

福建柏低温胁迫下一些生理指标的变化

何开跃¹⁾ 李晓储²⁾ 黄利斌²⁾ 杨宗武³⁾ 阎宏震¹⁾

(¹⁾南京林业大学,南京 210037; (²⁾江苏省林业科学研究院,南京 211153; (³⁾福建省林业科学研究院,福州 350012)

摘要: 对不同种源(福建仙游、南靖、德化)的福建柏 [*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas] 1~2年生苗进行-8℃及-15℃低温胁迫处理,结果表明,处理24h,叶片内叶绿素和脯氨酸的含量比对照(自然低温-4℃)都有所升高,而根活力指标均有所降低。且种源间差异明显,仙游和南靖种源叶绿素和脯氨酸含量的增加率均大于德化种源;根活力指标的降低率为仙游<南靖<德化。仙游种源2年生苗低温处理24h,叶绿素和脯氨酸含量均升高,但处理48和72h时叶绿素含量明显下降;脯氨酸含量在处理72h时明显升高。田间同步观测表明,在-4℃24h自然低温条件下,2年生苗仅出现少量侧枝顶端鳞叶轻微受冻;经-8℃持续48h自然低温,则出现中度(Ⅱ级)冻害(多数苗木未见顶梢受冻);而经-8℃处理72h以及-15℃处理48h和72h的苗木绝大多数冻死。上述生理指标的变化,可为评估耐寒种源及北移引种提供依据。

关键词: 福建柏;冻害;生理指标

中图分类号: Q945.78; S791.43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2000)04-0019-04

Variations of some physiological indices of *Fukieneypress* under the low-temperature stressed treatment

HE Kai-yue¹⁾, LI Xiao-chu²⁾, HUANG Li-bin²⁾, YANG Zong-wu³⁾, YAN Hong-zhen¹⁾ (¹⁾Nanjing Forestry University, Nanjing 210037; (²⁾Jiangsu Provincial Academy of Forestry Science, Nanjing 211153; (³⁾Fujian Provincial Academy of Forestry Science, Fuzhou 350012), *J. Plant Resour. & Environ.* 2000, 9(4): 19~22

Abstract: The result on the low-temperature stressed treatment (-8℃, -15℃) to the 1-2 a seedlings of *Fukieneypress* [*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas] from different provenance (Xianyou, Nanjing, Dehua in Fujian Province) demonstrates that, when treating for 24 hours, the contents of chlorophyll and proline in leaves increased in comparison with the control of natural low temperature at -4℃ with the root vitality decreasing. Moreover, the differences among provenances were quite marked. The increase rates in chlorophyll and proline were that the provenances of Xianyou and Nanjing were higher than that of Dehua while the decrease rates in root vitality were Xianyou < Nanjing < Dehua. The contents of chlorophyll and proline in leaves of 2-year-old seedlings from Xianyou all increased during 24 hours; with markedly dropping in chlorophyll during 48 and 72 hours and markedly increasing in proline during 72 hours. The synchronous observations in fields showed that, under the conditions of natural low temperature of -4℃ for 24 hours, only slight freeze injury was observed in phyllades at the top of some branches in 2-year-old seedlings, under -8℃ for 48 hours the medium degree of freeze injury (Grade II) was occurred (freeze injury of the tips of branch was not observed for majority of the seedlings); while the great majority of seedlings were freezed to death under -8℃ for 72 hours and -15℃ for 48 and 72 hours. With use of the above-mentioned variations of physiological indices, it is possible to seek the means for evaluating the origin of freeze-resist provenances and provide the scientific basis for introducing the species northwards.

Key words: *Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas; freeze injury; physiological index

福建柏 [*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas] 是我国特有的针叶树种,国家第一批二级重点保护的珍稀树种。自然分布于我国南亚热带北部和中亚热带南部中低山丘陵地带。其树形优美,生长快,材质好,不易变形、开裂和翘曲,是建筑装饰用材及景观绿化的优良树种^[1-3]。因此,福建柏作为

优质用材和优良景观绿化树种在我国南方丘陵山区有广阔的应用前景。作者对引种在南京南郊的福建

收稿日期:2000-06-05

基金项目:“九五”国家攻关项目“福建柏珍贵建筑材树种良种选育及培育技术”内容之一

作者简介:何开跃,女,1959年11月生,四川人,硕士,副教授,主要从事生物化学和植物生理学研究。

柏不同种源1~2年生苗进行了低温胁迫处理,旨在探讨福建柏抗冻机理,为筛选抗寒品种及北移引种提供科学依据。

1 材料与方法

1.2 引种试验地的自然概况

育苗试验地设在江苏省南京市南郊江苏省林业科学研究院苗圃内。地理位置 32°08'N, 118°20'E。北亚热带气候,年均温 15.4℃,极端低温 -14℃(正常年份 -8℃左右),极端最高温 40.7℃(正常年份 38℃左右),年降雨量 1 026 mm,相对湿度 79%。立地条件等详见文献[4]。

1.2 试验材料

供试福建柏种子由福建省林业科学研究院提供,于江苏省林业科学研究院苗圃播种育苗。1年生福建柏种源分别为福建仙游、南靖、德化,2年生福建柏种源为福建仙游。共进行两批低温处理:(1)对1年生仙游、德化、南靖种源和2年生仙游种源作了-8℃和-15℃低温处理(1998年冬),处理时间为24h;(2)对2年生仙游种源苗进行了-8℃和-15℃低温处理,处理时间为24、48和72h(1999年冬)。两组对照均为-4℃自然低温。

1.3 实验方法

1.3.1 叶绿素含量的测定 参照邹琦的方法^[5],称取叶片0.1g,剪碎后加4mL乙醇,煮沸1min,冷却后定容至4mL,3 500 r/min离心5min,取上清液,以80%乙醇作对照,测OD₆₅₂,根据公式计算结果。

1.3.2 脯氨酸含量的测定 参照邹琦的方法^[5],称取叶片0.4g,剪碎后加入5mL 3%磺基水杨酸,

于沸水浴中浸提10min。冷却后吸取上清液2mL,加入2mL冰乙酸和3mL茚三酮于沸水浴中加热40min。冷却后加5mL甲苯,充分振荡,静置分层后吸取甲苯层进行OD₅₂₀比色。

1.3.3 根活力测定 参照张志良的方法^[6]。称取根0.5g,加0.5μg/mL的α-萘胺溶液和磷酸缓冲液,静置10min,吸取2mL母液,测定α-萘胺含量,作为实验开始数值。再将溶液放入25℃恒温箱中,经过一段时间后再测定。根据标准曲线查出α-萘胺含量,根据公式算出根系氧化α-萘胺的强度。

1.4 统计处理

将各处理的测定数据进行团体比较t检验。

2 结果与分析

2.1 低温处理对福建柏叶绿素含量的影响

经-8℃和-15℃低温处理24h,不同种源的福建柏叶片中叶绿素含量与对照相比均呈升高趋势。叶绿素含量增加率为-8℃ > -15℃ > -4℃(对照);种源间差异-8℃时为:南靖 > 仙游 > 德化,2年生种源 > 1年生种源;-15℃时为仙游 > 南靖 > 德化,1年生种源 > 2年生种源(见表1)。

2.2 低温处理对福建柏脯氨酸含量的影响

从表2看出,经-8℃和-15℃低温处理24h,不同种源的福建柏1年生与2年生苗叶片脯氨酸含量均比自然低温的对照组有所升高。且-15℃处理升高幅度大于-8℃处理组。无论是-8℃还是-15℃处理,脯氨酸含量的增加率均为:2年生仙游 > 南靖 > 1年生仙游 > 德化。

表1 低温处理对福建柏叶片叶绿素含量的影响(鲜重)¹⁾

Table 1 Effects of the low-temperature treatment on content of chlorophyll of Fukiencypress (FW)¹⁾

苗龄 Age of seedling (a)	种源 Provenance	叶绿素含量 Content of chlorophyll (μg/g)			叶绿素增加率 Increase rate of chlorophyll (%)	
		自然低温 -4℃ -4℃ natural temperature (CK)	-8℃	-15℃	-8℃	-15℃
1	福建德化 Dehua, Fujian	0.67 ± 0.01(4)	1.03 ± 0.08(5)	0.88 ± 0.12(5)	53.7**	31.3
1	福建南靖 Nanjing, Fujian	0.58 ± 0.04(4)	1.46 ± 0.08(5)	0.95 ± 0.09(5)	151.7**	63.8**
1	福建仙游 Xianyou, Fujian	0.58 ± 0.04(4)	1.34 ± 0.06(5)	1.22 ± 0.21(5)	131.0**	110.3**
2	福建仙游 Xianyou, Fujian	0.66 ± 0.05(4)	1.63 ± 0.11(5)	1.33 ± 0.03(5)	147.0**	101.5**

¹⁾ 括号内数字为植株数,处理时间为24h。The figure inside the parentheses denotes the number of example with the treatment duration of 24 h.
t_{0.01}(5) = 4.032, t_{0.01}(4) = 4.604, ** P < 0.01.

2.3 低温处理对福建柏根活力的影响

在低温胁迫处理下,福建柏苗根活力指标比对照组均有所下降,下降的幅度为 -15°C 处理组大于 -8°C 。综合2组低温处理,按根活力降低率的大小排列均为德化>南靖>1年生仙游>2年生仙游。

2.4 不同时间的低温处理对叶绿素和脯氨酸含量的影响

从图1可看出经 -8°C 和 -15°C 低温处理24h,

福建柏叶片叶绿素含量明显升高,但处理48h后即开始下降,处理72h时降至接近自然低温(-4°C)。下降的幅度以 -15°C 处理尤为明显。

由图2可见,在 -8°C 和 -15°C 低温胁迫处理下,福建柏叶片脯氨酸含量随处理时间的增加而增高,处理72h时最高,且 -8°C 处理72h,脯氨酸含量升高尤为明显。

表2 低温处理对福建柏叶片脯氨酸含量的影响(鲜重)¹⁾

Table 2 Effects low-temperature treatment on contents of proline in leaves of Fukiencypress (FW)¹⁾

苗龄 Age of seedling (a)	种源 Provenance	脯氨酸含量 Content of proline ($\mu\text{g/g}$)			脯氨酸增加率 Increase rate of proline (%)	
		自然低温 -4°C -4°C natural temperature (CK)	-8°C	-15°C	-8°C	-15°C
		1	福建德化 Dehua, Fujian	8.9±0.1(4)	10.1±0.1(5)	11.8±0.5(5)
1	福建南靖 Nanjing, Fujian	7.3±0.3(4)	9.2±0.2(5)	10.6±0.1(5)	26.0**	45.2**
1	福建仙游 Xianyou, Fujian	8.0±0.3(4)	9.4±0.1(5)	10.9±0.2(5)	17.5**	36.3**
2	福建仙游 Xianyou, Fujian	2.8±0.1(4)	5.8±0.1(5)	8.6±0.2(5)	52.6**	126.3**

¹⁾ 括号内数字为植株数,处理时间为24h。The figure inside the parentheses denotes the number of example with the treatment duration of 24 h. $t_{0.01}(5) = 4.032$, $t_{0.01}(4) = 4.604$, ** $P < 0.01$.

表3 低温处理下福建柏根活力的变化(鲜重)¹⁾

Table 3 Variation in root vitality under the low-temperature treatment of Fukiencypress (FW)¹⁾

苗龄 Age of seedling (a)	种源 Provenance	根活力 Root vitality ($\mu\text{g/g}$)			根活力降低率 Decrease rate of the root vitality (%)	
		自然低温 -4°C -4°C natural temperature (CK)	-8°C	-15°C	-8°C	-15°C
		1	福建德化 Dehua, Fujian	170±2(4)	130±3(5)	107±2(5)
1	福建南靖 Nanjing, Fujian	152±3(4)	121±3(5)	103±2(5)	20.4**	32.3**
1	福建仙游 Xianyou, Fujian	164±2(4)	135±2(5)	112±2(5)	17.7**	31.7**
2	福建仙游 Xianyou, Fujian	198±2(4)	166±2(5)	140±2(5)	16.2**	29.3**

¹⁾ 括号内数字为植株数,处理时间为24h。The figure inside the parentheses denotes the number of example with the treatment duration of 24 h. $t_{0.01}(5) = 4.032$, $t_{0.01}(4) = 4.604$, ** $P < 0.01$.

2.5 低温胁迫生理指标与寒害的关系

田间同步观察表明,福建柏幼苗具有一定的抗寒性。1年生苗在 -4°C 自然低温持续24h的情况下,有轻度寒害发生,受冻率达65.2%,寒害指数为21.63,均为侧梢顶端第一、二节鳞叶轻度受冻,未见顶梢冻枯现象。2年生苗在 -4°C 田间持续48h低温下,仅出现部分侧枝顶端鳞叶轻微冻害^[4]。1999年冬经历 -8°C 持续48h田间自然低温,2年生福建柏苗受冻率达70%,出现寒害指数28.63的中度寒害(但多数苗顶梢未冻枯)。而经 -15°C 低温胁迫处理48和72h的2年生苗均已枯死;经 -8°C 持续72h低温胁迫处理的苗枯死也达80%。上述结果虽与

测定的生理指标没有直接的线性关系,但可看出明显的规律,即受低温胁迫处理,在一定范围内随着温度降低,福建柏叶片叶绿素含量、脯氨酸含量均不同程度升高;根活力指标均不同程度下降,温度愈低,下降愈快。 -8°C 和 -15°C 低温24h处理对苗未造成严重冻害;但持续处理48和72h时叶绿素含量明显下降,脯氨酸含量则升高,而此时苗已遭受严重冻害。

3 小结与讨论

(1) 实验结果表明,经 -8°C 和 -15°C 低温处理

24 h,供试福建柏各种源1年生苗叶绿素和脯氨酸含量均有所升高,而根活力指标则下降,且种源间差异明显。 -8°C 和 -15°C 处理24 h,2年生苗叶绿素和脯氨酸含量均升高,处理48 h和72 h叶绿素含量明显下降,而脯氨酸含量则不断升高。 -8°C 和 -15°C

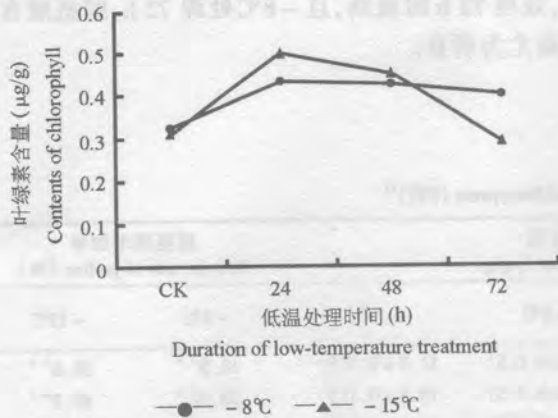


图1 不同时间低温处理下福建柏叶片叶绿素含量的变化
Fig. 1 Variations in contents of chlorophyll in leaves of Fukien Cypress under different low-temperature treatment duration

(2) 大多数植物在低温胁迫时都显示出光合速率的明显下降,但也有例外,原产高山地区的植物,如高山的毛榉在低温期间光合速率大于低地的同一植物^[7]。本实验出现福建柏在受到冻害胁迫时叶绿素含量升高,可说明福建柏在一定的低温范围内仍然有光合能力,因而表现出对冻害的一种抵抗力。

(3) 渗透调节是植物在逆境胁迫时出现的一种调节方式,由细胞生物合成和吸收累积某些物质来完成其调节过程。植物在逆境时,主要累积中性氨基酸、甜菜碱等物质。中性氨基酸中以脯氨酸的渗透调节最为有效。无论干旱、高温、低温、结冰、盐渍、低pH、营养不良和病虫害发生时都会在植物体内累积脯氨酸^[8]。福建柏在低温处理时体内脯氨酸都有不同程度的升高,说明这一调节方式在起作用。

(4) 本实验进行的根活力的测定,所用方法是 α -萘胺法。 α -萘胺氧化的本质就是过氧化物酶的催化作用,该酶的活力愈强,对 α -萘胺的氧化力也愈强。过氧化物酶是植物体内的一种保护酶,主要作用是清除植物体内的过氧化物,其对逆境的反应是非常敏感的,在植物的抗性中起着重要的作用。在福建柏低温处理后,发现其根活力有所降低,说明其体内过氧化物酶的活性有所降低。至于低温产生冻害的根活力指标临界值,尚待继续研究。

短时低温对2年生苗产生严重冻害,其中 -15°C 尤为严重。由此可见,除根活力指标外,低温处理后叶片叶绿素和脯氨酸含量的变化,可作为间接评定福建柏种源耐寒力强弱的标准。

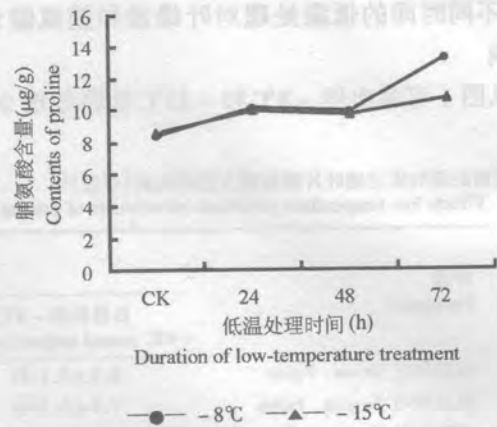


图2 低温处理下福建柏叶片脯氨酸含量的变化
Fig. 2 Variations in contents of proline in leaves of Fukien Cypress under different low-temperature treatment duration

(5) 实验中发现产自福建省仙游的种源受低温(-8°C 和 -15°C)处理24 h,叶绿素和脯氨酸含量增加较多,而且根活力指标下降较少(尤其是2年生种源苗木)。田间观测表明,在 -4°C 持续低温48 h仅出现轻微寒害(基本无主梢受冻,少部分侧梢尖端1~2节鳞叶受冻),说明该种源抗寒力较强,因而具有选择改良与扩大引种的潜力。

参考文献

- [1] 高兆蔚. 珍贵用材树种——福建柏[J]. 福建林业科技, 1994, 21(2): 62~66.
- [2] 杨宗武, 郑仁华, 侯伯鑫, 等. 珍稀树种福建柏[J]. 林业科技通讯, 1988, (7): 21~22.
- [3] 肖祥希, 杨宗武, 叶忠华, 等. 福建柏与杉木、马尾松人工林木材材性比较分析[J]. 林业科技通讯, 2000, (2): 3~5.
- [4] 李晓储, 黄利斌, 杨宗武, 等. 福建柏引种苗期研究初报[J]. 江苏林业科技, 1999, 27(3): 1~4.
- [5] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [6] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995.
- [7] 何洁, 刘鸿先, 王以柔, 等. 低温与植物的光合作用[J]. 植物生理学通讯, 1986, (2): 1~6.
- [8] 王洪春编著. 生物膜结构功能和渗透调节[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.

(责任编辑: 惠红)