

## 马占相思树苗的低温适应性研究

徐位力<sup>1</sup>, 苏开君<sup>1</sup>, 陈周裕<sup>2</sup>, 江萍<sup>2</sup>, 牛志刚<sup>1</sup>

(1. 广州市林业科学研究所, 广东广州 510515; 2. 广东省农业科学研究所, 广东广州 510640)

**摘要:** 马占相思(*Acacia mangium*) PNG17868 家系树苗在人工气候室经低温处理后, 没有因为僵化而失去生长能力, 体内相关的生理指标产生明显变化。随着温度不断下降至-6℃产生冻害, 植株的电导率升高了459%, 脯氨酸含量升高了62.4%, 可溶性糖含量升了26.2%, 可溶性蛋白含量升高了25.9%。表明马占相思 PNG17868 树苗对低温有一定适应能力。脯氨酸、可溶性糖和蛋白的含量提高可能是植株抗冷性的机制。

**关键词:** 马占相思; 抗冷性; 低温胁迫

**中图分类号:** Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)05-0470-03

## Study on the adaptation of *Acacia mangium* plant to low temperature stress

XU Wei-li<sup>1</sup>, SU Kai-jun<sup>1</sup>, CHEN Zhou-yu<sup>2</sup>,  
JIANG Ping<sup>2</sup>, NIU Zhi-gang<sup>1</sup>

(1. *Guangzhou Forestry Research Institute*, Guangzhou 510515, China; 2. *Guangdong Agricultural Research Institute*, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** After the plants of *Acacia mangium* PNG17868 clone were treated with low temperature in phytotron, some physiological indices changed obviously. When the temperature decreased down gradually to -6℃, the electrical conductivity of the leaf blades obviously raised by 459%, the contents of proline obviously raised by 62.4%, the contents of soluble sugars obviously raised by 26.2%, the contents of soluble proteins obviously raised by 25.9%. The experimental results indicated that the plants of *Acacia mangium* PNG17868 clone could produce a preventing reaction to low temperature stress. The increase of the contents of proline, soluble sugars, soluble proteins might played an important roles in cold tolerance of the plants.

**Key words:** *Acacia mangium*; antichilling property; low temperature stress

近十年来,有些种类的相思树如黑木相思、灰木相思已逐渐在我国引种栽培(李红元等,1999)。由于引种地与原产地气候类型的差异,低温冻害往往成为树种引种成功的一种限制因素。低温胁迫的影响表现在树木生长和发育的许多方面。当植物受到低温胁迫时,其体内的一些生理生化指标会发生明显的变化,表现出升高或降低,以适应环境的变化。因此,植物的生理生化指标的变化强弱与植物抗寒

性的强弱呈一定相关性(柴团耀,1999;陈杰忠等,1999;李美茹等,1995)。澳大利亚的 Searled(1991,1994),采用电导法对相思属重要树种黑荆树的种源和家系的耐寒性进行了研究。李红元等(1999)测定低温胁迫下黑木相思和灰木相思叶片电导率变化,并对这两种幼林的耐寒性进行合理的评价。

马占相思(*Acacia mangium*)是近年来引进的一种优良树种。该树种在国内栽培时,其耐寒性强

收稿日期: 2002-11-19 修订日期: 2003-03-12

基金项目: 广东省林业厅重点研究项目

作者简介: 徐位力(1972-),男,广东梅州人,工程师,主要从事植物遗传、植物生理生化研究。

弱尚未肯定。在此情况下,笔者展开对马占相思树在低温(-6℃)下几项相关生理生化指标变化进行研究,以期为该树对低温的适应性提供一些实验依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料及低温处理

本试验用马占相思 PNG17868 家系(以下简称 P 家系)的树苗进行试验。试材由广州市林业科学研究所提供。低温处理在英国产的人工气候室中进行,人工降温从 2 月 28 日开始连续降温至 3 月 17 日,共 19 d,温度从首日室温 12℃ 逐步降至最终-6℃,具体的程序详见图 1。光照时间为 10 h/d, 8:00~18:00。光照强度为 1 000 lx,相对湿度为 85%~95%。对照组于室外条件培植,室外平均温度为(20±2)℃。

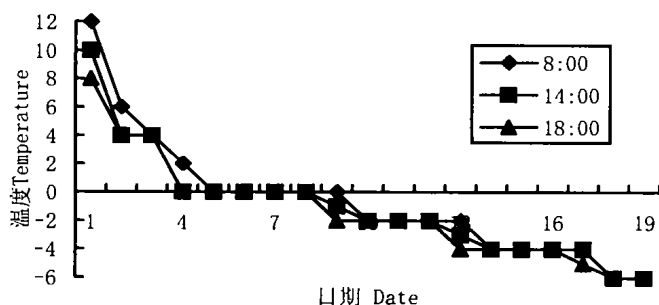


图 1 试验采用的人工降温过程中不同时刻温度  
Fig. 1 Temperature at different times during the artificial temperature reducing in the experiment

根据降温程序,每隔 2 d 取样 1 次,分别在处理组 4、0、-2、-4、-6℃ 取样进行检测,采样时间均为上午 8:00,每次处理设 3 个重复。取样方法:分别取处理组和对照组各 3 盆植株,在各株从上至下的第三位至第八位叶柄位置取样。

### 1.2 测定方法

游离脯氨酸的含量测定采用磺基水杨酸提取,酸性茚酮显色,分光光度计比色法测定(张殿忠等,1990)。水溶性糖含量测定采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定(北京大学生物系生化教研室,1987)。电导率测定采用电导仪(DDS-11AGA 型)测定,以叶片杀死前的电导率占杀死后(全透性)电导率的百

分数来表示膜的相对透性(西北农业大学植物生理教研室,1987)。可溶性蛋白质的测定采用 Bradford (1976)的方法。测定结果见表 1。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温胁迫对 P 家系电导率的影响

当植物遭受低温冻害时,电解质从细胞内渗透出来,使电导率升高,因此,电导率大小与组织冻害的程度成正相关。从表 1 可见当温度降至 0℃ (4 d)时,与对照组相比,电导率增加了 3.77 倍;降至-2℃ (4 d)时,增加了 4.30 倍;降至-6℃ (2 d)时,增加了 4.59 倍。经方差分析,结果表明,经低温处理的植株与对照株之间电导率的差异达到极显著的水平。

### 2.2 低温胁迫对 P 家系树苗脯氨酸含量的影响

马占相思 P 家系树苗受到低温胁迫后,无论是随胁迫程度加深,还是时间的延长,叶柄细胞脯氨酸含量均表现递增的趋势。从表 1 可见,与对照组相比,当温度降至 4℃ 时,脯氨酸含量增加了 29.1%;降至 0℃ (4 d)时,增加了 58%;降至-4℃ (4 d)时,增加了 83.1%。脯氨酸含量变化的方差分析结果表明,处理植株的脯氨酸含量与对照植株比较差异极显著。

### 2.3 低温胁迫对 P 家系树苗可溶性糖含量的影响

表 1 显示,低温胁迫总体上使 P 家系可溶性糖含量呈上升的趋势,当温度降至 4℃ 时 P 家系树苗的可溶性糖含量比对照组升高了 8.7%;降至 0℃ (6 d)时,升高 22.8%;-4℃ (4 d)时,升高 38.9%;-6℃ (2 d)时,升高 26.2%。可溶性糖含量变化经方差分析,结果表明低温处理后,植株体内的可溶性糖含量与对照的差异达到极显著水平。

### 2.4 低温胁迫对 P 家系树苗可溶性蛋白的影响

从表 1 中可以看出,低温胁迫对 P 家系叶柄的可溶性蛋白质含量有一定的影响。如:0℃ 处理 2 d 时,蛋白质含量上升 5.5%;-2℃ (6 d)时,上升 24.5%;-6℃ (2 d)时,上升 25.9%。经方差分析,结果表明,经低温处理后可溶性蛋白质显著高于对照。

## 3 讨 论

植物细胞质膜在细胞对外界环境温度的感受、

信号转导和维持正常生长过程中占极其重要作用(李美茹等,1995)。因此维持质膜稳定性对细胞进行生命活动起到直接影响作用。而植物的抗冷性与质膜组成、结构及功能稳定性有关。在低温处理下,质膜的渗透性发生很大变化,而渗透调节可能是植物对低温胁迫主要的适应性机制。低温胁迫导致某些物质如脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白含量升高以加强质膜稳定性,提高细胞耐脱水能力(柴团耀等,1999;陈杰忠等,1999)。在本试验中,经人工气候室低温处理马占相思 P 家系树苗后,P 家系树苗受到低温冷害致使细胞半透膜遭到破坏,而使其电

导率随着温度降低不断升高(表 1),但 P 家系树苗在严重低温(-4~-6 °C)胁迫下仍然没有失去生长能力。由此可推测,这是植物对低温冻害产生的一种快速防卫反应(李美茹等,1995),以适应低温这一环境因素影响,以抵抗冷害的侵袭,尽可能减少对质膜的伤害。本研究表明,低温胁迫下 P 家系树苗的脯氨酸含量随着低温胁迫程度加深及时间延长而持续升高,可溶性糖含量亦不断升高,可溶性蛋白含量也呈缓慢上升趋势。作为重要渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖的大量积累,可降低水势,增强植物吸水能力来维持生长所需的膨压,使树苗有较强渗透调节

表 1 低温胁迫对 P 家系树苗电导率、脯氨酸含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量的影响  
Table 1 The effect of low temperature stress on electrical conductivity, proline content, soluble sugar and protein content of *Acacia mangium* PNG17868

处理时间 Treatment time(d)		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
处理温度 Temperature(°C)		12	4	0	0	-2	-2	-2	-4	-4	-6
电导率(%)	处理 Treatment	14.3	28.1	42.11	78.17	69.48	56.93	68	78.03	73.99	80.0
Electrical conductivity	对照 Control	14.3	12.45	12.68	16.39	15.74	12.16	12.84	13.0	13.44	14.29
处理/对照×% Treatment/Control×%			226	332	477	441	468	530	600	551	559
脯氨酸含量/%×0.001	处理 Treatment	29.97	36.84	39.49	40.44	42.1	40.21	39.81	39.31	37.02	36.48
Proline content	对照 Control	29.97	28.53	28.08	25.59	20.89	21.79	21.79	20.89	20.22	22.69
处理/对照×% Treatment/Control×%			129.1	140.6	158	201.5	184.5	182.7	188.2	183.1	162.4
可溶性糖含量(μg/g)	处理 Treatment	480.1	511.2	474.5	479.0	601.3	466.7	603.4	516.4	528.3	600.8
Content of soluble sugar	对照 Control	480.1	470.3	452.3	450.7	489.5	461.2	490.5	458.4	380.2	476.0
处理/对照×% Treatment/Control×%			108.7	104.9	106.3	122.8	101.2	123	112.7	138.9	126.2
可溶性蛋白含量(mg/g)	处理 Treatment	3.841	5.689	4.879	4.474	4.423	4.954	4.752	4.119	3.967	4.643
Protein content	对照 Control	3.841	3.912	4.623	4.192	3.967	4.296	3.816	4.043	3.79	3.689
处理/对照×% Treatment/Control×%			145.4	105.5	106.7	111.5	115.3	124.5	101.9	104.7	125.9

和抗寒能力。已有实验证明,在抗寒锻炼中质膜的稳定性得到加强。另外,低温使 P 家系树苗可溶性蛋白的积累,可能与合成更能适应这种低温环境的蛋白有关(柴团耀等,1999;陈杰忠等,1999),可起到保持细胞质膜结构稳定作用,提高树苗抗寒能力。

上述结果表明,在低温胁迫下,马占相思 PNG17868 家系树苗通过细胞内多种代谢发生变化来适应低温胁迫,通过各种物质(脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白)的积累,大幅度降低水势,加强渗透调控能力,调节膜透性,维持质膜稳定性。这是其对低温胁迫适应性的有效方式。当然,本试验中只对 4 种生理生化指标作了检测,测定部位仅是上中部叶片的叶柄,尚不能替代全株的关键性部位(顶芽)及叶片,远不足以阐明 P 家系树苗对低温胁迫适应反应的机制,因而只能对其低温胁迫的适应性作一些推测,有关其对低温胁迫适应性的机制尚须作深入

的研究。

#### 参考文献:

- 北京大学生物系生化教研室. 1987. 生物化学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 22-24.
- 西北农业大学植物生理教研室. 1987. 植物生理学实验指导 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 57-58.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantation of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. *Anal Biochem*, **72**: 248-254.
- Chai TY(柴团耀), Zhang YX(张玉秀). 1999. Gene Expression Analysis of a Proline-rich Protein from Bean Under Biotic and Abiotic stress(菜豆富含脯氨酸、蛋白质基因在生物和非生物胁迫下的表达)[J]. *Acta Botanica Sinica*(植物学报), **41**: 111-113.
- Chen JZ(陈杰忠), Xu CX(徐春香), Liang LF(梁立峰). (下转第 475 页 Continue on page 475)

7)。菌核黑色,表面粗糙,近圆形至不规则形,大小为 0.5~1.8 mm×0.3~1.6 mm。

### 3 防治方法

防治上应采取生态防治、农业防治与化学防治相结合的综合防治措施。

#### 3.1 生态防治

棚室及田间围绕降低湿度,采用高垄栽培,垄高 40 cm,或采用龟背畦种植,畦宽 1.5 m 左右,畦沟深 40 cm,进行沟灌或采用避雨栽培技术。发病前后,控制浇水,适时通风,减少棚顶及叶面结露持续时间和叶缘吐水,达到控病的目的。干旱地区可考虑盖地膜栽培,保湿抑草,减少田间操作造成植株伤口传病。条件适合的地区可实行与非寄主作物轮作。

#### 3.2 加强栽培管理

增施磷钾肥,控制氮肥,提高植株抗病能力;田间操作时避免造成伤口;及时拔除病株,病穴撒施石灰,覆土踩紧;摘除病叶,集中烧毁或深埋,减少菌源。

#### 3.3 化学防治

以预防为主,在每年 3 月发病初期,隔 8~10 d

喷施 1:0.7:200 波尔多液两次,发现病株后,用 50% 万霉灵可湿性粉剂 1 000 倍液;50% 扑海因可湿性粉剂 1 000~1 500 倍液;50% 速克灵可湿性粉剂 1 000~2 000 倍液;10% 多氧霉素 1 000 倍液;交叉喷施,隔 7~10 d 一次,连续喷洒 3~4 次,可以有效控制该病害的发展。

#### 参考文献:

- 方中达. 1979. 植物研究方法[M]. 北京:农业出版社.
- 张中义,冷怀琼,张志铭,等. 1988. 植物病原真菌学[M]. 成都:四川科学技术出版社.
- 周茂繁. 1989. 植物病原真菌分类图索[M]. 上海:上海科技出版社.
- 魏景超. 1979. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科技出版社.
- Ke MM(柯珉珉), Zhang XD(张宪德), Wu LZ(吴练中), 等. 1982. Studies on the active principles of *Corydalis suzicola* Bunting(岩黄连有效成分的研究)[J]. *Acta Botanica Sinica*(植物学报), 24(3): 290.
- Wen HQ(文和群), Xu ZR(许兆然), J. Villa-Lobos, et al. 1993. A list of threatened limestone plants in South China(中国南部石灰岩稀有濒危植物名录)[J]. *Guihaia*(广西植物), 13(2): 110-127.

(上接第 472 页 Continue from page 472)

1999. Effect of low temperature on protein and proline in banana(*Musa* spp.) leaves(低温对香蕉叶片中蛋白质和脯氨酸的影响)[J]. *Journal of South China Agricultural University*(华南农业大学学报), 20(3): 54-58.

Li HY(李红元), Gao CB(高传璧), Zheng XW(郑学为), 等. 1999. Evaluation of frost tolerance of two *Acacia* species. introduce from Australian temperate zone(两个相思树种的耐寒性评估)[J]. *Forestry Research*(林业科学研究), 12(1): 87-91.

Li MR(李美茹), Liu HX(刘鸿先), Wang YR(王以柔). 1995. Antifreezing subtrancs in plant cell relation to cold resistance(植物细胞中的抗寒物质及其与植物抗冷性的关系)[J]. *Plant Physiology Communications*(植物生理学通讯), 31(5): 328-334.

Searle SD, Owe JV, Williams ER, et al. 1991. Genetic vanation in frost tolerance of *Acacia mearntii* [C]. *Turnbull J W Advances in tropical Acacia research* [C]. Bangkok: ACIAR Proceedings, 35: 93-94.

Scarle SD, Owe JV, Snowdon P. 1994. Frost tolerance variation amongst 25 provenances of *Acacia mearnsii* [C]. *Briwb A G Australian tree specics research in China* [C]. Bangkok: ACIAR Proceeding, 48: 140-148.

Zhang DZ(张殿忠), Wang PH(汪沛洪), Zhao YX(赵云贤), 等. 1990. Determination of the content of free proline in wheat leaves(测定小麦片游离脯氨酸含量的方法)[J]. *Plant Physiology Communications*(植物生理学通讯), 26(4): 62-65.