

# 耐盐西瓜砧木筛选及其耐盐机理的研究

张云起<sup>1</sup>, 刘世琦<sup>1\*</sup>, 杨凤娟<sup>1</sup>, 李东方<sup>2</sup>

(1. 山东农业大学园艺学院, 泰安 271018; 2. 青岛农业科学院, 青岛 261000)

**摘要:** 通过 NaCl 处理筛选出了适合保护地栽培的耐盐西瓜砧木, 并对其耐盐机理进行了研究。结果表明, 三丰付子瓜、北京极早冬瓜等砧木最耐盐, 可耐受 300 mmol/L 的浓度, 韩育瓠子瓜等品种不耐盐; 高盐胁迫下, 细胞膜结构破坏, 质膜透性增加, 相对电导率均大幅度提高; 细胞的膜脂过氧化程度明显加剧, 丙二醛 (MDA) 含量显著增加; 植物体内过氧化物酶 (POD) 活性增强, 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性下降; 同时, 盐处理后植物体内游离脯氨酸含量增加, 无盐及盐胁迫下, 耐盐品种均高于盐敏感品种。

**关键词:** 盐胁迫; 西瓜砧木; 电导率; 游离脯氨酸; POD; SOD

中图分类号: S651

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2003)04-0105-04

## Study on the Screening of Salt-tolerant Watermelon Stock and Mechanism of Salt-tolerance

ZHANG Yun-qi<sup>1</sup>, LIU Shi-qi<sup>1\*</sup>, YANG Feng-juan<sup>1</sup>, LI Dong-fang<sup>2</sup>

(1. Horticulture College, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China;

2. Agricultural Academy of Qingdao, Qingdao 261000, China)

**Abstract** Salt-tolerant watermelon stock suit for greenhouse culture was successfully isolated through NaCl stress, and the mechanism of salt-tolerance of stock was studied. The results showed that the salt tolerant of sanfeng guard and Beijing very earlierness was guard were the best, and their ultimate salt tolerant concentration was 300 mmol/L, but hanyu guard was on the contrary. Under the high salt stress, the structure of membrane was destroyed, permeability of cytoplasm membrane was enhanced, electrolytic leakage was increased rapidly; membrane lipid peroxidation was hasten, and content of MDA was dramatically increased, POD activities raised and SOD activities declined. At the same time, content of proline was approved.

**Key words** Salt stress; Watermelon stock; Electrolytic leakage; Proline content; POD activity; SOD activity

近年来,随着设施园艺的迅速发展,西瓜反季节保护栽培面积不断扩大。但由于园艺设施季节性或常年覆盖生产,土壤长期得不到雨水的淋洗,使盐分聚集,引起土壤次生盐渍化,严重影响西瓜的生长和发育。随着覆盖年限增加,土壤次生盐渍化程度加剧,西瓜逐年减产,品质下降。土壤次生盐渍化已成为影响西瓜保护栽培的制约因素。为此本研究试图筛选出耐盐西瓜砧木,并进一步探讨其耐盐机理,为设施西瓜优质高产,实现可持续

生产创造必要条件。

### 1 材料与amp;方法

#### 1.1 材料选择与amp;处理

试验材料为目前市场上可收集到的韩育瓠子瓜、三丰牌付子瓜等 11 种瓠瓜品种;早绿 40 西葫芦、佳宝、碧玉等 10 个西葫芦品种;黑皮冬瓜、粉皮大冬瓜等 9 个冬瓜品种;日本南瓜、黑子南瓜等 8 个南瓜品种和 3 个丝瓜品种。将经过催芽的种

\* 收稿日期: 2003-05-02 修回日期: 2003-06-02

作者简介: 张云起 (1980-) 女,在读硕士,从事西瓜抗盐方面的研究。\* 通讯作者: E-mail: liulucky99@yahoo.com.cn

子播于装有蛭石、草炭(1:2)的育苗盘中,待长至一叶一心时开始用 NaCl 处理,处理浓度每天递增 25 mmol/L。统计各个品种的最高耐盐浓度并进行分类。结合生产筛选出适于在盐渍化土壤中栽培的砧木品种,并选耐盐级别不同的 3 个品种,分别统计 NaCl 在 50 100 150 200 mmol/L 时的耐盐指数与野生西瓜砧木作进一步比较试验。每个品种种植 100 株,待长至两叶一心时分别用 0 30 60 90 120 mmol/L 的 NaCl 溶液处理,14 d 后随机取样,3 次重复,测定各项抗性指标,以验证品种的耐盐性,并进一步探讨砧木的耐盐机理。

1.2 测定方法

盐害指数 盐害分级标准为:0级 未受害;1级 1/3叶缘、叶尖受害;2级 2/3叶缘、叶尖受害;3级 全部叶缘、叶尖受害或 1/3叶片枯落;4级 2/3叶片枯落;5级 叶片全部脱落。

$$\text{盐害指数} = \frac{\sum (\text{代表级值} \times \text{株数})}{\text{最高}}$$

表 1 不同砧木品种的最高耐盐浓度

Table 1 The highest-tolerant concentration of different stocks

最高耐盐浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Ultimate salt tolerant concentration	瓠瓜品种 Species of guard	冬瓜品种 Species of wax guard	南瓜品种 Species of pumpkin
300	三丰牌 付子瓜, 线瓠子 砧木一号, 天骄早瓠	北京极早熟冬瓜, 一串铃小冬瓜	
225	鲁寿改良瓠子, 清风瓠子, 特早长线瓠瓜	绿宝小冬瓜, 黑皮冬瓜, 贵阳小青瓜, 粉皮大冬瓜, 广东青皮冬瓜, 春绿冬瓜	金钩南瓜王, 日本南瓜, 新无蔓一号
175	益民瓠子瓜, 长条瓠子, 韩育瓠子瓜		无蔓四号, 博大金太阳

从表 1 可以看出,各瓜类品种耐盐性差异较大,其中三丰牌付子瓜、线瓠子、砧木一号等可耐受 300 mmol/L,清风瓠瓜等 12 个品种可耐盐中等,韩育瓠子瓜耐盐力较弱。根据筛选结果,结合生产上多用瓠瓜作西瓜砧木的实践,选用耐盐级别不同的 3 个瓠瓜品种三丰牌付子瓜、清风瓠子、韩愈瓠子瓜与野生西瓜砧木作耐盐机理的研究。通过不同浓度 NaCl 处理,统计各品种的盐害指数(表 2)。

表 2 不同西瓜砧木的盐害指数

Table 2 Index of salt stress of different stocks

品种 Variety	NaCl 浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) NaCl concentration			
	50	100	150	200
A 野生西瓜砧木	20	31	49	78
B 三丰牌付子瓜	4	17	33	49
C 清风瓠子	9	21	45	58
D 韩育瓠子瓜	17	26	51	67

表 2 表明,在 NaCl 150 mmol/L 胁迫下,三丰牌付子瓜受盐害最轻,盐害指数仅为 4%,而野生

级值 × 总株数) × 100%

质膜相对透性 按李树锦方法<sup>[1]</sup>测定叶片的相对电导率,表示质膜相对透性。

游离脯氨酸含量用酸性茚三酮比色法测定<sup>[2]</sup>。

酶液提取及测定 称取 0.5 g 真叶加 4 mL 磷酸缓冲液 (pH= 7.8) 冰浴研磨,于 4 000 r/min 低温离心 20 min,上清液即酶提取液。MDA 活性参照邹琦方法<sup>[3]</sup>测定,采用 Health 方法<sup>[4]</sup>测定 SOD 活性,POD 活性按照 Omran 的方法<sup>[5]</sup>测定。

2 结果与分析

2.1 耐盐品种的筛选

试验结果表明,随着盐浓度的逐渐增加,不同砧木的最高耐盐浓度(即致死浓度)差异明显,各品种的最高耐盐浓度见表 1。

西瓜砧木受害最重,其盐害指数高达 20%。随着 NaCl 浓度的不断增加,4 个品种的受害症状明显加重,仍以野生西瓜砧木受害最重。说明三丰牌付子瓜为耐盐性最强的西瓜砧木,生产上常用的野生西瓜砧木耐盐性很差。

2.2 盐胁迫对砧木幼苗生理生化特性的影响

2.2.1 细胞膜透性的变化 在盐胁迫下细胞膜损伤与质膜透性增加是盐伤害的本质之一<sup>[6]</sup>。不同品种的相对电导率结果表明,耐盐品种的细胞膜通常具有较高的稳定性<sup>[7,8]</sup>。砧木叶片细胞膜透性与品种的耐盐性具有相关性,耐盐品种在盐处理和无盐条件下相对电导率均低于不耐盐品种。同时,随着盐浓度的增加,砧木叶片电导率呈上升趋势,其增加的幅度因品种耐盐性不同而异,耐盐品种 B 相对增幅较小,而不耐盐品种 A 增幅较大,可达 57.5% (图 1),这表明盐胁迫下砧木叶片相对电导率即细胞膜透性的盐稳定性可以反映品种的耐盐性。

2.2.2 游离脯氨酸含量的变化 图 2 表明,不同

品种在盐胁迫下叶片游离脯氨酸含量均增加,并且随盐胁迫强度的增强而增加;在相同盐胁迫条件下耐盐品种的游离脯氨酸含量明显高于盐敏感品种。

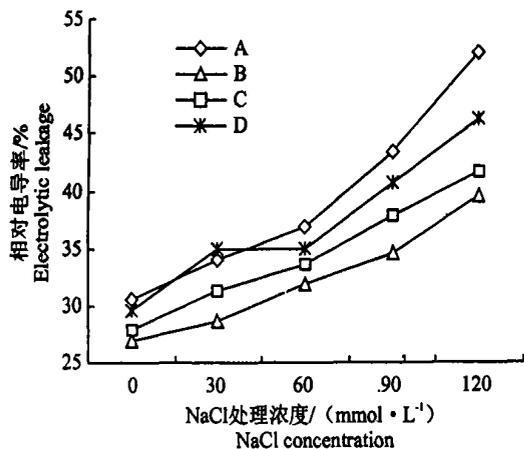


图 1 盐胁迫对幼苗叶片细胞膜透性的影响

Fig. 1 Effect of salt stress on permeability of cell membrane in the leaf of seedling

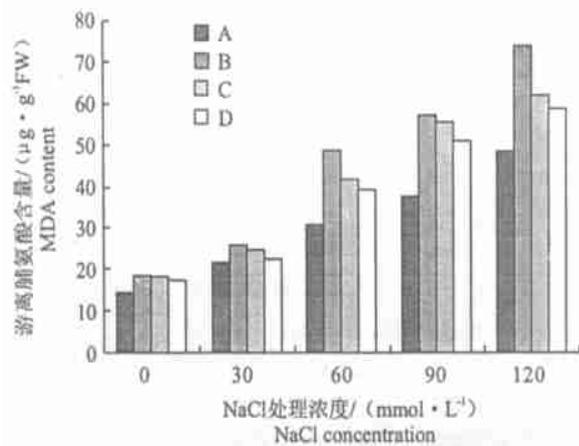


图 2 盐胁迫下幼苗叶片中游离脯氨酸含量的变化

Fig. 2 Variance of free proline in the leaf of seedling by salt stress

植物中游离脯氨酸含量一直是被受关注的抗逆性指标,它具有调节渗透及保护细胞膜结构稳定的作用<sup>[9]</sup>。本研究结果表明,耐盐品种 B 体内的脯氨酸水平在无盐和盐胁迫处理下均高于不耐盐品种,盐胁迫可明显促进幼苗体内脯氨酸的积累,其增幅也与品种的耐盐性相关。因此盐胁迫后耐盐品种能够保持细胞膜稳定,可能与体内的脯氨酸迅速积累有关,幼苗体内游离脯氨酸含量及盐胁迫后脯氨酸的增量可以作为间接鉴定砧木耐盐性的生化指标。

2.2.3. MDA 含量的变化 砧木幼苗在正常的

条件下 MDA 含量没有明显差异(图 3) 经 NaCl 处理后,幼苗叶片 MDA 含量明显增加,这说明盐胁迫后盐敏感品种的膜脂过氧化程度较大,膜伤害严重,表现出对盐比较敏感;而耐盐品种的膜脂过氧化程度较轻,对盐胁迫有一定的耐受性。

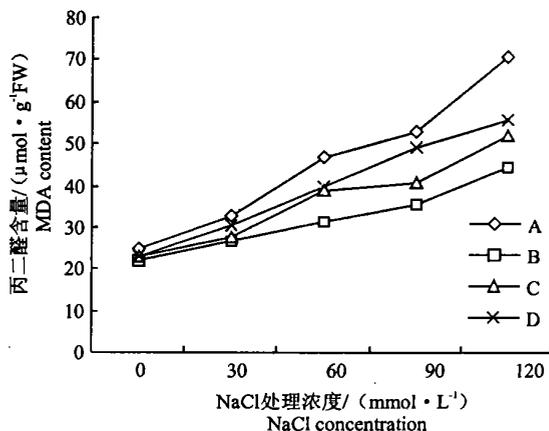


图 3 NaCl 处理对幼苗叶片 MDA 含量的影响

Fig. 3 Effect of NaCl stress on MDA content in the leaf of seedling

2.2.4 SOD 活性的变化 图 4 显示,在无盐条件下各品种 SOD 活性差异不显著,经 NaCl 胁迫后,4 个品种 SOD 活性均降低,并且耐盐品种下降幅度小于盐敏感品种,耐盐品种在无盐和盐胁迫条件下 SOD 活性均高于盐敏感品种,使得耐盐品种在高盐胁迫下减少对膜系统的伤害,保持一定的耐盐性。

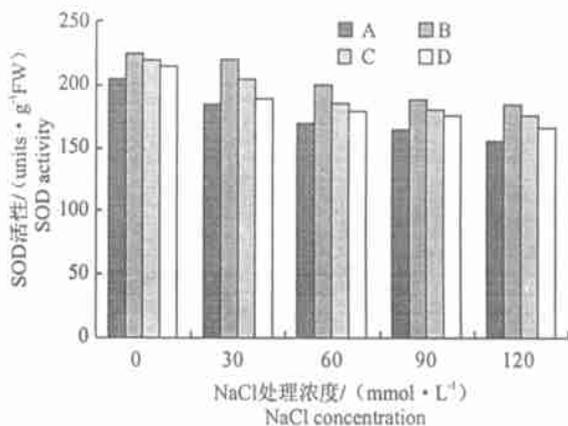


图 4 NaCl 处理对幼苗叶片 SOD 活性的影响

Fig. 4 Effect of NaCl stress on SOD activity in the leaf of seedling

2.2.5 POD 活性的变化 砧木在正常生长条件下,POD 活性差异不大(图 5) NaCl 处理后,POD 活性显著增加,耐盐品种 B 增幅较大,盐敏感品

种 A 增幅相对较小。在无盐及高盐胁迫下,耐盐品种 POD 活性均明显高于盐敏感品种,POD 作为活性氧清除剂,其活性提高可以减轻活性氧对膜的伤害,POD 活性相对增加量与西瓜砧木耐盐性表现为正相关。

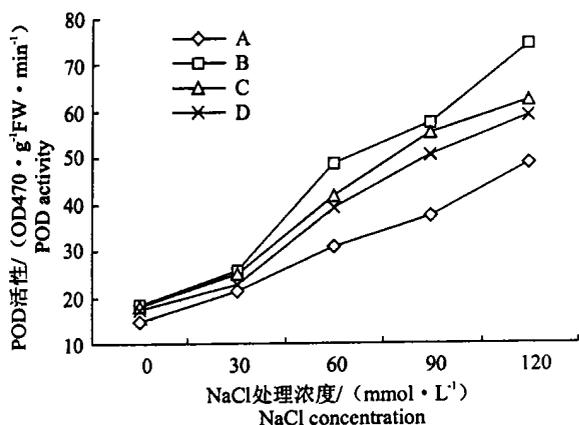


图 5 NaCl 处理对幼苗叶片 POD 活性的影响

Fig. 5 Effect of NaCl stress on POD activity in the leaf of seedling

### 3 讨论

本研究结果表明,瓠瓜品种三丰牌付子瓜是最适合保护地栽培的西瓜砧木,它具有较强的耐盐性,能够耐受连作多年的设施土壤而产量和品质不下降。同时,盐胁迫下砧木细胞质膜透性增强,并且耐盐性强的品种增幅明显低于盐敏感品种,耐盐性强的瓠瓜品种膜脂过氧化程度明显低于盐敏感品种,MDA 是膜脂过氧化分解产物,其含量高低在一定程度上可作为鉴定砧木耐盐性强弱的生理指标之一。盐胁迫可引起植物体内游离脯氨酸积累,积累机理是脯氨酸氧化受抑制和合成被促进<sup>[9]</sup>,Buhl 等将脯氨酸的前体 14-C 谷氨酸加入离体大麦叶片的试验表明:盐胁迫环境下脯氨酸合成加强,同时氧化作用下降<sup>[10]</sup>。本试验中,耐盐砧木脯氨酸增量显著高于盐敏感品种,可以认为脯氨酸积累可以增强植物耐盐性,可作为间接鉴定砧木耐盐性的生化指标。

POD 和 SOD 作为植物内源的活性氧清除剂,属保护酶系统<sup>[11]</sup>,逆境中维持较高的酶活性,才能有效地清除活性氧使之保持较低水平,从而

减少其对膜结构和功能的破坏<sup>[12]</sup>。研究发现,砧木幼苗在 NaCl 胁迫后 POD 活性增加,耐盐品种的 POD 活性增加幅度大于盐敏感品种。SOD 活性在胁迫后降低,耐盐品种的 SOD 活性降低幅度小于盐敏感品种。这是因为这两种保护酶在 NaCl 胁迫下能维持较高的活性,从而使耐盐品种在胁迫下对膜系统伤害减少,保持一定的耐盐性。因此,POD、SOD 活性也可作为间接鉴定砧木幼苗耐盐性的生化指标。

本试验研究了西瓜砧木幼苗的抗盐性,关于嫁接后幼苗的抗盐性和耐盐砧木在生产上的意义和效果还有待于进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 李树锦,王洪春,王文英,等.干旱对玉米叶片细胞透性及膜脂的影响[J].植物生理学报,1983,9(3): 223-229.
- [2] 朱光廉.植物体内游离脯氨酸的测定[J].植物生理学通讯,1983,(1): 305-314.
- [3] 邹琦.植物生理生化实验指导[M].北京:中国农业出版社,1995. 97-99.
- [4] Heath R L, Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation[J]. Arch. Biochem. Biophys, 1968, 125: 189-198.
- [5] Omran R G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedlings[J]. Plant Physiol, 1980, 65(2): 407-408.
- [6] 宋洪元,雷建军,李成琼.植物热胁迫反应及抗热性鉴定与评价[J].中国蔬菜,1998,(1): 48-50.
- [7] 吴国胜,曹婉仁,王永健,等.细胞膜热稳定性及保护酶和大白菜耐热性的关系[J].园艺学报,1995,22(4): 353-358.
- [8] 王建明.超氧化物歧化酶在植物逆境和衰老中的生理作用[J].植物生理学通讯,1989,(1): 1-7.
- [9] 汤章诚.逆境条件下植物脯氨酸积累及其可能的意义[J].植物生理学通讯,1984,(1): 15-21.
- [10] BUHL M B. Effect of NaCl on proline synthesis and utilization in excised barley leaves[J]. Plant Physiol, 1983, 73: 664-667.
- [11] 王宝山.生物自由基与植物膜伤害[J].植物生理学通讯,1989,(2): 12-16.
- [12] 沈法富.盐胁迫对棉花幼苗子叶超氧化物歧化酶活性的影响[J].棉花学报,1993,5(1): 39-44.