

低温胁迫对酸浆生理特性的影响

张志刚¹, 殷奎德²

(1. 黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316; 2. 黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘要:为探明酸浆耐冷机理,以红果酸浆为材料,研究低温胁迫对酸浆幼苗叶片生理特性的影响。结果表明:随着低温胁迫时间的延长,酸浆幼苗叶片伤害度和相对电导率呈上升趋势,POD、SOD 和 CAT 的酶活性呈先升高后降低的趋势。且当恢复室温 24 h 后,电导率、叶片伤害度、POD、SOD 和 CAT 活性均高于对照。

关键词:酸浆;低温胁迫;生理特性

中图分类号:S663.9

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)10-0071-03

酸浆 (*Physalis alkekengi* L.) 为多年生草本植物茄科酸浆属,原产于中国,我国的酸浆主要在东北地区栽培。目前,酸浆基本上都处于野生状态,除在东北地区有人工栽培外,全国其它地区极少有人种植。酸浆是具有观赏、药用和食用价值的珍稀野生材料,具有极高的开发和研究应用价值^[1]。在世界各地均有栽培,但在生产过程中,经常遭受低温冷害,影响酸浆产量并降低了经济效益。目前,由于缺乏对酸浆耐冷性的系统研究,人们对酸浆耐冷机理了解的还比较少,致使低温冷害成为限制酸浆优质高产的主要因素之一。

园艺植物的各生育阶段均会受到低温胁迫的影响,主要表现为延缓或阻止种子萌发^[2-3],幼苗生育迟缓、花芽分化不良^[4]、畸形果变多、落花落果、果实生长受阻及成熟期延后等^[5]。在受到逆境胁迫时,植物细胞膜层由类脂和蛋白质构成的生物膜最先受到影响^[6]。在低温胁迫下,膜脂成分含量和脂肪酸组成成分会发生明显的改变。细胞膜透性的大小可间接的用组织相对电导率衡量。组织相对电导率越高,说明细胞膜完整性遭到破坏的程度就越大。膜相改变可以引起膜结合酶活性的降低。在逆境胁迫下,植物代谢过程中产生的多余 O₂ 会被转化成活性氧,其对植物有毒害作用。抗氧化酶和抗氧化剂为植物体内主要的活性氧清除剂。植物细胞中的主要抗氧化酶有多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)和过氧化氢酶(CAT)等;主要

抗氧化剂有甘露醇(mannitol)、谷胱甘肽(GSH)、抗坏血酸(AsA)、半胱氨酸(Cys)、β-胡萝卜素(β-carotene)等。温度胁迫通过增强其相关酶活性的来抵御温度造成的伤害^[7-8]。王榕楷等^[9]研究了低温条件下地毯草、假俭草和细叶结缕草 3 种草坪草叶片细胞中 SOD 活性的变化,发现耐寒性强的草坪草其 SOD 活性也高,这充分证明了草坪草抗寒性与 SOD 的活性紧密联系。

该研究选用抗冷性较好的红果酸浆作为试验材料,检测低温胁迫下酸浆幼苗叶片电导率、叶片伤害度、SOD、POD 和 CAT 活性,以期初步探明酸浆耐冷机理,为深入研究酸浆抗寒机制、筛选抗寒品种以及进一步进行抗性育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

以抗冷性较好的红果酸浆为试验材料,由黑龙江八一农垦大学农学院提供。

1.2 方法

把长势相同的酸浆幼苗置于光照培养箱中,5℃低温胁迫 0、6 和 24 h,以低温处理 0 h 作为对照。然后分别取低温处理 0、6、24 h 以及低温处理 24 h 后恢复室温 24 h(以 R24 表示)的酸浆叶片备用。

采用电导仪法测定样品电导率^[10];采用氮蓝四唑(NBT)法测定 SOD 活性;采用愈创木酚法测定 POD 的活性;采用紫外吸收法测定 CAT 的活性。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对酸浆幼苗叶片电导率和伤害度的影响

由图 1 看出,随着低温处理时间的延长,酸浆

收稿日期:2013-05-15

第一作者简介:张志刚(1979-),男,山东省聊城市人,硕士,助理农艺师,从事园艺植物耐逆性机理和分子机制研究。E-mail:hellozhangzhigang@126.com。

叶片相对电导率呈现先缓慢增加而后急剧增加的趋势,低温处理 6 h 叶片相对电导率比对照提高了 36.8%,低温处理 24 h 叶片相对电导率比对照提高了 150%,较低温处理 6 h 提高了 83%。由图 2 可看出,低温处理 6 h,细胞膜系统伤害度为 4.12%,低温处理 24 h,细胞膜系统伤害度是低温处理 6 h 的 9.79 倍,达到了 40.32%。随着低温胁迫时间的延长,酸浆幼苗叶片细胞膜受到的伤害越严重,膜系统的稳定性逐渐降低。在室温恢复 24 h 后,酸浆幼苗叶片的伤害度和相对电导率都有明显的下降趋势,但是仍然高于对照植株。

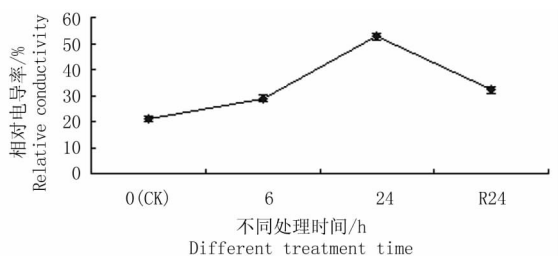


图 1 低温胁迫对酸浆幼苗叶片电导率的影响

Fig. 1 Influence of low temperature stress to the conductivity of *Physalis* seedling leaves

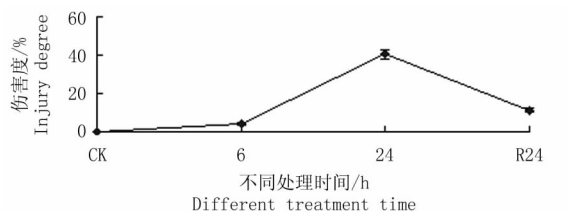


图 2 低温胁迫对酸浆幼苗叶片伤害度的影响

Fig. 2 Influence of low temperature stress to the injury degree of *Physalis* seedling leaves

2.2 低温胁迫对酸浆幼苗叶片 SOD 活性、POD 活性和 CAT 活性的影响

SOD 活性与酸浆低温胁迫的调节机制密切相关。酸浆可能通过提高叶片中 SOD 活性来降低低温胁迫带来的危害。从图 3 看出,随着低温胁迫时间的延长,酸浆幼苗叶片 SOD 活性发生明显变化。低温处理 6 h 酸浆幼苗叶片 SOD 活性与对照相比提高了 46.48%,低温处理 24 h SOD 活性低于低温处理 6 h,但高于对照。经室温 24 h 恢复后,SOD 活性又进一步增强,分别是对照的 152.1%、低温处理 6 h 的 103.85%、低温处理 24 h 的 122.73%。

从图 4 可知,随着低温胁迫时间的延长,酸浆幼苗叶片 POD 活性呈现出明显的先升高后降低的趋势。低温处理 6 h 酸浆幼苗叶片 POD 活性

是对照的 2.12 倍。低温处理 24 h 酸浆幼苗叶片 POD 活性是低温处理 6 h 的 0.4 倍,是对照的 0.8 倍。经室温 24 h 恢复后,POD 活性是对照的 1.15 倍。

由图 5 可出,随着低温胁迫时间的延长,酸浆幼苗叶片 CAT 活性呈先升高后降低的趋势。酸浆幼苗叶片在低温胁迫前 CAT 活性为 $78.6 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,相对水平比较低。低温处理 6 h 酸浆幼苗叶片 CAT 活性最高,达到 $123.73 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,比对照高出 0.58 倍。低温处理 24 h 时,CAT 活性降低,但仍高于对照。经室温 24 h 恢复后 CAT 活性仍高于对照 0.43 倍。

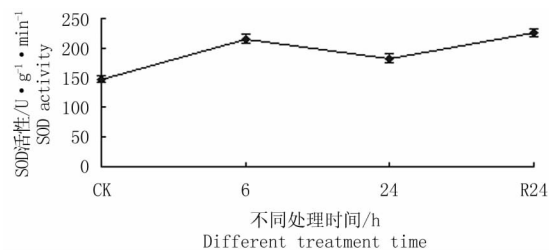


图 3 低温胁迫对酸浆幼苗叶片 SOD 活性的影响

Fig. 3 Influence of low temperature stress to SOD activity of *Physalis* seedling leaves

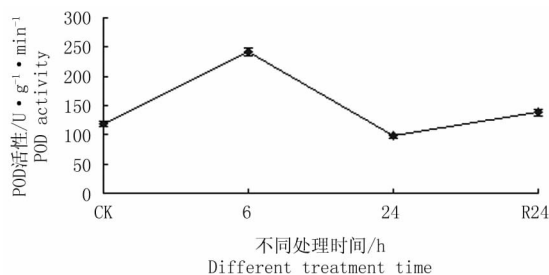


图 4 低温胁迫对酸浆幼苗叶片 POD 活性的影响

Fig. 4 Influence of low temperature stress to POD activity of *Physalis* seedling leaves

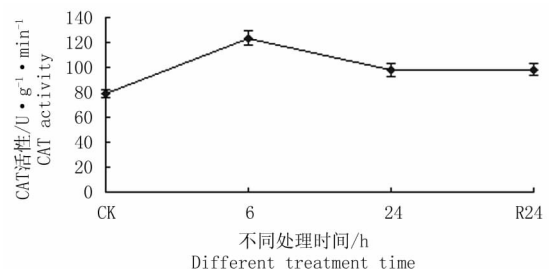


图 5 低温胁迫对酸浆幼苗叶片 CAT 活性的影响

Fig. 5 Influence of low temperature stress to CAT activity of *Physalis* seedling leaves

3 结论与讨论

随着低温胁迫时间的延长,酸浆幼苗叶片伤

害度和相对电导率呈上升趋势,且低温胁迫时间越长,其相对电导率和叶片伤害度越高,当室温恢复 24 h 后,相对电导率和叶片伤害度又明显下降。相关研究显示,逆境胁迫下,植物细胞膜的损伤越大,电解质渗透越严重,相对电导率越高。但细胞膜系统在一定的胁迫强度下不会发生永久性损伤,膜系统在一定程度上能够自我修复,这与该研究中的结果相似。

大量研究表明,保护酶 SOD、POD 和 CAT 等的抗氧化能力与植物抗寒能力密切相关^[11-12]。在低温胁迫条件下,酸浆通过自身调节机制,提高抗氧化保护酶 SOD、POD 和 CAT 的活性来抵御植物的低温冷害。超过一定限度后各种保护酶的活性开始降低,这是由于植物本身调节机制的局限性。但恢复室温后,其保护酶的活性又恢复到比对照略高的水平。通常情况下,SOD 和 POD 活性越高,植物的耐、抗逆能力越强。前人对低温胁迫下不同酸浆品种耐寒性的研究表明:低温胁迫下,抗寒性强的品种 SOD 和 POD 活性高于抗寒性弱的品种^[13-14]。该研究结果表明,低温胁迫下,酸浆叶片 POD、SOD 和 CAT 的酶活性均高于对照,这是酸浆幼苗在低温胁迫下表现出的一种自我保护反应,通过提高自身保护酶活性,消除低温胁迫下积累的各种自由基,以避免对生物膜系统造成伤害。随着低温胁迫时间的延长,POD、SOD 和 CAT 的酶活性逐渐上升,但达到一定程度后,急剧下降,说明 SOD、POD 和 CAT 的合成系统可能受到了破坏。但在恢复室温 24 h 后,SOD、POD 和 CAT 的酶活性都得到一定的回升。

参考文献:

- [1] 孙可群. 花卉及观赏树木栽培手册[M]. 北京:中国林业出版社,1988:478.
- [2] 郑光华. 大豆种子萌发过程中冷害问题的研究[J]. 中国农业科学,1981(2):65-72.
- [3] Harrington J, Fand G M. Chilling injury of germination muskmelon and pepper seed[J]. Prot. Amer. Soc. Hort. Sci., 1959, 75:485-489.
- [4] 钱芝龙, 丁犁平, 赵华仑. 辣椒苗期耐低温性研究[J]. 江苏农业科学, 1996(1):46-48.
- [5] 王毅, 简令成, 张举仁. 低温胁迫下水稻幼苗叶细胞 Ca^{2+} 水平的变化[J]. 植物学报, 1994, 36(8):587-591.
- [6] Xin Z, Browse J. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures [J]. Plant Cell Environ, 2000, 23:893-902.
- [7] Meng X, Wang M, Jiang N, et al. Regulation of both the reactive oxygen species level and antioxidant enzyme activity in drought-stressed rice organs by benzimidazole-based SOD1 mimics [J]. J Agric. Food Chem., 2012, 60 (45): 11211-11221.
- [8] Hu W, Yuan Q, Wang Y, et al. Overexpression of a wheat aquaporin Gene, TaAQP8, Enhances Salt Stress Tolerance in Transgenic Tobacco [J]. Plant Cell Physiol, 2012, 10:1093.
- [9] Sidebottom C, Worrall D. Heat stable anti-freeze protein from grass [J]. Nature, 2000, 406:256-263.
- [10] 陈爱葵, 韩瑞宏, 李东洋, 等. 植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J]. 广东教育学院学报, 2010, 5(30):88-91.
- [11] 王克安, 王冰, 顾三军. 低温对黄瓜生理生化、代谢功能及形态的影响[J]. 山东农业科学, 1998, 4:52-55.
- [12] Malan C, Greyling M M, Gressel J. Correlation between Cu/Zn superoxida dismutase and luthathione reductase, and environmental and xenobiotic stress to lercance in maize in breeds[J]. Plant Science, 1990, 69:157-166.
- [13] 夏明, 刘亚学, 阿拉木斯, 等. 苜蓿叶片过氧化物同功酶与抗冷性的关系[J]. 中国草地, 2003, 25(4):41-45.
- [14] 罗新义, 冯昌军, 李红, 等. 低温胁迫下肇东苜蓿 SOD、脯氨酸活性变化初报[J]. 中国草地, 2004, 26(4):79-81.

Influence of Low Temperature Stress on Physiological Characteristics of *Physalis alkekengi*

ZHANG Zhi-gang¹, YIN Kui-de²

(1. Daqing Branches of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316; 2. Agronomy College of Heilongjiang BaYi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: In order to prove chilling tolerant mechanism of *Physalis alkekengi*, taking red fruit *Physalis alkekengi* as test materials, the effect of low temperature stress on physiological characteristics of *Physalis alkekengi* seedling leaves was studied. The results showed that the injury and conductivity of *Physalis alkekengi* seedling leaves were on the rise with the increasing of low temperature stress time, the POD, SOD and CAT activity of *Physalis alkekengi* increased firstly, then decreased. After recovering room temperature for 24 hours, the conductivity, injury, POD, SOD and CAT activity were higher than control.

Key words: *Physalis alkekengi*; low temperature stress; physiological characteristics