

低温胁迫对茄子幼苗抗寒性生理生化指标的影响^{*}

李建设¹, 耿广东², 程智慧^{2*}

(1 宁夏农学院 园林系, 宁夏 永宁 750105; 2 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 分别在 5、8℃ 低温胁迫下, 对耐寒性不同的两个茄子品种叶片内部抗寒性生理生化指标进行了研究。结果表明, 随温度降低, 两品种细胞膜透性增大, MDA 含量增加, SOD 和 POD 活性上升, CAT 活性变化表现相反的趋势, 但低温处理与对照温度间差异较小; 脯氨酸含量也随胁迫温度降低而呈增加趋势。低温下耐寒性强的品种能保持更高的 SOD 和 POD 等保护酶活性, 更好的细胞膜完整性和更低的 MDA 含量, 并诱导产生更多的脯氨酸。

[关键词] 低温胁迫; 茄子幼苗; 抗寒性; 膜脂过氧化; 保护酶系统; 脯氨酸

[中图分类号] S641.103⁺.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)01-0090-03

近年来, 节能型塑料日光温室和塑料大棚在我国北方地区发展迅猛, 已成为冬春反季节蔬菜生产的主要方式。然而, 由于我国的棚室结构一般比较简单, 在冬春严寒季节, 低温仍然是影响蔬菜特别是喜温蔬菜生长和产量、品质的主要因子。茄子 (*S. melongena* L.) 是一种喜温性蔬菜, 作为保护地内栽培的主要蔬菜之一, 其耐寒性倍受人们的关注。有关植物的抗寒性及其生理指标, 人们已在黄瓜、番茄、辣椒、水稻、玉米等作物上做了大量研究^[1~7], 对这些作物的耐寒性及其机理有了一定认识。但是, 迄今有关茄子耐寒性方面的研究甚少。本试验主要研究在不同程度的低温胁迫下, 茄子幼苗叶片中过氧化物酶 (POD)、超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT) 等保护酶系的活性及丙二醛 (MDA) 含量、细胞膜透性、脯氨酸 (Pro) 含量的变化及其与抗寒性的关系, 以明确茄子低温致伤的生理本质, 为茄子低温反季节栽培和耐低温育种提供依据和参考。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为耐寒性强的“兰州长茄”和耐寒性弱的“美国大红茄”生长到 4 片真叶期的幼苗。

1.2 材料培养及处理方法

两个茄子品种的幼苗在营养钵中培养, 4 片真叶期分别置于 5、8、25℃ 的光照培养箱内黑暗处理

2 d, 处理前均匀浇水。每处理每品种 10 株, 重复 3 次。处理结束后, 以第三片真叶为取样材料, 测定有关生理生化指标。

1.3 生理生化指标测定

细胞膜透性采用电导法^[8]测定, POD 采用愈伤木酚氧化法^[8]测定, SOD 采用朱广廉^[9]等的方法测定, CAT 采用碘滴定法^[8]测定, MDA 含量采用硫代巴比妥酸 (TBA) 反应法^[8]测定, Pro 含量采用磺基水杨酸提取比色法^[8]测定。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对膜脂氧化的影响

由表 1 可知, 不同低温处理后, 茄子幼苗叶片的细胞膜透性显著提高, MDA 含量显著或极显著增加; 随处理温度的降低, 细胞膜受伤害的程度增加, 耐寒性强的品种受伤害程度较轻, 而耐寒性弱的品种受伤害的程度较重。8 和 5℃ 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”的细胞膜透性分别比其对照增加了 65% 和 93%, 而耐寒性弱的“美国大红茄”则分别比其对照增加了 85% 和 164%。8℃ 低温处理下, 耐寒性弱的“美国大红茄”的 MDA 含量比其对照增加了 239%, 耐寒性强的“兰州长茄”比其对照增加了 36%, 差异均达显著水平; 5℃ 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”的 MDA 含量比其对照增加了 41%, 而耐寒性弱的“美国大红茄”比其对照增加了

* [收稿日期] 2002-02-04

[基金项目] 宁夏回族自治区自然科学基金资助项目 (C231)

[作者简介] 李建设 (1963-), 男, 河北藁城人, 副教授, 主要从事设施蔬菜栽培和生理研究。

* 为通讯作者。

543%, 差异分别达显著和极显著水平, 说明耐寒性弱的“美国大红花”在 5 低温下已受到严重伤害。

表 1 低温对茄子幼苗叶片中细胞膜透性和MDA 含量的影响

Table 1 The effect of chilling stress on membrane permeability andMDA content in eggplant seedling leaves

处理 Treatment	细胞膜透性/% Membrane permeability		丙二醛含量/(mmol · g ⁻¹) MDA content	
	兰州长茄 Lanzhou long eggplant	美国大红花 American red eggplant	兰州长茄 Lanzhou long eggplant	美国大红花 American red eggplant
25	20.94 b A	17.81 b A	0.899 b A	0.435 c B
8	34.51 a A	33.00 a A	1.224 a A	1.475 b B
5	40.37 a A	46.98 a A	1.271 a A	2.798 a A

由表 1 可以看出, 5 和 8 处理间比较, “兰州长茄”比 8 低温处理幼苗的细胞膜透性增加了 16%, MDA 含量增加了 4%, 但均未达到显著性差异; 而“美国大红花”比 8 处理幼苗的细胞膜透性增加了 42%, MDA 含量增加了 90%, 达到显著水平。说明随着低温胁迫程度的增加, 细胞膜透性和 MDA 含量增加, 耐寒性弱的“美国大红花”比耐寒性强的“兰州长茄”增加的幅度大, 对低温更敏感。

2.2 低温胁迫对保护酶系的影响

由表 2 可知, 低温胁迫 2 d 后, SOD 活性增加。8

低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”的 SOD 活性比其对照增加了 103%, 而耐寒性弱的“美国大红花”的 SOD 活性基本上未增加; 5 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”的 SOD 活性比对照增加了 111%, 耐寒性弱的“美国大红花”的 SOD 活性比其对照增加了 3%。两个低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”的 SOD 诱导活性均比其对照有极显著的增加, 而耐寒性弱的“美国大红花”的 SOD 活性增加均不显著。两个品种的两个低温处理间的 SOD 活性差异也均不显著。

表 2 低温对茄子幼苗叶片中 SOD, POD, CAT 活性和脯氨酸含量的影响

Table 2 The effect of chilling stress on activities of SOD, POD and CAT and content of proline in eggplant seedling leaves

处理 Treatment	SOD/(U · g ⁻¹ · h ⁻¹)		POD/(μg · g ⁻¹)		CAT/(mg · g ⁻¹ · min ⁻¹)		脯氨酸/(mg · g ⁻¹) Proline	
	兰州长茄 Lanzhou long eggplant	美国大红花 American red eggplant	兰州长茄 Lanzhou long eggplant	美国大红花 American red eggplant	兰州长茄 Lanzhou long eggplant	美国大红花 American red eggplant	兰州长茄 Lanzhou long eggplant	美国大红花 American red eggplant
25	100.91 b B	195.00 a A	182.47 c C	154.21 b B	15.08 a A	19.47 a A	0.075 c B	0.81 a A
8	205.22 a A	196.12 a A	352.43 b B	449.52 a A	9.72 b A	21.05 a A	0.137 b B	0.97 a A
5	213.04 a A	201.74 a A	561.96 a A	466.88 a A	13.36 a A	17.10 a A	0.291 a A	1.04 a A

由表 2 还可看出, 随着处理温度降低, POD 活性明显增加。8 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”POD 活性比其对照增加了 93%, 耐寒性弱的“美国大红花”比其对照增加了 191%, 均达到极显著水平; 5 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”POD 活性比其对照增加了 208%, 耐寒性弱的“美国大红花”比其对照增加了 203%, 也均达到极显著水平; 耐寒性强的“兰州长茄”, 5 低温处理的 POD 活性比 8 低温处理增加 59%, 差异达极显著水平, 而耐寒性弱的“美国大红花”, 5 低温处理的 POD 活性比 8 低温处理仅增加 4%, 差异不显著。

随着温度降低, 耐寒性弱的“美国大红花”CAT 活性先上升后下降, 而耐寒性强的“兰州长茄”则先下

降后上升, 但都与对照水平比较接近, 说明 CAT 可能不是茄子低温下的主要诱导保护酶(表 2)。就保护酶系整体来说, 耐寒性强的“兰州长茄”增加得多。由此可以看出, 低温胁迫下, 耐寒性强的品种能维持较高活性的保护酶系。

2.3 低温胁迫对 Pro 含量的影响

由表 2 可知, 在低温处理下, 两品种 Pro 含量都有所增加。8 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”比其对照增加了 83%, 差异达到显著水平, 耐寒性弱的“美国大红花”比其对照增加了 19%, 差异不显著; 5 低温处理下, 耐寒性强的“兰州长茄”比其对照增加了 287%, 且差异达到极显著水平, 耐寒性弱的“美国大红花”比其对照增加了 28%, 差异不显

著。耐寒性强的“兰州长茄”, 5 ℃ 低温处理比 8 ℃ 低温处理的 P_{ro} 含量增加 112%, 差异达极显著水平。说明低温胁迫下, P_{ro} 含量增加是一种防御反应, 耐寒性强的品种比耐寒性弱的品种 P_{ro} 含量增加得多, 因而抗寒性强。

3 讨 论

3.1 低温胁迫与膜脂过氧化作用的关系

Fridovich^[13]提出的生物自由基伤害学说已被人们广泛接受。低温胁迫下, 植物体内 O_2^- 、 OH^- 等自由基增加, 从而使膜脂过氧化作用加强, 导致膜的损伤和破坏^[4]。本研究表明, 随低温胁迫程度的增大, 膜脂过氧化产物MDA 含量增加, 细胞膜透性增大, 两者呈极显著正相关。沈征言^[10]研究认为, 茄子受冷害的温度为 7.2 ℃。本研究表明, 在 5 和 8 ℃, 茄子细胞膜透性无显著差异, 耐寒性强的品种 MDA 含量差异不显著, 耐寒性弱的品种差异达显著水平。因此认为, 茄子冷害的临界温度在 5~ 8 ℃, 在该低温下, 耐寒性强的品种对温度变化较不敏感, 而耐寒性弱的品种对温度变化较为敏感。

3.2 低温胁迫与保护酶系的关系

低温胁迫后, SOD, POD, CAT 等组成的保护酶系在清除活性氧、保持细胞膜稳定性方面起着重要的作用。据邹志荣等^[6]报道, 辣椒幼苗经 5 ℃ 低温胁迫后, SOD 和 POD 活性升高, CAT 活性降低。马德华等^[7]以黄瓜为材料研究认为, 经低温胁迫后,

CAT 和 POD 活性均显著下降, 耐寒性强的品系 SOD 活性上升, 耐寒性弱的品系 SOD 活性则降低。本研究表明, 随低温胁迫程度加大, SOD 和 POD 活性升高, CAT 活性下降且以 POD 活性增加的幅度最大。耐寒性弱的“美国大红茄”, 在 5, 8 ℃ 两低温间 SOD, POD, CAT 活性的差异都未达到显著水平, 可以认为, 冷害临界温度这个单一指标并不能准确反映作物的耐寒性, 耐寒性与时间有很大关系。从品种上看, 耐寒性强的品种能保持较高的 SOD 和 POD 活性, 而 CAT 变化则较复杂, 说明在保护酶系调节系统中, SOD 和 POD 的活性起着主要的调节作用。耐寒性强的品种在低温条件下能保持较强的保护酶系统, 对寒害有较强的适应性。

3.3 低温胁迫与 P_{ro} 含量的关系

关于游离 P_{ro} 含量与耐寒性的关系已有许多报道, 但观点尚不统一。Boman^[14]指出, P_{ro} 含量增加可提高烟草的抗冷性。而郭确等^[11]认为低温对 P_{ro} 含量影响不大。王吉庆^[12]指出, 黄瓜幼苗在 (0 ± 1) ℃ 的低温胁迫下, 游离 P_{ro} 含量与对照的差异达极显著水平, 并且不同胁迫温度下游离 P_{ro} 含量与冷害度之间有良好的相关性。本研究表明, 经低温胁迫后 P_{ro} 含量增加, 增加的幅度与品种的抗寒性强弱有关, 抗寒性强的品种 P_{ro} 含量增加得多, 抗寒性弱的品种则增加得少, 说明耐寒性强的品种对寒害适应性强, 可以积极调动内源物质来防御寒害。

[参考文献]

- [1] 刘鸿先. 低温对不同耐寒力的黄瓜幼苗子叶各细胞器中超氧化物歧化酶的影响[J]. 植物生理学报, 1985, 11(1): 48- 57.
- [2] 林芝芳. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶及膜脂过氧化作用的关系[J]. 植物学报, 1984, 26(6): 605- 615.
- [3] 沈秀瑛. 干旱对玉米叶片中超氧化物歧化酶和过氧化氢酶活性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1992, 23(4): 302- 307.
- [4] 王爱国, 邵从本, 罗广华, 等. 大豆下胚轴线粒体的衰老与膜脂的过氧化作用[J]. 植物生理学报, 1988, 14(3): 269.
- [5] 孔祥瑞. 自由基及其分子生物学研究进展[J]. 生物科学动态, 1984, (4): 11- 18.
- [6] 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.
- [7] 马德华, 孙其信. 温度逆境对不同品种黄瓜幼苗膜保护酶系统的影响[J]. 西北植物学报, 2001, 21(4): 656- 661.
- [8] 高俊凤. 植物生理实验指导[M]. 西安: 世界图书出版社, 2001.
- [9] 朱广廉, 钟海文. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- [10] 沈征言. 中国农业百科全书(蔬菜卷)[M]. 北京: 农业出版社, 1990. 220- 221.
- [11] 郭 确, 潘瑞芝. ABA 对水稻幼苗抗冷性的影响[J]. 植物生理学报, 1984, 10(4): 295- 302.
- [12] 王吉庆. 嫁接对黄瓜幼地耐冷性及生长发育影响的研究[D]. 陕西杨陵: 西北农业大学, 1995.
- [13] Fridovich I. The biology of oxygen radicals[J]. Science, 1978, 201: 875- 880.
- [14] Boman H C, Janshan E V N. Nicotiana glauca callus studies. X. ABA increase resistance to cold damage[J]. Physiol Plant, 1980, 48: 491- 493.

(下转第 96 页)

- [4] Stook J, Gutteridge J M C, Sharp R J, et al A ssay using brain homogenate for measuring the antioxidant activity of biological fluids[J]. Clin Sci Mol Med, 1974, 47: 215- 218
- [5] Smirnov N, Cumbe Q J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes[J]. Phytochem, 1989, 28: 1057- 1060
- [6] 郭锡熔, 陈荣华. 牛乳与母乳抗氧化效能比较[J]. 营养学报, 1998, 20(2): 215- 218
- [7] 郭香凤. 野生砂梨果汁清除羟自由基效能的研究[A]. 郑荣梁. 自由基生命科学进展(第 8 集)[C]. 北京: 原子能出版社, 2001. 28- 29
- [8] 方允中, 李文杰. 自由基与酶[M]. 北京: 科学出版社, 1989. 147- 193
- [9] 袁金颖. 我国茶多酚制取技术与应用进展[J]. 精细化学品, 1998, (1): 2- 5
- [10] 石 碧, 狄 莹. 植物多酚[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 124- 128

Study on the main nutrition components and activity of antioxidant in fruits of *Pyrus pyrifolia* (Bum. f) Nakai cv. Jinzhuguo

SHI Guo-an¹, GUO Xiang-feng¹, ZHANG Guo-hai¹, LI Ying-xian^{1,2}, ZHANG Yimin¹

(1 College of Agronomy, Henan Sci-Tech University, Luoyang, Henan 471003, China;

2 Luoning Fruit Institute, Luoning, Henan 471700, China)

Abstract: The paper studied the main nutrition component and activity of antioxidant in fruits of *P. pyrifolia* (Bum. f) Nakai cv. Jinzhuguo. The results showed that: (1) The contents of edible portion, TSS, total sugar and acid in Jinzhuguo fruits were 85.5%, 17.6%, 11.0% and 5.6 g/kg respectively. And it contains 8 kinds of essential amino acids, abundant Vitamin B and minerals; (2) The biological active ingredient contents of total phenolics, flavonoid and chlorogenic acid in fruits were 7.322, 0.245 and 0.467 mg/g respectively; (3) The IC_{50} of scavenging $\cdot OH$ of juice is 84.54 μL , and its juice could inhibit lipid peroxidation significantly in liver and brain homogenates of rabbit. These indicate that Jinzhuguo fruits have large quantities of nutrition and antioxidant matters, and is worth to be further researched.

Key words: *P. pyrifolia* (Bum. f) Nakai cv. Jinzhuguo; nutrient composition of fruits; biological active ingredients; antioxidation

(上接第 92 页)

Effects of chilling stress on chill-resistance physiological and biochemical indexes of eggplant seedlings

LI Jian-she¹, GENG Guang-dong², CHENG Zhi-hui^{2*}

(1 Department of Gardening, Ningxia Agricultural College, Yongning, Ningxia 750105, China;

2 College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The physiological and biochemical indexes related to chill-resistance in the leaves of two different chilling-sensitive eggplant cultivars were investigated under 5 °C and 8 °C low temperatures compared with the normal temperature 25 °C (control). The results showed that as the temperature dropped, the permeability of plasma membrane and the content of malondialdehyde (MDA) increased, the activity of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) raised in two cultivars. Catalase (CAT) activities in high chilling-resistance cultivar decreased at the beginning of chilling stress and then increased, and in low chilling-resistance cultivar decreased first and then increased, but there was no big difference among treatments and the control. The raising trend of proline (Pro) content was found with chilling stress. The chilling resistant cultivar showed higher activities of SOD and POD, lower permeability of plasma membrane and production of MDA, and induction of more proline content.

Key words: chilling stress; eggplant seedling; chill-resistance; membrane lipid peroxidation; protective enzyme; proline