

三种金花茶低温半致死温度研究

李吉涛, 谢伟玲, 柴胜丰, 唐健民, 韦 霄

(广西壮族自治区中国科学院 广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

摘 要:以盆栽 1 年生毛籽金花茶、凹脉金花茶和平果金花茶 3 种金花茶实生苗为试材, 采用人工模拟低温环境的方法对其叶片进行低温胁迫处理, 测定其电解质外渗率, 结合 Logistic 方程得出 3 种金花茶的低温半致死温度, 并测定不同温度下叶片的游离脯氨酸、可溶性糖和丙二醛(MDA)含量。结果表明:在低温胁迫下, 3 种金花茶叶片相对电导率随温度降低呈“S”型上升, 丙二醛、脯氨酸和可溶性糖含量均呈先上升后下降的趋势;低温半致死温度分别为 -14.25、-13.25、-12.62℃, 耐寒性由强到弱依次为毛籽金花茶>凹脉金花茶>平果金花茶。

关键词:金花茶;低温胁迫;相对电导率;Logistic 方程;半致死温度(LT₅₀)

中图分类号:S 571.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0059-05

金花茶属山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia*)常绿灌木或小乔木,是世界珍稀的观赏植物与种质资源。因

第一作者简介:李吉涛(1980-),男,湖北襄阳人,博士,助理研究员,现主要从事植物分子生物学等研究工作。E-mail:ljtyouth@163.com

责任作者:韦霄(1967-),男,广西天峨人,博士,研究员,现主要从事濒危植物的保护生物学等研究工作。E-mail:weixiao@gxib.cn

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31160137);广西自然科学基金资助项目(2015GXNSFBA139051);广西植物研究所基本业务费资助项目(桂植业 14004);广西林业科技资助项目(桂林科字[2012]第 26 号);广西科学研究与技术开发计划资助项目(桂科重 1355001-5-4);桂林市科技攻关资助项目(20130414);广西自然科学基金资助项目(2013GXNSFAA019081)。

收稿日期:2015-12-14

其是山茶花中唯一具有金黄色花的类群,被誉为“世界珍品、茶族皇后”,亦是培育黄色系山茶新品种的珍贵材料,具有极高的观赏价值和科研价值^[1]。该物种已列入国家一级保护植物和国际生物多样性公约附属 II 级物种^[2]。目前,关于金花茶组植物的研究集中在居群生物学^[3]、生殖生态学^[4-5]、引种栽培及繁殖^[6-8]、光合生理^[9-12]、保护生物学^[13-16]、功能基因研究^[17-18]等方面,而关于金花茶逆境生理,仅有干旱胁迫影响金花茶幼苗光合生理特性、抗氧化能力及渗透物质含量的报道^[19-20],结果表明金花茶对于干旱胁迫极为敏感,水分稍有亏缺,便会明显抑制其光合作用;提高金花茶叶片的抗氧化能力和增加渗透物质含量能改善叶片的保水能力,减轻干旱胁迫伤害。目前,国内外尚鲜见有关金花茶组植物的

Research on Diversity of the Plants of Genus *Impatiens* and Its Application in Tibet

MA Jingrui¹, XING Zhen¹, CHEN Yue², BIANBA Duoji²

(1. College of Resource and Environment, Tibet College and Animal Husbandry, Linzhi, Tibet 860100; 2. The Planning Institute of Forestry Investigation in Tibet, Lhasa, Tibet 850000)

Abstract: Based on a full-scale and systematic investigation and literature collection, the distribution of *Impatiens* resources in Tibet, ornamental characteristics and landscape application were studied. The results showed that there were 38 species (including varieties) of *Impatiens* in Tibet, accounting for 13.28% of this genus in China. The richness of *Impatiens* ranks third following Sichuan and Yunnan Province in China. All species of this genus possessed high ornamental value. Besides, *Impatiens* had extremely high endemism. 15 endemic species distribute nationwide including 7 species that only habitat in Tibet. The endemism proportions of China and Tibet to the world reach to 40.54% and 21.62% respectively. On the basis of the analysis of plant medical and ornamental value, measures like establishing germplasm, protecting habitat, reasonable development and cultivating new varieties should be taken immediately.

Keywords: Tibet; *Impatiens*; species diversity; application

抗寒性研究的文献报道,与其它植物的抗寒性研究有较大的差距。因此,该文对3种金花茶进行抗寒胁迫生理相关研究,旨在为金花茶的抗寒新品种选育及寻找提高金花茶抗寒性的新途径提供理论依据和参考价值。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以金花茶组植物毛籽金花茶(*C. ptilosperma*)、凹脉金花茶(*C. impressinervis*)和平果金花茶(*C. pingguensis*)幼苗为试材。

1.2 试验方法

选取生长势一致,株高15~20 cm的1年生幼苗栽于塑料花盆中,每盆1株,栽培基质为林下表层土壤。在相对光强为10%的荫棚中恢复生长2个月,每月施1次复合肥,适时淋水,随时防治病虫害。随机分成8组,每组6盆,将植株放入低温光照培养箱中进行低温处理。试验设置7个处理温度8、-2、-7、-12、-17、-22、-27℃,以室温(20℃)为对照。试验重复3次,温度降至8℃时培养箱降温,速度10℃/h,降至目标温度后维持3 h。选取枝条顶端第2~3片叶片为材料,测定电解质渗出率以及脯氨酸、可溶性糖、丙二醛含量等生理指标。

1.3 项目测定

1.3.1 叶片电解质渗透率的测定 避开主脉和边缘,将处理后的叶片均匀剪取大小约0.5 cm²,准确称量1.0 g放入试管中,加入20 mL去离子水浸没叶片,室温震荡浸提6 h待测。采用DDS-11A型电导仪测定浸提液的电导率 R_1 ,代表低温处理后的离体细胞电解质的外渗值。将盛有浸提液的试管在121℃灭菌10 min,冷却至室温,静置6 h;用同样方法测定灭菌处理后的浸提液的电

导率 R_2 ,代表离体细胞电解质总含量。以去离子水的电导率 R_{CK} 为对照,计算相对电导率(REC)。 $REC(\%) = [(R_1 - R_{CK}) / (R_2 - R_{CK})] \times 100$ 。每个处理重复3次。

将相对电导率曲线配以 Logistic 方程进行回归分析,求得拐点温度即为半致死温度。相对电导率拟合 Logistic 回归方程为: $y = K / (1 + ae^{-bx})$ 。式中, y 代表相对电导率, x 代表处理温度, K 为相对电导率饱和值, a 、 b 为方程参数,具体计算方法参照莫惠栋^[21]的方法。

1.3.2 叶片生理指标的测定 游离脯氨酸(Pro)、可溶性糖及丙二醛(MDA)的含量参考邹琦^[22]和李合生^[23]的酸性茚三酮显色法、蒽酮比色法和硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定,每个生理指标平行测定3次。

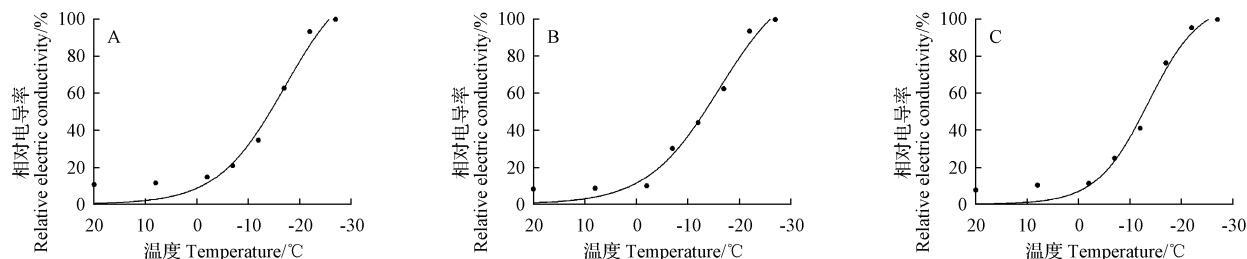
1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析,利用 LSD 法检验不同处理之间的差异性。

2 结果与分析

2.1 低温对叶片细胞相对电导率的影响

由图1可知,经过低温处理后,3种金花茶叶片测得的相对电导率(REC)具有相同的变化规律,均随着处理温度的下降而上升,呈明显的S型增长曲线,拟合度很好。当温度降至-12℃时,叶片REC达到35%以上;当温度降至-17℃时,叶片REC达到60%以上;当温度为-12~-17℃相对电导率急剧上升,说明此时细胞的破裂骤然增多,细胞膜受到的半可逆伤害加剧^[24];当温度降至-22℃时,叶片REC达到90%以上。当温度低于-22℃时,细胞相对电导率增速变缓,膜透性几乎完全被破坏,此时的温度也就是3种金花茶叶片细胞质膜不可逆破坏的临界温度^[25]。



注:A.毛籽金花茶;B.凹脉金花茶;C.平果金花茶。

Note: A. *Camellia ptilosperma*; B. *Camellia impressinervis*; C. *Camellia pingguensis*.

图1 3种金花茶相对电导率随温度变化的 Logistic 曲线

Fig. 1 Logistic curve of relative electric conductivity to temperature of three species of *Camellia* Sect. *Chrysanthra*

2.2 低温胁迫下金花茶的半致死温度

对相对电导率的测定结果进行非线性回归分析,用 Logistic 方程拟合,如表1所示, R^2 达0.96以上,说明经低温胁迫后,3种的金花茶相对电导率遵循 Logistic 方程的变化规律,具有极好的拟合度。求该方程的二阶导

数并令其等于0,则可获得曲线拐点 $X = \ln a / b$, X 即半致死温度,此时低温对电解质透出率的递增效应最大。通过拟合方程求出毛籽金花茶、凹脉金花茶和平果金花茶的低温半致死温度,分别是-14.25、-13.25、-12.62℃。

表 1 3 种金花茶不同低温处理下相对电导率 Logistic 回归方程及半致死温度(LT₅₀)Table 1 Relative electric conductivity Logistic regression equations and semi-lethal temperature (LT₅₀) of 3 species under low temperature

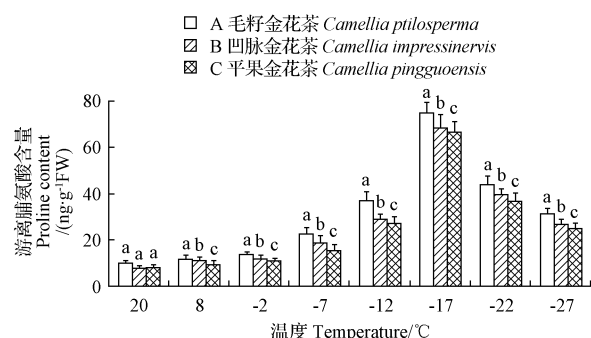
种 Species	回归方程 Regression equation	半致死温度 Semi-lethal temperature/℃	拟合度 Fitting degree
毛籽金花茶 <i>C. ptilosperma</i>	$Y=126.7188/(1+13.47955561e^{0.152x})$	-14.25	0.9699
凹脉金花茶 <i>C. impressinervis</i>	$Y=124.1184/(1+9.79173432e^{0.143x})$	-13.25	0.9757
平果金花茶 <i>C. pingguensis</i>	$Y=109.7366/(1+14.61985099e^{0.198x})$	-12.62	0.9821

注:表中 X 表示所对应的温度(℃),Y 表示相对电导率(%)。

Note: X and Y indicate temperature (℃) and relative electric conductivity (REC, %), respectively.

2.3 低温胁迫对金花茶叶片生理指标的影响

2.3.1 脯氨酸含量 由图 2 可知,在低温胁迫下,3 种金花茶幼苗叶片的脯氨酸含量均随着温度的下降整体呈先上升后下降的趋势,LT₅₀ 低的花茶脯氨酸含量高于 LT₅₀ 高的金花茶。同一温度处理下不同品种间脯氨酸含量差异显著($P<0.05$)。胁迫温度降到-17℃时,3 种金花茶叶片中脯氨酸含量均达到最大值,分别为 75.02、68.38、66.68 ng/g FW,差异达到显著水平($P<0.05$),但在-17℃后,游离脯氨酸的含量又逐渐降低。



注:不同小写字母表示同一温度不同金花茶间差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: The different lowercase letters show significant differences with the same temperature among different species ($P<0.05$). The same below.

图 2 不同低温处理下 3 种金花茶叶片脯氨酸含量变化

Fig. 2 Change of proline contents in the leaves of 3 species under different low temperature treatments

2.3.2 可溶性糖含量 由图 3 可知,低温胁迫处理下,3 种金花茶叶片中的可溶性糖含量均明显高于对照,且随着处理温度的下降整体呈现先上升后下降的趋势,LT₅₀ 低的花茶可溶性糖含量明显高于 LT₅₀ 高的金花茶。随着胁迫温度的降低,3 种金花茶叶片可溶性总糖含量均增大,同一温度处理下,3 种金花茶叶片的可溶性糖含量存在显著性差异($P<0.05$)。温度降到-17℃时,3 种金花茶叶片中可溶性糖含量均达到最大值,分别达到了 35.85、31.87、28.45 mg/g FW,差异达到显著水平($P<0.05$),说明毛籽金花茶叶片中积累了更多的可溶性糖。但在-17℃后,可溶性糖的含量又逐渐缓慢下降。

2.3.3 丙二醛含量 丙二醛(MDA)是膜脂过氧化产物,具有很强的细胞毒性,MDA 含量高低也是反应细胞膜系统受伤程度的一个指标。由图 4 可知,在低温胁迫

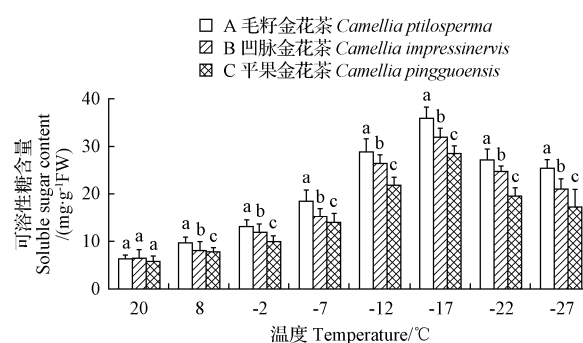


图 3 不同低温处理下 3 种金花茶叶片可溶性糖含量变化

Fig. 3 Change of soluble sugar contents in the leaves of 3 species under different low temperature treatments

范围内,3 种金花茶叶片 MDA 含量随温度的降低呈先上升后下降的趋势。随着胁迫温度的降低,3 种金花茶叶片 MDA 含量均增大,且同一温度不同种金花茶叶片的 MDA 含量存在显著性差异($P<0.05$);处理温度降到-17℃时,MDA 含量达到最大值,分别为 57.58、69.90、84.73 nmol/g FW,差异达到显著水平($P<0.05$)。由此可知,LT₅₀ 低的毛籽金花茶叶片受低温胁迫后膜脂过氧化水平较低,而 LT₅₀ 高的平果金花茶的膜脂过氧化水平较高。

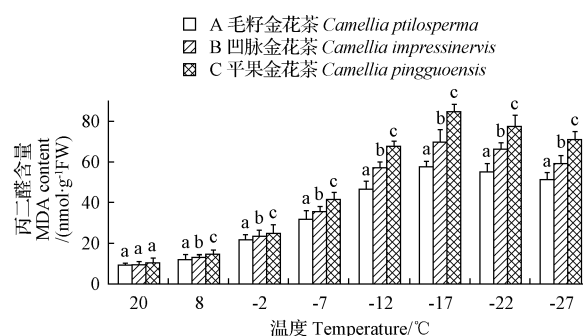


图 4 不同低温处理下 3 种金花茶叶片丙二醛含量变化

Fig. 4 Change of MDA contents in the leaves of 3 species under different low temperature treatments

3 结论与讨论

低温冷害是限制热带亚热带植物生长的主要非生物因子之一。许多植物经过一段时间的非冰冻低温锻炼后,抗寒能力明显提高,但这种抗寒力的大小因植物种类而异。半致死温度(LT₅₀)是目前广泛用作植物抗

寒性强弱评价的一个重要且比较准确的指标^[26-28],且大多数研究者均采用低温处理下的 REC 拟合 Logistic 方程,并求得 LT_{50} 。以半致死温度确定生态分布的最低温度能较准确地指示植物的最大抗寒力,从而可以避免引种和推广工作中的盲目性。

随着温度的降低,细胞伤害率呈“S”型曲线变化,与温度呈显著负相关,低温半致死温度为平果金花茶最高,凹脉金花茶其次,毛籽金花茶最低。关于低温半致死温度反映植物抗寒性的关系,RAJASHEKAR 等^[29]证明低于曲线拐点温度时植物组织中液态水迅速减少,并推论这是由于组织冰晶扩散屏障的消失,即质膜结构上的变化所致。通过 3 种金花茶的低温半致死温度可以看出,其抗寒性大小顺序为毛籽金花茶>凹脉金花茶>平果金花茶。

游离脯氨酸(Pro)是渗透胁迫下易积累的一种氨基酸,也是一种重要的渗透调节物质,具有稳定细胞蛋白质结构、保护细胞内大生物分子和保持氮含量的作用^[30]。游离脯氨酸含量的变化是衡量植物抗寒性的重要生理生化指标。Pro 含量与抗寒性的关系已有许多报道,但观点尚不统一。有研究认为植物的抗寒性与 Pro 含量呈正相关^[31];陈雅君等^[32]研究认为,在低温条件下植物的抗冻能力与 Pro 的累积呈负相关;冯昌军等^[33]则认为 Pro 含量变化与不同品种的抗寒性相关较小。该研究结果表明,在系列低温处理下,金花茶叶片的 Pro 含量呈先增加后降低的趋势,但仍高于对照,且在处理温度降到-17℃时达到最大值。该研究结果与王冠群等^[34]对不同低温胁迫下德国鸢尾抗寒性的 Pro 含量变化规律相似,只是到达最大值的温度不同;但该研究结果不同于刘慧民等^[27]关于绣线菊苗期在不同低温处理下,Pro 含量随温度降低而呈现“W”的变化趋势。这可能与植物本身的特性以及对低温胁迫的响应不同有关。另外,整个低温处理过程中,Pro 含量均表现为毛籽金花茶>凹脉金花茶>平果金花茶, LT_{50} 温度越低,Pro 含量越高。因此,可以认为低温胁迫下,金花茶叶片中的 Pro 累积量与其抗寒性呈正相关。

可溶性糖含量的变化是低温条件下植物代谢较为敏感的生理指标之一。在植物体内,可溶性糖可以提高细胞液浓度,降低冰点,降低水势,增加保水能力,从而使冰点下降,保持细胞不致遇冷凝固,提高植物抗寒能力^[35]。该研究表明,随着低温胁迫温度的降低和时间的延长,金花茶叶片可溶性糖含量一直呈先上升后下降的趋势,这说明低温胁迫初期水解作用增强,淀粉、蛋白质等大分子化合物大量降解成可溶性糖等物质,增加细胞液浓度,以调节细胞渗透压,提高机体抗寒能力。而低温胁迫后期可能由于细胞水解能力减弱而导致可溶性糖含量下降。根据植物的抗寒性与体内的可溶性糖含

量呈正相关的关系^[36],可以认为毛籽金花茶可溶性糖含量的增幅最大,其抗寒性最强,这与上述采用半致死温度评价金花茶抗寒性强弱的结果相符。

MDA 是植物抗逆生理中的一个常用指标,其含量的增加是植物受到逆境胁迫后细胞膜透性增加的一个重要标志,其含量高低可以反映植物膜系统的受伤程度^[37]。因此,植物的抗寒性与 MDA 含量呈负相关^[38-39]。在该研究中,3 种金花茶随着温度的降低,叶片内 MDA 含量呈先上升后下降的趋势,这与王永红等^[40]在山茶中、王玲等^[41]在锦带花中的研究结果一致。说明随着温度的降低,经低温胁迫后叶片受到一定程度的伤害,膜脂发生了过氧化,MDA 含量升高;当温度继续降低,MDA 含量大幅上升达到峰值,说明在此温度下叶片受到严重伤害,膜脂过氧化程度加剧;而后 MDA 含量又呈下降趋势,可能是脯氨酸与可溶性糖在起作用,减少了膜脂不饱和脂肪酸发生过氧化,从而抑制了 MDA 的合成。

该研究中 Pro、可溶性糖与 MDA 含量的结果以及半致死温度(LT_{50})的结论均表明,3 种金花茶的抗寒性由强到弱依次为:毛籽金花茶>凹脉金花茶>平果金花茶。同时,该研究结果表明金花茶叶片 LT_{50} 结合生理生化指标评价金花茶抗寒性的方法简便、准确性较高,可以作为不同种金花茶抗寒性比较和抗寒品种选育的量化指标。而 LT_{50} 的确定为今后进行金花茶抗寒分子育种提供了合适的处理温度。金花茶作为濒危珍稀观赏花卉,探讨其抗寒胁迫生理,对于今后研究金花茶抗寒性的分子机理,寻找提高金花茶耐寒性的新途径,扩大金花茶栽培适应区域和指导产业发展均具有十分重要的意义和作用。

参考文献

- [1] 梁盛业. 花茶[M]. 北京:中国林业出版社,1993.
- [2] 傅立国. 中国植物红皮书[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [3] 黄明钊,史艳财,韦霄,等. 珍稀濒危植物金花茶的点格局分析[J]. 生态学杂志,2013,32(5):1127-1134.
- [4] 柴胜丰,韦霄,蒋运生,等. 濒危植物金花茶开花物候和生殖构件特征[J]. 热带亚热带植物学报,2009,17(1):5-11.
- [5] YANG Q H, WEI X, ZENG X L, et al. Seed biology and germination ecophysiology of *Camellia nitidissima* [J]. Forest Ecology and Management, 2008, 255: 113-118.
- [6] 蒋运生,唐辉,韦霄,等. 珍稀濒危植物东兴金花茶引种驯化研究[J]. 广西植物,2010,30(3):362-366.
- [7] 韦霄,柴胜丰,蒋运生,等. 珍稀濒危植物金花茶种子繁殖和生物学特性研究[J]. 广西植物,2010,30(2):215-219.
- [8] 柴胜丰,史艳财,陈宗游,等. 珍稀濒危植物毛瓣金花茶扦插繁殖技术研究[J]. 种子,2012,31(6):118-121.
- [9] 柴胜丰,庄雪影,韦霄,等. 光照强度对濒危植物毛瓣金花茶光合生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2013,33(3):547-554.
- [10] 柴胜丰,韦霄,史艳财,等. 强光胁迫对濒危植物金花茶幼苗生长和叶绿素荧光参数的影响[J]. 植物研究,2012,32(2):159-164.
- [11] WEI X, JIANG Y S, JIANG S Y, et al. Photosynthetic characteristics of

an endangered species *Camellia nitidissima* and its widespread congener *Camellia sinensis*[J]. *Photosynthetica*, 2008, 46(2):312-314.

[12] 杨期和,李旭群,杨和生,等.金花茶幼苗光合生理生态特性研究[J].北京林业大学学报,2010,32(2):57-63.

[13] TANG S Q, BIN X Y, WANG L, et al. Genetic diversity and population structure of yellow camellia (*Camellia nitidissima*) in China as revealed by RAPD and AFLP markers[J]. *Biochemical Genetics*, 2006, 44:449-461.

[14] WEI X, CAO H L, JIANG Y S, et al. Population genetic structure of *Camellia nitidissima* (Theaceae) and conservation implications[J]. *Botanical Studies*, 2008, 49:147-153.

[15] 柴胜丰,庄雪影,邹蓉,等.濒危植物毛瓣金花茶遗传多样性的 ISSR 分析[J].西北植物学报,2014,34(1):93-98.

[16] 唐健民,陈宗游,韦霄,等.东兴金花茶 SSR-PCR 反应体系的优化及引物筛选[J].基因组学与应用生物学,2014,33(2):398-404.

[17] 周兴文,李纪元,范正琪.金花茶查尔酮异构酶基因全长克隆与表达的初步研究[J].林业科学研究,2012,25(1):93-99.

[18] 周兴文,李纪元,殷恒福,等.金花茶 *FLS* 基因的克隆及其植物表达载体的构建[J].植物研究,2013,33(1):58-65.

[19] 柴胜丰,唐健民,王满莲,等.干旱胁迫对金花茶幼苗光合生理特性的影响[J].西北植物学报,2015,35(2):322-328.

[20] 邓旭,董晨,张广明.干旱对两种金花茶幼苗抗氧化能力及渗透物质含量的影响[J].热带作物学报,2012,33(6):1034-1039.

[21] 莫惠栋. Logistic 方程及其应用[J].江苏农学院学报,1983,4(2):53-57.

[22] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.

[23] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[24] 李俊才,刘成,王家珍,等.洋梨枝条的低温半致死温度[J].果树学报,2007,24(4):529-532.

[25] 赵昌琼,芦站根,庞永珍,等.曼地亚红豆杉的半致死温度与对低温的适应性[J].重庆大学学报,2003,26(6):86-88.

[26] 朱根海,刘祖祺,朱培仁.应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致

死温度的研究[J].南京农业大学学报,1986(3):11-16.

[27] 刘慧民,仇茜,苏青,等.18种绣线菊苗期抗寒性评价与筛选[J].园艺学报,2014,41(12):2427-2436.

[28] 王玮,李红旭,赵明新,等.7个梨品种的低温半致死温度及耐寒性评价[J].果树学报,2015,32(5):860-865.

[29] RAJASHEKAR C, GUSTA L V, BURKE M J. Forest damage in liardy herbaceous specious[A]. In: LYONS J M. Low temperature stress in crop plants the role of membrane[M]. New York: Academic Press, 1979:255-274.

[30] VERBRUGGEN N, HERMANS C. Proline accumulation in plants[J]. *Amino Acids*, 2008, 35(4):753-759.

[31] 王小华,庄南生.脯氨酸与植物抗寒性的研究进展[J].中国农学通报,2008,24(11):398-402.

[32] 陈雅君,崔国文,富象乾.低温对苜蓿品种幼苗体内游离脯氨酸含量的影响[J].中国草地,1996(6):46-47,50.

[33] 冯昌军,罗新义,沙伟,等.低温胁迫对苜蓿品种幼苗 SOD、POD 活性和脯氨酸含量的影响[J].草业科学,2005,22(6):29-32.

[34] 王冠群,李丹青,张佳平,等.德国鸢尾 6 个品种的耐寒性比较[J].园艺学报,2014,41(4):773-780.

[35] 朱政,蒋家月,江昌俊,等.低温胁迫对茶叶叶片 SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响[J].安徽农业大学学报,2011,38(1):24-26.

[36] 简令成,卢存福,李积宏,等.适宜低温锻炼提高冷敏感植物玉米和番茄的抗冷性及其生理基础[J].作物学报,2005,31(8):971-976.

[37] 王树刚,王振林,王平,等.不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价[J].生态学报,2011,31(4):1064-1072.

[38] 刘祖祺,张石诚.植物抗性生理学[M].北京:中国农业出版社,1994.

[39] 王玲丽,贾文杰,马璐琳,等.低温胁迫对不同百合主要生理指标的影响[J].植物生理学报,2014,50(9):1413-1422.

[40] 王永红,李纪元,田敏,等.低温胁迫对山茶物种 2 个抗寒性生理指标的影响[J].林业科学研究,2006,19(1):121-124.

[41] 王玲,王春雷,马喜娟,等.锦带花新品种抗寒性[J].东北林业大学学报,2012,40(12):43-46.

Study on the Semi-lethal Low Temperature of Three Species of *Camellia* Sect. *Chrysantha*

LI Jitao, XIE Weiling, CHAI Shengfeng, TANG Jianmin, WEI Xiao

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi 541006)

Abstract: To evaluate the cold tolerance of *Camellia* Sect. *Chrysantha* under artificial simulated low temperature environment, one-year-old potted seedlings of *Camellia ptilosperma*, *Camellia impressinervis* and *Camellia pingguoensis* were used as the test materials. The low temperature semi-lethal temperature (LT_{50}) were detected with relative electric conductivity (REC) method combined with Logistic equation. The contents of free proline, soluble sugar and malondialdehyde (MDA) were also analyzed. The results showed that the REC of the three species of *Camellia* Sect. *Chrysantha* increased following an S-curve with the temperature dropped, and the contents of free proline, soluble sugar and MDA increased firstly, and then decreased. The LT_{50} of the three species of *Camellia* Sect. *Chrysantha* were -14.25°C , -13.25°C and -12.62°C , respectively. The cold resistance of the three species of *Camellia* Sect. *Chrysantha* followed the order was *C. ptilosperma* > *C. impressinervis* > *C. pingguoensis*.

Keywords: *Camellia* Sect. *Chrysantha*; cold stress; relative electric conductivity (REC); Logistic equation; semi-lethal temperature (LT_{50})