

NaCl 胁迫对哈密大枣三种抗氧化酶活性的影响

靳 娟,陈 成,郭嘉鑫,王雪晶,武林楠,鲁晓燕,石国亮
(石河子大学 农学院,新疆 石河子 832000)

摘要:为探索枣树适应盐胁迫可能的作用方式,进一步揭示枣树的耐盐机理,研究了 NaCl 胁迫对哈密大枣超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性的影响。结果表明:哈密大枣的 3 种抗氧化酶在一定范围内随盐胁迫浓度的增加、处理时间的延长而表现出活性增加,但超过某一阈值后,抗氧化酶的活性会明显下降。此外,当盐胁迫浓度为 0.3%~0.6%时,处理 1 d,哈密大枣苗全部死亡。

关键词:NaCl;哈密大枣;抗氧化酶

中图分类号:S665.1

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)04-0044-04

土壤盐渍化是世界性问题,全球约有 10 亿 hm^2 盐渍土,占世界陆地面积的 7.6%,我国盐渍土面积有 0.27 亿 hm^2 ,充分开发和利用盐碱地,提高土壤的生产能力,具有深远的意义^[1]。一般认为,枣树(*Zizyphus jujuba* Mill.)抗逆性强、适应性广,是开发利用沙荒地、盐碱地的优良经济树种。新疆是枣的主要产区之一,打造全国高档制干红枣基地是兵团红枣产业发展的目标,但是在盐碱地上栽培枣树存在不同程度的盐害,影响了枣果的产量和品质,影响着该项产业在盐碱地区的发展。植物在逆境胁迫下或衰老过程中,细胞内自由基代谢平衡被破坏而产生了大量超氧自由基。过剩自由基的毒害是引发或加剧膜脂过氧化作用的原因之一,造成细胞膜系统的损伤。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)等能够有效地清除这些自由基,是酶促防御系统的重要组成成分。在逆境胁迫条件下,SOD、POD 和 CAT 活性的变化可以反映细胞清除活性氧的能力,因而这 3 种酶在植物的抗逆性研究中颇受重视,在许多植物的研究中均有报道^[2]。

该研究探讨了 NaCl 对哈密大枣(*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Hamidazao)3 种抗氧化酶活性的影响,探索枣树适应盐胁迫可能的作用方式,为进

一步揭示枣树的耐盐机理提供理论依据,为促进新疆果树业的健康发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

选用哈密大枣一年生根孽苗为试验材料。供试土壤采自石河子大学农学院试验站,土壤自然风干,粉碎过筛后装盆,土重 12 kg,盆重 0.5 kg,土壤电导率为 0.22 mS。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2011 年在石河子大学农学院试验站和农学院植物生理实验室进行。采用盆栽试验,每盆一株苗,共 100 盆。4 月 16 日,将 100 株哈密大枣移栽至花盆中。4 月 17 日,剪留枣苗约 10 cm,用薄膜包裹顶部,防止水分蒸发。5 月 22 日,对哈密大枣成活株数进行计数。哈密大枣成活 72 株,成活率为 72%。8 月 25 日筛选出生长健壮长势一致的哈密大枣 21 盆,8 月 30 日开始进行 NaCl 胁迫处理,每个品种设置 7 个盐度水平,分别为 0(CK),0.1%,0.2%,0.3%,0.4%,0.5%和 0.6%的 NaCl 处理(处理 1~6 每次加 100 mL 配备液 1,配备液 1 为 12 g NaCl 溶于 100 mL 水),每个处理重复 3 次。9 月 5 日盐处理完毕。9 月 6~10 日,选择哈密大枣生长部位基本一致的叶片,每天进行叶片样品采集,叶片采样后迅速放入液氮中,运回实验室-70℃冰箱中保存。

1.2.2 测定指标及方法 主要测定指标有超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)的活性。

(1)超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定:采用氮蓝四唑还原法,参照王爱国的方法^[3]。

收稿日期:2013-01-28

基金项目:石河子大学第九期大学生研究训练计划资助项目(SRP2011289)

第一作者简介:靳娟(1990-),女,江苏省徐州市人,在读学士,从事果树逆境生理与分子生物学研究。E-mail:1475063956@qq.com。

通讯作者:鲁晓燕(1970-),女,新疆维吾尔自治区人,博士,副教授,从事果树学教学与科研工作。E-mail:lxysz@126.com。

(2)过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法^[4]测定。

(3)过氧化氢酶(CAT)活性采用过氧化氢法测定,参照 Chance 的方法^[5]。

1.2.3 数据处理及分析 数据采用 SPSS 17.0 统计软件处理进行方差分析和 Duncan 多重对比。

2 结果与分析

试验中,当 NaCl 胁迫浓度为 0.3%~0.6% 时,哈密大枣苗全部死亡。因此,不对其 SOD、POD 和 CAT 活性进行分析。

2.1 NaCl 胁迫对哈密大枣叶片中 SOD 活性的影响

由表 1 可知,随着胁迫时间的延长,各处理 SOD 活性均表现为先升高后降低的趋势,均在处理后第 2 天达到最高值,且对照处理的 SOD 活性均高于 NaCl 0.1%和 0.2%浓度处理;在相同处理时间下,NaCl 胁迫后的前 2 d, SOD 活性表现为 CK>0.1%浓度处理>0.2%浓度处理,而当处理时间延长时,即处理后 3~5 d, SOD 活性表现为 CK>0.2%浓度处理>0.1%浓度处理。

表 1 不同 NaCl 浓度处理相同时间对哈密大枣 SOD 活性的影响
Table 1 Effect of different NaCl stress with the same treated time on SOD activity in Hami jujube

盐处理浓度/% NaCl stress concentration	SOD 活性/U·g ⁻¹ FW SOD activity				
	09-06	09-07	09-08	09-09	09-10
0(CK)	10.452 a	10.662 a	9.395 a	7.761 a	9.630 a
0.1	7.814 b	10.186 a	8.469 b	7.096 a	6.188 b
0.2	6.915 b	9.348 a	8.862 b	7.566 a	9.439 a

注:同列数字后字母不同,表示用 Duncan's 多重比较分析在 $P<0.05$ 水平上差异显著。下同。
Note:Means in the same column not followed by different letter are significant difference by Duncan's Multiple Range Test($P<0.05$). The same below.

2.2 NaCl 胁迫对哈密大枣叶片中 POD 活性的影响

由表 2 可知,随着胁迫时间的延长,对照组和 NaCl 0.1%浓度处理的 POD 活性均表现出先降低后升高的趋势,均在处理后第 1 天达到最高值,且 NaCl 0.1%浓度处理>CK;NaCl 0.2%浓度处理的 POD 活性表现出先升高后降低的趋势。在相

同处理时间下,NaCl 胁迫后的第 1 天, POD 活性表现为 0.1%浓度处理>CK>0.2%浓度处理,而当处理时间延长时,即处理后 2~4 d, POD 活性表现为 0.2%浓度处理>0.1%浓度处理>CK,NaCl 胁迫后的第 5 天,POD 活性表现为 CK>0.1%浓度处理>0.2%浓度处理。

表 2 不同 NaCl 浓度处理相同时间对哈密大枣 POD 活性的影响
Table 2 Effect of different NaCl stress with the same treated time on POD activity in Hami jujube

盐处理浓度/% NaCl stress concentration	POD 活性/U·g ⁻¹ FW·min ⁻¹ POD activity				
	09-06	09-07	09-08	09-09	09-10
0(CK)	33.833 b	31.967 c	14.367 b	33.633 c	27.767 a
0.1	46.233 a	45.200 b	27.767 a	38.033 b	24.100 b
0.2	27.467 c	64.367 a	29.467 a	55.433 a	20.857 c

2.3 NaCl 胁迫对哈密大枣叶片中 CAT 活性的影响

由表 3 可知,随着胁迫时间的延长,各处理 CAT 活性均表现为先升高后降低的趋势,其中 NaCl 0.1%和 0.2%浓度均在处理后第 2 天达到

最高值;在相同处理时间下,NaCl 胁迫后的前 3 d, CAT 活性表现为 CK<0.1%浓度处理≤0.2%浓度处理,而当处理时间延长时,即处理后 4~5 d, CAT 活性表现为 CK>0.1%浓度处理>0.2%浓度处理。

表 3 不同 NaCl 浓度处理相同时间对哈密大枣 CAT 活性的影响

Table 3 Effect of different NaCl stress with the same treaten time on CAT activity in Hami jujube

盐处理浓度/% NaCl stress concentration	CAT 活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}\cdot\text{min}^{-1}$ CAT activity				
	09-06	09-07	09-08	09-09	09-10
0	0.200 a	0.500 a	0.222 a	0.767 a	0.344 a
0.1	0.231 a	0.511 a	0.389 a	0.478 a	0.189 a
0.2	0.322 a	0.511 a	0.389 a	0.356 a	0.122 a

3 讨论

在盐胁迫下,活性氧积累过多也会使膜脂产生脱酯化作用,磷脂游离,膜结构破坏。膜系统的破坏会引起一系列的生理生化紊乱,再加上活性氧对一些生物功能分子的直接破坏这样植物就会受到伤害,甚至死亡^[6]。耐盐性较强的植物能借助体内活性氧清除系统有效地清除逆境诱导的活性氧^[6]。活性氧清除系统包括超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等,是植物体内清除自由基的重要保护酶,在正常情况下,3种酶协调一致,使植物体内自由基的产生和清除处于平衡状态,使活性氧自由基维持在一个低水平,从而防止活性氧自由基的毒害作用^[7]。在逆境中保护酶活性会提高而消除过多的活性氧,保护膜质不致发生过氧化作用而受损,保持机体的正常生理机能,提高植物组织的抗氧化能力,从而提高植物的抗性^[7-9]。马丽清^[10]等在研究盐胁迫对珠美海棠和山定子膜保护酶系统的影响中得出,山定子叶片中 SOD、POD、CAT 活性随盐胁迫加重而降低,而珠美海棠 SOD 活性在盐胁迫下保持稳定,POD、CAT 活性增高。王宇超^[11]等在研究盐胁迫对木本滨藜植物细胞膜透性及生理特性的影响中发现,在不同浓度盐胁迫下,努塌滨藜随盐分浓度升高 CAT 活力先升后降,SOD、POD 活力增强;三角滨藜 SOD 活力增强,POD、CAT 活力降低。

该研究表明,不同 NaCl 浓度处理相同时间,随着盐胁迫浓度的增加,哈密大枣的 SOD 活性在处理前后 2 天逐渐下降,分别在处理第 3、4、5 天 SOD 活性表现出先下降后上升的趋势,由这一现象可以推测,哈密大枣对盐胁迫可能有一个适应的过程,要先在特定的环境下激发酶的活性,待其稳定后才起作用。随着盐胁迫浓度的增加,哈密大枣的 POD 活性在处理第 1 天先上升后下降,分别在处理第 2、3、4 天,哈密大枣的 POD 活性逐渐上升,这表明在一定浓度的盐胁迫范围

内,枣苗受到氯化钠胁迫后可诱导枣苗合成 POD,明显提高了 POD 活性,能有效消除活性氧自由基所带来的伤害;在处理第 5 天哈密大枣的 POD 活性逐渐降低,说明超过一定浓度的盐胁迫范围后 POD 活性就会下降,抗氧化能力减弱。哈密大枣的 CAT 活性在处理前 3 天内逐渐上升,这表明哈密大枣通过自身的抗氧化酶活性变化来保护其内部组织,防止其受到由于活性氧积累带来的伤害;分别在处理第 4、5 天,哈密大枣的 CAT 活性逐渐下降,这说明超过一定浓度的盐胁迫范围后 CAT 活性就会下降,抗氧化能力减弱。当盐胁迫浓度为 0.3%~0.6%,处理后第 1 天,哈密大枣苗就全部死亡,这说明哈密大枣的耐盐限度极限在 0.3%。

4 结论

哈密大枣的 3 种抗氧化酶在一定范围内随 NaCl 胁迫浓度的增加、处理时间的延长而表现出活性增加,但超过某一阈值后,抗氧化酶的活性会明显下降。

当 NaCl 胁迫浓度为 0.3%~0.6%,处理后第 1 天,哈密大枣苗就全部死亡。

参考文献:

- [1] 马翠兰,刘星辉,陈中海.果树对盐胁迫的反应及耐盐性鉴定的研究进展[J].福建农业大学学报,2000,29(2):161-166.
- [2] 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.
- [3] 王爱国,罗广华,邵从本.大豆种子超氧化物歧化酶的研究[J].植物生理学报,1983,9(1):77-83.
- [4] 华东师范大学.过氧化物酶活性的测定.植物生理学实验指导[M].北京:人民教育出版社,1983:143-144.
- [5] Chance B. Methods on Enzymology [M]. New York: Academic Press,1955:764-765.
- [6] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000:197-201.
- [7] 高红明,吴晓霞,张彪,等. Na_2CO_3 胁迫下星星草幼苗活性氧及保护酶活性的变化[J].植物研究,2006,26(3):308-313.
- [8] 陈少裕.膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J].植物生理学通

- 讯,1991,27(2):84-90.
- [9] 张玉霞,李志刚.四种草地早熟禾抗盐碱生理生化特性的研究[J].中国农学通报,2004,20(5):209-213.
- [10] 马丽清,韩振海,周二峰,等.盐胁迫对珠美海棠和山定子膜保护酶系统的影响[J].果树学报,2006,23(4):495-499.
- [11] 王宇超,王得祥,彭少兵,等.盐胁迫对木本滨藜植物细胞膜透性及生理特性的影响[J].干旱地区农业研究,2007,25(4):225-229.

Effects of NaCl Stress on Antioxidant Enzyme Activity of Three Kinds of Hami Jujube

JIN Juan, CHEN Cheng, GUO Jia-xin, WANG Xue-jing, WU Lin-nan, LU Xiao-yan, SHI Guo-liang
(Agricultural College of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract: In order to explore the possible mode of jujube adapted to salt stress, further reveal the salt-tolerant mechanism of jujube, the effect of NaCl stress on changes of superoxide dismutase(SOD) and peroxidase(POD) and catalase(CAT) activities of Hami jujube were studied. The results showed that the activities of antioxidant enzymes of Hami jujube presented the tendency of increasing with the increasing of the concentration of NaCl stress and the extension of dealing time within the scope of certain, but the activity of antioxidant enzymes would decrease obviously over a certain threshold. In addition, Hami jujube died when concentration of NaCl changed from 0.3% to 0.6% after being treated for one day.

Key words: NaCl; Hami jujube; antioxidant enzymes

(上接第 33 页)

Investigation and Research on the Soil Nutrient in the Apple-pear Orchard

ZHANG Shuang¹, PAN Wei¹, WANG Hai-feng¹, XU Guang-bo², XU Hong-mei¹

(1. Heilongjiang Agricultural Vocational and Technical College, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. Agricultural College of Yanbian University, Yanji, Jilin 133400)

Abstract: In order to fully understand and grasp the overall situation of soil nutrient of apple-pear orchard in Yanbian area, realize scientific and reasonable fertilization in apple-pear orchards, the investigation and analysis on soil nutrient of apple-pear orchards in Yanbian area were conducted. The results showed that the average pH of Yanbian's apple-pear orchards was 5.03 ± 0.10 , the soil organic matter, the total nitrogen, the total phosphorus, the total kalium content were $14.71 \pm 0.87 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0.64 \pm 0.02 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0.35 \pm 0.03 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $32.48 \pm 1.15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, respectively. The average value of the content of hydrolysable nitrogen, the available phosphorus, the available kalium were $91.94 \pm 4.52 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $35.25 \pm 2.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $129.82 \pm 7.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, respectively. The correlation analysis on the soil nutrient of apple-pear orchards indicated that the total nitrogen, the hydrolysable nitrogen, the available phosphorus and the available kalium showed the significant or very significant positive correlation with the soil organic matter. From the view of the overall level of nutrient, the overall level of nutrients decreased. So, it should be paid attention to fertilizer in the orchard management of apple-pear in Yanbian area, especially to the application of organic fertilizer.

Key words: apple-pear; soil; nutrient