

## 黑荆树种源抗寒性评估的初步研究\*

吴耀溪 李振问 张沈龙 李春林

(福建省尤溪县林业科学研究所)

苏梦云

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

**关键词** 黑荆树 种源选择 抗寒生理指标

黑荆树是重要的栲胶原料树种,原产澳大利亚,我国早有引种栽培。福建省尤溪县于1976年开始引种,长势良好。为了建立适度规模的黑荆树栲胶基地,引进了多个种源,1985年在全县进行推广种植。但是该地区有时遇到冷冻天气,极端最低温度为 $-5.8^{\circ}\text{C}$ ,冷冻天气对黑荆树生长构成了明显的威胁,因此对黑荆树种源进行抗冻性测定显得十分必要。

虽然通过多年的田间试验已测出不同种源的越冬性能,但是植物的越冬性并不等于抗冻性<sup>[1]</sup>,冷冻处理结合活力测定才是测定抗冻性的可靠生理方法<sup>[1,2]</sup>。为了探讨黑荆树抗冻性测定较为适合的方法,我们根据大田筛选的需要和山区可能的测定条件,选择了四种常用的抗寒性测定方法,对13个种源材料(编号见表1)进行了比较研究,为黑荆树抗寒性评估和抗寒性种源的选择提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试材处理

试验测定均在冬季进行,共二次(1988年2月28日和1989年1月31日),取树冠中部南向当年生枝条,长约50 cm,每个种源取4株,置于塑料袋内用湿棉保持一定湿度,迅速带回室内供试验分析。

按试验要求将供试枝条在不同低温( $5^{\circ}\text{C}$ 、 $-5^{\circ}\text{C}$ 、 $-10^{\circ}\text{C}$ 、 $-20^{\circ}\text{C}$ )下处理10 h,以 $25^{\circ}\text{C}$ 处理的枝条为对照。分别取枝条和叶片作抗寒性测定。

#### 1.2 测定方法

1.2.1 电解质渗出率采取电导法 经不同低温处理过的枝条,先在流水中回温,然后用重蒸馏水冲洗,取下叶片,将叶片混匀,称取5份,每份2 g,剪成均匀小块,于洁净试管中加入20 ml重蒸馏水,使样叶完全浸泡在水中,以保证电解质完全渗出,静置8 h后用DDS-II型电导仪测定第一次电导值,然后在水浴中加热煮沸45 min,使电解质全部外渗,待冷却至室温后再测定其电导值即总导值,两次电导值之比为相对电导率。相对电导率=

1991-08-06收稿。

\*本文承蒙福建林学院张庆华副教授,黄文奎、杨玉盛讲师的大力支持,在此一并致谢。

(第一次电导值/总电导值)×100%。

根据实测数据计算求出回归方程,其中求得的回归系数 $b$ 的绝对值即为冻害敏感指数<sup>[3,4]</sup>。冻害敏感指数值越高,说明对冻害越敏感,抗寒力越差。

**1.2.2 冻害程度采用生长恢复试验法测定** 取经不同低温处理的不同种源枝条,枝条长(带梢)25 cm,直径约为0.5 cm,共25根,在基质(砂:砾石=1:1)中扦插,每天喷水两次,湿度保持在95%以上,温度控制在20°~23℃之间,一周后检查冻害恢复情况,按 Stergios 标准<sup>[6]</sup>,凡是枝条保持绿色的仍然活着,记录成活枝条百分数。

**1.2.3 束缚水含量用阿贝折光仪<sup>[6]</sup>测定** 取经低温(-10℃)处理过的枝条叶片,前处理同电导法,每份样品为0.5 g加65%蔗糖溶液3 ml,在恒温(25℃)条件下用2"阿贝折射仪测定。以束缚水占总含水量比值的大小表示抗寒力的大小。

**1.2.4 组织活力用氯化三苯四氮唑(TTC)法测定** 取经低温(-10℃)处理后的枝条,直径约0.5 cm的不同种源各5段,每段1 cm长,剥去树皮分别放入1%的TTC溶液中,于黑暗中静置2 h,观察其着色情况,抗寒力以着色程度表示,即0为未着色,1淡红色,2粉红色,3红色。着色越深表示抗寒力越强。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种源在各温度处理后的电导率比较

冰冻处理引起植物组织的伤害,致使细胞内溶质的外渗增加。由于冰冻伤害程度表现为温度函数,随着冰冻温度的变化,电导率变化近似为直线<sup>[7]</sup>。电导率与冰冻温度关系可用 $y=a+bx$ 直线回归方程来表示。其中以 $y$ 为相对电导率, $x$ 为冰冻温度, $b$ 为回归系数,不同种源随温度变化的相对电导率和直线回归方程见表1。表1可见,相对电导率的大小随冰冻温度的下降而明显升高,二者之间存在着显著的负相关,相关系数均在0.8以上。在13个种源中, $b$ 值(绝对值)大小与实际抗寒表现较为密切, $b$ 值(绝对值)最小的是11号0.381,最大的是B号1.407。根据 $b$ 值大小,大体上可以把供试黑荆树种源的抗寒力划分为3个等级: $b$ 值在0.381~0.972之间的种源是11、Y、12、18、C<sub>3</sub>,为抗寒性较强的种源; $b$ 值在1.077~1.133之间的种源是17、C<sub>5</sub>、19、C<sub>4</sub>,为抗寒性中等的种源; $b$ 值在1.237~1.407之间的种源是16、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、B,为抗寒性较弱的种源。

### 2.2 不同种源受冷冻伤害后的成活度比较

在木本植物中,冻伤枝条的形成层、韧皮部和皮层细胞变成褐色、松软、水渍状,未伤枝条依然保持正常颜色<sup>[6]</sup>。但是受轻度伤害的枝条组织褐变并不太明显,经过适宜温湿条件处理后,成活度产生明显差异。不同种源黑荆树冻害成活度随着温度的降低而递降,在常温(25℃)条件下,13个种源的成活度都为100%;5℃时16、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、B种源的成活度开始下降至80%~92.6%,C<sub>5</sub>也有微弱的下降(98.5%),而其余种源的成活度仍为100%;-5℃时,C<sub>2</sub>、B、16、C<sub>1</sub>种源的成活度下降至47.4%~61.9%,19、C<sub>5</sub>、17、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>、18种源的成活度为66.7%~86.9%;12、Y、11种源的成活度仍保持在94.7%~100%;-10℃时,C<sub>2</sub>、B、C<sub>1</sub>、16种源的成活度仅为25.7%~45.5%,C<sub>3</sub>、17、C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>、19、18种源的成活度为60%~83.2%,而Y、11、12种源的成活度仍在91.7%~93.8%之间,-20℃

表 1 不同种源的相对电导率及其对温度的回归方程

种源 编号	不同温度下相对电导率(%)					回归方程 $y=a+bx$	相关系数 $r$	F 值
	25℃	5℃	-5℃	-10℃	-20℃			
11	16.8	16.1	20.8	23.2	32.7	$y=21.158+0.381(-x)$	-0.86	9.16
Y	23.6	25.5	26.3	32.0	52.6	$y=23.137+0.42(-x)$	-0.80	5.42
12	32.4	40.6	36.9	43.9	64.7	$y=42.346+0.677(-x)$	-0.83	6.44
18	42.5	50.0	60.5	61.3	69.6	$y=55.404+0.688(-x)$	-0.99	155.47
C <sub>3</sub>	21.0	25.6	26.7	43.0	62.3	$y=33.775+0.972(-x)$	-0.87	9.40
17	19.7	30.0	31.6	52.0	63.0	$y=37.107+1.077(-x)$	-0.93	18.52
C <sub>5</sub>	24.1	32.4	34.0	59.4	66.0	$y=41.012+1.084(-x)$	-0.90	12.84
19	22.4	44.2	53.3	56.9	67.3	$y=46.617+1.101(-x)$	-0.99	187.34
C <sub>4</sub>	19.1	30.5	39.1	55.6	62.5	$y=39.095+1.133(-x)$	-0.97	47.69
16	20.8	30.5	41.0	57.3	66.8	$y=41.167+1.237(-x)$	-0.97	41.06
C <sub>1</sub>	28.3	29.5	57.0	61.7	77.4	$y=48.136+1.321(-x)$	-0.94	24.18
C <sub>2</sub>	15.9	23.3	24.1	63.5	68.8	$y=36.312+1.404(-x)$	-0.86	8.87
B	1.83	28.8	28.6	64.5	72.8	$y=39.787+1.407(-x)$	-0.88	10.43

注: ① $F_{0.01}=34.1$ ;  $F_{0.05}=10.1$ ;  $F_{0.1}=5.54$ 。

②种源11、12、16~19均产于澳大利亚, C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>产于中国云南, C<sub>3</sub>~C<sub>5</sub>分别产于中国四川、浙江(温州)、江西(赣州), B产于巴西, Y产于中国福建(尤溪)。

表 2 不同温度下各种源的成活度(%)

种源号	25℃	5℃	-5℃	-10℃	-20℃
11	100	100	100	93.1	0
Y	100	100	100	91.7	0
12	100	100	94.7	93.8	0
18	100	100	86.9	83.2	0
C <sub>3</sub>	100	100	78.5	60.0	0
17	100	100	78.5	60.0	0
C <sub>5</sub>	100	98.5	71.4	70.6	0
19	100	100	66.7	75.0	0
C <sub>4</sub>	100	100	86.7	66.7	0
16	100	80	60.9	45.5	0
C <sub>1</sub>	100	80	61.9	38.9	0
C <sub>2</sub>	100	87.5	47.4	25.7	0
B	100	92.6	50	34.8	0

条件下, 13个种源都死亡(表 2)。根据13个种源在不同温度下的成活情况, 我们把其抗寒性划分为 3 个等级: 抗寒性较强的种源为 11、Y、12; 抗寒性中等种源为 18、C<sub>3</sub>、17、C<sub>5</sub>、19、C<sub>4</sub>; 抗寒性弱的种源为 16、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、B。

### 2.3 不同种源冷冻处理后束缚水含量差异

束缚水与总含水量之比是衡量林木抗寒力大小的重要指标, 也是了解原生质水分状态是否稳定的抗冷性标志, 它的值随林木的抗寒力的减弱而递降<sup>[8,9]</sup>。表 3 可见 13 个不同种源黑荆树的束缚水与总含水量比值, 在 25℃常温和 -10℃低温条件下都存在着

明显的差异。在常温状态下束缚水比值最高的是 Y、12、11 种源 (41.16%~46.82%), 中等的是 17、18、C<sub>3</sub>、C<sub>5</sub> 种源 (29.44%~33.36%), 最低的是 C<sub>2</sub>、16、B、C<sub>4</sub>、C<sub>1</sub>、19 种源 (10.09%~15.33%); 在低温状态下, 束缚水比值最高的仍然是 12、Y、11 三个种源 (27.6%~29.87%), 最低的是 C<sub>2</sub>、19、B、C<sub>4</sub>、16、C<sub>1</sub> 种源 (7.42%~11.93%)。据此, 我们把 13 个种源黑荆树的抗寒性划分成 3 个等级: 抗寒性强的种源是 11、Y、12; 抗寒性中等的种源是 18、C<sub>3</sub>; 抗寒性较弱的种源是 17、C<sub>5</sub>、19、C<sub>4</sub>、16、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、B。

### 2.4 不同种源冷冻处理后组织活力比较

表 4 可见不同种源黑荆树枝条在 -10℃冰冻 10 h 后, TTC 对其着色程度存在着明显差异, 着色度以 11 号种源最深, 平均值达 3, 以 B、C<sub>2</sub> 种源着色最差, 平均着色度值只有 0.6。根据

表3 不同温度下各种源束缚水的含量

种源号	25℃			-10℃		
	总含水量 (%)	束缚水 (%)	束缚水/总含水量 (%)	总含水量 (%)	束缚水 (%)	束缚水/总含水量 (%)
11	50.0	23.41	46.82	47.20	14.10	29.87
Y	62.04	25.55	41.18	54.65	15.21	27.83
12	45.80	20.29	44.30	43.30	11.95	27.60
18	49.75	13.70	29.87	47.92	10.23	21.35
C <sub>3</sub>	44.92	13.70	30.50	43.19	8.76	20.28
17	43.82	12.90	29.44	41.71	6.12	14.67
C <sub>5</sub>	45.36	15.13	33.36	43.78	6.42	14.64
19	45.34	6.95	15.33	40.71	3.12	7.66
C <sub>4</sub>	42.79	5.98	13.98	40.07	3.26	8.14
16	47.52	5.63	11.85	46.25	4.37	9.45
C <sub>1</sub>	47.92	6.75	14.09	45.11	3.78	11.93
C <sub>2</sub>	48.16	4.86	10.09	46.52	3.45	7.42
B	62.28	7.49	12.02	51.62	4.03	7.81

表4 经-10℃处理后各种源黑荆树枝条组织的着色度

重 复	种 源 号												
	11	Y	12	18	C <sub>3</sub>	17	C <sub>5</sub>	19	C <sub>4</sub>	16	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B
1	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0
3	3	3	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
5	3	2	3	1	2	1	2	1	2	0	1	0	1

注：着色度：0为无色，1为淡红色，2为粉红色，3为红色。

着色度大小，可以归为3类，即3个抗寒性等级：抗寒性强的是11、Y、12、18、C<sub>3</sub>（平均着色度3~2）；抗寒性中等的是17、C<sub>5</sub>、19、C<sub>4</sub>（平均着色度为1.6~1.2）；抗寒性弱的是16、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、B（平均着色度为1~0.6）。

测定树木抗寒性的方法很多，如电导法、组织生长恢复法、TTC法、束缚水比值法、差热分析法和乙烯测定法等<sup>[10~12]</sup>。半致死温度也常作为划分抗冻性的标准<sup>[13]</sup>。我们根据福建省黑荆树种植区的情况只选用了比较简单而适用的电导法、组织生长恢复法、束缚水比值法和TTC法对黑荆树13个种源抗寒性作了评估，表明这4种方法比较适用，且评估结果基本相近，即抗寒性较强的种源有11、Y、12，抗寒性较差的是16、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、B。建议在各种植区根据具体条件选择合适的方法时，最好与组织生长恢复法结合进行，以达到相互印证，增加抗寒性评估的准确性<sup>[14]</sup>。

## 参 考 文 献

- 1 Sleponkus P L. Cold hardiness & freezing injury of agronomic crop. *Advances in Agronomy* (Edited by N. C. Brady, Academic Press-New York San Francisco London.), 1978, 30:51~98.
- 2 Levitt J. Responses of plant to environmental stresses. Academic Press, 1980.
- 3 张启翔. 梅花品种抗寒性的比较分析. 北京林学院学报, 1985, (2): 47~56.
- 4 唐季林, 徐化成. 油松抗寒性与种源关系的研究. 北京林业大学学报, 1989, (1): 53~60.
- 5 Stergios B G, Howell C S. Evaluation of viability tests for cold stressed plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1973, 98: 325~330.
- 6 余叔文, 宋廷生, 龚灿霞. 从杜曼斯的束缚水测定方法谈水在植物内的状态. 植物生理学通讯, 1960, (2): 28~34.
- 7 郭金铨. 在冷害过程中咖啡离体叶细胞膜透性变化的研究. 植物生理学报, 1979, (3): 199~203.
- 8 吴以德, 何景. 三叶橡胶树束缚水指标与抗寒性关系. 植物生理学报, 1960, (2): 107~113.
- 9 吴以德. 热带植物冷害时体内水分变化. 植物生理学报, 1982, (1): 17~25.
- 10 Burr K E. 针叶树实生苗的抗寒性测验. 国外林业文摘, 1989, (4): 18.
- 11 Purcell A E, Young R H. The use of tatrazolium in assessing freeze damage in citrus trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 1963, (83): 352~358.
- 12 Steponkus P L, Lanphear F O. Refinement of the triphenyl tetrazolium chloride method of determining cold injury. *Plant Physiology*, 1967, 42: 1423~1426.
- 13 杨俊陶, 陈炳林. 桉树抗冰性种质的筛选. 桉树科技, 1990, (1,2): 37~56.
- 14 刘友良, 朱根海, 刘祖祺. 植物抗冻性测定技术的原理和比较. 植物生理学通讯, 1985, (1): 40~43.

*A Preliminary Study on the Evaluation in Cold  
Resistance of Provenances of Black Wattle*

Wu Zhuxi    Li Zhenwen    Zhang Shenlong    Li Chunlin

(Forestry Institute of Youxi, Fujian Province)

Su Mengyun

(The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF)

**Abstract** This paper deals with the comparative study on cold resistance of 13 provenances of Black Wattle (*Acacia mearnsii*) by methods of electro-conductance, growth restoration test, refractometer and tetragolium (TTC). The results showed a similar trend of cold resistance in various provenances. There are three provenances (11, 12, y) with stronger cold resistance and four provenances (16, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, B) with weaker cold resistance. The characters of these four methods and their application prospect in determination of cold resistance of Black Wattle have been discussed. According to the condition of instrument, it was suggested to determine cold resistance by an applicable method.

**Key words** Black Wattle    provenance selection    physiology index  
of cold resistance