

# 低温胁迫对白菜抗氧化相关生理特性的影响

王 丽, 侯雷平, 赵 慧, 李梅兰

(山西农业大学 园艺学院, 山西 太谷 030801)

**摘 要:** 研究了低温胁迫对白菜抗氧化相关生理特性的影响。结果表明: 无论萌动种子还是幼苗低温处理都使植株叶片的 POD 和 SOD 活性降低, 而 MDA 含量和游离脯氨酸含量升高。

**关键词:** 低温胁迫; 白菜; 生理特性; 抗氧化

**中图分类号:** S 634.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2009)02—0063—03

植物在受到低温胁迫时会对植物的膜脂过氧化、保护酶系、植物激素、游离脯氨酸等生理生化特性产生一定的影响, 试验以白菜品种“杭州油冬儿”为试材, 通过对萌动种子和幼苗的低温处理, 研究低温处理过程中低温胁迫对植株过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)及游离脯氨酸含量的变化规律, 以其为植物抗寒育种、引种及逆境栽培提供理论依据。同时, 也为克服逆境对植物造成的影响提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验地点和材料

试验地点为山西农业大学园艺学院实验中心, 供试白菜品种为“杭州油冬儿”, 购自浙江杭州市良种引进公司。

### 1.2 低温处理及取样

**1.2.1 萌动种子低温处理及取样** 8月15日将种子浸种 1.5~2.0 h 后放入铺有 2 层滤纸的培养皿中, 然后把培养皿放入温度为 25℃的人工气候箱中进行催芽, 2 d 后当胚根突破种皮后, 将培养皿移至冷藏柜中进行低温(5±1)℃处理, 处理过程中保持滤纸的湿润。由于所用冷藏柜是玻璃门, 种子可以接受自然光。对照于取样前 5 d 催芽, 当种子萌动后于光照培养箱 21℃中生长。取样, 在低温处理 15、30 d 时, 分别取处理后子叶期幼苗的胚轴及子叶部位进行 POD、SOD、MDA 及游离脯氨酸含量的测定, 对照(CK)为未进行低温处理的子叶期幼苗的样品。POD、SOD 的取样量均为 0.1 g, MDA、游离脯氨酸取样量均为 0.5 g, 取样后立即液氮固定, 保存于-70℃的冰箱中待测。

**1.2.2 幼苗低温处理及取样** 将种子播于 128 或 72 孔的苗盘中, 所用基质为珍珠岩、松针土、熟土及泥炭的混合物, 整个生长过程在培养室中进行, 当幼苗长至 4 片真叶时, 将苗盘移入冷藏柜进行低温(5±1)℃处理。取样: 分别取低温处理前(CK)、处理 15、30 d 幼苗的幼叶进行 POD、SOD、MDA 及游离脯氨酸含量的测定, POD、SOD 的取样量均为 0.1 g, MDA、游离脯氨酸取样量均为 0.3 g, 保存方法同 1.2.1。

### 1.3 生理指标的测定

POD 活性的测定采用愈创木酚法<sup>[1]</sup>; SOD 活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)法<sup>[1]</sup>; MDA 采用 TBA 法<sup>[1]</sup>; 游离脯氨酸含量的测定采用磺基水杨酸法<sup>[1]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温胁迫对 SOD 活性的影响

超氧化物歧化酶(SOD)是生物体内消除自由基对细胞膜伤害的保护酶。低温可引起植物体内超氧自由基等活性氧的增加, 降低 SOD 活性。由图 1 可见, 无论是萌动种子还是幼苗在低温胁迫下 SOD 的活性随低温处理时间的延长逐渐降低。萌动种子低温处理的 SOD 活性下降的幅度较为缓慢, 而幼苗低温处理的 SOD 活性下降幅度较大。低温胁迫 30 d 后, 萌动种子和幼苗的 SOD 活性分别降低了 27.8%和 85.5%。可见随着低温胁迫的不断进行和胁迫时间的延长, 使植物体内超氧自由基等活性氧的含量不断增加, 使细胞内自由基的产生和清除平衡受到破坏 SOD 的活性下降。

### 2.2 低温胁迫对 POD 活性的影响

除 SOD 外, POD 也是植物体内存在的清除活性氧自由基的重要氧化酶。如图 2 所示, 在低温胁迫下, 无论是萌动种子还是幼苗其 POD 活性都随低温处理时间的延长逐渐降低。在低温胁迫 15 d 时, 二者 POD 活性的变化较为缓慢, POD 活性分别为 46.2 U·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>(FW)和 27.6 U·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>(FW), 比未处理对照分别下降了 10.7%和 12.9%。30 d 时, 萌动种子的 POD 活性变化仍较慢为 44.9 U·min<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>(FW), 比未处理

第一作者简介: 王丽(1979-), 女, 硕士, 研究方向为蔬菜育种及生物技术应用。E-mail: haojiayi\_2008@163.com。  
通讯作者: 李梅兰。  
基金项目: 山西省自然科学基金资助项目(20041091); 山西省留学回国人员科研资助项目(2007062)。  
收稿日期: 2008—08—20

对照下降了 13.2%。幼苗的变化幅度却较大为 14.9  $\text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ), 比未处理对照下降了 53.1%。可

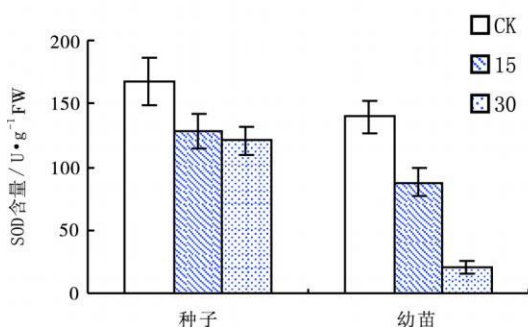


图1 低温胁迫对 SOD 活性的影响

见低温可引起植物体内超氧自由基等活性氧的增加, 降低 POD 活性。

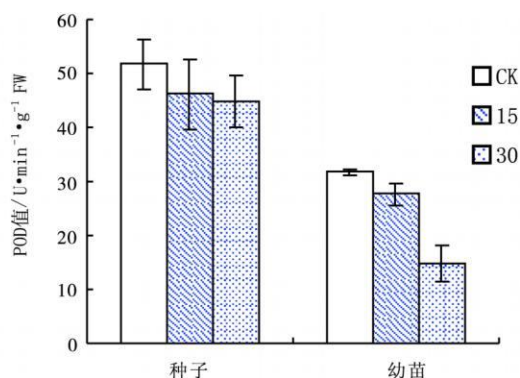


图2 低温胁迫对 POD 活性的影响

## 2.3 低温胁迫对 MDA 含量的影响

MDA 是细胞膜脂过氧化的产物, 其含量的高低反映了细胞膜脂过氧化水平。由图 3 可见, 无论是萌动种子的子叶期幼苗还是 4 叶期幼苗的叶片在低温胁迫下 MDA 含量随低温处理时间的延长逐渐增加。低温处理

15 d 时, 萌动种子和幼苗的 MDA 含量分别由 15 和 8.3  $\text{mol/g}(\text{FW})$ , 上升到了 23.12  $\text{mol/g}(\text{FW})$ , 分别升高了 56.7% 和 41.3%。在低温处理 30 d 时, MDA 含量分别升高了 59.6% 和 104%。表明在低温胁迫下, 膜脂过氧化作用加强, MDA 含量增加。

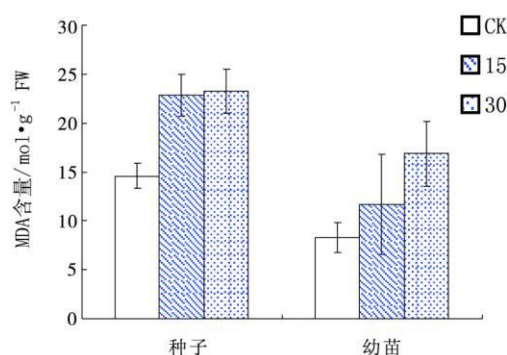


图3 低温胁迫对 MDA 含量的影响

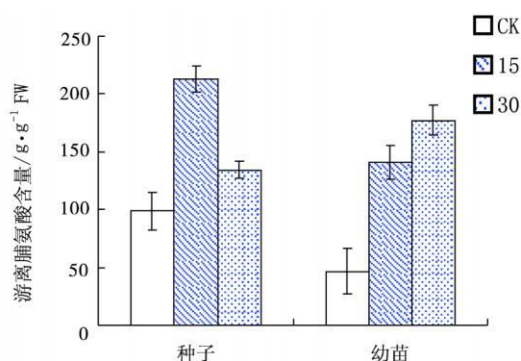


图4 低温胁迫对游离脯氨酸含量的影响

## 2.4 低温胁迫对游离脯氨酸含量的影响

低温胁迫对游离脯氨酸含量影响很大。如图 4 所示, 对于萌动种子而言, 随低温持续时间的延长游离脯氨酸的含量先升高后下降, 在 15 d 时达最大值 212.6  $\text{g/g}(\text{FW})$ , 为未处理对照的 115.0%, 30 d 时为 134.1  $\text{g/g}(\text{FW})$ , 为未处理对照的 35.9%。受低温胁迫的幼苗在低温过程中游离脯氨酸的含量逐渐升高。15、30 d 时游离脯氨酸的含量分别升高为 140.8、177.4  $\text{g/g}(\text{FW})$ 。说明低温下会造成游离脯氨酸含量的大量累积。

## 3 讨论

自从 Fridovich<sup>[2]</sup> 提出生物自由基伤害学说以来, 人们已经认识到植物处于逆境条件下会增加细胞内活性自由基的含量, 自由基的增加能引起细胞膜损伤, 导致

膜透性增大并诱发膜脂过氧化作用。植物的抗冷性与植物细胞对活性氧的清除能力密切相关。SOD 和 POD 的重要功能是通过清除低温胁迫诱导产生的细胞内活性氧自由基, 减少 MDA 的积累, 维持细胞膜的稳定性和完整性, 提高植物对低温胁迫的适应性<sup>[3]</sup>。研究结果显示, 低温胁迫使得 SOD 和 POD 的活性降低, 从而产生了过多的自由基。

MDA 是植物细胞膜脂过氧化产物之一, 能强烈地与细胞内的各种物质发生反应, 因而引起对酶和膜的严重损伤<sup>[4]</sup>。在正常生长的植株体内含量较低, 当植株处于不良环境时, 会因不良环境的恶劣程度引起 MDA 含量的相应上升。研究中无论萌动种子的子叶期幼苗还是 4 叶期的幼苗在低温胁迫下 MDA 含量均增加。说明

# 光照强度对干辣椒果实品质的影响

杨淑艳, 李井会, 朱丽丽

(松原职业技术学院, 吉林 松原 138005)

**摘要:**研究了光照强度对干辣椒果实中辣椒素、维生素 C 和可溶性糖含量的影响。结果表明:随光照强度的降低,辣椒素含量呈先增后减的趋势,果肉中的辣椒素含量在光强 85% 时出现高峰,而胎座中的辣椒素含量在光强 70% 是达最大值,而维生素 C 和可溶性糖的含量均呈下降趋势。

**关键词:**光照强度;辣椒;品质

中图分类号: S 641.3 文献标识码: A 文章编号: 1001—0009(2009)02—0065—03

随着生活水平的不断提高,人们的消费观念发生了根本变化,对蔬菜品质的要求越来越高。辣椒属风味蔬菜,果实营养丰富,富含维生素 C、类胡萝卜素、可溶性糖与蛋白质,特别是含有丰富的辣椒素<sup>[2]</sup>,是人们生活中不可或缺的蔬菜及调味品。

辣椒属耐弱光蔬菜,光饱和点仅为  $3\times 10^4$  lx,而我大部分地区晴天中午的光照强度大大超过辣椒的光饱和点,因此国内外对辣椒的遮阳栽培进行了多项研

究<sup>[3-5]</sup>,但光照强度对干辣椒中辣椒素含量及其他品质的影响的研究还少见报道。该试验旨在研究光强对干辣椒果实中辣椒素含量及品质的影响。

## 1 材料与方法

试验于 2007 年 3~12 月在松原职业技术学院园艺植物生产基地及实验室进行。所测数据采用 DPS 数据处理软件进行统计分析。

### 1.1 试验材料

试验采用“新椒 2 号”和“金塔”2 个干辣椒品种。采用白纱网遮光。供试土壤基本理化性质见表 1。

### 1.2 试验设计

试验于 3 月 12 日育苗,5 月 25 日定植于露地。在

第一作者简介:杨淑艳(1963-),女,本科,讲师,研究方向为果树栽培技术,现从事果树学及土壤学的教学及研究工作。  
收稿日期:2008—08—10

了 SOD 和 POD 活性的降低,加剧了膜脂过氧化作用,从而使膜脂过氧化产物 MDA 含量的增加,同时 SOD 活性的降低伴随 MDA 含量的增加,也从另一个侧面说明 SOD 与 MDA 存在一定的负相关性。

游离脯氨酸是最重要和有效的有机渗透调节物质。低温胁迫下,植物体内通常积累大量游离脯氨酸,细胞内游离脯氨酸含量与植物抗寒性之间呈正相关性<sup>[5]</sup>。但也有研究认为,游离脯氨酸累积只不过是胁迫条件下的一种适应性反应<sup>[6]</sup>。该试验结果表明,低温胁迫会增加植物体内游离脯氨酸的含量,但没有研究游离脯氨酸含量与抗寒性的关系,因此还有待于进一步的研究。

## 参考文献

[1] 乔富廉.植物生理学实验分析测定技术[M].北京:中国农业科学技术出版社,2002:68-198.  
[2] Fridrich. The biology of oxygen radicals[J]. Science 1978, 201: 875-880.  
[3] 邹志荣,陆帼一.低温对辣椒幼苗膜脂过氧化和保护酶系统变化的影响[J].西北农业大学学报,1994,3(3):51-56.  
[4] 夏阳.水分逆境对果树游离脯氨酸和叶绿素含量变化的影响[J].甘肃农业大学学报,1993,28(1):26-31.  
[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,2004,22(6):29-32.  
[6] Hanson A D, Hitz W D. Metabolic response of mesophytes to plant water deficits[J]. Annu Rev Plant Physiol 1982, 33: 163-203.

# Effects of Low Temperature on Antioxidant Physiological Characteristics in Chinese Cabbage

WANG Li, HOU Lei-ping, ZHAO Hui, LI Mei-lan

(College of Horticulture Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

**Abstract:** Researched the effects of low temperature on antioxidant physiological characteristics. The results showed that the content of MDA and praline increased, whereas the POD activity and the SOD activity decreased in both germinating seeds and seedlings after chilling stress.

**Key words:** Low temperature; Chinese cabbage; Physiological characteristics; Antioxidant