

文章编号: 1001-411X(2002)02-0051-03

马占相思对低温胁迫适应性的研究

罗焕亮¹, 徐位力², 李建忠³, 马庆良⁴, 崔堂兵¹, 黄卓烈⁵

(1 华南理工大学食品与生物工程学院, 广东 广州 510640; 2 广州市林业科学研究所, 广东 广州 510515; 3 台山市园林
绿化管理处, 广东 台山 529200; 4 广州市花都林业局, 广东 广州 510800; 5 华南农业大学生命科学院, 广东 广州 510642)

摘要: 马占相思(*Acacia mangium*) QLD19835 家系树苗在人工气候室经低温处理后, 未发生死亡, 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℃ 产生冻害导致植株的电导率大幅度升高, 脯氨酸、可溶性糖和蛋白质的含量也显著升高. 表明马占相思 QLD19835 树苗对低温胁迫有一定适应能力. 脯氨酸、可溶性糖、蛋白质的含量提高可能是植株抗冷性的机制.

关键词: 马占相思; 低温胁迫; 抗寒性

中图分类号: Q946

文献标识码: A

近十多年来, 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^[1]. 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限制性因素. 低温胁迫的影响表现在树木生长发育的许多方面. 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^[2-6]. 澳大利亚的 Searle^[7,8] 在 1991~1994 年间, 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. 1999 年, 李纪元等^[1] 测定低温胁迫下黑木相思和灰木相思叶片电导率变化, 并对黑木相思、灰木相思幼林的耐寒性进行合理的评价.

马占相思树(*Acacia mangium*) 是近年来引进的优良树种. 该树种在国内栽培时, 其耐寒性强弱尚未肯定. 在此情况下, 笔者展开对马占相思树(*Acacia mangium*) QLD19835 家系在低温胁迫(-6℃) 下几项相关生理生化指标变化进行研究, 以期对马占相思树对低温胁迫适应性的机理提供一些试验依据.

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(*Acacia mangium*) QLD19835 家系(以下简称 Q 家系)的树苗进行试验. 试验材料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℃ 降至 -6℃, 具体程序见表 1. 光照时间: 8:00~18:00, 10 h/d. 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)℃.

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 个重复试验. 取样方法, 每次分别取处理组和对照组各 3 盆植株, 在每植株从上至下的第 3 位至第 8 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, 酸性茚三酮显色, 分光光度计比色法测定^[9]. 水溶性糖含量测定采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定^[10]. 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^[11]. 可溶性蛋白质的测定采用 Bradford^[12] 的方法.

表 1 试验采用的人工降温过程中不同时刻温度

Tab. 1 The temperature at different times during the artificial temperature reducing in the experiment °C

处理时间 treatment time/d	当天时刻 the time of day		
	08:00	14:00	18:00
1	12	10	8
2	6	4	4
3	4	4	4
4	2	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	-1	-2
10	-2	-2	-2
11	-2	-2	-2
12	-2	-2	-2
13	-2	-3	-4
14	-4	-4	-4
15	-4	-4	-4
16	-4	-4	-4
17	-4	-4	-5
18	-6	-6	-6
19	-6	-6	-6

收稿日期: 2001-05-14

作者简介: 罗焕亮(1972-), 男, 工程师, 在读博士生.

基金项目: 广东省林业厅重点研究项目(DNA 分子标记在马占相思抗性育种中的应用研究)

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对 Q 家系电导率的影响

当植物遭受低温胁迫冻害时,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2可见当温度降至 0°C 时,与对照组相比,电导率增加了2.32倍;降至 -2°C (4 d)时,增加了4.30倍;降至 -6°C (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植株之间电导率的差异达到极显著的水平.

表2 低温胁迫对 Q 树苗 4 种生理生化指标的影响¹⁾

Tab. 2 The effect of low temperature stress on 4 physiological indexes of *Acacia mangium* QLD19835

处理时间 treatment time/d		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
处理温度 treatment temperature/ $^{\circ}\text{C}$		12	4	0	0	-2	-2	-2	-4	-4	-6
电导率 electrical conductivity /%	处理 treatment	14.30 **	28.10 **	42.11 **	78.17 **	69.48 **	56.93 **	68.00 **	78.03 **	73.99 **	80.0 **
	对照 control	14.30	12.45	12.68	16.39	15.74	12.16	12.84	13.00	13.44	14.29
w(脯氨酸 proline) / 10^{-5}	处理 treatment	29.97 **	36.84 **	39.49 **	40.44 **	42.10 **	40.21 **	39.81 **	39.31 **	37.02 **	36.48 **
	对照 control	29.97	28.53	28.08	25.59	20.89	21.79	21.79	20.89	20.22	22.69
w(可溶性糖 soluble sugar) / $(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$	处理 treatment	480.1 **	511.2 **	474.5 **	479.0 **	601.3 **	461.2 **	603.4 **	516.4 **	528.3 **	600.8 **
	对照 control	480.1	470.3	452.3	450.7	489.5	466.7	490.5	458.4	380.2	476.0
w(可溶性蛋白 protein)/ $(\text{mg}\cdot\text{g}^{-1})$	处理 treatment	3.841 *	5.689 *	4.879 *	4.192 *	4.423 *	4.954 *	4.752 *	4.119 *	3.967 *	4.643 *
	对照 control	3.841	3.912	4.623	4.474	3.967	4.296	3.816	4.043	3.79	3.689

1) ** 处理与对照差异极显著(在 $F_{0.01}$ 水平上差异显著); * 处理与对照差异显著(在 $F_{0.05}$ 水平上差异显著)

2.2 低温胁迫对 Q 家系植株脯氨酸含量的影响

马占相思 Q 家系树苗受到低温胁迫后,无论是随胁迫程度加深,还是随时间的延长,叶柄细胞脯氨酸含量均表现递增的趋势.从表2可见,与对照组相比,当温度降至 4°C 时,脯氨酸含量增加了29.1%;降至 0°C (4 d)时,增加了58.02%;降至 -4°C (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组植株比较差异极显著.

2.3 低温胁迫对 Q 家系树苗可溶性糖含量的影响

表2显示,低温胁迫总体上使 Q 家系可溶性糖含量呈上升的趋势,当温度降至 4°C 时 Q 家系树苗的可溶性糖含量比对照组升高了8.7%;降至 0°C (6 d)时,升高22.85%; -4°C (4 d)时,升高38.94%; -6°C (2 d)时,升高26.2%.可溶性糖含量变化经方差分析表明,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的水平.

2.4 低温胁迫对 Q 家系树苗可溶性蛋白的影响

从表2中可以看出,低温胁迫对 Q 家系叶柄的

可溶性蛋白质含量有一定的影响.如: 0°C 处理2 d时,蛋白质含量上升5.54%; -2°C (4 d)时,上升24.53%; -6°C (2 d)时,上升9.7%.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、生理生化和维持正常生长过程中起极其重要作用^[4,6,13].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^[2,13].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^[3-9].在本试验中,经人工气候室低温处理马占相思 Q 家系树苗后, Q 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,但 Q 树苗没有因严重低温($-4\sim-6^{\circ}\text{C}$)胁迫冻害而死

亡。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^[6,13],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 Q 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和抗寒能力。已有试验证明,在抗寒锻炼中质膜的稳定性得到加强^[13]。另外,低温使 Q 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^[3,5],可起到保持细胞质膜结构稳定的作用,提高树苗抗寒能力。

上述结果表明,在低温胁迫下,马占相思树 QLD19835 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,远不足以阐明 Q 树苗对低温胁迫作出适应性反应的机制,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:

- [1] 李红元,高传璧,郑学为,等. 两个相思树种的耐寒性评估[J]. 林业科学研究, 1999, 12(1): 87-91.
- [2] 左永忠,李俊英,陆贵巧,等. 低温驯化对苗木生理及核酸转录的影响[J]. 生物技术, 1999, 9(3): 9-11.

- [3] 柴团耀,张玉秀. 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]. 植物学报, 1999, 41(1): 111-113.
- [4] 艾希珍,于贤昌. 低温胁迫下黄瓜嫁接苗与自根苗某些物质含量变化[J]. 植物生理学通讯, 1999, 35(1): 26-28.
- [5] 陈杰忠,徐春香,梁立峰. 低温对香蕉叶片中蛋白质和脯氨酸的影响[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(3): 54-58.
- [6] 李美茹,刘鸿先,王以柔. 植物细胞中的抗寒物质及其与植物抗冷性的关系[J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(5): 328-334.
- [7] SEARLES D, OWE J V, WILLIAMS E R, et al. Genetic variation in frost tolerance of *Acacia mearnsii* [A]. TURNBULL J W. Advances in tropical *Acacia* research [C]. Bangkok: ACIAR Proceedings, 1991. 35, 93-94.
- [8] SEARLE S D, OWEN J V, SNOWDON P. Frost tolerance variation amongst 25 provenances of *Acacia mearnsii* [A]. BRIWBA G. Australian tree species research in China [C]. Bangkok: ACIAR Proceeding, 1994. 48, 140-148.
- [9] 张殿忠,汪沛洪,赵云贤,等. 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J]. 植物生理学通讯, 1990, 26(4): 62-65.
- [10] 北京大学生物系生化教研室. 生物化学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1987. 22-24.
- [11] 西北农业大学植物生理教研室. 植物生理学实验指导 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987. 57-58.
- [12] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding [J]. Anal Biochem, 1976, 72: 248-254.
- [13] 简令成. 生物膜与植物抗寒性和抗寒性的关系[J]. 植物学通报, 1983, (1): 48-57.

Study on the Acceptation of *Acacia mangium* to Low Temperature Stress

LUO Huan-liang¹, XU Wei-li², LI Jian-zhong³, FENG Qing-liang⁴, CUI Tang-bin¹, HUANG Zhuo-lie⁵

(1 College of Food and Bioengineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2 Guangzhou Forestry Research Institute, Guangzhou 510515, China; 3 Garden Landscape Administer Department, Taishan City, Taishan 529200, China; 4 Huadao Forestry Bureau, Guangzhou 510800, China; 5 College of Life Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: After the plants of *Acacia mangium* QLD19835 clone were treated with low temperature in phytotron, the relative physiological indication changed obviously. When the temperature was gradually reduced to -6°C , the electrical conductivity of the leaf blades raised by several folds. The contents of proline, soluble sugars, and soluble proteins increased greatly. The experimental results indicated that the plants of *Acacia mangium* QLD19835 clone could produced a preventing reaction to low temperature stress. The increase of the contents of proline, soluble sugars, soluble proteins might have an important role in cold tolerance property of the plants.

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

【责任编辑 柴 焰】