

盐胁迫下海藻糖对番茄渗透调节物及酶活性的影响

马光恕, 杨 瑾, 廉 华, 王茹华, 吴 瑕

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要:以番茄为试材, 研究 0.4% NaCl 溶液胁迫下叶面喷施海藻糖对番茄植株渗透调节物、酶活性的影响。结果表明: 海藻糖能显著提高番茄叶片的脯氨酸、可溶性糖和可溶性蛋白的含量及 SOD、POD 活性, 降低 MDA 含量, 对番茄盐胁迫具有缓解效应, 增强番茄的抗盐性。

关键词:海藻糖; 盐胁迫; 渗透调节物; 酶活性

中图分类号: Q 945; S 641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)06-0059-03

土壤盐渍化是作物生产中经常遇到的自然逆境之一, 也是保护地生产的突出问题。随着保护地栽培的推广, 保护地生产中存在的问题也日渐显露^[1]。随着人口压力的增加、对土地资源和化肥的不合理施用, 盐碱地面积有逐年扩大的趋势, 严重的影响着农牧业的发展; 保护地土壤相比露地有较少的雨水冲刷机会, 保护地土壤的盐渍化呈加重的趋势^[2]。提高作物的抗盐性是缓解渗透胁迫对作物的伤害, 提高作物产量的主要措施。

海藻糖是一种渗透调节物质, 在胁迫条件下是植物许多器官中重要的胁迫保护物质^[3]。海藻糖的积累被普遍认为是各种逆境条件下稳定蛋白质和生物膜一种重要的保护机制^[4]。有研究表明, 海藻糖能提高逆境下植物的抗性; 斐炎等在对绿豆幼苗试验中发现, 经海藻糖处理的绿豆幼苗质膜上的 Mg^{2+} , K^{+} -ATPase 活性显著提高^[5]; 王三根等发现, 将用不同浓度的海藻糖预处理的小麦放在 NaCl 溶液中生根, 叶绿素的含量、根系活力、干物质积累和生长速度则均有提高^[6]。试验以番茄为试材, 研究海藻糖对 NaCl 胁迫下番茄植株渗透调节物质和保护性酶的影响, 为海藻糖提高植物抗盐性提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

番茄种子为“鼎丰”杂交一代, NaCl 为化学纯试剂; 海藻糖为国药集团化学试剂有限公司生产的分析纯试剂。

1.2 试验方法

番茄幼苗长到 5 叶 1 心时, 定植到 25 cm×18 cm 的盆中, 缓苗 7 d 后, 利用 0.4% NaCl 溶液控制盐胁迫的浓

度, 并喷施海藻糖溶液, 海藻糖分别配制成 0.3%、0.4%、0.5% 溶液(分别用 T₁、T₂、T₃ 表示), 以叶片均匀附着一层小水珠为准, 以喷施蒸馏水为对照(用 CK 表示), 胁迫 3 d, 第 4 天测定相关指标, 每 5 d 取 1 次样, 共取 3 次。

1.3 相关指标的测定

可溶性糖的测定采用蒽酮比色法; 可溶性蛋白的测定采用考马斯亮蓝比色法; 脯氨酸(Pro)的测定采用茚三酮法; MDA 的测定采用硫代巴比妥酸比色法; SOD 的测定采用氯化硝基四氮唑蓝还原法; POD 的测定采用愈创木酚法^[7]。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片可溶性糖的影响

由表 1 可知, 盐胁迫下各处理叶片可溶性糖呈上升趋势。处理初期, T₁、T₂ 叶片可溶性糖含量极显著高于 CK, 而 T₃ 显著高于 CK, 并且 T₁ 可溶性糖含量显著高于 T₂、T₃; 处理第 9 天、第 14 天, 海藻糖各处理与 CK 无显著性差异, 但从整体来看, 海藻糖处理 T₁、T₂、T₃ 番茄叶片可溶性糖含量均高于 CK。结果表明, 海藻糖能快速提高番茄叶片可溶性糖含量, 但作用效果持续时间较短。海藻糖通过提高番茄叶片可溶性糖含量, 为其它溶剂的合成提供足够的碳架和能量, 并且能有效的维持细胞膜稳定, 从而提高了抗盐性。

2.2 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片可溶性蛋白质含量的影响

由表 2 可知, 在盐胁迫条件下, 各处理与 CK 番茄植株叶片可溶性蛋白含量呈下降的趋势, 但各处理可溶性蛋白含量下降速率较 CK 慢, 并且海藻糖浓度越高, 可溶性蛋白含量下降越少。处理第 4 天, 喷施海藻糖各处理均极显著高于 CK, 各处理之间无显著性差异; 处理第 9 天, 喷施海藻糖 T₁、T₂、T₃ 番茄植株叶片可溶性蛋白极显著高于 CK, 处理第 14 天, T₃ 植株叶片可溶性蛋白含量显著高于 T₁、T₂ 和 CK。结果表明, 海藻糖对可溶性

第一作者简介: 马光恕(1969), 男, 山东海阳人, 硕士, 副教授, 硕士生导师, 现从事蔬菜及马铃薯生理生态的教学与科研工作。

基金项目: 黑龙江省教育厅科研资金资助项目(11511257)。

收稿日期: 2009-12-20

蛋白的增加与稳定具有显著地促进效果,可溶性蛋白是植物体内的一种渗透调节物质,海藻糖通过提高可溶性蛋白含量,对缓解番茄在盐胁迫下的伤害起着重要的调节作用。

表 1 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片可溶性糖含量的影响

处理	第 4 天	第 9 天	第 14 天
	可溶性糖含量	可溶性糖含量	可溶性糖含量
CK	1.12±0.03 Cd	1.32±0.17 Aab	1.46±0.31 Aa
T ₁	1.69±0.08 Aa	1.11±0.17 Aa	1.58±0.12 Aa
T ₂	1.43±0.06 Bb	1.47±0.10 Aa	1.57±0.18 Aa
T ₃	1.29±0.08 BCc	1.43±0.14 Aa	1.76±0.03 Aa

注:同一列中不同大小写字母分别表示差异达 1%和 5%显著水平,下同。

表 2 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片可溶性蛋白含量的影响

处理	第 4 天	第 9 天	第 14 天
	可溶性蛋白含量	可溶性蛋白含量	可溶性蛋白含量
CK	8.64±0.51 Bb	5.55±0.49 Bb	4.99±1.64 Bb
T ₁	11.45±0.22 Aa	11.01±3.22 Aa	5.43±0.53 Bb
T ₂	11.79±1.30 Aa	10.50±0.45 Aa	6.59±1.26 ABb
T ₃	13.08±2.49 Aa	10.37±0.42 Aa	10.09±2.44 Aa

2.3 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片脯氨酸含量影响

由表 3 可知,随着 NaCl 胁迫时间的延长,CK 植株叶片的脯氨酸含量保持稳定,各处理呈现上升趋势。处理后第 4 天、第 9 天,各处理番茄叶片脯氨酸含量显著高于 CK,各处理之间无显著性差异;处理第 14 天,喷施海藻糖 T₁、T₂、T₃ 番茄植株叶片脯氨酸含量极显著高于 CK,其中 T₃ 极显著高于 T₁、T₂。通过喷施海藻糖各处理较 CK 能有效地提高番茄叶片脯氨酸含量,随着海藻糖浓度的提高,叶片脯氨酸含量提高越显著。因此,脯氨酸是植物体内重要的调节物质,也可以作为氮源、酶和细胞结构保护剂,海藻糖可显著地提高番茄的抗盐性。

2.4 盐胁迫下,海藻糖对番茄植株叶片 MDA 含量影响

由表 4 可知,盐胁迫下,各处理 MDA 含量随胁迫时间的延长呈现上升的趋势。在不同时期,各处理 MDA

含量均极显著低于 CK,T₃ 极显著低于 T₁、T₂。因此,海藻糖能有效降低番茄叶片 MDA 含量,并且随着海藻糖浓度的增加,其作用效果越明显,说明各处理均能不同程度的缓解盐胁迫造成的番茄叶片膜脂过氧化作用,从而提高番茄抗盐性。

表 3 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片脯氨酸含量的影响

处理	第 4 天	第 9 天	第 14 天
	脯氨酸含量	脯氨酸含量	脯氨酸含量
CK	12.12±1.01 ABb	13.10±2.48 ABb	12.66±0.30 Cc
T ₁	16.25±1.78 Aa	16.82±0.76 Aa	17.64±2.74 BCbc
T ₂	15.83±2.16 Aa	17.67±1.55 Aa	20.53±4.61 Bb
T ₃	16.47±1.88 Aa	17.36±0.55 Aa	34.71±0.46 Aa

表 4 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片 MDA 含量的影响

处理	第 4 天	第 9 天	第 14 天
	MDA 含量	MDA 含量	MDA 含量
CK	19.81±2.62 Aa	20.60±0.69 Aa	24.85±3.09 Aa
T ₁	16.92±1.53 Bc	17.31±3.97 Bb	19.98±2.69 Bb
T ₂	17.34±1.02 Bb	17.12±4.45 Bb	18.74±0.64 Cc
T ₃	8.99±0.61 Cd	14.45±0.85 Cc	18.62±1.96 Cc

2.5 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片酶活性的影响

从表 5 可知 各处理 SOD 活性胁迫时间的进程呈现上升趋势,并且随着海藻糖浓度的提高,MDA 活性越高。处理第 4 天,T₁、T₂、T₃ 均极显著高于 CK,T₂、T₃ 极显著高于 T₁,T₂、T₃ 之间无显著性差异;处理第 9 天,T₁、T₂、T₃ 均极显著高于 CK,T₃ 极显著高于 T₁、T₂,T₂ 显著高于 T₁;处理第 14 天 T₁、T₂、T₃ 均极显著高于 CK,T₁、T₂、T₃ 之间无显著性差异。处理第 4 天,T₃ 叶片中的 POD 酶活性极显著高于 T₁、T₂、CK,T₁、T₂、CK 之间无显著性差异;处理第 9 天,T₃ 叶片中的 POD 酶活性极显著高于 T₁、T₂、CK,T₁ 与 T₂ 显著高于 T₃;处理第 14 天,T₂、T₃ 叶片 POD 酶活性极显著高于 T₁ 和 CK,T₁ 显著高于 CK。从番茄植株叶片的 SOD 和 POD 酶活性变化来看,喷施海藻糖能提高番茄植株保护酶的活性,减少盐带来的危害。

表 5 盐胁迫下海藻糖对番茄植株叶片 SOD、POD 酶活性的影响

处理	第 4 天		第 9 天		第 14 天	
	SOD 酶活性	POD 酶活性	SOD 酶活性	POD 酶活性	SOD 酶活性	POD 酶活性
	/μg · mL ⁻¹	/μmol · g ⁻¹	/μg · mL ⁻¹	/μmol · g ⁻¹	/μg · mL ⁻¹	/μmol · g ⁻¹
CK	44.99±41.04 Cc	324.44±64.49 Bb	122.70±30.18 Cd	372.22±74.33 Bc	348.28±10.32 Bb	333.33±58.11 Bb
T ₁	108.94±20.37 Bb	339.44±15.75 Bb	141.05±32.26 Bc	428.77±49.56 Bb	411.04±8.26 Aa	337.22±43.50 Bb
T ₂	143.72±21.70 Aa	428.33±82.20 Bb	167.25±62.61 Bb	427.77±27.70 Bb	413.11±22.57 Aa	543.88±19.46 Aa
T ₃	157.78±26.67 Aa	962.77±179.88 Aa	235.79±58.58 Aa	841.66±26.45 Aa	427.76±32.92 Aa	470.00±40.00 Aa

3 讨论与结论

海藻糖在细胞中的主要功能是一种典型的应激代谢物,即很多生物在极端条件下均能通过体内调节自身海藻糖的含量,稳定细胞膜和蛋白质的结构,以抵御外界逆境如冷冻、干燥、高渗透压等对自身的伤害^[8-9]。结果表明,番茄在 0.4%NaCl 溶液胁迫下,叶面喷施海藻糖

可对植株渗透调节物、酶活性产生影响。在盐胁迫下,利用海藻糖可显著的提高番茄叶片可溶性糖、可溶性蛋白、脯氨酸含量,降低 MDA 含量。说明海藻糖通过提高番茄叶片可溶性糖、可溶性蛋白、脯氨酸含量、SOD 酶活性,提高番茄的渗透调节剂,为合成其它有机溶剂提供足够的碳架和能量,成为氮源、酶和细胞结构保护剂,

对细胞膜有稳定作用,还可以在细胞内无机离子浓度高时起保护作用,缓解番茄在盐胁迫条件下的伤害。海藻糖也可以通过抑制膜脂过氧化作用,有效地降低MDA含量,从而减免其对细胞的伤害。这与丁顺华^[9]和胡慧芳等^[11]的研究结果一致。

随着作物耐盐生理生化机制的日益清晰,使克隆与作物耐盐相关基因成为可能。近年来,人们克隆了许多与耐盐有关的基因。但作物的耐盐性是一个非常复杂的性状,虽然分子生物学技术和遗传方法已经应用于耐盐育种中,可植物耐盐性的研究还处于比较低的水平,离实际生产和应用还有相当大的距离,仍然存在许多问题需要继续探索。

参考文献

- [1] 吕贻忠,李保国.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2006:356-357.
- [2] 赵福庚.植物逆境生理生态学[M].北京:化学工业出版社,2004:37-39.
- [3] 封德顺.海藻糖的生物学功能简介[J].生物学通报,1999,34(2):

13-14.

- [4] 聂凌鸿,宁正祥.海藻糖的生物保护作用[J].生命的化学,2001,21(3):206-209.
- [5] 斐炎.海藻糖对冷冻和干燥后绿豆幼苗 Mg^{2+} , K^{+} -ATPase活性和TTC还原的影响[J].植物学报,1994,36(增):211-214.
- [6] 王三根.海藻糖提高绵羊红15号小麦幼苗耐盐能力的研究[J].西南农业大学学报,1992,14(2):182-185.
- [7] 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,2000:195-196,184,258-259,260,167-168,164.
- [8] 李莉.海藻糖在植物抗逆性方面的研究进展[J].生物学通报,2003,38(6):6-7.
- [9] 张玉华,凌沛学,籍保平.海藻糖的研究现状及其应用前景[J].食品与药品,2005,7(3):8-13.
- [10] 丁顺华.外源海藻糖对小麦幼苗耐盐性的影响[J].西北植物学报,2005,25(3):513-518.
- [11] 胡慧芳.海藻糖提高黄瓜抗盐性的初步研究[J].长治学院学报,2007,24(5):16-19.

The Effect of Trehalose on the Tomato Osmoregulation Substances and Enzymes Activities under NaCl Stress

MA Guang-Shu, YANG jin, LIAN Hua, WANG Ru-Hua, WU Xia

(College of Agronomy, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: Tomato was used as experimental material to study the effect on the osmoregulation substances and enzymes activities about foliar application of trehalose under 0.4% NaCl stress. The results showed that trehalose can significantly increase the contents of proline soluble sugar and soluble protein in tomato leaves and SOD, POD activities, while reduced MDA content. It showed that trehalose had a mitigative effect on NaCl stress of tomato and enhanced salt tolerance of tomato.

Key words: trehalose; NaCl stress osmoregulation; substance; enzymes activities

葡萄的春季管理

春季是葡萄萌芽展叶、枝蔓伸长的季节,加强春季葡萄管理,对提高葡萄产量和品质,具有重要意义。

经过冬季整修后,结果母枝上的冬芽通常都有七八成萌发,此时应该注意留芽。留芽太多,易浪费养分,树势弱,不利于坐果;但若留芽太少,易促发枝蔓旺盛生长,易严重的落花落果,因此要注意抹芽定梢。

抹芽:通常一条结果母枝上有多几个芽萌发时,每隔15~20 cm留1芽,每结果母枝留2~5条新梢,其余的从基部抹除。抹芽时,一般抹除双芽中的无花穗芽或弱芽,1个芽眼只留1条梢。当然为确保产量,也可在新梢长至4~5片叶时,视其第一卷丝是否带花穗而决定其去留,但这样浪费养分较多。

定梢绑蔓:所保留的新梢开花前在花穗以上留5

片叶摘心,而无花的稍留8片叶摘心。摘心后会大量萌发副梢,只留顶部1~2个副梢并且留2叶反复摘心,其余的副梢全部抹除。同时要根据蔓的生长适时绑蔓。

花果穗的处理:为确保坐果率,通常用人工方法将花穗1/5的穗尖摘除,花期喷施0.3%硼肥加0.5%尿素。花后5 d对于结果较多的果树,进行人工疏果,然后套袋保护。

中耕除草和病害防治:葡萄萌发3~5片叶时开始防病,每隔7~10 d喷药1次,尤其是雨后更要加强喷药保护,并注意中耕除草。此期主要防葡萄黑痘病、灰霉病、锈病等。例如黑痘病可用杜邦福平800倍液,灰霉病可用速克灵1500倍液防治。此外还可多用菌灵800倍、代森锰锌800倍、代森锌800倍等药防治。