

# “增抗 1 号”对不同基因型甜瓜低温逆境的调控效果

苗锦山, 孙 虎, 李云玲, 郭英建

(潍坊科技学院 园艺科学与技术研究所, 山东 寿光 262700)

**摘 要:**以厚皮甜瓜品种“丰雷”和薄皮甜瓜品种“白糖罐”2 个不同基因型甜瓜为试材,在人工控制光、温环境下采用叶面喷施和浸种 2 种处理方法,研究比较了“增抗 1 号”低温逆境调控合剂对不同基因型甜瓜低温逆境的调控效果。结果表明:“增抗 1 号”叶面喷施和浸种处理的甜瓜功能叶片超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性增加,脂膜过氧化产物丙二醛(MDA)含量显著下降,叶片功能改善,其中,2 种方法处理厚皮甜瓜叶片 MDA 含量分别较对照降低 32.1%和 28.0%,净光合速率分别较对照增加 191.3%和 65.8%;2 种方法处理薄皮甜瓜叶片的 MDA 含量分别较对照降低 53.3%和 41.5%,净光合速率分别较对照增加 150.5%和 17.9%。表明,甜瓜苗期施用“增抗 1 号”可以显著提高甜瓜低温抗性水平,叶面喷施效果优于浸种处理。

**关键词:**甜瓜;“增抗 1 号”;逆境调控合剂;低温逆境;低温抗性

**中图分类号:**S 652 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2013)21-0042-03

甜瓜(*Cucumis melo* L.)属葫芦科(Cucurbitaceae)甜瓜属(*Cucumis*)1 a 生蔓性草本植物,是世界主要水果之一。近年来,随着我国瓜菜保护地栽培面积不断增加,甜瓜已成为我国设施栽培的主要作物之一<sup>[1]</sup>。甜瓜属喜温作物,其最适生长温度为 28~32℃,12.3℃以下时发育迟缓,10℃完全停止生长,保护地栽培环境低于 7.4℃即发生冷害<sup>[2]</sup>。种子发芽到植株形态建成是植物器官分化和发育最活跃的时期,此阶段对其花芽分化及品质形成具有重要影响<sup>[3]</sup>。因此,栽培甜瓜苗期遭遇低温逆境经常导致花芽分化和营养吸收不良等生育障碍的发生,从而引发产量和品质的下降。“增抗 1 号”低温逆境调控合剂是由潍坊科技学院园艺科学与技术研究所冠菌素为基础研发的复配型蔬菜低温调节剂,可以有效缓解低温下蔬菜生育障碍,提高植株的低温抗性,从而达到蔬菜增产和品质改善的效果。现以厚皮甜瓜“丰雷”和薄皮甜瓜“白糖罐”2 个基因型为试材,在人工控制光、温条件下,采用叶面喷施和浸种 2 种方法研究了施用“增抗 1 号”低温逆境调控合剂对甜瓜低温抗性的调控效果,以期探明甜瓜苗期对低温逆境的适应性及其生理调控机制,为甜瓜设施栽培技术研究和应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试材为潍坊科技学院园艺科学与技术研究所提供

**第一作者简介:**苗锦山(1972-),男,博士,副教授,现主要从事蔬菜育种与栽培技术研究工作。E-mail:lnmjs@163.com

**基金项目:**山东省高等学校科技计划资助项目(J10LC54);潍坊科技学院自然科学重大专项资助项目(W13K002)。

**收稿日期:**2013-06-17

的厚皮甜瓜品种“丰雷”和薄皮甜瓜品种“白糖罐”。“增抗 1 号”低温逆境调控合剂由潍坊科技学院园艺科学与技术研究所提供。RXZ 人工智能气候箱(江宁波仪器厂)。

### 1.2 试验方法

试验于 2012 年 2~4 月在潍坊科技学院园艺科学与技术研究所进行。“增抗 1 号”设 2 个处理:处理①“增抗 1 号”800 倍液浸种;处理②“增抗 1 号”800 倍液叶面喷施,以清水处理为对照(CK)。二因素裂区设计,品种作为主区,不同施用方法为副区。每处理种植 3 盆,随机排列,3 次重复。

2012 年 2 月 13 日选取籽粒饱满、大小一致的“丰雷”厚皮甜瓜和“白糖罐”薄皮甜瓜种子,分别用清水浸种、“增抗 1 号”800 倍液浸种(处理①)5 h 后播种于花盆(250 mm×180 mm)中,栽培基质成分为草炭、蛭石和珍珠岩(2:1:1)。播后将花盆放入人工智能气候箱,设光照强度 12 500 lx,光照时间(昼/夜,14 h/10h),培养箱采取昼夜变温处理(昼温 28℃/14h,夜温 18℃/10h)。发芽后保持基质水分充足,每盆选择长势均一的甜瓜留苗 5 株。幼苗长至 3 叶 1 心时从 18 盆清水浸种处理中随机选择 9 盆,幼苗叶面均匀喷施“增抗 1 号”800 倍液(处理②),对照和处理①喷等量清水。之后进行 5℃临界低温处理,3 d 后选择长势基本一致的植株倒数第 3 个叶片作为功能叶进行光合指标测定。取部分功能叶片液氮速冻后,置于-74℃超低温冰箱保存用于保护酶活性等生理指标测定。

### 1.3 项目测定

光合速率(Pn)采用 LCA-4 光合分析系统测定;叶绿素含量采用 Arnon 法<sup>[4]</sup>测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性测

定参考王爱国等<sup>[5]</sup>的方法,用抑制 NBT 光化还原 50% 为 1 个酶活性单位;过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外吸收法<sup>[4]</sup>测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法<sup>[6]</sup>测定;丙二醛(MDA)含量参考林植芳等<sup>[7]</sup>的方法测定。

#### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 软件进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 “增抗 1 号”对低温胁迫下不同基因型甜瓜幼苗叶绿素含量及净光合速率的影响

从表 1 可以看出,“增抗 1 号”叶面喷施和浸种处理不同基因型甜瓜幼苗后,各处理功能叶片叶绿素含量均较对照不同程度地增加,净光合速率显著提高。厚皮甜

瓜叶面喷施、浸种处理和对照功能叶片的叶绿素 a+b 含量分别为 3.93、2.81、2.76 mg/gFW,处理间差异显著( $P<0.05$ )。3 个处理叶片的净光合速率分别为 9.38、5.34、3.22  $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,处理间差异极显著( $P<0.01$ )。薄皮甜瓜叶面喷施、浸种处理和对照功能叶片的叶绿素 a+b 含量分别为 6.02、3.78、3.10 mg/gFW,处理间差异显著( $P<0.05$ )。3 个处理叶片的光合速率分别为 7.84、3.69、3.13  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,处理间差异显著( $P<0.05$ )。“增抗 1 号”叶面喷施和浸种处理对不同基因型甜瓜叶片净光合速率作用效果不同。其中,厚皮甜瓜叶面喷施和浸种处理净光合速率分别较对照增加 191.3%和 65.8%;薄皮甜瓜叶面喷施和浸种处理净光合速率分别较对照增加 150.5%和 17.9%。

表 1 “增抗 1 号”处理对低温胁迫下不同基因型甜瓜苗期叶绿素含量及光合速率的影响

Table 1 Effects of ‘Zengkang No. 1’ on chlorophyll content and photosynthetic rate of muskmelon genotypes under low temperature stress

品种 Cultivar	处理 Treatment	叶绿素 a 含量 Chlorophyll a content /mg · g <sup>-1</sup> FW	叶绿素 b 含量 Chlorophyll b content /mg · g <sup>-1</sup> FW	叶绿素 a+b 含量 Chlorophyll a+b content /mg · g <sup>-1</sup> FW	净光合速率 Photosynthetic rate / $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	较对照增减 Increase/decrease compare with contrast/%
“丰雷”厚皮甜瓜	CK	2.09b	0.67b	2.76c	3.22C	—
	处理①	2.10b	0.71b	2.81b	5.34B	+65.8
	处理②	2.64a	1.29a	3.93a	9.38A	+191.3
“白糖罐”薄皮甜瓜	CK	2.42c	0.68c	3.10c	3.13cB	—
	处理①	3.02b	0.76b	3.78b	3.69bB	+17.9
	处理②	4.51a	1.51a	6.02a	7.84aA	+150.5

注:表中不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上差异显著。下同。

Note: Different capital and small letters means significant differences at  $P=1\%$  and  $P=5\%$  respectively. The same as below.

### 2.2 “增抗 1 号”对低温胁迫下不同基因型甜瓜幼苗保护酶活性和 MDA 含量的影响

SOD、CAT 和 POD 是植物体内的抗氧化酶或保护酶,可以有效清除活性氧危害,降低细胞脂膜过氧化作用的发生。从表 2 可以看出,“增抗 1 号”叶面喷施和浸种处理不同基因型甜瓜幼苗功能叶片的 3 种保护酶活性均较对照有不同程度地增加。厚皮甜瓜 SOD 活性叶面喷施、浸种、对照分别为 70.74、57.30、34.38  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ,处理间差异极显著( $P<0.01$ );CAT 活性分别为 29.38、25.34、22.11  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ,处理间差异显著( $P<0.05$ );POD 活性分别为 29.38、25.53、20.48  $\triangle\text{OD}_{470} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ,处理间差异显著( $P<0.05$ )。薄皮甜瓜叶面喷施、浸种、对照功能叶片的 SOD 活性分别为 65.69、59.42、28.43  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ,处理间差异显著( $P<0.05$ );CAT 活性分别为 24.84、21.69、20.61  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ,处理间差异显著( $P<0.05$ );POD 活性分别为 22.84、16.93、13.60  $\triangle\text{OD}_{470} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ ,处理间差异显著( $P<0.05$ )。MDA 是细胞脂膜过氧化产物,其含量高低反映了细胞脂膜过氧化作用的程度和植物对逆境反应的强弱<sup>[8]</sup>。“增抗 1 号”叶面喷施和浸种处理均显著降低了叶片 MDA 含量。厚皮甜瓜叶面喷施、浸种处理和对照功能叶片的 MDA 含量分别 1.84、1.95、2.71  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ,2 种方法处理叶片的 MDA 含量分别较对照降低 32.1%和 28.0%。薄皮甜瓜叶面喷施、浸种处理和对照功能叶片的 MDA 含量分别 1.36、1.70、2.91  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ,2 种方法处理叶片的 MDA 含量分别较对照降低 53.3%和 41.5%。

表 2 “增抗 1 号”处理对低温胁迫下不同基因型甜瓜幼苗保护酶活性以及 MDA 含量的影响

Table 2 Effects of ‘Zengkang No. 1’ on enzyme activities and MDA content of muskmelon genotypes under low temperature stress

品种 Cultivar	处理 Treatment	SOD 活性 SOD activity / $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$	CAT 活性 CAT activity / $\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$	POD 活性 POD activity / $\triangle\text{OD}_{470} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$	MDA 含量 MDA content / $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$	较对照增减 Increase/decrease compare with contrast/%
“丰雷”厚皮甜瓜	CK	34.38C	22.11cB	20.48cB	2.71aA	—
	处理①	57.30B	25.34bB	25.53bA	1.95bB	-28.0
	处理②	70.74A	29.38aA	29.38aA	1.84cB	-32.1
“白糖罐”薄皮甜瓜	CK	28.43cB	20.61cB	13.60cB	2.91aA	—
	处理①	59.42bA	21.69bB	16.93bB	1.70bB	-41.5
	处理②	65.69aA	24.84aA	22.84aA	1.36cB	-53.3

### 3 结论与讨论

低温是设施蔬菜生产过程中经常发生的逆境之一。在植物正常生育过程中,植物体内 SOD、CAT 和 POD 等保护性酶类以及抗氧化物质可以有效清除活性氧和生物自由基对细胞膜的伤害,尤其在低温等逆境下植物体内的抗氧化防御系统可以增强植物的抗逆性。但植物在遭受严重低温逆境胁迫时,保护性酶系统遭到破坏,活性氧和自由基产生和消除的平衡遭到破坏,积累的活性氧和自由基对植物的膜系统造成破坏,使膜脂产生过氧化作用以及生理功能出现紊乱,最终导致细胞死亡<sup>[9-11]</sup>。

前人研究表明,外源化学调控可有效提高作物细胞膜防护水平,从而增强其对低温的耐受性<sup>[12-15]</sup>。该试验结果表明,不论叶面喷施还是浸种处理均可显著提高甜瓜功能叶片 3 种保护酶的 SOD 活性、CAT 活性和 POD 活性,MDA 含量较对照显著降低,从而使细胞脂膜过氧化作用程度降低。甜瓜幼苗对低温抗性水平提高,细胞功能较对照增强,表现为功能叶片叶绿素含量增加,净光合速率显著提高,从而为设施栽培甜瓜高产优质生产提供了一定基础。另外,试验还发现甜瓜叶片喷施“增抗 1 号”效果优于浸种处理。

此外,该试验过程中也发生了薄皮甜瓜因叶面喷施药剂不均匀造成部分植株叶缘受药量过多而发生轻微药害的现象,从而对甜瓜幼苗生长造成一定的不利影响。因此,在生产上应根据不同基因型甜瓜确定合理的用药标准和用药量并形成调控技术,此外还应进一步研究在甜瓜产量增加的情况下,改善甜瓜抗性品质的方法。

### 参考文献

- [1] 和红军,薛琳,田丽萍,等. 低温胁迫对甜瓜种子发芽及幼苗生长发育的影响[J]. 安徽农业科学,2008,36(8):3103-3105.
- [2] 林德佩,吴明珠,王坚. 甜瓜优质高产栽培[M]. 北京:金盾出版社,1995:86-89.
- [3] 潘瑞枳,董愚德. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,1995:322-328.
- [4] 郝再斌,苍晶,徐仲. 植物生理实验技术[M]. 哈尔滨:哈尔滨出版社,2002.
- [5] 王爱国,罗广华,邵从本,等. 大豆种子超氧化物氧化酶的研究[J]. 植物生理学报,1983,9(1):77-83.
- [6] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 北京:北京农业大学出版社,1993.
- [7] 林植芳,李双顺,林桂珠,等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系[J]. 植物学报,1984,26(6):605-615.
- [8] 王建华,刘鸿先,徐同. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用[J]. 植物生理学通报,1998(5):51-53.
- [9] Silin S N, Guy R D, Lavender D P. Mefluidide induced drought resistance in seedlings of three conifer species[J]. Can J Bot, 1993, 71: 1087-1092.
- [10] Ishikawa A W, Robertson A J, Gusta L V. Comparison of viability tests for assessing cross adaptation to freezing, heat and salt stresses induced by abscisic acid in bromegrass suspension cultured cells[J]. Plant Sci, 1995, 107: 83-93.
- [11] 潘晓云. 膜脂过氧化作为扁桃品种抗寒性鉴定指标研究[J]. 生态学报, 2002(11): 1902-1911.
- [12] 康琅,程云,汪良驹. 5-氨基乙酰丙酸对秋冬季大棚西瓜叶片光合作用及抗氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(11): 22-23.
- [13] 区炳庆,温海祥,曹毅,等. 耐氮固氮菌对节瓜和黄瓜幼苗生长和 SOD 活性的影响[J]. 湖北农业科学, 2003(2): 66-67.
- [14] 黄爱霞,余小平. 水杨酸对黄瓜幼苗抗冷性的影响[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 9(3): 22-32.
- [15] 吕军芬,郁继华. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种对西瓜耐冷性生理生化指标的影响[J]. 甘肃农业科技, 2004(4): 30-32.

## Regulation Effects of ‘Zengkang No. 1’ on Different Genotype Melon Under Low Temperature Stress

MIAO Jin-shan, SUN Hu, LI Yun-ling, GUO Ying-jian

(Institute of Horticultural Science and Technology, Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700)

**Abstract:** Taking ‘Fenglei’ thick-skin muskmelon and ‘Baitangguan’ thin-skin muskmelon as materials, the regulation effects of ‘Zengkang No. 1’ on different genotype melon under low temperature stress and under controlled environment were investigated. The results showed that with the treatments of foliar-spraying and seed-soaking of ‘Zengkang No. 1’, activities of superoxide dismutase(SOD), catalase(CAT) and peroxidase(POD) of muskmelon functional leaves increased, while contents of MDA of these two genotypes decreased significantly, which resulted in the improvement of leaf functions. With the two treatments, MDA contents of thick-skin muskmelon leaves decreased by 32.1% and 28.0% than the contrast and net photosynthetic rates increased by 191.3% and 65.8%, respectively. MDA contents of thin-skin muskmelon leaves decreased by 53.3% and 41.5% and net photosynthetic rates increased by 150.5% and 17.9%, respectively. So ‘Zengkang No. 1’ plant growth regulator improved the low temperature resistance of muskmelon plants significantly. Moreover, method of foliar-spraying was superior to seed-soaking.

**Key words:** muskmelon; ‘Zengkang No. 1’; plant growth regulator; low temperature stress; low temperature resistance