

文章编号: 1001-1498(2008)06-0842-05

三种相思树种的耐寒性评估

张卫华^{1,2}, 张方秋^{1*}, 徐大平², 张守攻³, 陈祖旭², 胡彩颜²

(1. 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520;
3. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要:采用电导法对南亚热带马占相思、大叶相思、厚荚相思的幼苗在树种和种源 2 个层次上的耐寒性进行了评估, 并进行了排序。结果表明: 在树种和种源层次上, 3 种相思耐寒性变异均达极显著差异; 马占相思的低温敏感区为 6, 大叶相思和厚荚相思的低温敏感区为 0~3; 最耐寒的马占相思种源是 17703, 大叶相思种源是 19244, 厚荚相思种源是 17562 和 16598。

关键词:马占相思; 大叶相思; 厚荚相思; 电导法; 耐寒性

中图分类号: S792.99 S722.3 **文献标识码:** A

Evaluation of Cold Tolerance of Three Acacia Species

ZHANG Wei-hua^{1,2}, ZHANG Fang-qiu¹, XU Da-ping², ZHANG Shou-gong³, CHEN Zu-xu², HU Cai-yan²

(1. Guangdong Research Institute of Forestry, Guangzhou 510520, Guangdong, China; 2. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China; 3. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China)

Abstract: This paper evaluated the ability of cold resistance of three *Acacia* species coming from south subtropical areas and sequenced the cold resistance of the provenances on the basis of electrical conductivity. The results showed that there was very significant difference for cold tolerance among the three *Acacia* species and their provenances. The sensitizing range of low temperature for *A. mangium* was 6, and 3-0 for *A. auriculiformis* and *A. crassicaarpa*. The strongest provenances of *A. mangium*, *A. auriculiformis* and *A. crassicaarpa* were 17703, 19244, 17562 or 16598.

Key words: *A. mangium*; *A. auriculiformis*; *A. crassicaarpa*; cold resistance; electrical conductivity

马占相思 (*Acacia mangium* Willd.)、大叶相思 (*A. auriculiformis* A. Cunn.)、厚荚相思 (*A. crassicaarpa* A. Cunn. et Benth.) 属含羞草科 (Mimosaceae) 金合欢属 (*Acacia* Mill.), 自然分布于澳大利亚昆士兰、巴布亚新几内亚及印度尼西亚等湿润热带地区。马占相思分布在 0°S ~ 19°S, 主要集中在 8° ~ 18° ~ 30°S, 一般在海拔 300 m 以下, 最高海拔达 800 m; 大叶相思分布在 5° ~ 17°S, 主要集中在 8° ~ 16°S, 海拔 0 ~ 100 m, 最高海拔 400 m; 厚荚相思主要分布在 8° ~ 20°S, 海拔 5 ~ 200 m, 最高海拔 450 m^[1]。自 20

世纪 60、70 年代引种以来, 已在我国大面积种植, 目前已成为我国热带和南亚热带速生丰产林的主要造林树种之一。马占相思以其突出的速生、改土及优质的纸浆性能居于首位, 大叶相思以其很强的适应性及优质的造纸、用材性能位居第二; 厚荚相思则以其特有耐旱性, 在水土严重流失地区的贫瘠立地, 也能迅速成林成材的特性居于第三, 且发展速度正在不断加快。

相思属树种推广地区以广东、广西等热带、亚热带地区为主, 一般气候较温暖, 和相思属树种的原栽

收稿日期: 2007-03-14

修回日期: 2008-03-24

基金项目: “948 引进国际创新项目“相思定向育种与新品系示范 (2001-C2)”

作者简介: 张卫华 (1977—), 女, 汉, 河北定兴, 助理研究员。

* 通讯作者

植地区环境相似,有利于其生长;但该地区 3~5 a 会产生一次寒潮,使相思属树种受到突然的寒流影响,产生大面积的枝叶变枯、出现斑点甚至死亡,形成灰黄色的受害层。这种突然的寒流对相思属树种的生长造成很大的影响,同时也使林业生产受到很大限制。因此,如何缓解相思属树种骤然受害的情况使其在华南地区快速推广成为急需解决的问题。

树种的抗寒性是长期系统生长发育形成的,具有相对的遗传稳定性。与农作物相比,林木抗寒性的研究起步较晚。20 世纪 60 年代以前基本限于一般的寒害调查,60 年代以后林木抗寒性研究才引起世界林学家的普遍重视^[2-3]。从 1939 年到现在的相思抗寒性研究,仅限于观察实证以及田间耐寒性调查及评估等方面,近年来进行了抗寒机理的部分研究:李永铸等^[4]用拉曼技术研究了低温胁迫及光胁迫条件下,高原植物绢毛相思 (*A. holosericea* A. Cunn. ex G. Don) PSII 反应中心的变化,所测得的拉曼谱表明,在低温胁迫条件下,光诱导的光抑制更为严重;李纪元等^[5]采用电导法并结合原产地气候因子多变量分析,对温带黑木相思、灰木相思幼林在树种和种源 2 个层次上的耐寒性变异进行了评价;孙清鹏等^[6]研究了低温胁迫对大叶相思和马占相思某

些生理特性的影响,低温处理后,大叶相思和马占相思叶片中可溶性糖含量、可溶性蛋白质和游离脯氨酸含量均发生明显变化,并提出相对电导率是最具说服力的抗寒性生理指标,其次是可溶性糖;詹福建等^[7]、巫光宏等^[8-9]以马占相思 QLD19835 家系为材料研究了低温胁迫对其代谢的影响,但未见有关厚荚相思方面的报道。孙清鹏^[10]在其硕士论文中经过相思耐寒性指标的测定,筛选出相对电导率是适于相思属树种的具有说服力的测定指标。本试验通过人工模拟低温环境对 3 个树种 2 个层次上进行生理测定,因侧重于多个树种的多个种源进行大样本测定,故本论文多方查阅资料,采用具有普遍性的电导法来研究三种相思苗期的耐寒性,以期初步为华南地区选育一批速生、优质的耐寒材料。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验种子均由澳大利亚林木种子中心 (ATSC) 提供,马占相思 7 个种源,大叶相思 5 个种源,厚荚相思 9 个种源 (表 1)。这些种源曾在广东江门育苗,并在雷州和广西博白进行了区域试验,经调查,其年生长量增加明显,属于生长较快的优良种源,故本试验材料为 3 个相思属树种的速生种源。

表 1 3 种相思种源的基本资料

树种	种源	产地		纬度 (S)	经度 (E)	海拔 /m
马占相思	16938	KN IWP	PNG	8 5	142 58	12
	16980	KA PAL	PNG	8 37	142 37	40
	16987	PONGAKI E MOREHEAD	PNG	8 30	141 50	30
	16990	DER DER I E MOREHEAD	PNG	8 32	141 52	30
	16991	GUBAM NE MOREHEAD	PNG	8 37	141 54	25
	16992	B MADEBUN WP	PNG	8 38	142 3	40
	17703	TULLYM ISSDN BEACH	QLD	17 55	146 5	20
大叶相思	18924	Mibini	PNG	8 50	141 38	18
	18854	Archer R & tribs	QLD	13 26	142 57	90
	19244	Wenlock r rocky creek	QLD	12 37	142 39	100
	19250	Coen river	QLD	13 57	143 10	200
	17966	Boggy creek	QLD	15 52	144 53	240
厚荚相思	13680	Whemenever	PNG	8 51	141 26	30
	13681	Mata	PNG	8 30	141 35	30
	15646	Balamuk	PNG	8 56	141 17	20
	15647	Oriomo	PNG	8 50	141 8	10
	16597	Gubam	PNG	8 37	141 55	25
	16598	B imadebun	PNG	8 37	141 55	25
	16977	W ipim	PNG	8 39	142 38	48
	16986	Oriomo DPI	PNG	8 51	143 11	35
	17562	Bensbach	PNG	8 53	141 17	25

注: QLD—澳大利亚昆士兰; PNG—巴布亚新几内亚

1.2 种子处理及育苗

将每个种源的种子,约 200 粒左右,用纱布包好,并系上标签,在有盖的塑料桶内进行水浴处理,种子与水的比例为 1:50。马占相思和厚荚相思用 100℃ 沸水浸种,大叶相思用 80℃ 温水浸种,待水自然冷却至不烫手后浸泡 24 h。浸泡过程中,待水冷却前每 10 min 搅拌 1 次,以保证种子受热均匀。将处理过的种子撒播于装有黄心土的育苗盘中(规格:30 cm × 50 cm),表层覆 1 层约 1 cm 厚的薄土,小水浇灌,每天定期浇水管理。待芽苗长到 2~3 cm 时,统一移入瑞典 BCC 公司生产的 SS-81 的容器(385 mm × 385 mm × 85 mm)中培养,基质是充分混匀的 70% 泥炭土 + 30% 黄心土,按照日常管理方法进行,苗圃培养、施肥等措施始终保持均匀一致。等幼苗长到 30 cm 时,选取生长一致的健壮植株进行耐寒性试验,每个种源 30 个单株。

1.3 试验方法

低温处理在武汉瑞华仪器有限责任公司生产的人工气候箱(HP1000GS 型)内进行,光照强度为 1 200 lx,光照时间为 12 h,相对湿度保持在 75%~85%,试验幼苗表面灰尘洗净后放入人工气候箱内。以 25℃ 为对照,设(9 ± 1)℃、(6 ± 1)℃、(3 ± 1)℃、(0 ± 1)℃ 4 种温度梯度,以 3℃ · d⁻¹ 降温,当温度降至某一设定温度时,保持 24 h 后,均选择同一单株的第 2~6 片展开叶进行测定,单株为 1 个重复,共计 30 个重复,取样时间均为早晨 8:00,采样后继续降温(表 2)。

表 2 低温处理程序

处理时间 / d	不同时刻的温度 /		
	8:00~14:00	14:00~18:00	18:00~次日 8:00
当天	25(室温)	24	24
1	23	22	21
2	20	19	18
3	17	16	15
4	14	13	12
5	11	10	9
6	9(取样)	9	9
7	8	7	6
8	6(取样)	6	6
9	6	5	4
10	3(取样)	3	3
11	3	2	1
12	0	0	0
13	0(取样)		

1.4 测定方法

随机从幼苗第 2~6 片展开叶(自上而下数)取

样,取样后将叶片用自来水轻轻冲洗除去表面的污物,然后用去离子水冲洗 2 遍,再用滤纸轻轻吸干叶片表面的水分,避开主叶脉,用打孔器打取 3 个直径为 0.8 cm 的圆片,一般为每个叶片取 1 个圆片,用去离子水冲洗 3 次后,放入内有 20 mL 去离子水的三角瓶中,室温放置 15 h,然后用电导仪(DDS-307 型)在室温下测定溶液的电导率(R);之后再盖上瓶盖,在富华仪器有限公司生产的 420 型三用水箱中沸水浴 30 min,将组织全部杀死,冷却至室温后在同样的条件下测定各瓶溶液的电导率(R_1),以叶片杀死前的电导率占杀死后的电导率的百分数来表示膜的相对透性。

$$\text{相对电导率} = R/R_1 \times 100\%$$

1.5 数据分析

单因素方差分析和双因素方差分析采用 SAS 统计分析软件包^[11]进行处理。多重比较采用邓肯(Duncan)多重极差检验法。

2 结果与分析

2.1 树种耐寒性差异

在不同的温度处理下,3 种相思树种间的相对电导率均达极显著差异(表 3)。原生质膜透性对逆境反应较为敏感,在逆境条件下均观察到膜透性增大,逆境条件下的细胞膜透性反映了膜的稳定性^[12]。一般而言,抗寒性强的物种细胞膜透性增大的程度小,而且可逆,易于恢复;抗寒性弱或受害严重者,透性增大,并且不可逆,不易恢复正常生长。由表 4 可以看出:3 种相思的平均相对电导率均随着温度的降低逐渐升高,由此说明温度越低,细胞膜透性逐渐增大,膜受伤害的程度越强。9 时 3 种相思的平均相对电导率差异不大,分别是对照的 1.396、1.099、1.463 倍;在 6 时,马占相思的平均相对电导率是对照的 2.125 倍,而大叶相思和厚荚相思的平均相对电导率分别是对照的 1.941 倍和 1.909 倍;当温度降低到 3 时,马占相思的平均相对电导率明显增加,是对照的 3.737 倍,大叶相思和厚荚相思的平均相对电导率分别是对照的 1.463 倍和 2.533 倍;当温度继续下降到 0 时,马占相思的平均相对电导率已增加到对照的 6.909 倍,大叶相思和厚荚相思的平均相对电导率分别是对照的 4.469、5.924 倍;由此可以看出马占相思的抗寒性最差;但大叶相思和厚荚相思的抗寒能力不能简单比较出来,根据相对电导率的增长趋势来看,当温度

由 9 降低到 6 时,厚荚相思的平均相对电导率的增加相对较缓慢、稳定,每降低 1 相对电导率平均增加 1.260%,而大叶相思的平均相对电导率明显增加,由 12.856% 突然增加到 22.698%;当温度降低到 3 时,厚荚相思的平均相对电导率增加的趋势开始大于大叶相思的,但 2 者基本上没有太大差别;当温度降低到 0 时,大叶相思和厚荚相思的平均相对电导率依然差别不大。因此很难从数值上直接判定 2 者抗寒力的大小,还需进一步研究确认 2 者之间的耐寒性强弱。也有人认为厚荚相思具有较厚的栅栏组织,保水能力强,抗寒力强。

表 3 3种相思树种间方差分析

项目	自由度	平方和	均方	F值	Pr>P
树种	2	0.852	0.426	16.04	0.000 1
温度	4	18.491	4.623	174.07	0.000 1
树种 × 温度	8	0.146	0.018	0.69	0.702 1

表 4 不同温度下 3种相思的相对电导率平均值

树种	相对电导率 / %				
	25 (CK)	9	6	3	0
马占相思	7.291	10.175	15.491	27.248	50.376
大叶相思	11.695	12.856	22.698	29.627	52.266
厚荚相思	8.469	12.388	16.167	27.232	50.167

2.2 种源耐寒性差异

在种源层次上,3种相思的方差分析结果(表 5)表明:在不同的温度处理下,3种相思种源间相对电导率均达极显著差异。将电导率进行对数变换后,对不同温度下的电导率分别进行方差分析和多重比较(表 6)可知:马占相思在 9、6 时,种源之间存在显著差异,且在 6 时差异达到最大;当温度降至 3 时种源间差异开始呈下降趋势,种源之间差异不明显,0 时种源间也不存在显著差异。这种变化趋势说明 6 是马占相思较为敏感的温度,而 3 已经给马占相思大多数种源造成了较为严重的寒害,因而种源间的差异减小。大叶相思和厚荚相思在 9、6、3、0 4 种不同的温度处理下,种源间均存在极显著的差异,在 3 时差异明显增大,在 0 时差异达到最大。这种变化趋势说明 3 是大叶相思和厚荚相思对寒害开始敏感的临界温度,而 0 是 2 种相思对低温寒害的最为敏感的温度。本试验只是进行相思寒害研究,至于临界致死温度以及耐冻性能力是属于 0 以下的冻害范畴,还有待于进一步研究。

表 5 3种相思种源间方差分析

项目	自由度	平方和	均方	F值	Pr>P
马占相思	6	1.891	0.315	3.95	0.000 7
大叶相思	4	1.436	0.359	18.45	0.000 1
厚荚相思	8	3.537	0.442	16.55	0.000 1

表 6 不同温度下种源间方差分析

树种	处理温度 /	均方	F值	Pr>P
马占相思	9	0.179	3.06	0.007 7
	6	0.272	3.06	0.007 7
	3	0.086	0.75	0.607 6
	0	0.194	1.51	0.179 3
大叶相思	9	1.093	4.99	0.001 3
	6	1.309	12.17	<0.000 1
	3	1.437	6.47	0.000 2
	0	1.652	8.17	<0.000 1
厚荚相思	9	0.967	19.31	<0.000 1
	6	1.080	13.82	<0.000 1
	3	1.309	11.95	<0.000 1
	0	1.576	5.46	<0.000 1

2.3 耐寒性种源选择

由 2.2 节分析可知:3种相思不同种源间的耐寒性均存在极显著差异。对 3 种相思的种源进行全面比较,采用 SAS 软件中的 Duncan 法(LSR 法)。多重比较的结果表明:马占相思种源的抗寒能力由大到小排序为:17703 > 16992 > 16991 > 16990 > 16938 > 16987 > 16980,其中 16980 的相对电导率最大,显著高于其它种源,但与种源 16987 的没有显著差异,因此 16980 的抗寒能力最弱,17703 的相对电导率最小,但与 16992、16991 种源间没有显著差异;大叶相思 5 个种源的抗寒力排序为 19244 > 18924 > 17966 > 18854 > 19250,可将这 5 个种源分成 3 类:19244 抗寒力最强且与其它种源间存在极显著的差异,19250 和 18854 种源的抗寒力最差,且这 2 个种源间没有显著差异,种源 17966 的抗寒力居中;厚荚相思的 9 个种源的抗寒力由大到小排序为 17562 > 16598 > 16986 > 13681 > 16597 > 15646 > 13680 > 16977 > 15647,其中 17562 种源相对电导率最小,且显著小于 15647、16977、13680、15646 种源的,但与 16598 种源的差异不显著,15647 种源的相对电导率最大,显著高于其它种源,所以 17562 种源的抗寒力最强,16598 次之,15647 种源的抗寒力最差。

3 结论与讨论

(1) 电导法在进行植物抗寒性测定的一种常用

的方法,亦可以作为抗寒性强弱判定的指标。本试验采用电导法,测定了 3 种相思树种在不同温度胁迫下的相对电导率,并利用 SAS 软件进行方差分析和多重比较,从树种、种源 2 个层次上对马占相思、大叶相思、厚荚相思的抗寒力进行评估,并对不同种源的抗寒能力进行排序,初步筛选出一批较为抗寒的种源。由于本试验是对人工模拟低温胁迫下的相思树种苗期的耐寒力进行评估,对于其抗寒能力的强弱还需要在田间进行真实抗性锻炼和验证后才可以进行大面积的推广种植。

(2)马占相思、大叶相思、厚荚相思 3 个树种间的耐寒性有明显的差异。3 种相思的相对电导率随着温度的逐渐降低而增大,证实电导法可以作为相思抗寒性测定的通用方法。马占相思的耐寒性最差,6 是马占相思较为敏感的温度,大叶相思和厚荚相思的低温敏感温度为 0~3。

(3)马占相思、大叶相思、厚荚相思 3 个树种内的种源间的变异达到极显著水平。对 3 个树种内的种源进行抗寒性比较,初步筛选出了一批相对抗寒的种源:马占相思的 17703 种源、大叶相思的 19244 种源以及厚荚相思的 17562 和 16598 种源。

参考文献:

- [1] 周铁烽. 中国热带主要经济树木栽培技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001
- [2] 朱湘渝, 王瑞玲, 佟永昌, 等. 欧美杨新品种抗寒性研究 [J]. 林业科学, 1990, 3(5): 487 - 490
- [3] 于孟杰, 刘玉媛, 雷菲, 等. 美洲黑杨杂种无性系的抗寒性研究 [J]. 陕西林业科技, 1988, 4(1): 6 - 9
- [4] 李永铸, 张惠英. 低温胁迫对 *Acacia holosericea* PSII 反应中心的影响 [J]. 西北林学院学报, 2002, 17(1): 8 - 10
- [5] 李纪元, 高传璧, 郑学为, 等. 两个温带相思属树种的耐寒性评估 [J]. 林业科学研究, 1999, 12(1): 87 - 91
- [6] 孙清鹏, 许清灿, 张方秋, 等. 低温胁迫对大叶相思和马占相思某些生理特性的影响 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(1): 34 - 40
- [7] 詹福建, 巫光宏, 黄卓烈, 等. 马占相思树对低温冻害的抗性研究 [J]. 林业科学, 2003, 39(1): 56 - 61
- [8] 巫光宏, 詹福建, 罗焕亮, 等. 几种保护酶活性变化与马占相思树对低温胁迫的抵抗性的关系研究 [J]. 植物研究, 2002, 22(1): 42 - 45
- [9] 巫光宏, 詹福建, 黄卓烈, 等. 低温胁迫对马占相思树代谢的影响研究 [J]. 林业科学研究, 2001, 14(6): 633 - 640
- [10] 孙清鹏. 低温胁迫对两种热带相思主要生理生化的影响 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2000
- [11] 黄少伟, 谢维辉编. 实用 SAS 编程与林业试验数据分析 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001
- [12] 刘彦琴, 张丰雪, 杨敏生. 电导率在白杨杂种无性系耐旱性鉴定中的应用 [J]. 河北林果研究, 1997, 12(4): 301 - 305