~545.
- 4 潘志刚,游应天主编.湿地松、火炬松种源试验研究.北京:北京科学技术出版社,1992.
- 5 潘志刚,郑勇奇.湿地松种源试验研究.林业科学研究,1990,3(4):314~322.

## Provenance Test of 12-year-old Slash and Loblolly Pine

*Song Yunmin Pan Zhigang*

**Abstract** Provenance test of 12-year-old slash and loblolly pine at 7 locations were conducted. Results indicate that there are significant variations among different provenances of loblolly pine as well as the interaction of provenance  $\times$  location, though the variance of the interaction is small. L-9, 6, 10 from the coastal plains of South Atlantic States and Gulf of Mexico (Livingston, Parish, LA) were selected as the superior seed sources for the central and southern subtropical region, according to the growth (height, dbh.) and adaptation (survival, pest and cold-resistance) of the provenance performance. L-2, 5, 6 from coastal plain of NC, SC and inland piedmont are fast growing and cold-resistant. They could be used for the cultivation in northern subtropical region.

There is less significant variation among the seed sources of slash pine and the interaction of provenance  $\times$  location is not significant. The superior seed sources of slash pine could be obtained from the central range of Southern Georgia and northern Florida.

Slash and loblolly pine should be cultivated below 400~500 m in the vast low hills and coastal plain of the subtropical regions. Native masson pine could be planted at the places where the elevation is higher than 400~500 m.

**Key words** loblolly pine, slash pine, provenance test