

低温胁迫对厚皮甜瓜幼苗抗寒性 生理生化指标的影响*

武雁军, 刘建辉

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 为了解抗寒性不同的厚皮甜瓜品种“玉金香”和“白兰瓜”在低温胁迫下的抗寒生理反应, 以 20 为对照温度, 分别在 4、6、8 ℃ 下低温胁迫 6 h, 在 6 ℃ 下低温胁迫 2、4、6 h 后, 测定幼苗叶片的抗寒性生理生化指标。结果表明, 两品种随温度降低和低温处理时间的延长, 其电导率增大, SOD、POD 和 CAT 活性上升, 可溶性蛋白含量也呈增加趋势, 但抗寒性强的品种在低温下的电导率较低, SOD、POD 和 CAT 等保护酶活性较高, 并且能够产生更多的可溶性蛋白。在 6 ℃ 下胁迫 6 h 后, 抗寒性强的“玉金香”电导率较对照增加幅度比抗寒性弱的“白兰瓜”低 69%; 在 4 ℃ 下胁迫 6 h 后, “玉金香”CAT 活性较对照增加幅度比“白兰瓜”高 122%。由此得出, 在低温胁迫下, 抗寒性强的厚皮甜瓜品种自身膜系统稳定性较强, 保护酶类活性较高, 而且可溶性蛋白含量也较大, 从而降低了低温给细胞带来的伤害。

[关键词] 厚皮甜瓜; 抗寒性; 电导率; 保护酶; 可溶性蛋白

[中图分类号] S652.301

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)03-0139-05

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

WU Yan-jun, LIU Jian-hui

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to know the physiological reaction of chill-resistance in the leaves of different chilling-sensitive muskmelon cultivars, the normal temperature 20 ℃ (controlled) was taken as the comparison, under 4 ℃, 6 ℃, 8 ℃ low temperatures two muskmelon cultivars was forced 6 hours and under 6 ℃ being forced 2 h, 4 h, 6 h separately, and thus the physiological and biochemical indexes related to chill-resistance in the leaves of two different chilling-sensitive muskmelon cultivars “Yujinxiang” and “Bailangua” were investigated. The results showed that as the temperature dropped and low-temperature treatment time extended, the electric conductivity increased, the activity of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and Catalase (CAT) raised in two cultivars, and the content of soluble protein increased. The high chilling resistant cultivar showed lower electric conductivity, higher activities of SOD, POD and CAT, and induction of more soluble protein content. When being forced 6 hours under 6 ℃, in contrast to the comparison, electric conductivity of the high chilling resistant cultivar, “Yujinxiang” is 69%, lower than the low chilling resistant cultivar “Bailangua”. When under 4 ℃ low temperature being forced 6 h, activities of CAT of “Yujinxiang” is 122% higher than that of the low chilling resistant cultivar “Bailangua”. Therefore, the chilling resistant muskmelon cultivar showed stronger stability of membrane, higher activities of protective enzyme

* [收稿日期] 2006-05-11

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2004K01-G11)

[作者简介] 武雁军(1979-), 男, 山西大同人, 在读硕士, 主要从事蔬菜作物抗性生理研究。E-mail: wuyanjun51@yahoo.com.cn

[通讯作者] 刘建辉(1953-), 男, 陕西武功人, 副教授, 主要从事蔬菜栽培生态生理研究。

and more content of soluble protein, thus reduced injury that the low temperature brings about to the cell

Key words: muskmelon seedling; chill-resistance; electric conductivity; protective enzyme; soluble protein

厚皮甜瓜在我国具有悠久的栽培历史,其香甜可口、营养丰富,有清凉解暑的功效,深受消费者的喜爱。近年来,随着人民生活水平的提高,许多地区采取设施栽培厚皮甜瓜,以满足市场需求。但在设施栽培中,春季早熟栽培育苗及定植初期常常会遭受低温冷害侵袭,造成秧苗生理等方面的伤害,从而影响秧苗的正常生长,造成果实早熟性差,品质和产量降低,因而冷害是厚皮甜瓜生产中面临的一个突出问题^[1-2]。目前,有关厚皮甜瓜的抗寒性及生理方面的研究还未见报道。因此,本研究以抗寒性强的“玉金香”和抗寒性弱的“白兰瓜”为材料,研究其在不同低温胁迫下的抗寒性生理生化指标的变化,为建立厚皮甜瓜抗寒性综合评价指标体系和选择抗寒品种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试厚皮甜瓜品种为抗寒性强的“玉金香”和抗寒性弱的“白兰瓜”,其种子均由甘肃种子管理站提供。

1.2 材料培养与处理方法

种子经常规浸种催芽后,选择萌发均匀的种子点播于营养钵中,基质以草炭和珍珠岩按体积比 3:1 配制。当幼苗生长到两叶一心时,选择生长一致的幼苗分别置于 4、6、8 和 20 ℃ 的光照培养箱内,

以 20 ℃ 为对照,在 6 ℃ 下处理 2、4、6 h,其他温度处理 6 h,每处理设 3 次重复,每重复 10 钵。每次处理结束后,在室温下放置 2 h,再统一取幼苗第二片真叶进行有关生理生化指标的测定。

1.3 生理生化指标测定

细胞膜透性采用电导法测定^[3];SOD 活性根据 SOD 抑制氮蓝四唑(NBT)的光化还原原理测定,酶活性以抑制光化还原 NBT 50% 为 1 个活性单位^[4];POD 和 CAT 活性采用陈建勋等^[5]的方法测定;可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝法测定,用牛血清蛋白做标准曲线^[3]。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对厚皮甜瓜幼苗抗寒性生理生化指标的影响

2.1.1 对电导率的影响 从表 1 可以看出,经过不同低温胁迫后,“玉金香”和“白兰瓜”的幼苗叶片电导率均较对照极显著增加。在 4 和 8 ℃ 下处理 6 h,两品种电导率与对照相比增加幅度接近,品种间差异亦较小;但在 6 ℃ 下,“玉金香”电导率较对照增加幅度为 156%,明显低于“白兰瓜”的 225%,抗寒性不同的两品种间差异较大。这一结果说明,在 6 ℃ 低温下处理 6 h 后的幼苗叶片电导率,能明显区分厚皮甜瓜品种间的抗寒性。

表 1 低温胁迫对厚皮甜瓜幼苗叶片电导率的影响

Table 1 Effect of chilling stress on electric conductivity in muskmelon seedling leaves

品种 Cultivars	温度/ Temperature			
	20(CK)	8	6	4
玉金香 Yujinxiang	11.1 dD	27.4 cC	28.4 bB	34.9 aA
白兰瓜 Bailangua	10.3 dD	29.6 cC	33.5 bB	35.3 aA

注:同一行数据后小写字母不同者表示差异显著($P < 0.05$),大写字母不同者表示差异极显著($P < 0.01$)。表 3 同。

Note: Values with different superscripts lowercase within same row are significantly different ($P < 0.05$); Values with different superscripts capital letter are greatly significantly different ($P < 0.01$). The table 3 is same

2.1.2 对保护酶系的影响 从表 2 可以看出,随着处理温度降低,“玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片中 SOD 活性均有不同程度提高。与其对照相比,抗寒性强的“玉金香”在 4、6、8 ℃ 时 SOD 活性提高率较高,分别为 27.6%、24.8% 和 21.5%;而抗寒性弱的

“白兰瓜”提高率较低,分别为 18.2%、17.4% 和 12.5%。这一结果说明,抗寒性较弱的厚皮甜瓜品种自身膜系统稳定性较差,在遭遇低温时容易受到逆境胁迫的影响。

从表 2 可以看出,随着处理温度降低,“玉金香”

和“白兰瓜”幼苗叶片中 POD 活性均明显增加, 而且与对照相比均达到了极显著水平。在 4 ℃ 低温处理下, 抗寒性强的“玉金香”幼苗叶片中 POD 活性较其对照增加了 82%, 抗寒性弱的“白兰瓜”较其对照增

加了 59%; 而在 6 和 8 ℃ 低温处理下, 2 个品种 POD 活性增加幅度接近。这一结果说明, 随着处理温度的降低, 抗寒性不同的厚皮甜瓜品种间幼苗叶片中 POD 活性表现出一定差异。

表 2 低温胁迫对厚皮甜瓜幼苗叶片中 SOD, POD 和 CAT 活性的影响

Table 2 Effect of chilling stress on activities of SOD, POD and CAT in muskmelon seedling leaves U/(g·h)

温度/ Temperature	SOD/(U·g ⁻¹ ·h ⁻¹)		POD/(U·g ⁻¹ ·m in ⁻¹)		CAT/(U·g ⁻¹ ·m in ⁻¹)	
	玉金香 Yujinxiang	白兰瓜 Bailangua	玉金香 Yujinxiang	白兰瓜 Bailangua	玉金香 Yujinxiang	白兰瓜 Bailangua
20(CK)	71.024 dD	73.245 bA	14.256 dD	12.124 dD	11.233 dD	14.867 dD
8	86.325 cC	82.412 abA	19.652 cC	16.452 cC	20.289 cC	21.859 bB
6	88.611 bB	85.985 aA	21.681 bB	18.136 bB	25.951 bB	23.218 aA
4	90.595 aA	86.543 aA	25.934 aA	19.235 aA	27.525 aA	18.254 cC

注: 同一列数据后小写字母不同者表示差异显著 (P < 0.05), 大写字母不同者表示差异极显著 (P < 0.01)。表 3 同。

Note: Values with different superscripts lowercase within same column are significantly different (P < 0.05); Values with different superscripts capital letter are greatly significantly different (P < 0.01). The table 3 is same

从表 2 还可看出, 随着处理温度降低, “玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片中 CAT 活性均有不同程度提高, 而且与对照相比也均达到了极显著水平, 提高率依抗寒性不同也存在明显区别。与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”在 4, 6, 8 ℃ 时的增加幅度较高, 分别为 145%, 131% 和 81%; 抗寒性弱的“白兰瓜”增加幅度较低, 分别为 23%, 56% 和 47%, 而且在 4 ℃ 时 CAT 活性小于 6 和 8 ℃ 时。这一结果说明, 在 4 ℃ 低温下处理 6 h 后, 依据幼苗叶片中 CAT 活性能明显区分厚皮甜瓜品种的抗寒性。

2.1.3 对可溶性蛋白含量的影响 从表 3 可以看出, 经过不同低温胁迫后, “玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片中可溶性蛋白含量均有不同程度提高, 而且提高程度因抗寒性不同而表现出一定差异。与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”幼苗叶片中可溶性蛋白含量在 4, 6, 8 ℃ 的增加幅度比同一条件下的“白兰瓜”分别高 5.8%, 1.6% 和 1.9%。这一结果说明, 在低温胁迫下, 抗寒性强的厚皮甜瓜品种幼苗叶片能产生更多的可溶性蛋白。

表 3 低温胁迫对厚皮甜瓜幼苗叶片中可溶性蛋白含量的影响

Table 3 Effect of chilling stress on content of soluble protein in muskmelon seedling leaves mg/g

品种 Cultivars	温度/ Temperature			
	20(CK)	8	6	4
玉金香 Yujinxiang	49.798 dD	54.537 cC	55.751 bB	59.927 aA
白兰瓜 Bailangua	43.325 dD	46.638 cC	47.829 bB	49.621 aA

2.2 低温处理时间对厚皮甜瓜幼苗抗寒性生理生化指标的影响

2.2.1 对电导率的影响 从图 1 可以看出, 在 6 ℃ 低温下随着处理时间的延长, “玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片电导率均呈增加趋势, 但抗寒性不同的品种间增加的幅度不同。在处理时间为 2, 4, 6 h 时, 与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”电导率分别增加了 1.31, 1.21 和 1.47 倍, 抗寒性弱的“白兰瓜”分别增加了 1.34, 1.73 和 2.10 倍。表明在 6 ℃ 下处理 2 h 时, 两品种的电导率增加幅度较接近, 品种间差异较小, 而处理 4 和 6 h 时电导率增加幅度较大, 品种间差异亦较大。这一结果说明, 在 6 ℃ 下处理 4 和 6 h 后的幼苗叶片电导率, 能明显区分厚皮甜瓜品种

间的抗寒性。

2.2.2 对保护酶系的影响 从图 2 可以看出, 在 6 ℃ 低温下随着处理时间的延长, “玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片中 SOD 活性均有不同程度提高。在处理时间为 2, 4, 6 h 时与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”SOD 活性分别增加了 0.18, 0.23 和 0.25 倍, 抗寒性弱的“白兰瓜”分别增加了 0.16, 0.18 和 0.17 倍。在处理时间为 6 h 时, “白兰瓜”幼苗叶片中 SOD 活性增加幅度呈现下降趋势, 而“玉金香”仍然呈递增趋势。

从图 3 可以看出, 在 6 ℃ 低温下随着处理时间的延长, “玉金香”幼苗叶片中 POD 活性明显增加, 而“白兰瓜”幼苗叶片中 POD 活性增加平缓。在处理

时间为 2, 4, 6 h 时分别与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”POD 活性分别增加了 0.48, 0.43 和 0.52 倍, 抗寒性弱的“白兰瓜”分别增加了 0.51, 0.50 和 0.50 倍, “玉金香”叶片中 POD 活性增加速度是先

降后升, 而“白兰瓜”则是下降。由此可以看出, 低温胁迫下抗寒性强的厚皮甜瓜品种幼苗叶片能维持较高的 POD 活性。

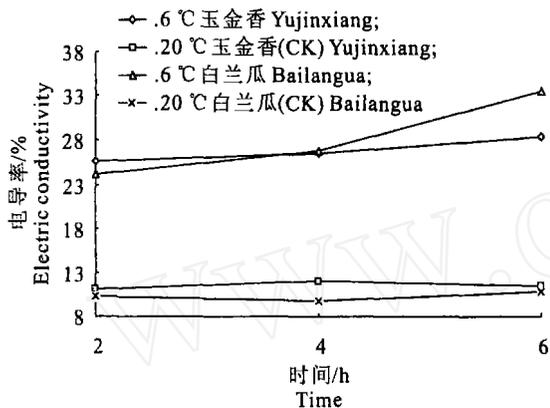


图 1 不同低温处理时间对厚皮甜瓜幼苗叶片电导率的影响

Fig 1 Effect of different low-temperature treatment time on electric conductivity in muskmelon seedling leaves

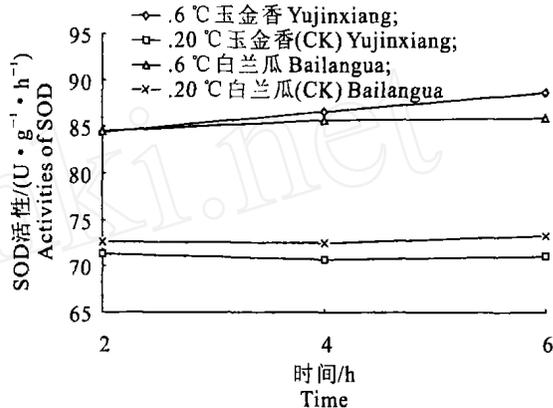


图 2 不同低温处理时间对厚皮甜瓜幼苗叶片 SOD 活性的影响

Fig 2 Effect of different low-temperature treatment time on activities of SOD in muskmelon seedling leaves

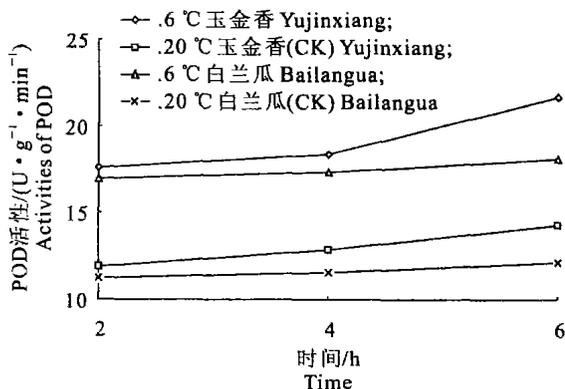


图 3 不同低温处理时间对厚皮甜瓜幼苗叶片 POD 活性的影响

Fig 3 Effect of different low-temperature treatment time on activities of POD in muskmelon seedling leaves

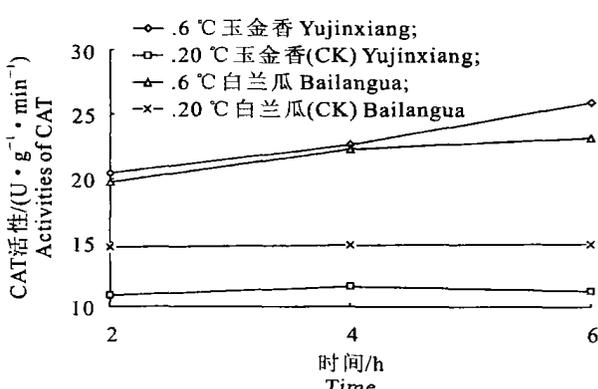


图 4 不同低温处理时间对厚皮甜瓜幼苗叶片 CAT 活性的影响

Fig 4 Effect of different low-temperature treatment time on activities of CAT in muskmelon seedling leaves

从图 4 可以看出, 在 6 °C 低温下随着处理时间的延长, “玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片中 CAT 活性均有不同程度提高。在处理时间为 2, 4, 6 h 时与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”CAT 活性分别增加了 0.88, 0.96 和 1.31 倍, 抗寒性弱的“白兰瓜”分别增加了 0.34, 0.51 和 0.56 倍, 而且“玉金香”的增长速度呈递增趋势。不同处理时间相比, 处理 6 h 时品种间 CAT 活性差异达到最大, 能明显区分厚

皮甜瓜品种间的抗寒性。
2.2.3 对可溶性蛋白含量的影响 从图 5 可以看出, 在对照温度下, 抗寒性强的“玉金香”幼苗叶片中可溶性蛋白含量明显高于抗寒性弱的“白兰瓜”。在 6 °C 低温下随着处理时间的延长, “玉金香”和“白兰瓜”幼苗叶片中可溶性蛋白含量均不同程度提高。在处理时间为 2, 4, 6 h 时与其对照相比, 抗寒性强的“玉金香”可溶性蛋白含量分别增加了 0.068, 0.067

和 0.119 倍, 抗寒性弱的“白兰瓜”分别增加了 0.064, 0.079 和 0.104 倍。

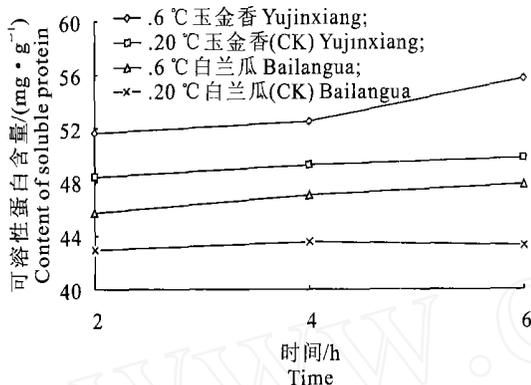


图5 不同低温处理时间对厚皮甜瓜幼苗叶片可溶性蛋白含量的影响

Fig. 5 Effect of different low-temperature treatment time on content of soluble protein in muskmelon seedling leaves

3 讨论

3.1 低温胁迫与植物细胞电解质渗出率的关系

细胞液外渗程度可以作为植物体耐冷程度高低的可靠指标已被许多研究所证实^[6-9]。朱其杰等^[10]认为, 低温胁迫下生物膜发生由液晶相向凝胶相的变化, 膜流动性降低, 通透性增加, 造成细胞内溶质外渗。本试验中, 在 4、6 和 8 h 低温胁迫下, 抗寒性强的“玉金香”受伤害程度要比抗寒性弱的“白兰瓜”轻, 而且随着温度的降低, 幼苗叶片电导率提高的幅度也比“白兰瓜”要低。在 6 h 下随着处理时间的延长, 也出现了上述情况。说明在低温下, “玉金香”能更好地保持细胞膜的完整性。这进一步说明抗寒性弱的品种自身膜系统稳定性较差, 在遭遇低温时容易受到逆境的胁迫。

3.2 低温胁迫与植物保护酶系的关系

低温逆境中 SOD、POD、CAT 活性水平与植物的抗寒性强弱具有十分密切的关系, 并可以作为植物抗寒性检测的生理指标^[11-12]。本试验结果表明, 经过不同低温和时间处理, 抗寒性强的“玉金香”幼苗叶片中 SOD、POD、CAT 活性总体呈现上升水平, 能有效地使生物体内活性氧保持在一个较低水平上; 而且在一定低温和一定处理时间下, 酶活性增加幅度明显高于抗寒性弱的“白兰瓜”, 从而可有效防

止活性氧引起膜脂过氧化及其他伤害过程。这说明在低温胁迫条件下, 抗性强的品种体内保护酶类活性较高是其抗寒性强的原因之一。

3.3 低温胁迫与植物可溶性蛋白含量的关系

蛋白质含量的增加, 有助于提高细胞内的束缚水含量, 降低冰点, 从而成为防止细胞内结冰、避免细胞冰冻死亡的原因之一^[13]。本试验发现, 可溶性蛋白含量与抗寒性密切相关, 经过不同低温和时间处理, 抗寒性强的“玉金香”可溶性蛋白含量明显高于抗寒性弱的“白兰瓜”, 而且在一定范围内随着温度的降低和低温处理时间的延长, 能够诱导产生更多的可溶性蛋白, 从而减少细胞失水, 降低低温给细胞带来的伤害。

[参考文献]

- [1] 董玉梅, 焦自高, 王崇启, 等. 低温弱光胁迫对网纹甜瓜嫁接苗与自根苗某些物质含量的影响[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2005, 36(1): 67-69.
- [2] 李文信, 李天艳. 广西厚皮甜瓜生产存在的问题与对策[J]. 中国西瓜甜瓜, 2004(6): 22-24.
- [3] 高俊风. 植物生理实验指导[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2001.
- [4] 朱广廉, 钟海文. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- [5] 陈建勋, 王小峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002.
- [6] 刘建辉, 崔鸿文. 电导法鉴定黄瓜抗寒性的研究[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(4): 74-77.
- [7] 顾增辉, 宋剑陶. 大豆抗冷性生理生化指标的筛选[J]. 中国农业科学, 1992, 25(4): 15-23.
- [8] 邹志荣, 陆帽一. 低温对辣椒幼苗膜脂过氧化和保护酶系统变化的影响[J]. 西北农业学报, 1994, 3(3): 51-56.
- [9] 李建设, 耿广东, 程智慧. 低温胁迫对茄子幼苗抗寒性生理生化指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2003, 31(2): 90-92.
- [10] 朱其杰, 高守云, 蔡沫湖, 等. 黄瓜耐冷性鉴定指标及遗传规律的研究[M]//中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京: 科学出版社, 1995: 457-462.
- [11] 戴金平, 沈征言, 简令成. 低温锻炼对黄瓜幼苗多种酶活性的影响[J]. 植物学报, 1991, 33(8): 627-632.
- [12] 简令成. 植物抗寒机理研究的新进展[J]. 植物生理学报, 1992, 9(3): 17-22.
- [13] Foyer C H, Descourvieres P, Kunert K J. Protection against oxygen radicals: an important defence mechanism studied in transgenic plants[J]. Plant Cell Environ, 1994, 17: 507-523.