

# ALA对低温胁迫下丝瓜幼苗生理及酶活性的影响

张爱慧,王倩,朱士农,朱楷

(金陵科技学院园艺园林学院,江苏 南京 210038)

**摘要:**研究低温胁迫下不同浓度ALA(5-氨基乙酰丙酸)对“江蔬1号”丝瓜幼苗生理及酶活性的缓解效应。试验结果表明,随着ALA浓度的增加,丝瓜幼苗干鲜重逐渐增加,且均显著高于对照;随着ALA浓度的增加,丝瓜幼苗叶片中SOD、POD、CAT、APX活性均显著提高( $p < 0.05$ );低温胁迫下喷施外源ALA后丝瓜幼苗叶片中可溶性蛋白含量显著提高,超氧阴离子的产生速率及MDA含量均显著下降,叶面喷施 $25 \sim 50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ALA,可以显著提高丝瓜幼苗抗氧化酶活性,缓解低温对丝瓜幼苗的伤害。

**关键词:**丝瓜;低温胁迫;ALA;生理;抗氧化酶

**中图分类号:**S642.4;S604

**文献标识码:**A

**文章编号:**1672-755X(2019)02-0081-04

## Effects of ALA on Physiological and Enzymatic Activities of Luffa Seedlings under Low Temperature Stress

ZHANG Ai-hui, WANG Qian, ZHU Shi-nong, ZHU Kai

(Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China)

**Abstract:** In this experiment, the effects of ALA on physiological and enzymatic activities of luffa seedlings under low temperature were studied. The results showed dry and fresh weight of luffa seedlings gradually increased with the increase of ALA concentration. The ratios of stem and leaf fresh weight and dry fresh weight treated with ALA were significantly higher than those of the control; the activities of SOD, POD, CAT and APX in leaves of luffa seedlings were significantly increased with the increase of ALA concentration. After spraying exogenous ALA under low temperature, the soluble protein content in leaves of luffa seedlings increased significantly, and the production rate of superoxide anion and MDA content decreased significantly. In summary, appropriate concentration of ALA can relieve the physiological and enzymatic activities of luffa seedlings under low temperature stress.

**Key words:** luffa seedlings; low temperature stress; ALA; physiology; antioxidant enzymes

丝瓜(*Luffa cylindrica* (L.) Roem.)是葫芦科一年生攀援藤本植物,源产于炎热多雨的热带地区,幼苗有一定的耐低温能力,在 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右时还能正常生长。气温低于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时生长缓慢,低于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时生长受到抑制, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时生长不良。低温是影响早春大棚丝瓜栽培的主要限制因子。ALA即5-氨基乙酰丙酸(5-aminolevulinic acid, ALA),是一种多功能的内源生长调节物质<sup>[1]</sup>。研究表明一定浓度的ALA处理可以提高西瓜<sup>[2]</sup>、油菜<sup>[3]</sup>幼苗的抗冷性。本文以“江蔬1号”丝瓜为材料,研究了低温胁迫下不同浓度ALA对丝瓜幼苗生理及酶活性的影响,为解决丝瓜设施栽培中的低温伤害问题和ALA在设施丝瓜栽培上的应用提供参考。

收稿日期:2019-06-02

作者简介:张爱慧(1970—),女,山东巨野人,副教授,硕士,主要从事设施园艺教学与科研工作。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验选用丝瓜品种“江蔬 1 号”,由江蔬种苗有限公司提供。供试药剂:ALA,分析纯。

1.2 试验设计

本试验在金陵科技学院园艺实验站及实验室进行。选取饱满、整齐一致的种子用 55 ℃ 的温水浸种 15 min,之后于 30 ℃ 水中浸种 4 h,于 28 ℃ 恒温箱中催芽,待出芽后播于口径大小一致的花盆中,基质栽培(泥炭:蛭石:珍珠岩=2:1:1),常规管理。当温室内昼温 13~15 ℃、夜温 5~8 ℃ 时进行处理。

试验共设 5 个处理,CK(对照,叶面喷施蒸馏水),叶面喷施 10 mg·L<sup>-1</sup> ALA(添加 0.01% Triton 展着剂,下同)、25 mg·L<sup>-1</sup> ALA、50 mg·L<sup>-1</sup> ALA、100 mg·L<sup>-1</sup> ALA。傍晚时进行 ALA 处理,处理时药剂均匀地喷洒叶片的正反面,每处理 50 株,重复 3 次,参照毛丽萍等的方法<sup>[4]</sup>于 ALA 处理后的第 4 天取植株自上向下第 3、4 片完全展开叶进行生长及相关生理生化指标的测定。

1.3 测定项目及方法

迅速剪取表面水分收干的茎叶样品,装入已知重量的纸袋中,称取鲜重(Fresh weight,FW)。放入鼓风干燥箱中 105 ℃ 杀青 20 min,然后把烘箱的温度降低到 75 ℃,烘至恒重,称取其重量,即为干重(Dry weight,DW)。

SOD、POD 及 CAT 活性按照王学奎和黄见良的方法<sup>[5]</sup>测定;APX 活性按照 Nakano 和 Asada 的方法<sup>[6]</sup>测定。超氧阴离子产生速率按照王爱国和罗广华的方法<sup>[7]</sup>测定。MDA 含量采用硫代巴比妥酸比色法(TBA 法)<sup>[8]</sup>测定,可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 比色法<sup>[9]</sup>测定。

试验中数据的处理采用 Excel 完成,运用 SPSS 24.0 软件对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 ALA 对低温胁迫下丝瓜茎叶干鲜重的影响

如表 1 所示,随着 ALA 处理浓度的增大,丝瓜幼苗茎叶干重及鲜重均有所增加,与对照相比均达到显著性差异( $p<0.05$ )。茎叶干重各处理之间差异不显著;叶干、鲜重分别在 10 mg·L<sup>-1</sup>、50 mg·L<sup>-1</sup> ALA 处理时达到最大;茎干鲜重在 100 mg·L<sup>-1</sup> ALA 处理时达到最大,比对照分别提高了 44.8%和 38.4%。丝瓜茎干鲜重之比与叶干鲜重之比在 10 mg·L<sup>-1</sup> ALA 处理时达到最大。

表 1 外源 ALA 对低温胁迫下丝瓜茎叶干鲜重的影响

处理	叶鲜重/g	叶干重/g	茎鲜重/g	茎干重/g	叶干鲜重比/%	茎干鲜重比/%
CK	9.89±0.25c	1.97±0.2b	5.47±0.02b	0.58±0.01b	17.90	9.10
10 mg·L <sup>-1</sup> ALA	12.71±1.24b	2.90±0.57a	6.91±0.31a	0.78±0.04a	23.30	11.29
25 mg·L <sup>-1</sup> ALA	12.54±0.67b	2.50±0.08a	6.95±0.59a	0.78±0.06a	19.90	11.22
50 mg·L <sup>-1</sup> ALA	14.10±0.28a	2.74±0.09a	7.32±0.11a	0.80±0.01a	19.40	10.93
100 mg·L <sup>-1</sup> ALA	13.46±0.68ab	2.66±0.15a	7.57±0.41a	0.84±0.05a	19.80	11.09

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著( $p<0.05$ )。

2.2 ALA 对低温胁迫下丝瓜幼苗抗氧化酶活性的影响

由图 1 可以看出,随着外源 ALA 喷施浓度的提高,丝瓜幼苗叶片中 SOD 活性显著提高,各处理与对照相比均达到显著性差异( $p<0.05$ )。其中 50 mg·L<sup>-1</sup> ALA 处理时丝瓜幼苗叶片中 SOD 活性最高,比对照提高了 55.6%,当浓度为 100 mg·L<sup>-1</sup> 时,叶片中的 SOD 活性有所下降,但仍显著高于对照。

如图 2 所示,随着 ALA 浓度的增加,丝瓜幼苗叶片中 POD 活性显著提高,各处理与对照相比均达到显著性差异( $p<0.05$ )。其中 50 mg·L<sup>-1</sup> ALA 处理时 POD 活性达到最高,为 110.0 U·g<sup>-1</sup>FW,与对照相比提高了 72.0%,当浓度为 100 mg·L<sup>-1</sup> 时,叶片中的 POD 活性有所降低,但仍显著高于对照。

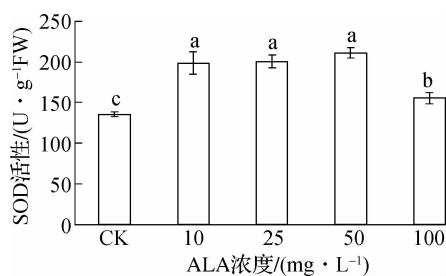


图1 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗叶片中 SOD 活性的影响

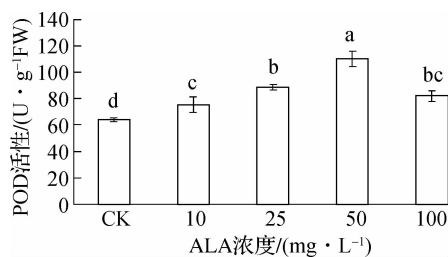


图2 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗叶片中 POD 活性的影响

如图3所示,低温胁迫下喷施外源 ALA 后,丝瓜幼苗叶片中 CAT 活性显著提高。其中 10 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理时 CAT 活性达到最高,与对照相比提高了 55.1%,之后随着 ALA 浓度的升高,CAT 活性逐渐降低,在 100 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理时降到最低,但仍显著高于对照,比对照提高了 17.3%。

如图4所示,低温胁迫下喷施 ALA 后,丝瓜幼苗叶片中 APX 活性显著提高。25 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理时叶片中 APX 活性达到最高,为 1.33 U · min<sup>-1</sup> · g<sup>-1</sup> FW,显著高于对照,随着 ALA 浓度增加,APX 活性下降,50 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理与对照差异不显著,而 100 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理显著低于对照。

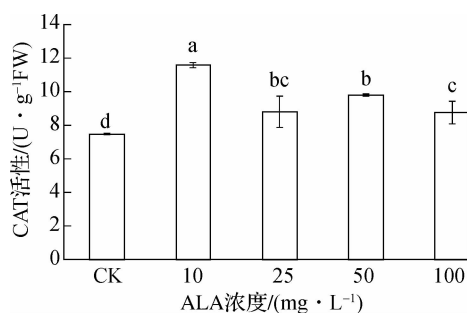


图3 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗叶片中 CAT 活性的影响

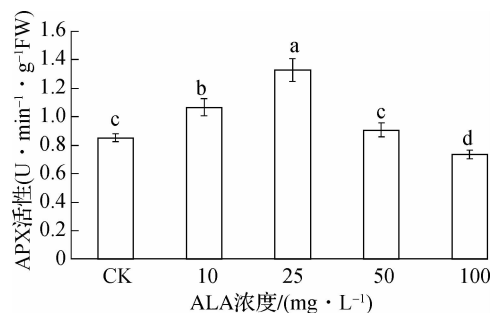


图4 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗叶片中 APX 活性的影响

### 2.3 ALA 对低温胁迫下丝瓜幼苗可溶性蛋白含量的影响

如图5所示,随着 ALA 浓度的升高,丝瓜幼苗叶片中的可溶性蛋白含量较对照均有所增加。在 50 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理时达到最高,为 49.9 mg · g<sup>-1</sup>,显著高于对照和其余处理,但当浓度为 100 mg · L<sup>-1</sup> 时,叶片中的可溶性蛋白含量下降,但仍高于对照,各处理与对照相比均达到显著性差异( $p < 0.05$ )。

### 2.4 ALA 对低温胁迫下丝瓜幼苗超氧阴离子产生速率的影响

如图6所示,ALA 处理降低了丝瓜幼苗的超氧阴离子产生速率。随着 ALA 浓度的升高,丝瓜幼苗的超氧阴离子产生速率较对照显著下降,50 mg · L<sup>-1</sup> ALA 处理时超氧阴离子产生速率降到最低,

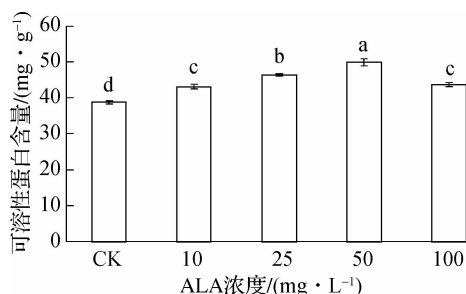


图5 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗叶片中可溶性蛋白含量的影响

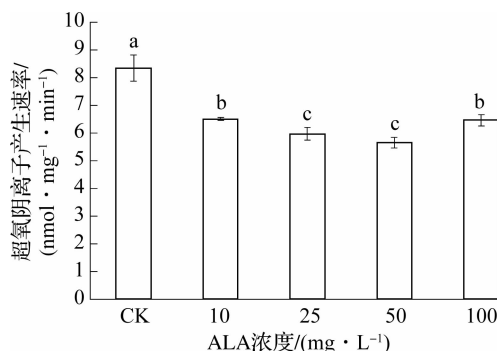


图6 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗超氧阴离子产生速率的影响

为  $5.64 \text{ nmol} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 显著低于对照和其余部分处理。ALA 浓度为  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  时, 超氧阴离子产生速率有所回升, 与  $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  较为接近, 但仍显著低于对照。

## 2.5 ALA 对低温胁迫下丝瓜幼苗 MDA 含量的影响

如图 7 所示, 随着 ALA 处理浓度的升高, 丝瓜幼苗中 MDA 的含量逐渐降低。100  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ALA 处理时降到最低, 为  $6.18 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ , 显著低于对照和其余处理。10  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、25  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  和 50  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ALA 处理的结果较为接近, 无明显差异。

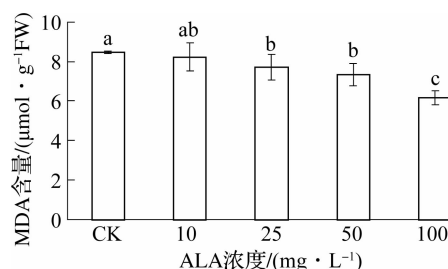


图 7 不同浓度 ALA 处理对低温胁迫下丝瓜幼苗 MDA 含量的影响

## 3 讨 论

低温逆境下细胞膜遭到破坏, 细胞膜脂过氧化的程度加

剧, 使细胞内 MDA 含量及超氧阴离子产生速率增加, 而抗氧化酶系统可清除体内自由基, 对细胞具有一定的保护作用。研究表明喷施 ALA 可显著提高番茄<sup>[10]</sup>、西瓜<sup>[2]</sup>幼苗叶片中 SOD、CAT、APX 和 POD 活性。本试验结果表明叶面喷施 25~50  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ALA 能显著提高保护酶活性, 提高丝瓜幼苗抗冷性; 燕飞<sup>[11]</sup>的研究表明: ALA 处理过的黄瓜幼苗中可溶性蛋白含量明显高于未经任何处理的同等黄瓜幼苗, 这与本试验的结论相契合。同时, 本试验中不同浓度 ALA 处理后丝瓜幼苗超氧阴离子的产生速率及 MDA 含量均显著下降。孙阳<sup>[12]</sup>研究 ALA 诱导玉米幼苗抗冷性的效应, 结果表明: 一定浓度的 ALA 能够提高玉米幼苗的抗氧化酶活性, 脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白的含量均有提高, 同时一定浓度的 ALA 可以明显抑制 MDA 的含量和超氧阴离子的产生速率, 同样的结果在辣椒上亦得到验证<sup>[13]</sup>。以上研究结果都与本试验的结论相契合。

本试验结果表明, 叶面喷施 25~50  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  ALA 能显著提高丝瓜幼苗抗氧化酶活性, 提高可溶性蛋白含量; 显著降低丝瓜幼苗超氧阴离子的产生速率及 MDA 含量, 维持细胞结构完整性, 降低膜质过氧化程度, 进而缓解低温对丝瓜幼苗的伤害。

## 参考文献:

- [1] 徐刚, 刘涛, 高文瑞. 5-氨基乙酰丙酸对蔬菜生理作用的研究进展[J]. 金陵科技学院学报, 2010, 26(4): 52-56
- [2] 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): 2297-2301
- [3] 张治平, 张丽丽. 5-氨基乙酰丙酸对油菜幼苗抗冷性和抗氧化系统的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(2): 52-55
- [4] 毛丽萍, 任君, 张星辉. ALA 对低温胁迫下西葫芦幼苗光合特性的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(16): 142-145
- [5] 王学奎, 黄见良. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 2015: 282-287
- [6] Nakano Y, Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts[J]. Plant and Cell Physiology, 1981, 22(5): 867-880
- [7] 王爱国, 罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺的反应[J]. 植物生理学通讯, 1990(6): 55-57
- [8] 邹琦, 李合生. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [9] 王学奎. 植物生理生化实验原理与技术指导[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006
- [10] 张治平, 於丙军, 汪良驹, 等. 低温下 ALA 对番茄光合色素和抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(1): 222-224
- [11] 燕飞. 外源 5-氨基乙酰丙酸(ALA)对盐胁迫下黄瓜幼苗生理调控效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014
- [12] 孙阳. 5-氨基乙酰丙酸(ALA)诱导玉米幼苗抗冷性的生理效应[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2017
- [13] 高文瑞, 徐刚, 李德翠, 等. 外源 5-氨基乙酰丙酸(ALA)对辣椒幼苗抗冷性的影响[J]. 西南农业学报, 2015, 28(5): 2205-2208

(责任编辑: 湛 江)