

刘璐,毛永成,申亚梅. 3 种地被月季对低温胁迫的生理响应[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):231-233.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.066

3 种地被月季对低温胁迫的生理响应

刘璐,毛永成,申亚梅

(浙江农林大学风景园林与建筑学院,浙江临安 311300)

摘要:以 3 个品种地被月季为试材,研究低温胁迫对地被月季生理特性以及抗氧化酶活性的影响。结果表明,不同低温处理对 3 种地被月季叶片电导率、MDA 含量、可溶性蛋白质含量、脯氨酸含量以及抗氧化酶活性均具有显著性差异。随着胁迫温度的降低,膜相对透性不断增大,丙二醛(MDA)、脯氨酸(Pro)以及可溶性蛋白质含量逐渐增加;3 种地被月季超氧化物歧化酶活性持续升高,巴西诺过氧化物酶活性持续升高,紫微星和白米农叶片过氧化物酶活性表现出先升高后降低的趋势。在低温胁迫下,3 种地被月季具有一定的缓冲、调节和适应能力。3 个地被月季品种耐寒性依次为巴西诺>紫微星>白米农。

关键词:地被月季;逆境生理;低温胁迫;抗氧化酶

中图分类号: S685.120.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0231-03

温度影响着植物的生长和发育,植物的生长和繁殖要在一定的温度范围内进行。温度的变化影响植物的蒸腾、水势、吸收和新陈代谢,以及几乎所有的酶促反应^[1]。植物的抗寒性是长期适应低温环境并通过自身的遗传变异和自然选择的结果^[2]。低温是影响园林观赏植物生长发育、花芽形成以及观赏价值的关键因素。地被月季(*Rosa hybrida*)即植株低矮,匍匐生长的蔓性月季,是一类覆盖地面能力强,花形优美,花色艳丽的优良地被植物^[3]。地被月季具有较强的观赏价值、花期长易于调控,是园林绿化重要植物之一。紫微星、巴西诺、白米农是园林绿化中较为常见的月季品种,关于其耐寒力方面的研究较少。本研究以 3 个品种月季二年生扦插苗为材料,采用人工气候室模拟低温胁迫法,测定 3 个月季品种抗寒性生理指标,探讨低温胁迫对紫微星、巴西诺、白米农地被月季生理特性的影响,为地被月季特定品种生产栽培提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 试验材料

2014 年 3 月从浙江开化林场选取大小、长势基本一致的紫微星、巴西诺、白米农 3 个月季品种二年生扦插苗,移栽到浙江农林大学园林学院教学实习基地内,种植于口径 20 cm、高 35 cm 的花盆中,缓苗期 30 d。将各品种月季分为 4 组,分别置于 20(对照)、10、0、-10℃人工气候培养箱内,处理 24 h 后测定各项指标。

收稿日期:2015-03-27

基金项目:国家自然科学基金青年基金(编号:31400599);浙江省科技厅花卉育种专项(编号:2012C12909-4)。

作者简介:刘璐(1990—),女,安徽淮北人,硕士,主要从事园林植物遗传育种、引种及其应用研究。E-mail:986030074@qq.com。

通信作者:申亚梅,女,博士,副教授,主要从事园林植物遗传育种、引种与应用研究。E-mail:sssyymmm@126.com。

1.2 试验方法与数据处理

低温胁迫处理 24 h 取一定量叶位成熟的叶片,测定相关生理指标。电导率和可溶性蛋白参照蔡庆生的方法^[4]测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[4]测定;脯氨酸(Pro)含量采用磺基水杨酸提取茚三酮显色法^[4];过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚显色法^[5]测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑(NBT)光化还原法^[5]测定。3 种地被月季耐寒性评价采用隶属函数法^[6]。试验结果用 Excel 2007、SPSS 16.0 进行统计分析。采用 Tukey 法检验低温胁迫下月季各项指标差异显著性。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对地被月季叶片生物膜系统的影响

随着温度的降低,3 种地被月季叶片相对电导率逐渐上升(图 1),-10℃处理下达到最大值,分别是对照(20℃)的 9.66、8.83、7.45 倍。不同温度处理下巴西诺和紫微星不同温度间相对电导率差异性显著($P < 0.05$),白米农在 0℃与-10℃处理下相对电导率无显著差异($P > 0.05$)。说明 3 种地被月季在低温处理下,细胞膜系统均会遭到不同程度破坏,导致膜内大量溶质外漏,相对电导率升高,其中白米农在低温处理下膜系统破坏程度最大,抗寒性相对较弱。

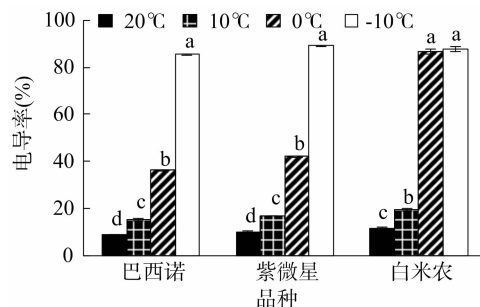


图1 低温胁迫对地被月季电导率的影响

不同品种在常温处理下,MDA 含量差异并不明显,但随温度的降低 3 种地被月季叶片 MDA 含量均呈现逐渐升高的

趋势且升高的幅度在不断增大(图2)。同一品种不同低温处理 MDA 含量差异显著($P < 0.05$)。同水平低温处理,紫微星 MDA 含量高于其他 2 个品种,低温对其细胞膜结构和功能伤害程度较深,膜质过氧化程度严重,细胞膜透性增大明显。

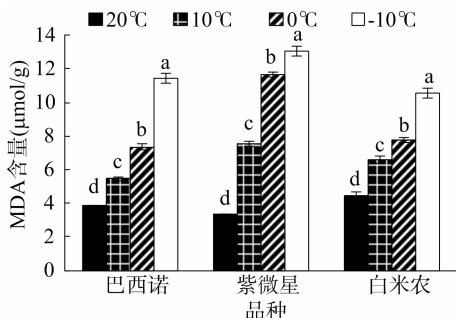


图2 低温胁迫对地被月季MDA含量的影响

2.2 低温胁迫对地被月季叶片渗透物质变化的影响

蛋白质类物质和游离脯氨酸是植物体内渗透调节的主要物质,在低温胁迫下这 2 种物质的积累可为植物抵抗逆境生理生化反应提供底物和能量,进而提高植物抗寒性^[7]。随着温度降低 3 种地被月季可溶性蛋白质含量呈现逐渐上升(图3),在 -10°C 处理达到峰值,分别比对照增加 88.10%、142.36%、100.14%。不同温度处理巴西诺和紫微星可溶性蛋白质含量差异显著($P < 0.05$),在 0°C 和 -10°C 处理下可溶性蛋白质含量均大幅上升,而白米农在 -10°C 处理可溶性蛋白质含量较 0°C 升高幅度较小,二者间无显著性差异($P > 0.05$)。说明白米农随着处理温度的降低,抗寒能力在减弱, -10°C 处理可溶性蛋白质积累量已经达到极限,巴西诺和紫微星在 -10°C 下仍表现出较强的抗寒能力。

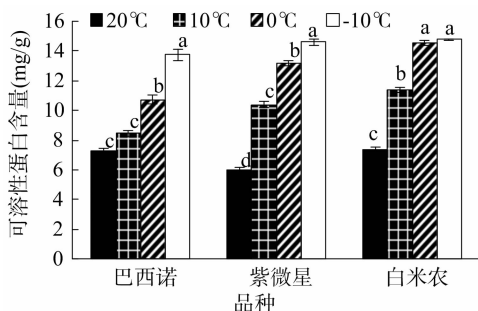


图3 低温胁迫对地被月季可溶性蛋白质含量的影响

游离脯氨酸含量变化趋势与可溶性蛋白质变化趋势基本一致(图4),均在随温度降低呈现出小幅度上升趋势。温度为 -10°C 时,3 种地被月季体内游离脯氨酸含量达最高。在 -10°C 处理下,巴西诺脯氨酸含量积累最多,比紫微星和白米农分别高出 5.84%、3.00%。说明 3 种地被月季均可通过调节体内游离脯氨酸含量来适应低温环境。

2.3 低温胁迫对地被月季叶片抗氧化系统的影响

低温处理 3 种地被月季叶片中 SOD 酶活性增加,但变化趋势差异较大(图5)。巴西诺叶片中 SOD 酶活性随着温度的降低表现出稳步上升的趋势,上升幅度不断减小。紫微星和白米农叶片中 SOD 酶活性随着温度的降低先大幅上升后小幅下降,在 0°C 处理达最大值,分别是对照处理的 1.41、1.39 倍。说明低温胁迫,地被月季通过提高叶片内 SOD 酶活性增强逆境的抗性,提高对细胞的保护能力,但随着温度持续

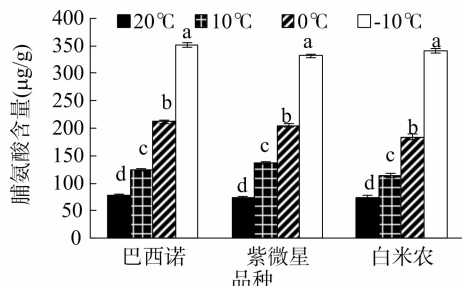


图4 低温胁迫对地被月季脯氨酸含量的影响

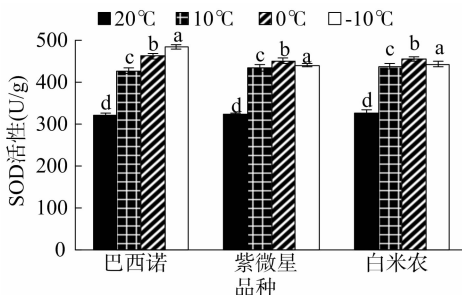


图5 低温胁迫对地被月季SOD活性的影响

降低,SOD 酶活性会不断降低,抗寒能力随之降低。

在常温处理下,3 种地被月季叶片中的 POD 活性差异较小(图6)。随着处理温度的降低,叶片 POD 酶活性均表现出持续上升的趋势,在 -10°C POD 酶活性达到最大值。紫微星和巴西诺在 -10°C 处理和 0°C 处理下,POD 活性上升幅度均大于白米农。同一温度处理,巴西诺 POD 活性最大。说明巴西诺在低温胁迫下,POD 酶保护能力更强,比前 2 种地被月季表现出较强的抗寒能力。

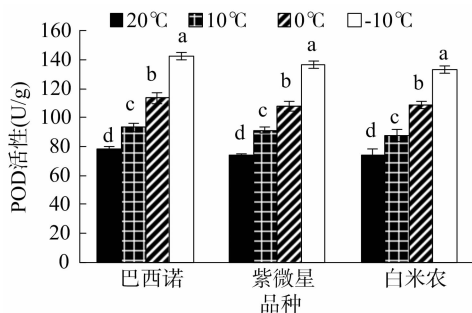


图6 低温胁迫对地被月季POD活性的影响

2.4 地被月季耐寒性评价

通过不同低温处理,采用多指标对 3 种地被月季的耐寒能力进行综合评价(表1)。基于隶属函数综合评判法可知,3 种地被月季耐寒能力由强到弱依次为巴西诺 > 紫微星 > 白米农。

3 讨论与结论

生物膜透性变化作为植物抗寒鉴定的主要生理指标之一,在草坪草以及园林植物抗寒性评价中得到了共识^[8-9]。相对电导率和 MDA 含量变化是反映细胞膜结构变化、膜质过氧化程度以及对逆境环境反应强弱的重要指标^[10]。研究指出,植物遇低温胁迫细胞膜透性发生改变或破坏,膜内物质外渗,膜透性增加越多,相对电导率和 MDA 含量数值会越大,

表 1 低温胁迫下 3 种地被月季各指标的隶属函数值

种类	各指标隶属函数值						
	电导率	MDA	可溶性蛋白	Pro	SOD	POD	均值
巴西诺	0.496	0.376	0.461	0.425	0.675	0.483	0.486
紫薇星	0.514	0.571	0.573	0.407	0.412	0.416	0.482
白米农	0.405	0.408	0.685	0.378	0.581	0.397	0.476

说明细胞受损越严重,植物抗逆性越差^[9]。结果表明,3 种地被月季随着处理温度的降低,叶片相对电导率和 MDA 含量均逐渐增大。在 10 ℃ 到 0 ℃ 处理之间,白米农相对电导率增幅最大;在 0 ℃ 到 -10 ℃ 处理之间,巴西诺和紫薇星相对电导率增幅较大。3 个品种在 0 ℃ 到 -10 ℃ 处理之间 MDA 含量增加幅度均较大。在 10 ℃ 处理,3 种地被月季叶片相对电导率和 MDA 含量明显增加,细胞膜透性和胞内原生质外渗量增大,地被月季叶片表现轻微损伤。在 -10 ℃ 处理,各品种相对电导率和 MDA 含量达到最大值,膜结构受损严重。

可溶性蛋白质和游离脯氨酸是植物体内重要的营养物质和渗透调节物质,它们的积累能有效提高细胞保水力,提高抗氧化能力,对生物膜系统起到很好的保护作用^[11]。脯氨酸积累可增加酶的稳定性和保护酶的活性,植物在低温胁迫环境中,游离脯氨酸含量会有所增加来适应逆境。本研究表明,脯氨酸对低温胁迫反应较为敏感,常温处理 3 种地被月季叶片脯氨酸含量基本无显著差异,10 ℃ 处理时,叶片内游离脯氨酸含量迅速增多。随着胁迫温度的降低,叶片内脯氨酸含量逐渐增加,提高细胞的保水能力,增强抗寒性。植物体内可溶性蛋白质含量会随逆境胁迫程度的增加有所增加,以此提高细胞的持水力,对植物的抗寒性起到调节作用^[12]。3 种地被月季叶片内可溶性蛋白质含量随温度的降低而增加,紫薇星和巴西诺增加幅度要大于白米农,适应低温胁迫的本能反应较强。同一低温处理,巴西诺和紫薇星可溶性蛋白质含量低于白米农,可能是前 2 种地被月季所积累的可溶性蛋白质一部分已被分解用于抵抗低温胁迫,参与体内生理生化反应。

POD 是植物体内分解 H₂O₂ 防止细胞受损的保护酶,与 SOD 酶共同参与植物体内活性氧代谢,能够清除植物体内积累的活性氧,保护细胞膜的结构功能,缓解逆境胁迫对植物的损伤,2 者活性变化能够较好地反映植物对温度变化的适应能力^[13]。研究表明,随着低温胁迫强度的增加,3 种地被月季叶片 POD 和 SOD 酶活性均会显著增大。同一品种随温度降低,POD 酶活性增加幅度要大于 SOD,说明 POD 酶在地被月季受低温胁迫时清除细胞内活性氧自由基起到主要作用,SOD 酶对细胞膜结构功能上起到辅助保护作用。这一点与贺佳圆的研究^[9]一致。在 10 ℃ 处理下,3 种地被月季叶片中 POD 和 SOD 酶活性大幅度升高,在 0 ℃ 到 -10 ℃ 处理下,紫薇星和巴西诺 SOD 酶活性表现出小幅度升高,白米农 SOD 酶活性出现小幅度下降,3 种月季 POD 酶活性仍大幅升高,

说明由于低温强度加剧导致白米农体内保护酶系统的活力和平衡受到一定程度的破坏,不同月季品种在低温处理的耐受性具有明显差异性。

综上所述,巴西诺、紫薇星、白米农在受到低温胁迫时通过调节其相对电导率、MDA 含量,增加脯氨酸和可溶性蛋白质的含量,提高 POD 和 SOD 酶活性来提高抗寒性。通过隶属函数综合评价 3 种地被月季耐寒能力排序为巴西诺 > 紫薇星 > 白米农。因此,在较寒冷低温地区园林绿化可以优先选择耐寒性强的巴西诺和紫薇星。

参考文献:

[1] 吕优伟,贺佳圆,白小明,等. 9 个野生早熟禾对低温胁迫的生理响应及苗期抗寒性评价[J]. 草地学报,2014,22(2):326-333.

[2] Thomashow M F. Plant cold acclimation:freezing tolerance genes and regulatory mechanisms[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,1999,50:571-599.

[3] 张常青,洪 波,王海琴,等. 地被月季高频再生体系的建立[J]. 园艺学报,2005,32(6):1065-1069.

[4] 蔡庆生. 植物生理试验[M]. 北京:中国农业大学出版社,2013.

[5] 路文静,李奕松. 植物生理学试验教程[M]. 北京:中国林业出版社,2012.

[6] 牛素贞,樊卫国. 喀斯特地区古茶树幼苗对干旱胁迫的生理响应及其抗旱性综合评价[J]. 园艺学报,2013,40(8):1541-1552.

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

[8] 项延军,李新芝,王小德. 5 种藤本植物的抗寒性研究初探[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2011,37(4):421-424.

[9] 贺佳圆. 9 个野生早熟禾种质材料抗寒性研究兰州[D]. 兰州:甘肃农业大学,2012.

[10] 张文娇,王小德. 低温胁迫对 5 个不同梅花品种生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2011,39(3):203-205.

[11] Jian L C,Sun L H,Shi G. S. Acytochemical study on the glycoprotein satcellar membranes in different cold resistant winter wheat cultivars during cold acclimation[J]. Acta Biologiae Experimentalis Sinica,2009,29(2):942-947.

[12] 徐 龙,唐 燕,王新建. 不同酸枣实生苗抗寒性差异比较[J]. 河南农业科学,2012,41(10):136-141.

[13] Liu Z Ch,Bao D E. Effect of water stress on growth and physiological indexes in Jinguan plum seedling[J]. Journal of Agricultural University of Hebei,2007,30(5):28-31.