

金叶莠与金山绣线菊的生理抗寒性评价

张志法, 唐道城, 杨春江, 周 洪

(青海大学 高原花卉研究中心 青海 西宁 810016)

摘要: 选用金叶莠与金山绣线菊的嫩枝扦插苗, 在西宁冬季自然气温 $-5\sim-20^{\circ}\text{C}$ 下测定扦插苗根部的脯氨酸、丙二醛、组织水分变化、根系活力、CAT 和 SOD 活性, 通过比较分析评价 2 种植物的抗寒性。结果表明: 金叶莠的束缚水含量、束缚水/自由水的比值、根系活力、丙二醛含量、CAT 和 SOD 活性都高于金山绣线菊, 这说明金叶莠比金山绣线菊具有更强的抗寒力, 同时证明了几种抗寒性评价方法所得结论的一致性和评价方法的有效性。根据根部游离脯氨酸含量看出: 金叶莠具有很强的御寒能力, 金山绣线菊则表现出更能忍耐低温的能力。

关键词: 金叶莠; 金山绣线菊; 生理指标; 抗寒性

中图分类号: S 682.1⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)05-0097-04

金叶莠 (*Caryopteris xclandonensis* ' Worcester Gold') 为马鞭草科莠属小灌木, 是从蒙古莠和兰香草杂交后代中选育出的金叶品种^[1]。金山绣线菊 (*Spiraea bumalda* ' Gold Mound') 为蔷薇科绣线菊属的彩叶

观赏灌木^[2]。二者均是东北、华北、西北地区城市园林绿化的重要耐寒性地被植物。关于金叶莠和金山绣线菊在引种栽培^[2-3]、组织培养^[4]、耐旱生理^[5]、扦插繁殖^[6]等方面做了一些研究工作, 对其在园林中的推广应用发挥了重要作用。园林植物逆境生理研究已经引起园林科研工作者的关注, 尤其是耐旱、耐寒、抗污染等方面的研究。耐寒性研究在其它观赏植物中多有报道, 但是关于二者的耐寒性研究少见报道。该试验在西宁地区自然低温下测定 2 种植物的组织水分、脯氨酸含量、丙二醛含量、根系活力、过氧化氢酶和超氧化物歧化酶活性等生理指标, 综合评价它们的抗

第一作者简介: 张志法(1984), 男, 山东冠县人, 在读硕士, 现主要从事植物逆境生理研究工作。

通讯作者: 唐道城(1954), 男, 四川蓬安人, 硕士, 教授, 博士生导师, 现从事花卉遗传育种及栽培生理方面研究工作。E-mail: tangdaocheng6333@163.com。

收稿日期: 2009-10-10

[26] Ranwak A P, Miller W B. Preventive mechanisms of gibberellin4 and light on low-temperature-induced leaf senescence in *Lilium cv. Stargazer* Post-harvest [J]. *Biology and Technology*, 2000, 19: 85-92.

[27] 陆定志. 植物衰老及其调控 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.

[28] 辛广, 侯冬岩, 张维华. 薄膜包装与低温贮藏对百合鲜花保鲜效果的影响 [J]. *沈阳农业大学学报*, 1999, 30(4): 426-429.

[29] Pnall R E, Chen N J, Deputy J. Physiological changes associated with senescence of cut anthurium flowers [J]. *J Amer Soc Hort Sci*, 1985, 110: 156-162.

[30] 王然, 王成荣. 花瓣衰老和膜的变化 [J]. *莱阳农学院学报*, 1998, 15(1): 53-55.

[31] 吴岚芳, 黄绵佳, 蔡世英. 非洲菊切花活性氧代谢的研究 [J]. *园艺学报*, 2003(1): 69-73.

[32] 孙玲, 潘东明, 薛伙华. 百合 (*Lilium* spp.) 鲜切花采后生理研究 [D]. 福州: 福建农林大学硕士学位论文, 2004, 19.

Study on Physiological Characteristics on Senescence of Postharvest *Zantedeschia*

LI De-ming, ZHANG Xiu-juan, ZHENG Xin

(College of Horticulture and Gardening, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025)

Abstract: Taking *Zantedeschia* cutting flower as material, we had researched for senescent physiology in vase life (mainly active oxygen metabolism). The results showed that calla cutting flower vase life was about seven days, and superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) activity increased slightly in petal during first two days, and SOD, CAT activities were increased by sugar in 3 th day (distilled water as control). During vase arrangement, petal peroxidase (POD) activity and malondialdehyde (MDA) content increased continually, but soluble protein content continued decreased.

Key words: *Zantedeschia*; cutting flower; post-harvest physiology; senescence

寒性强弱, 为其在高寒地区推广应用奠定基础。

1 材料与方

1.1 试验材料

试验选用金叶菀和金山绣线菊的嫩枝扦插苗, 于 11 月将扦插苗移入直径 10 cm 的塑料营养钵中, 置于露天越冬, 测定时连钵取回实验室, 缓慢解冻后测定根部各项生理指标。

1.2 试验方法

试验期间自然气温见图 1。设 9 月 26 日(a)、10 月 20 日(b)、11 月 8 日(c)、11 月 29 日(d)、12 月 25 日(e)、1 月 20 日(f)、2 月 15 日(g)、3 月 10 日(h)、4 月 6 日(i) 9 个测定时间。根组织的生理指标测定参照邹琦^[7]方法: 组织含水量用烘干法; 自由水含量用阿尔贝折射仪法; 根系活力用 TTC 法; 游离脯氨酸含量用茚三酮比色法; 丙二醛(MDA)含量用硫代巴比妥酸法; 超氧化物歧化酶(SOD)活性用氮蓝四唑光还原法; 过氧化氢酶(CAT)活性用紫外分光光度法。每处理测定重复 3 次, 取平均值。数据分析采用 Excel 软件处理。

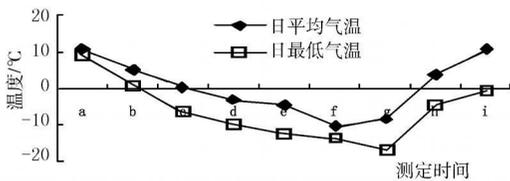


图 1 试验期间的自然气温变化

2 结果与分析

2.1 根组织水分的变化

植物体内的 BW、FW 含量及比例是评价植物抗寒性的可靠指标。束缚水(BW)是植物体内与原生质胶体紧密结合的水分, 不参与代谢, 也不易结冰和蒸发, 因此与抗逆性有密切关系。自由水(FW)是不与原生质胶体结合的水分, 相对含量较高, 与生理代谢有关, 同种植物的自由水含量与生理代谢呈正相关, 与抗逆性呈负相关。

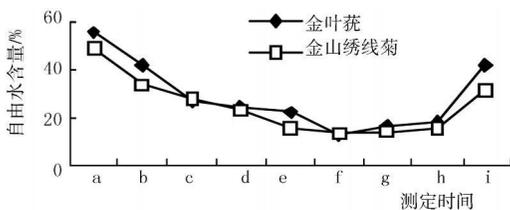


图 2 金叶菀和金山绣线菊根部自由水含量的变化

从图 2 看出, 金叶菀和金山绣线菊的自由水含量在整个冬季表现出随温度的下降而下降, 随温度的回升而上升, 在 0℃以上变温期间金叶菀的自由水含量略高于

金山绣线菊, 0℃以下时二者自由水含量基本一致。金叶菀和金山绣线菊的束缚水含量在整个低温阶段保持相对稳定, 变化趋势一致, 金叶菀的束缚水含量高于金山绣线菊(图 3)。金叶菀和金山绣线菊的束缚水/自由水比值在整个越冬期间都表现出随着温度的下降而上升, 随着温度的上升而下降, 在最冷季节, 金叶菀的束缚水/自由水比值高于金山绣线菊(图 4)。从各种水分变化看出, 2 种植物均具有较强的抗寒性, 但金叶菀的抗寒性强于金山绣线菊。

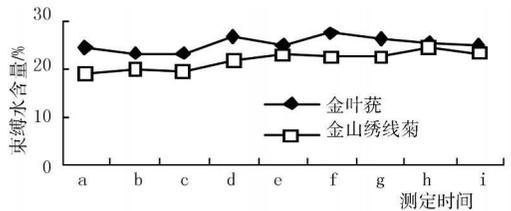


图 3 金叶菀和金山绣线菊根部束缚水含量的变化

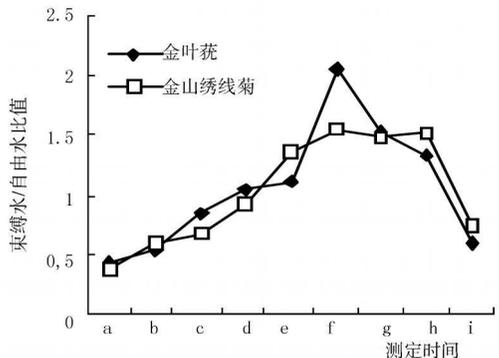


图 4 金叶菀和金山绣线菊根部束缚水/自由水比值的

2.2 根系活力的变化

由图 5 看出, 金叶菀和金山绣线菊的根系活力都随温度的下降而下降, 温度的上升而上升, 在 0℃以下, 保持相对稳定。在整个冬季金叶菀的根系活力高于金山绣线菊, 在气温回升后, 金叶菀根系活力恢复较快, 金山绣线菊根系活力恢复较慢。说明金叶菀对寒冷抵抗能力强, 金山绣线菊对低温的忍耐性强。

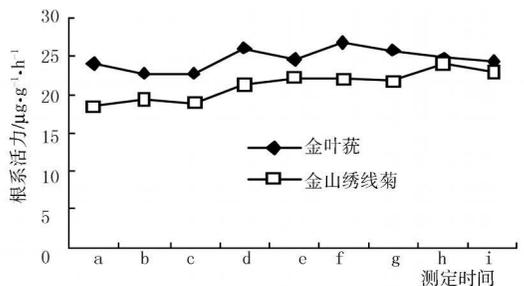


图 5 金叶菀和金山绣线菊根系活力变化

2.3 根组织游离脯氨酸含量的变化

从图 6 看出, 金叶莼根部的游离脯氨酸含量变化剧烈, 随着温度的下降而急剧变化, 说明在逆境条件下游离脯氨酸的调节生理作用明显, 游离脯氨酸的累积与抗寒性之间存在着一定的相关性; 金山绣线菊在整个低温期间根组织的游离脯氨酸在极低水平下保持相对稳定, 说明游离脯氨酸积累的生理调节作用差, 根组织游离脯氨酸的累积与抗寒性无关。再次证明 金叶莼和金山绣线菊属于不同的抗寒类型。

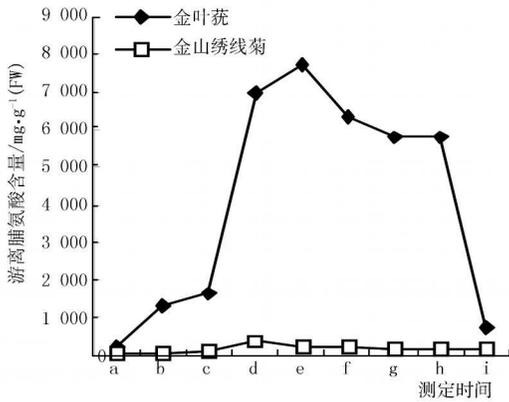


图 6 金叶莼和金山绣线菊根部游离脯氨酸含量变化

2.4 根组织丙二醛含量的变化

低温导致金叶莼和金山绣线菊根部的丙二醛含量明显增加, 随着低温的解除丙二醛含量也迅速降低。在相同的低温胁迫条件下, 金叶莼的 MDA 含量高于金山绣线菊, 但二者变化趋势一致, 都表现出低温胁迫后 MDA 含量的增量与抗冻性有显著负相关。由图 7 还看出, 在气温回升阶段 金叶莼的抗寒性弱于金山绣线菊。

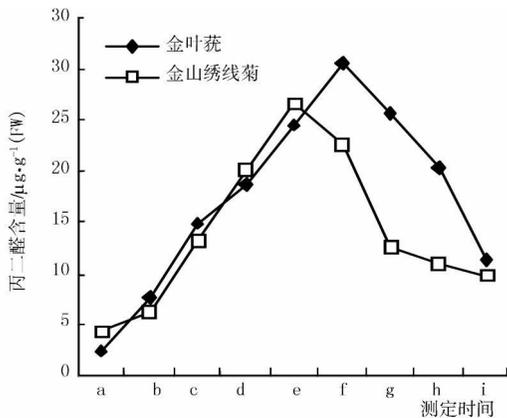


图 7 金叶莼和金山绣线菊根部丙二醛含量的变化

2.5 根组织的超氧化物歧化酶(SOD)活性变化

在整个冬季, 金叶莼和金山绣线菊的超氧化物歧化酶活性明显随着气温的降低逐渐升高, 随着温度的升高

而下降, 均表现出低温胁迫与 SOD 活性呈明显地负相关。当第一场重霜来临时, SOD 活性就开始出现急剧的增高, 说明这 2 种植物的超氧化物歧化酶保护系统在逆境下的应急能力非常强, 能很快调整体内的不平衡代谢。在整个冬季中, 超氧化物歧化酶一直处于高防御状态, 而且金叶莼比金山绣线菊有较高的 SOD 活性, 表现相对较强的耐寒特性(图 8)。

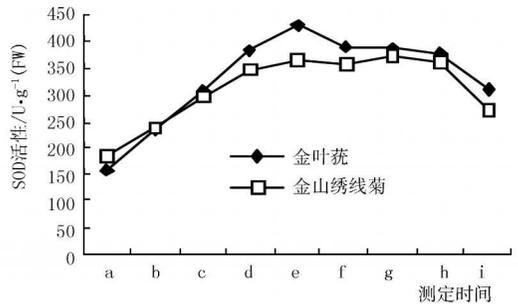


图 8 金叶莼和金山绣线菊根部超氧化物歧化酶活性的变化

2.6 根组织的过氧化氢酶活性变化

金叶莼和金山绣线菊根部的过氧化氢酶(CAT)活性随着气温的降低而逐渐升高。1 月份份时达到最高值, 金叶莼的过氧化氢酶活性在升高过程中比金山绣线菊强。进入 2 月份后, 2 种植物的过氧化氢酶活性随气温的升高而缓慢下降(图 9), 可见, 2 种植物的过氧化氢酶保护系统反应迅速。金山绣线菊的这种自我调节能力明显弱于金叶莼。但 2 种植物的超氧化物歧化酶活性和过氧化氢酶活性都表现出一致的自我调节规律。

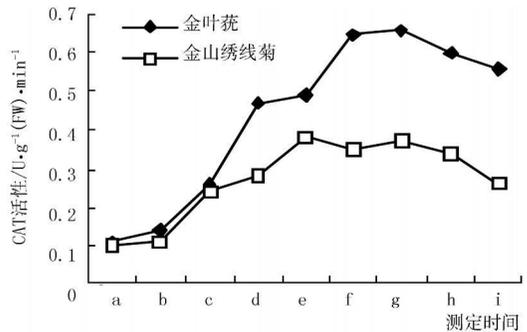


图 9 金叶莼和金山绣线菊根部过氧化氢酶活性的变化

3 结论与讨论

金叶莼与金山绣线菊都是抗寒能力很强的观赏植物, 在低温胁迫下, 金叶莼的束缚水含量、束缚水/自由水的比值、根系活力、丙二醛含量、超氧化物歧化酶和过氧化氢酶活性都高于金山绣线菊, 这说明金叶莼比金山绣线菊具有更强的抗寒力, 同时证明了几种抗寒性评价方法所得结论的一致性和评价方法的有效性。根据根部游离脯氨酸含量看出, 2 种植物在抗寒机理方面有所

不同:金叶莼具有很强的御寒能力,金山绣线菊则表现出更能忍耐低温的能力。

植物体内的束缚水、自由水含量及比例可以携带与相对电导率相近的抗寒性信息,是评价植物抗寒性的可靠指标。组织中总含水量和束缚水/自由水的比值能较准确地反映植物的抗寒性^[8-9]。金研铭等^[10]发现牡丹抗寒性强的品种束缚水/自由水的比值要高,这都与该试验的结论一致。

游离脯氨酸是植物体内重要的渗透调节物质。在低温胁迫下发生积累,其中积累量与多数植物的抗寒性成负相关,目前一种观点认为脯氨酸的累积与抗寒性之间存在着一定的相关性^[11],另一种观点则认为脯氨酸的累积与抗寒性无关^[12],这2种观点表现出脯氨酸积累途径的不一致,并在该试验中得到证实。金叶莼的脯氨酸积累可能属于细胞结构和功能受损伤的表现,金山绣线菊的脯氨酸积累可能属于对低温胁迫适应性的表现。

丙二醛是膜脂过氧化的产物之一。当植物受到低温胁迫时,细胞中活性氧产生加速,而清除活性氧能力下降,活性氧增加使不饱和脂肪酸形成脂氢过氧化物,进一步形成非常活泼的脂性自由基,从而引起脂质过氧化作用,或自身分解产生MDA与蛋白质结合引起蛋白质分子内和分子间的交联,破坏膜结构功能^[13]。一般说来,在低温胁迫下,组织中MDA含量高的品种抗寒性弱,反之则强。

SOD和CAT是重要的保护性酶。SOD是活性氧清除过程中第1个发挥作用的酶,和CAT一样,具有清除O₂的功能。Wang Y R等^[14]对不同植物的不同时期进行低温处理,发现SOD的活性普遍升高,而且抗寒性越强升高幅越大,王淑杰等^[15]在葡萄的抗寒研究中发现,

抗寒性强的品种CAT、POD活性高,随着温度的下降变化缓慢,该试验结果也证实了这一点。

参考文献

- [1] 赵庆丰. 适宜宁夏推广的林木良种简介[J]. 宁夏农林科技, 2007(3): 14-15.
- [2] 孙晓萍, 金文通, 周红. 3个美国绣线菊品种的引种栽培及园林应用[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(3): 305-308.
- [3] 王书宏, 陈陆琴, 张毅. 金叶莼在太原地区的引种栽培研究[J]. 太原科技, 2008(3): 39-40.
- [4] 龚莉萍, 王蓉, 杨贵泉, 等. 金叶莼组培快繁技术研究[J]. 干旱区研究, 2007, 24(2): 223-227.
- [5] 陈晓燕, 王晓燕, 杨强胜, 等. 应用PV技术对7种园林树种耐旱性的研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2007, 28(2): 41-46.
- [6] 郁永英, 马立华, 李广武, 等. 金山绣线菊引种及繁殖技术[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(1): 45-47.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [8] 李玉梅, 陈艳秋, 李莉. 梨品种枝条膜透性和水分状态与抗寒性的关系[J]. 北方果树, 2005(1): 3-5.
- [9] 吴娜, 周怀军, 肖芳. 3种常绿阔叶植物越冬期间叶片水分及可溶性糖的动态变化[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 36-38.
- [10] 金研铭, 徐惠风, 李亚东, 等. 牡丹引种及其抗寒性的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1999, 21(2): 37-39.
- [11] 王连敏, 王立志, 张国民, 等. 苗期低温对玉米体内脯氨酸、电导率及光合作用的影响[J]. 中国农业气象, 1999, 20(2): 28-30.
- [12] 梅俊学. 逆温下发菜脯氨酸含量及质膜透性的变化与含水量的关系[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2000, 15(2): 178-181.
- [13] 江福英, 李延, 翁伯琦. 植物低温胁迫及其抗性生理[J]. 福建农业学报, 2002, 17(3): 190-195.
- [14] Wang Y R, Zeng S X, Liu H X. Effect of cold hardening on SOD and glutathione reductase activities and on the contents of the reduced form of glutathione and ascorbic acid in rice and cucumber[J]. Acta Botanica Sinica, 1995, 37(10): 776-780.
- [15] 王淑杰, 王家民, 李亚东, 等. 氧化酶活性与葡萄抗寒性关系的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1996, 18(2): 35-38.

Evaluation on Physiological Cold Resistance of Worcester Gold and Gold Mound

ZHANG Zhi-fa, TANG Dao-cheng, YANG Chun-jiang, ZHOU Hong

(Plateau Flower Research Center of Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: With *Caryopteris xclandonensis* and *Spiraea bumalda* young cutting seedlings, we measured protine, malondialdehyde (MDA), water status, root vigor, catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) activities of the seedling root in natural winter temperature of Xining ($-5 \sim -20^{\circ}\text{C}$), analyzed the differences of cold resistance of the two plants. The results showed that bound water content, bound water/free water ratio, root vigor, MDA, SOD and CAT in *Caryopteris xclandonensis* were all higher than *Spiraea bumalda*. The results suggested that the cold resistance of *Caryopteris xclandonensis* was much stronger. At the same time, we proved that the measuring method was effective, and the conclusion which we got from several methods was consistent. The results of root protion content indicated that: The *Caryopteris xclandonensis* has stronger ability to resist cold, while the tolerance of *Spiraea bumalda* to low temperature was much higher.

Key words: Worcester Gold (*Caryopteris xclandonensis*); Gold Mound (*Spiraea bumalda*); physiological indexes; cold resistance