

# Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对番茄幼苗生理生化特性的影响

徐 婷,周传余,周 超,赵 索,武琳琳,谭可菲,杨慧莹

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161000)

**摘要:**为进一步探究番茄的耐盐机理,采用盆栽试验法,研究了不同浓度 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对番茄幼苗脯氨酸含量、SOD、POD 及 CAT 活性的影响。结果表明:随着盐胁迫时间及盐浓度的增加,脯氨酸含量呈现快速上升的趋势;SOD、POD 和 CAT 活性均呈先上升后下降的趋势。盐胁迫 15 d,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 浓度为 20 mmol·L<sup>-1</sup> 时,SOD、POD 活性达到最高值;Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 浓度为 5 mmol·L<sup>-1</sup> 时,CAT 活性达到最高值,之后均呈现下降的趋势。综上,盐胁迫条件下,番茄可调动自身抗氧化酶来提高抗盐性,但随着盐胁迫时间及浓度的增加,番茄抗氧化系统遭到破坏。

**关键词:**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;盐胁迫;番茄幼苗;脯氨酸;SOD;POD;CAT

**中图分类号:**S641.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)04-0071-03

目前番茄生产上多采用日光温室和塑料大棚等保护设施进行生产,由于设施栽培的特殊环境条件,容易造成土壤的次生盐渍化现象,导致番茄生长受到抑制,产量及品质下降<sup>[1]</sup>,严重影响番茄的生产。许多研究表明,盐胁迫能够增加植物体内活性氧如过氧化氢、超氧阴离子的产生,在缺乏足够保护机制的情况下,活性氧会对植物体内的正常代谢产生严重的破坏<sup>[2-3]</sup>。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)等是植物抗氧化系统重要的组成部分,可有效防御或减轻盐胁迫对植物的伤害。在盐胁迫环境中,SOD、POD 及 CAT 活性的变化能够反映出植物细胞清除活性氧的能力<sup>[4]</sup>。因此,以番茄粉宝丽为试材,研究了 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫对番茄脯氨酸、SOD、POD 及 CAT 活性的影响,以期为进一步研究番茄的耐盐机理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2013 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院塑料大棚进行。供试土壤为菜园土,基本农化性状:pH6.8,有机质 11.4 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 91.9 mg·kg<sup>-1</sup>,有效磷 10.4 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 97.6 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 材料

供试品种为粉色大型果番茄品种粉宝丽。

### 1.3 方法

试验于 2013 年 4 月初进行,以前期培养的粉宝丽番茄幼苗为试材,采用盆栽试验,每盆 1 株苗。试验设 6 个处理(见表 1)<sup>[1]</sup>,当番茄幼苗 4 叶龄时进行盐胁迫,每盆苗浇灌 200 mL 含不同浓度 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 盐的处理液,每个处理 30 盆苗,设 3 次重复。盐处理完毕后,分别在 3、7、15 d 进行试

表 1 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 盐胁迫浓度实验方案

Table 1 Experimental program of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> stress concentration

处理 Treatments	CK	I	II	III	IV	V
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 浓度/mmol·L <sup>-1</sup> Concentration of Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	清水对照	2.5	5.0	10.0	20.0	40.0

验样品检测。

主要测定指标有脯氨酸、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)。

脯氨酸含量<sup>[5]</sup>采用茚三酮比色法;超氧化物歧化酶(SOD)采用氮蓝四唑光化学反应法<sup>[6]</sup>;过氧化物酶(POD)采用愈创木酚法测定<sup>[5]</sup>;过氧化氢酶(CAT)采用过氧化氢法测定,参照 Chance 的方法<sup>[7]</sup>。数据采用 Excel 和 SAS 软件进行分析。

收稿日期:2013-12-02

第一作者简介:徐婷(1983-),女,黑龙江省齐齐哈尔市人,硕士,助理研究员,从事蔬菜栽培与育种研究。E-mail: xutingslove@163.com。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对番茄幼苗脯氨酸含量的影响

由图1可知,盐胁迫后,番茄幼苗中脯氨酸含量都有所增加。盐胁迫3、7和15 d,脯氨酸含量均表现为处理V>处理IV>处理III>处理II>处理I>CK,处理V、处理IV、处理III与CK差异达显著水平( $P<0.05$ )。随着处理时间及盐浓度的增加,脯氨酸的含量呈加速上升的趋势。

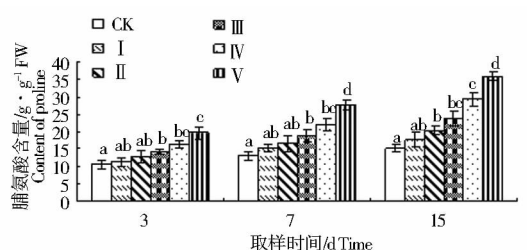


图1 不同浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  胁迫对番茄幼苗脯氨酸含量的影响

Fig. 1 Effect of different  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  stress on proline content of tomato seedling

### 2.2 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对番茄幼苗 SOD 活性的影响

由图2可知,盐胁迫后,番茄幼苗中SOD活性呈先上升后下降的趋势。盐胁迫3 d, SOD活性处理IV>处理V>处理III>处理II>处理I>CK,差异达显著水平( $P<0.05$ )。盐胁迫7 d, SOD活性处理IV>处理V>处理III>处理II>处理I>CK,差异达显著水平( $P<0.05$ )。盐胁迫15 d, SOD活性处理IV>处理III>处理V>处理II>处理I>CK,差异达显著水平( $P<0.05$ )。随着处理时间及盐浓度的增加, SOD活性上升趋势逐渐加快,当  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  盐浓度为  $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时达到最高值,之后呈现下降的趋势。

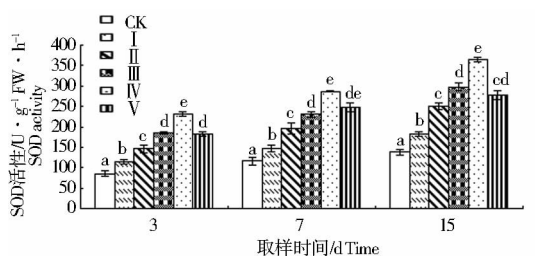


图2 不同浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  胁迫对番茄幼苗 SOD 活性的影响

Fig. 2 Effect of different  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  stress on SOD activities of in tomato seedling

### 2.3 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对番茄幼苗 POD 活性的影响

由图3可知,盐胁迫3和7 d, POD活性均为处理V>处理IV>处理III>处理II>处理I>CK,处理V、处理IV、处理III与CK差异均呈显著水平( $P<0.05$ )。盐胁迫15 d, POD活性处理IV>处理V>处理III>处理II>处理I>CK,处理V、处理IV、处理III、处理II与CK差异呈显著水平( $P<0.05$ )。盐处理时间在3和7 d时,随着盐处理时间及盐浓度的增加, POD活性呈加快上升的趋势。盐处理15 d,当  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  盐浓度为  $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, POD活性达到最高,之后呈现下降的趋势。

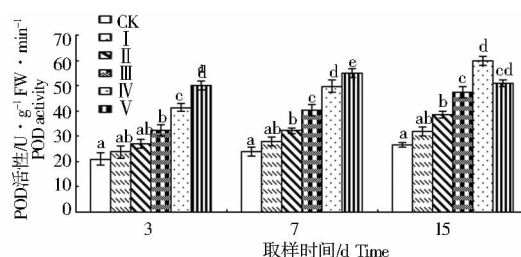


图3 不同浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  胁迫对番茄幼苗 POD 活性的影响

Fig. 3 Effect of different  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  stress on POD activities of tomato seedling

### 2.4 不同浓度 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 胁迫对番茄幼苗 CAT 活性的影响

由图4可知,盐胁迫后,番茄幼苗中CAT活性呈先上升后下降的趋势。盐胁迫3 d, CAT活性处理III>处理IV>处理V>处理II>处理I>CK,处理III、处理IV、处理V、处理II与CK差异呈显著水平( $P<0.05$ )。盐胁迫7 d, CAT活性处理III>处理II>处理IV>处理V>处理I>CK,处理III、处理II、处理IV、处理V与CK差异呈显著水平( $P<0.05$ )。盐胁迫15 d, CAT活性处理II>处理III>处理I>处理IV>处理V>CK,处理II、处理III、处理IV、处理I与CK差异呈显著水平( $P<0.05$ )。CAT活性随着处理浓度升高而呈先上升后下降的趋势,在盐处理3和7 d,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  盐浓度为  $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, CAT活性达到最高点。盐处理15 d,当  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  盐浓度为  $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, CAT活性达到最高,之后呈现下降的趋势。随着盐处理时间及盐浓度的增加, CAT活性上升及下降的趋势都逐渐加快。

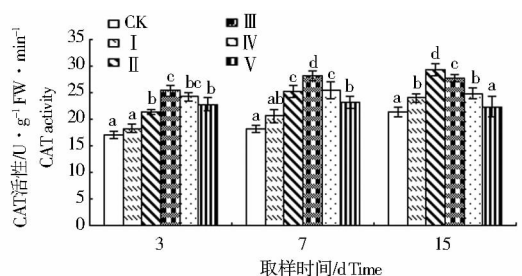
图4 不同浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  胁迫对番茄幼苗 CAT 活性的影响

Fig. 4 Effect of different  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  stress on CAT activities of tomato seedling

### 3 结论与讨论

目前在植物干旱、盐等多种胁迫的反应中,脯氨酸是一种较敏感的指标,通常认为它是作为渗透调节物质而在胁迫时迅速积累,缓解胁迫压力。该试验结果表明,随着盐胁迫时间及盐浓度的增加,脯氨酸呈现快速上升的趋势。

研究表明,盐胁迫可导致植物超氧阴离子自由基、过氧化氢、羟自由基和单线态氧等活性氧物质的过量生成,活性氧自由基通过对蛋白质、核酸和脂质的氧化伤害而破坏植物的正常代谢<sup>[2]</sup>。植物可以利用 SOD、CAT 等抗氧化酶和非酶(如抗坏血酸等)的抗氧化物质协同作用,防御或减轻活性氧对细胞膜系统的伤害,缓解膜脂过氧化,进而减轻盐胁迫对植物细胞的伤害<sup>[8]</sup>。该试验数据表明,随着盐胁迫时间及盐浓度的增加,SOD、POD

和 CAT 活性均呈先上升后下降的趋势。当盐处理 15 d,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  盐浓度为  $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, SOD、POD 活性达到最高值;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  盐浓度为  $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时, CAT 活性达到最高值,之后均呈现下降的趋势。随着处理时间及盐浓度的增加,脯氨酸的含量呈加速上升趋势。

综上,盐胁迫条件下,植物可调动自身的抗氧化系统来抵御盐胁迫带来的伤害,但随着盐胁迫时间及盐浓度的增加,植物体内盐积累过多,抗氧化系统遭到破坏,抵御能力随之下降。

### 参考文献:

- [1] 赵秋月. 番茄耐盐生理的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [2] 颜志明, 孙锦, 郭世荣. 外源脯氨酸对 NaCl 胁迫下甜瓜幼苗生长和活性氧物质代谢的影响[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(1): 141-145.
- [3] 颜志明, 魏跃, 贾思振, 等. 盐胁迫对草莓抗氧化系统和离子吸收的影响[J]. 北方园艺, 2013(9): 1-4.
- [4] 龚吉蕊, 张立新, 赵爱芬, 等. 油蒿抗旱生理特性研究初报[J]. 中国沙漠, 2002, 22(4): 387-392.
- [5] 华东师范大学. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 人民教育出版社, 1983: 143-144.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] Chance B. Methods on Enzymology[M]. New York: Academic Press, 1995: 764-765.
- [8] 赵可夫. 植物抗盐生理[M]. 北京: 中国科技出版社, 1993: 25-30.

## Effect of $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Stress on Physiological and Biochemical Traits of Tomato Seedling

XU Ting, ZHOU Chuan-yu, ZHOU Chao, ZHAO Suo, WU Lin-lin, TAN Ke-fei, YANG Hui-ying  
(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

**Abstract:** In order to explore the mechanism of salt tolerance of tomato further, a pot experiment was conducted to study the effect of different concentrations of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  stress on proline content of tomato seedlings, as well as the effect of SOD, POD and CAT activities. The results showed that with the increase of time and concentration of salt stress, the content of proline demonstrated a rapid upward trend, while the activities of SOD, POD and CAT showed a downward trend after rising first with the increase of time and concentration of salt stress. In the condition of salt treatment for 15 d and concentration of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  concentration for  $20 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , SOD, POD activity reached the highest peakvalue; When concentration of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  was  $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , CAT activity reached the highest peakvalue, then showed a downward trend. The tomato could mobilize its own antioxidant enzymes to improve the salt resistance in the condition of salt stress, but with the increase of time and concentration of salt stress, antioxidant system of tomato was destroyed.

**Key words:**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; salt stress; tomato seedling; proline; SOD; POD; CAT