

两种地被植物的耐热性生理特性研究

张朝阳, 许桂芳

(长沙环境保护职业技术学院, 湖南 长沙 410004)

摘要:以过路黄与金叶过路黄为材料,通过盆栽在人工气候箱内进行高温胁迫,对过路黄与金叶过路黄叶片在不同程度高温胁迫下的 7 个生理指标的变化进行了综合评价,来选择耐热性优良的地被植物。结果表明:在高温胁迫下,过路黄与金叶过路黄叶片的质膜透性上升;超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性先上升,后下降;叶绿素总量、脯氨酸含量在一定程度内均增加,只是变化的幅度和进程不同。经几项生理指标的综合分析,得出过路黄比金叶过路黄具有较强的耐高温能力。

关键词:过路黄;金叶过路黄;高温胁迫;生理特性

中图分类号:S718.43 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2009)01-0049-04

Physiological Characteristics of Heat Tolerance in Two Ground Covering Plants

ZHANG Zhao-yang, XU Gui-fang

(Changsha Environmental Protection College, Changsha, Hunan 410004, China)

Abstract: Taking the seedlings of *Lysimachia christinae* Hance, and *L. nummularia* ‘Aurea’ as experimental materials, through high-temperature stress treatment on pot seedlings in the manpower climate box, seven physiological indices after the high-temperature treatment were measured to comprehensively evaluate the tolerance to high-temperature stress of seedlings of different ground covering plants. The results showed that the high-temperature stress treatment could damage membrane and increased membrane permeability of leaf cells, the activities of SOD and POD increased under the light high-temperature stress, and then declined under the severe high-temperature stress. The contents of praline, chlorophylls and soluble protein in leaves increased under high-temperature stress, those kinds of changes differed from extend and procedure. Through comprehensive analysis of these physiological and biochemical characters, it was concluded that the high-temperature resistant ability of two *Lysimachia* species decreased in order of *L. christinae*, *L. nummularia* ‘Aurea’.

Key words: *Lysimachia christinae*; *L. nummularia* ‘Aurea’; high-temperature stress; physiological characteristics

中国具有丰富的野生地被植物资源,但地被植物在园林中实际应用还比较缺乏,种类并不很多,而且有很多地被植物在高温干旱季节,会出现枯黄现象影响观赏效果。很多野生的地被植物具有观赏价值高、适应性强、耐粗放管理等优良特性,但由于对

其适应性缺乏研究,影响了优良地被植物种类在园林中的推广应用。

过路黄(*Lysimachia christinae*)是报春花科珍珠菜属多年生草本地被植物,它不仅是一种民间药用价值较高的中草药,还具有较高的观赏价值和生

收稿日期:2008-04-10 修回日期:2008-07-09
基金项目:湖南省环境保护科技基金项目(湘财建指 2005-115)
作者简介:张朝阳,男,副教授,高级工程师,主要从事环境生态与园林景观规划设计的研究与教学工作。

态效益,其绿色持续期长,能够平卧匍匐生长,蔓延扩展能力很强,植株极富密集性,平卧整齐,特别是当进入盛花期时,黄花绿叶,观赏价值更高,是一种多用途的优良野生地被植物^[1,2]。金叶过路黄(*Lysimachia nummularia* ‘Aurea’)是引进的彩色地被植物。过路黄与金叶过路黄的生物学特性已有一些研究^[3,4],但有关其抗逆性研究甚少^[5]。

本试验对过路黄和金叶过路黄进行高温胁迫处理,研究了在不同的高温条件下植物叶片内的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、游离脯氨酸、叶绿素含量、丙二醛和电导率等生理生化指标的变化,探讨这些因子在高温胁迫时发生变化的规律,以期地为地被植物的引种、城市生态绿化优良地被植物种类的选择、以及栽培技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

过路黄为湖南野生地被植物资源,金叶过路黄为引进的彩色叶地被植物。

试验材料采用盆栽营养土培养,盆径为 20 cm,装土 1.5 kg。2006 年 3 月采用扦插苗上盆,在相同的条件下进行培养,6 月中旬移入人工气候箱,在光照强度为 4 000 lx 下,设置 25、30、35、40 和 20 ℃(作对照)的温度条件下进行高温胁迫,每种每个温度条件处理 4 盆,在处理 5 d 时取其叶片测定相应的生理生化指标。

1.2 方法

1.2.1 游离脯氨酸含量的测定 采用磺基水杨酸法^[6]。取鲜叶 0.5 g,用 3%磺基水杨酸浸提,2.5%酸性茚三酮显色,5 mL 甲苯萃取,用 722 型分光光度计在 520 nm 处比色测定。

1.2.2 超氧化物歧化酶活性的测定 采用氮蓝四唑(NBT)还原法^[6],在冰浴条件下研磨时,用 0.05 mol/L pH 7.8 磷酸缓冲液提取,冷冻离心 13 000~14 000 r/min 20 min,然后进行还原反应,用 722 型分光光度计在 560 nm 处比色测定。

1.2.3 叶绿素含量的测定 取新鲜植物叶片,擦净污物,剪碎(去掉中脉),混匀称取 0.2 g,放入研钵中,加少量石英砂和碳酸钙粉及 2~3 mL 95%乙醇,研成匀浆,再加乙醇 10 mL 继续研磨至组织变白,静置 3~5 min。过滤到 25 mL 棕色容量瓶中,用少量乙醇冲洗研钵,用乙醇多次将滤纸上的叶绿素全部洗入容量瓶中,直至滤纸、残渣无绿色为止,定容至 25 mL。然后以 95%乙醇为空白,分别在波长 665、649、470 nm 下测定吸光度,再按公式计算叶绿素的含量。

1.2.4 其它生理指标的测定 丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法;过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法;可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝染色法;电导率的测定采用雷磁 DDSJ-308A 型的电导仪进行测定^[6]。

1.2.5 实验方案 每种过路黄选出 20 盆分枝多、生长健壮的植株,分 5 个处理(20 ℃作对照),每个处理 4 盆。数据为 3 次重复。

2 结果与分析

2.1 高温胁迫对过路黄叶内膜透性的影响

2.1.1 质膜透性的变化 图 1 表明,随着高温胁迫的加重,过路黄和金叶过路黄的叶片电导率发生明显的变化:金叶过路黄的电导率是直线上升,在 40 ℃高温处理时电导率增加了 146.7%,而过路黄的电导率只增加了 62.0%,这说明金叶过路黄的叶片受高温胁迫后细胞膜系统的损害较大,膜的透性明显增强。

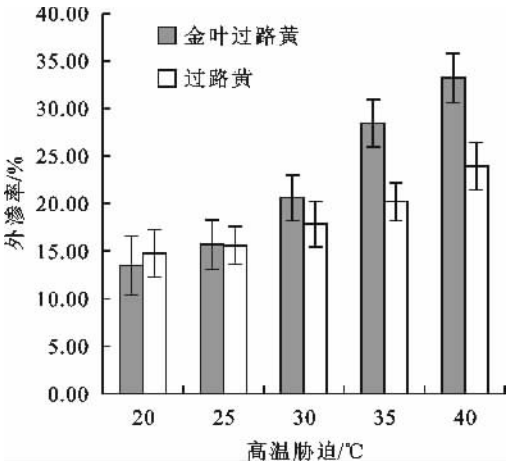


图 1 高温胁迫对两种地被植物叶细胞膜透性的影响
Fig. 1 Effect of high-temperature stress on relative permeability of plasma in leaves of two ground covering plants

2.1.2 高温胁迫对丙二醛含量的影响 丙二醛的含量是衡量膜透性的一个重要指标。从表 1 可以看出,丙二醛的含量随着高温胁迫程度的加强,丙二醛的含量不同程度的增加;丙二醛含量的动态变化与细胞质膜外渗率的变化是呈正相关的。经统计分析,在对照处理时,金叶过路黄和过路黄之间叶组织细胞丙二醛的含量不存在显著差异;在各高温处理条件下,金叶过路黄均与过路黄之间均存在极显著差异。与对照相比,在 40 ℃高温处理时,金叶过路黄与过路黄的丙二醛含量分别增加了:143.3%和 76.3%。这说明在高温胁迫时金叶过路黄的叶片细胞膜系统的损坏程度比过路黄的严重,金叶过路黄受的高温伤害较重。

表 1 高温胁迫对两种过路黄叶内丙二醛含量的影响

Table 1 Effect of high-temperature stress on content of MDA in leaves of two <i>Lysimachia</i> species μmol · g⁻¹					
种类	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
金叶过路黄	2.63±0.05Ee	3.53±0.09Dd	4.33±0.03Cc	5.76±0.11Bb	6.40±0.02Aa
过路黄	2.58±0.03Ee	3.11±0.03Dd	4.13±0.03Cc	4.42±0.02Bb	4.55±0.05Aa

2.2 高温胁迫对过路黄叶内保护酶系统的影响

细胞内的保护酶系统主要有超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等。酶活性越高,消除自由基的能力也越强,植物的抗逆性也越强^[7,8]。

2.2.1 超氧歧化酶活性的影响 从图 2 可看出,随着高温胁迫的程度不断加强,两种过路黄叶组织细胞的 SOD 活性的动态变化过程是先增加,后降低。当达到最高峰时,过路黄和金叶过路黄分别增加了 150.0%和 97.1%。经统计分析,在不同程度的高温处理时,过路黄与金叶过路黄之间存在极显著差异。这说明了,在高温胁迫下,过路黄叶组织具有较强的抵御活性氧的伤害作用;而金叶过路黄的抵御能力较弱。

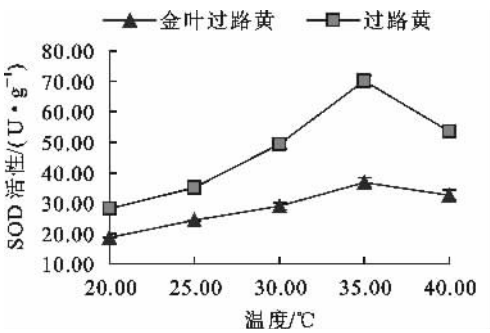


图 2 高温胁迫对两种地被植物叶内 SOD 活性的影响

Fig. 2 Effect of high-temperature stress on SOD activity in leaves of two ground covering plants

2.2.2 过氧化物酶活性的影响 从图 3 可看出,在高温胁迫下,两种过路黄叶组织细胞 POD 的活性均为先增加,后下降。当两种过路黄叶组织细胞 POD 活性增加到最高峰时,与对照处理相比,它们的增加幅度各不一样,金叶过路黄和过路黄分别增加了 100.2%和 131.7%。由此可知,过路黄抵御高温胁迫活性氧的伤害作用较强,而金叶过路黄受高温胁迫活性氧的伤害比较严重。

2.3 高温胁迫对过路黄叶内的其它生理生化指标的影响

2.3.1 游离脯氨酸含量 逆境条件下植物体内积累脯氨酸具有一定的普遍性,脯氨酸的积累有利于植物对逆境的防御。从图 4 可看出,在高温胁迫下,两种过路黄叶内的游离脯氨酸的含量都明显的增加,由此可知,在高温胁迫下,过路黄的脯氨酸主动

积累多,则细胞的渗透调节能力强,植物的耐高温能力较强;而金叶过路黄在重度高温胁迫下,细胞受到伤害,叶内脯氨酸的含量降低。

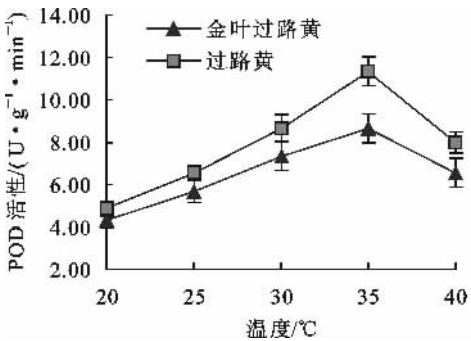


图 3 高温胁迫对两种地被植物叶内 POD 活性的影响

Fig. 3 Effect of high-temperature stress on POD activity in leaves of two ground covering plants

实验结果表明,脯氨酸积累量的多少,既可以看作是植物体受环境胁迫的大小和受损伤的程度,也说明此时的环境条件偏离了植物的适宜生长温度,高温使过路黄体内脯氨酸大量积累。

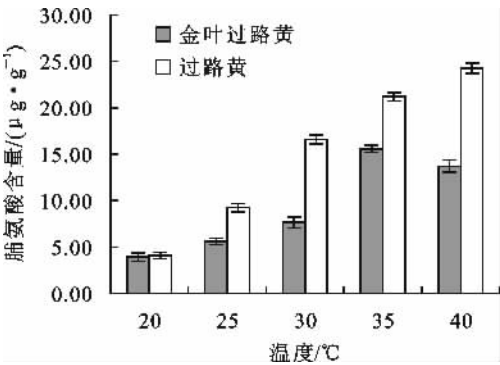


图 4 高温胁迫对两种地被植物叶内脯氨酸含量的影响

Fig. 4 Effect of high-temperature stress on content of proline in leaves of two ground covering plants

2.3.2 叶绿素含量 从图 5 可看出,在高温胁迫下,过路黄的叶绿素总量都是不断增加的趋势,且各处理温度之间的叶绿素含量变化均存在极显著差异;金叶过路黄的叶绿素含量呈先增加后降低的变化趋势。由此可知,在高温胁迫下,对过路黄的光合作用不仅没有减弱,反而有所增强,说明过路黄对高温的适应能力较强;金叶过路黄叶绿素的含量先增加后降低,这说明轻度高温胁迫,有利于提高植物的光合作用,而重度高温胁迫时伤害了金叶过路黄叶片细胞,从而降低了光合作用。

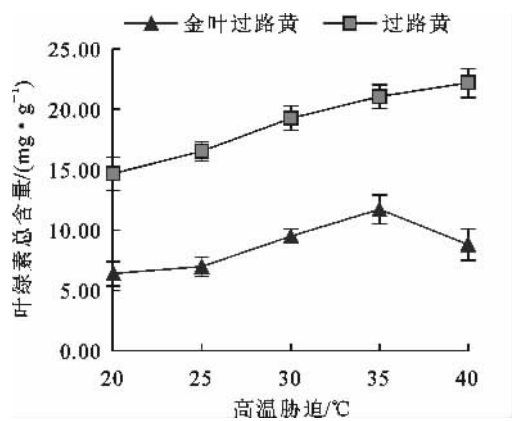


图 5 高温胁迫对两种地被植物叶细胞叶绿素总量的影响

Fig. 5 Effect of high-temperature stress on chlorophylls all quantity in leaves of two ground covering plants

3 结论与讨论

MDA 是植物细胞膜脂过氧化物之一,MDA 能与细胞内各种成分发生反应,从而引起各种酶和膜的严重损伤^[9]。但 MDA 含量大量增加时,表明体内细胞受到较严重的破坏。本试验研究发现两种过路黄叶内的 MDA 含量都有所增加,说明两种过路黄的细胞膜系统不同程度地受到了损坏,金叶过路黄受到的损坏更严重。

在高温胁迫下,两种过路黄叶内的保护酶活性都受到不同程度的影响,在轻度高温胁迫时两种过路黄叶内的 SOD 活性和 POD 活性都明显的增加,重度高温胁迫时两种过路黄的 SOD 活性都不同程度的降低,SOD、POD 酶是主要保护酶之一,通过清除体内产生的活性氧减弱氧化伤害^[10]。从这两种保护酶活性的变化可以看出,过路黄叶组织具有较强的抵御活性氧的伤害作用。

为了适应高温逆境胁迫,两种过路黄叶内的游离脯氨酸含量明显的积累,提高了的抗逆性。逆境下脯氨酸和电解质外渗率的变化,可用作反映植物抗逆性的参考性生理指标。本试验中,随高温胁迫程度的加重,参试植物叶片中游离脯氨酸含量和电解质外渗率均随之增加,增加幅度越大的植物,其耐高温胁迫的能力相对较大^[11,12]。高温胁迫下脯氨酸的积累可能具有特殊生理意义,即脯氨酸以其特定的物理性质加强高温胁迫下蛋白质的水合作用,使高温下蛋白质空间结构的破坏、氢键等次级键断裂、巯基被氧化成二硫键等造成蛋白质变性失活的过程减弱,最终有利于植物在高温胁迫下维持细胞的结构和功能^[13]。

在高温胁迫下,植物体的生理生化过程发生不同程度的变化,因此可以通过对热胁迫下植物体内

一些生理生化指标变化过程的研究,探寻其变化机理。从而找到一些与抗热性关系密切的指标作为耐热性鉴定指标。叶绿素、游离脯氨酸、SOD、POD 活性等的动态变化是研究耐热性机理的重要生理指标。相关研究表明热胁迫下耐热性强的品种叶绿素分解较少^[14]。脯氨酸可以防止植物水分散失和提高原生质胶体的稳定性,在高温胁迫时许多耐热的植物品种比不耐热的品种脯氨酸积累多^[15]。

本试验表明可应用这几项指标进行过路黄的耐热性鉴定。鉴定结果与生产实际相符。从两种过路黄叶肉细胞的外渗率,保护酶活性的变化,游离脯氨酸、叶绿素含量积累程度等生理指标结果综合析可以看出,过路黄的耐高温能力比金叶过路黄的要强些。过路黄在其它抗逆性方面还缺乏研究,今后应加强对过路黄的抗旱性与耐寒性等抗逆性研究,为过路黄的园林应用提供理论依据。

参考文献:

[1] 苏丕林, 苏蓉. 地被植物过路黄研究初报[J]. 湖北农学院学报, 2000, 11(4): 326-327.

[2] 杨培君, 李会宁, 赵桦. 过路黄的组织培养与快速繁殖[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(2): 146.

[3] 李晓红, 邵剑文, 张小平. 祁门过路黄和过路黄核型的比较研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(10): 1940-1942.

[4] 陈劲松, 董鸣, 于丹, 等. 不同光照条件下聚花过路黄的克隆构型和分株种群特征[J]. 应用生态学报, 2004, 15(8): 1383-1388.

[5] 许桂芳. 2 种过路黄抗旱生理特性的研究 [J]. 西北林学院学报, 2007, 22(5) : 12-14.

[6] 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.

[7] 李英丽, 果秀敏, 张建光, 等. 高温胁迫对苹果果皮组织抗氧化特性的影响[J]. 河北农业大学学报, 2005, 28(1): 18-20 .

[8] 耶兴元, 马锋旺, 王顺才, 等. 高温胁迫对猕猴桃幼苗叶片某些生理效应的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(12): 33-37.

[9] 王代军, 温洋. 温度胁迫下几种冷季型草坪草抗性机制的研究[J]. 草业学报, 1998, 7(3): 75-80.

[10] 李英丽, 果秀敏, 张建光, 等. 高温胁迫对苹果果皮组织抗氧化特性的影响[J]. 河北农业大学学报, 2005, 28(1): 18-20.

[11] 张庆峰, 徐胜, 李建龙. 高温胁迫下高羊茅生理生化特性研究[J]. 草业科学, 2006(4): 26-28.

[12] 孙玉芳, 王三根, 尹丽, 等. 高温胁迫对黄连生理特性的影响研究[J]. 植物生理科学, 2006(4): 236-238.

[13] 张晓燕, 刘鹏, 朱佳, 等. 高温胁迫对白银豆抗性生理的影响研究[J]. 广东农业科学, 2006(7): 27-29.

[14] 张施君, 周厚高, 钟云娟, 等. 高温胁迫对观赏百合苗期的生理影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 7(3): 103-104.

[15] 张昭其, 段学武, 庞学群, 等. 冷激对采后香蕉几个与耐热性有关的生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(4): 333-335.