

低温胁迫对四种野生常绿藤本植物抗寒生理指标的影响

钟泰林¹, 李根有², 石柏林¹

(1. 浙江林学院 植物园, 浙江 临安 311300 2. 浙江林学院 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300)

摘要:以鹰爪枫 *Holboellia coriacea*、南五味子 *Kadsura japonica*、尾叶槲藤 *Stauntonia obovatifoliola* ssp. *urophylla*、山药 *Piper hancei* 等 4 种野生常绿藤本植物为试验材料, 通过人工冷冻处理, 对叶片的相对电导率、过氧化物酶(POD)活性和游离脯氨酸含量等 3 个生理指标进行了测定。结果表明: 细胞膜透性表现为逐渐上升趋势; 而过氧化物酶(POD)活性和游离脯氨酸含量则随着温度的降低呈现出先上升后下降的变化规律, 低温下耐寒性强的种类能保持较高的 POD 活性。4 种野生常绿藤本植物的抗寒性具有明显差异, 其中以鹰爪枫抗寒能力最强, 其次为南五味子和尾叶槲藤, 山药抗寒能力最差。

关键词: 冷冻处理; 野生常绿藤本植物; 抗寒性; 生理指标

中图分类号: S 687.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2009)09—0161—04

木本植物的低温适应的机制是抗寒领域研究的热点, 对于木本植物, 尤其是园艺植物的低温驯化及其抗寒力的研究具有很高的经济价值^[1]。植物在受到逆境胁迫时, 会表现出各种不同的性状, 严重时将导致死亡, 具体表现为其体内一些酶的变化。通常可通过测量植物的细胞膜透性、过氧化物酶(POD)活性、游离脯氨酸含量等生理指标了解植物体受迫害程度, 从而得知植物体忍受逆境胁迫的最大能力, 有助于探讨其在不同的生长环境条件下进行配置应用^[2]。鹰爪枫 *Holboellia coriacea*, 南五味子 *Kadsura japonica*, 尾叶槲藤 *Stauntonia obovatifoliola* ssp. *urophylla* 和山药 *Piper hancei* 为 4 种分布于长江流域以南, 具有较高观花和观果特性的常绿攀缘藤本植物。这 4 种藤本植物秋季硕果累累, 冬季叶色翠绿, 具有一定的观赏价值, 然而在城市园林中却鲜见应用。现通过研究冷冻处理对这 4 种野生常绿藤本植物叶片的细胞膜透性、过氧化物酶(POD)活性和游离脯氨酸含量等生理指标的影响, 探讨和比较其抗寒能力大小, 以期对这 4 种藤本植物在城乡园林中的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

第一作者简介: 钟泰林(1974), 男, 江西兴国人, 硕士, 工程师, 现主要从事植物资源应用研究。E-mail: tailin@zjfc.edu.cn。
通讯作者: 李根有(1956), 男, 浙江金华人, 本科, 教授, 硕士生导师, 研究方向为园林植物资源研究与开发及植物分类。E-mail: lgy1956@163.com。
基金项目: 浙江省重大科技攻关资助项目(2006C12059-2); 浙江省教育厅科技资助项目(20050189)。
收稿日期: 2009—04—20

1.1 试验材料

尾叶槲藤、鹰爪枫、南五味子和山药的 1 a 生壮实小苗。DDS-307 电导率仪, 7230G 分光光度计, Delta-T. W. E. T Sensor Kit 土壤水分测定仪, 冷凝回流装置一套等。

1.2 试验方法

植物在低温气候条件下抗寒能力提高, 于 2006、2007 年冬季, 在浙江林学院东湖校区苗圃, 分别选择 10 株生长旺盛、生长特征相同的 1 a 生实生苗, 分别放入 5 个植物生长箱及控温冰箱中进行人工冷冻处理, 并分别将温度调整为 T0(0℃, 对照)、T-5(-5℃)、T-10(-10℃)、T-15(-15℃)和 T-20(-20℃), 随机排列, 对不同处理的植株, 选取发育枝条中部正常的功能叶片, 定时混合采样, 每次取 10 片叶片, 分别测定相关生理指标。重复 3 次。取样时同时观测每种植物的形态特征。细胞膜透性采用电导率方法; POD 酶活性采用愈创木酚显色法测定; 游离脯氨酸含量采用改进的茚三酮比色法测定^[3]。

1.3 数据处理方法

所有数据均采用 SPSS 13.0 和 Excel 2003 处理, 并进行差异性比较。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对植株叶片细胞膜透性的影响

由图 1 可知, -5℃以上时 4 种植物的电导率变化较小, 说明此时温度对藤本植物生长影响较小, 植株生长基本正常; -10℃以下时 4 种藤本植物的电导率变化开始加大, -15℃以下时电导率变化差异显著, 说明 4 种藤本植物均受到了低温的迫害影响。并且在低温胁迫下, 4 种野生常绿藤本植物的电导率均呈逐渐上升趋势, 表明植物叶片组织均受到一定冻害, 细胞膜透性增大。

对 4 种藤本植物种间、不同低温胁迫条件下对应的电导率进行差异性分析, 结果表明, 4 种藤本植物种间电导率变化差异不显著。不同低温胁迫对应的电导率, -20°C 对应的电导率与其它温度对应的电导率达极显著差异 ($P=0.00$); -15°C 对应的电导率除与 -10°C 对应的电导率差异不显著外, 与其它温度对应的电导率达极显著差异 ($P=0.00$); 其它组间对应的电导率差异均不显著。

植物的耐寒能力与电导率成反比, 电导率上升越快, 植物的耐寒能力越低。对不同低温处理对应的电导率进行线性回归, 电导率变化越快则直线的斜率越大, 而该种植物的抗寒能力越弱。 K 山药 $> K$ 尾叶槲栎 $> K$ 南五味子 $> K$ 鹰爪枫, R^2 均大于 0.90。故 4 种野生常绿藤本植物的耐寒能力为: 鹰爪枫 $>$ 南五味子 $>$ 尾叶槲栎 $>$ 山药。

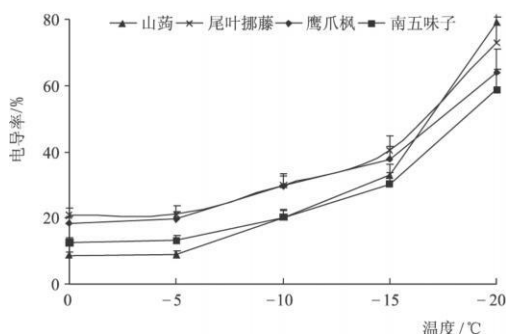


图 1 低温胁迫对 4 种野生常绿藤本叶片细胞膜透性的影响

2.2 低温胁迫对植物叶片 POD 活性的影响

SOD 和 POD 的含量对植物忍受逆境的能力有一定正相关性。在低温胁迫下, 4 种野生常绿藤本叶片的 POD 活性变化如图 2 所示, 表现为先升高后降低, 说明在低温胁迫下, 植物为保全自身生长需要, 产生一定量的 SOD 和 POD, 以适应外界环境的变化, 这是植物的一种自我防御功能, 而表现 SOD 和 POD 活性升高; 但 SOD 和 POD 活性升高到一定值, 随着胁迫强度的增加和胁迫时间的持续, 植物无法抵制外界环境的变化, 一些组织和器官受到伤害, 而无法产生更多的 SOD 和 POD, 表现为 POD 活性降低, 此温度就是该植物低温胁迫的临界值 r , 并把这个温度值 r 作为该植物最低耐低温胁迫值, 该值越低植物的耐寒能力越强, 由图可知, r 山药 $> r$ 尾叶槲栎 $= r$ 南五味子 $> r$ 鹰爪枫。

对 4 种藤本植物种间、不同低温胁迫条件下对应的 POD 活性进行差异性分析, 结果 4 种藤本植物种间 POD 活性变化差异不显著。不同低温胁迫对应的 POD 活性 -20°C 对应的 POD 活性与 -15°C 对应的 POD 活性差异略明显; 与 -10°C ($P=0.011$)、 -5°C ($P=0.028$) 对

应的 POD 活性差异性显著, 而与其它温度对应的 POD 活性及其它组间对应的 POD 活性差异均不显著。

由图 2 可知, -5°C 以上时 4 种野生常绿藤本的 POD 活性随着温度的降低表现为升高, 说明 4 种藤本植物对此低温不敏感, 生长表现均正常。 -10°C 以下时除山药外其它 3 种藤本植物的 POD 活性均表现为升高, 说明除山药外 3 种藤本植物生长仍较正常, 但温度继续降低至 -15°C 尾叶槲栎和南五味子的 POD 活性也出现变化, 且变化的速率为尾叶槲栎大于南五味子, 说明这 2 种藤本均受到了一定冻害, 且尾叶槲栎伤害程度要严重一些, 表现耐寒能力较弱。

-15°C 时只有鹰爪枫的 POD 活性均表现为升高, 其它 3 种藤本均降低, 说明此低温下只有鹰爪枫仍可承受, 其它 3 种藤本植物均受到了冻害。 -20°C 时 4 种植物叶片中 POD 活性均降至很低, 说明此低温对 4 种植物叶片均造成了严重冻害。4 种野生常绿藤本的抗寒能力强弱依次为: 鹰爪枫 $>$ 南五味子 $>$ 尾叶槲栎 $>$ 山药。

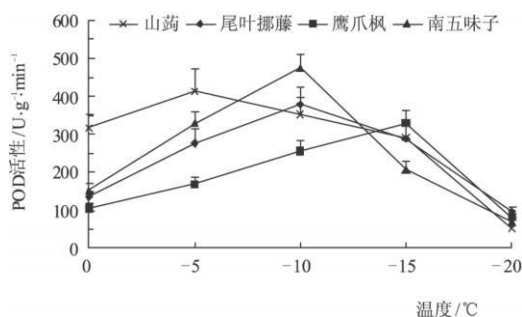


图 2 低温胁迫对 4 种野生常绿藤本叶片 POD 活性的影响

2.3 低温胁迫对植物叶片脯氨酸含量的影响

脯氨酸含量对植物忍受逆境的能力有一定正相关性。在同一低温变化下, 植物叶片脯氨酸含量增长量越多, 则该植物的耐寒能力越强。

对 4 种藤本植物种间、不同低温胁迫条件下对应的脯氨酸含量进行差异性分析, 结果 4 种藤本植物种间脯氨酸含量变化差异不显著。不同低温胁迫对应的脯氨酸含量, -20°C 对应脯氨酸含量与 -15°C 对应脯氨酸含量差异显著 ($P=0.041$); 与 -10°C ($P=0.001$)、 -5°C ($P=0.008$) 对应的脯氨酸含量差异达极显著水平, 而与其它温度对应的脯氨酸含量差异不显著。其它组间, 除 -10°C 与 0°C 对应的脯氨酸含量差异显著外 ($P=0.044$), 其它组对应的脯氨酸含量差异均不显著。

在低温胁迫下, 4 种野生常绿藤本叶片的脯氨酸含量变化如图 3 所示, 表现为先升高后降低, 说明在低温胁迫下, 植物为保全自身生长需要, 产生一定量的脯氨酸, 以适应外界环境的变化, 这是植物的一种自我防御

功能;但随着外界胁迫强度的增加和胁迫时间的持续,植物无法克服外界环境的变化,一些组织和器官受到伤害,无法产生更多的脯氨酸,而表现为其含量降低,直至植物死亡,脯氨酸含量为零。由图 3 可知, -10°C 以上除山药脯氨酸含量变化较平缓外,其它 3 种藤本植物均表现脯氨酸含量快速增加,但增加速率不同,对 $0\sim-10^{\circ}\text{C}$ 4 种藤本植脯氨酸含量增长变化进行线性回归, k 鹰爪枫 $> k$ 南五味子 $> k$ 尾叶槲藤 $> k$ 山药, $R^2 > 0.95$; 而 $-10^{\circ}\text{C}\sim-15^{\circ}\text{C}$ 4 种藤本植脯氨酸含量下降速率为 $|k|$ 鹰爪枫 $< |k|$ 南五味子 $< |k|$ 尾叶槲藤 $< |k|$ 山药, $R^2 > 0.96$ 。故 4 种野生常绿藤本的抗寒能力强弱依次为:鹰爪枫 $>$ 南五味子 $>$ 尾叶槲藤 $>$ 山药。

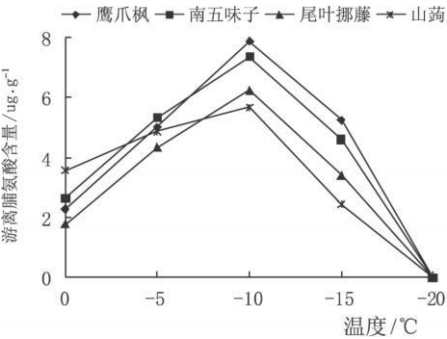


图 3 低温胁迫对 4 种野生常绿藤本叶片脯氨酸含量的影响

2.4 藤本植物综合耐低温胁迫能力比较

4 种藤本植物外形特征观察结果为, -20°C 时 4 种藤本植物叶子全部冻坏,枝条 80% 冻坏。山药 -5°C 以内枝叶生长正常, -10°C 以下时植株枝叶全部冻死,而其它 3 种藤本植物植株叶片耷拉但基本正常; -15°C 时只有鹰爪枫仍较正常,其它枝叶全部冻坏,低于 -15°C 时受冻症状严重。综合低温胁迫条件下,叶片细胞膜透性、POD 活性和游离脯氨酸含量 3 个生理指标对 4 种野生常绿藤本植物的影响,3 种方法耐寒能力测定结果均较一致。总之,4 种藤本植物均有一定耐寒能力,形态观察结果与实验室测定结果相吻合,鹰爪枫耐寒能力最强,山药耐寒能力最弱,南五味子和尾叶槲藤具有一定的耐寒能力。此结果与 4 种藤本植物在国内分布区域的气候特征基本相吻合。

3 讨论

细胞膜是与外界环境发生物质交换的主要通道,是细胞感受环境胁迫最敏感的部位,也是受冻害和冷害而损伤的原初部位。细胞膜透性的变化是低温胁迫的关键所在。质膜相对透性可以相对电导率来表示,是反映植物组织受冻后细胞原生质膜透性大小的重要指标,以相对电导率来表示植物在低温伤害下细胞质膜透性变化是鉴定植物抗寒性较常用的方法,已被广泛应用^[4]。

该试验对冷冻胁迫条件下 4 种野生藤本植物的相对电导率测定结果表明,4 个种间的相对电导率变化基本一致,且不同温度间差异明显。

过氧化物酶(POD)是膜保护系统的组成成分之一,能在逆境中清除植物体内的活性氧,减少 OH^- 的形成,维持体内的活性氧代谢平衡,减轻有毒物质对活细胞的毒害,延迟和阻止细胞结构的破坏,使组织保持活力,从而使植物在一定程度上忍耐抵抗逆境胁迫。以往对香蕉、栎树等植物的研究表明,低温胁迫可导致 POD 酶活性的增加^[3]。该试验结论与此基本一致;在 $0\sim-5^{\circ}\text{C}$ 的冷冻过程中,4 个种的 POD 酶活性均明显上升,但在 $-15\sim-20^{\circ}\text{C}$ 的冷冻过程中,其 POD 酶活性又表现为下降的趋势。在冷冻过程中,POD 酶活性的上升可能是组织细胞对低温胁迫的一种保护性应激反应,但随着低温胁迫加强和持续,POD 酶活性的下降,说明可能是其临界致死温度。下降温度较高的,表明低温对 POD 酶产生较大伤害,这可能是由于低温影响了各种酶的生理活性,从而使过氧化物酶合成减少,同时植物为防御低温迫害而水解体内的部分蛋白质,故过氧化物酶的分解加剧,从而使其相对含量降低。

游离脯氨酸是植物细胞内重要的渗透调节物质,也被认为是植物在逆境胁迫下的产物。它是一种水和能力较强的氨基酸,其含量的增加有助于细胞持水和生物大分子结构的稳定。大量研究表明脯氨酸的积累与细胞的脱水有关,由于低温引起脱水而引发脯氨酸的积累。它的积累除可起到渗透调节外,更重要的是对膜脂和蛋白起到保护作用,防止活性氧对膜脂和蛋白的过氧化作用。胁迫下植物体内的脯氨酸含量与植物抗寒性之间存在相关性。由此可以认为低温胁迫下 4 种野生藤本植物叶片内脯氨酸的升高也有助于提高它的抗寒性,因此可以认为叶片内脯氨酸含量的高低可作为衡量 4 种野生藤本植物的抗寒性指标^[5,6]。试验中,从 4 种野生藤本植物在受到低温胁迫的脯氨酸含量变化来看,当受到低温胁迫时,游离脯氨酸的含量开始上升,但随着胁迫程度的加深和低温处理时间的延长,4 种野生藤本植物游离脯氨酸的含量逐渐下降,种间差异明显,因此可以认为叶片内脯氨酸含量的高低及其变化趋势可作为衡量 4 种野生藤本植物的抗寒性指标。同时说明低温处理在一定程度上可以提高 4 种野生藤本植物的耐寒性。

综上所述,4 种藤本植物通过维持较高水平的 POD 活性和提高脯氨酸含量等保护机制来适应低温胁迫,减轻低温伤害,并表明它们均具有较强的抗寒性。同时 3 个生理生化指标综合判断,鹰爪枫耐寒能力最强,山药耐寒能力最弱,南五味子和尾叶槲藤具有一定的耐寒能力。

不同栽培基质对香水花扦插繁殖的影响

莫东发

(北京市农业技术推广站 北京 100029)

摘要:探讨了4种不同基质配比种类对香水花扦插繁殖的影响。结果表明:4种基质除了在“植株成活率”这个观测性状差异不显著以外,经差异显著性分析4个处理在其它“植株缓苗情况”、“植株新长叶片数”、“植株新增株高”、“植株株高整齐度”、“植株分枝情况”、“植株开花情况”和“植株生长量”等7个观测性状方面均存在显著差异,处理3植株的生产状况最好,处理1最差,处理2和处理4之间差异不是很明显,处理3基质配比(蛭石:草炭=1:1)是4种基质配比种类中最好的,可以有效地应用于香水花的扦插繁殖。

关键词:香水花;栽培基质;扦插繁殖;影响

中图分类号:S 682.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2009)09-0164-04

香水花又叫香香草、洋茉莉、天芥菜,为紫草科天芥菜属植物,原产秘鲁。香水花为一种多年生亚灌木植物,植高45 cm,全株具甜香味,花期为春至秋季,花紫色繁密。香水花用途广泛,是极佳的诱蝶植物,可广泛种植于庭院、小区、别墅进行环境美化香化,也适合花坛和

地被绿化,还可作为室内盆栽观花。另外,香水花还是很好的香水原料和沐浴保养品,同时还具有一定的药用功能^[1-5]。

香水花是这几年随着香草的发展刚引进我国的,在相关科研方面开展的工作还非常少,目前国内仅能查到2篇相关期刊文献资料^[1-2]。北京市农业技术推广站为更好地发展芳香植物产业于2008年新引进了香水花品种,并系统地开展了不同扦插基质、遮光条件、施肥种类及浓度和浇水频率等科研试验,取得了较好的试验效

作者简介:莫东发(1972-),男,湖南泸溪人,硕士,农艺师,现从事花卉科技推广工作。E-mail: modongfa@sina.com。

收稿日期:2009-04-20

参考文献

- [1] 徐燕,薛立,屈明.植物抗寒性的生理生态学机制研究进展[J].林业科学,2007,43(4):88-94.
- [2] 曹兵,苏润海,王标,等.水分胁迫下臭椿幼苗几个生理指标的变化[J].林业科技,2003,28(3):1-3.
- [3] 郑炳松.现代植物生理生化研究技术[M].北京:气象出版社,2006.
- [4] 朱湘渝.欧美杨新品种抗寒性的研究[J].林业科学,1990,5(3):487-490.

- [5] 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.

- [6] 魏宏贺,高崇娟.低温胁迫对甜瓜嫁接苗抗逆生理指标的研究[J].北方园艺,2006(1):23-24.

(致谢:该试验得到了吴家森、马丹丹、叶喜阳、谢文远等的帮助,在此表示诚挚的谢意。)

Study on Cold Resistance of Four Species of Wild Evergreen Woody Lianas by Freezing Treatment

ZHONG Tai-lin¹, LI Gen-you², SHI Bai-lin¹

(1. Botanical Garden, Zhejiang Forestry University, Lin'an, Zhejiang 311300, China; 2. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang Forestry University, Lin'an, Zhejiang 31130, China)

Abstract: The electrolyte leakage, activities of Peroxidase(POD) and the Proline of 4 species-*Stauntonia obovatifoliola* ssp. *Urophylla*, *Holboellia coriacea*, *Kadsura japonica* and *Piper hancei* were studied on cold resistance of them was given in this paper. The result showed that the electrolyte leakage, activities of POD and the Proline turned out to have different changes under different freezing temperature. The high cold resistant Pistachio variety showed the higher activities of POD. That cold resistance of these varieties had conspicuous difference. The cold resistance of *Holboellia coriacea* was the strongest followed by *Kadsura japonica* and *Stauntonia obovatifoliola* ssp. *urophylla* and the *Piper hancei* were the weakest.

Key words: Freezing treatment; Wild evergreen woody lianas; Cold resistance; Physiological parameter