

# 番茄苗期耐盐性鉴定指标初探

刘 翔, 许 明, 李志文

(沈阳农业大学园艺学院 辽宁 110161)

**摘 要:** 采用 50、100、150、200 mmol/L NaCl 盐溶液 4 个浓度处理, 对耐盐性不同的番茄品系进行胁迫试验。结果表明品系间差异显著, 抗(耐)盐性弱的品系长势较弱, 株高、茎粗、干物质量下降明显, 而抗(耐)盐性强的品系苗长势强, 株高、茎粗、干物质量较稳定; 同时抗(耐)盐性弱品系的盐害指数显著高于抗(耐)盐性强的品系, 而且植株干鲜比变化趋势也与抗(耐)盐性强的品系明显不同。经筛选, 植株的盐害指数、株高、茎粗、干物质量、根系与地上部干鲜比可以作为鉴别番茄耐盐性大小的指标, 同时, NaCl 胁迫溶液浓度选用 100~150 mmol/L 效果较好。

**关键词:** 番茄; NaCl 胁迫; 耐盐指标

中图分类号: S 641.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2007)03-0004-04

盐渍化土壤在世界上分布很广, 面积占世界陆地总面积的  $1/3^{[1]}$ 。随着人类不断开发和大量利用土地的同时, 土壤次生盐渍化也在不断发展。土壤盐碱化面积在逐年扩大, 并且导致盐碱地区的生态环境恶化, 给农业生产带来严重威胁, 制约当地人民生活水平的提高。同时由于保护地土壤处于人为特殊小气候环境下, 加之栽培、水肥管理的不科学, 导致保护地土壤营养障碍的频繁发生, 土壤盐分积累现象明显, 特别是保护地土壤次生盐渍化发生面积大、范围广、危害严重, 给农民造成了很大的经济损失, 有些大棚和温室甚至因此而废弃。而目前耐盐、碱番茄育种没有重大突破的重要原因之一是当前所利用的耐盐碱亲本源比较缺乏, 遗传背景较狭窄。所以尽快鉴定和筛选具有较高利用价值的耐盐碱种质资源至关重要。进行耐盐性鉴定不仅是获得耐盐品种的直接手段, 还可以为耐盐育种提供亲本。该试验针对此问题进行研究, 探索鉴定番茄耐盐性强弱的标准, 以期对番茄耐盐育种提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

选用耐盐性强的野生近缘种醋栗番茄(*Lycopersicon pimpinellifolium*)和不耐盐的自交系 L0 1、404、406(种子由辽宁东亚种业有限公司提供)。其中 L0 1 为小果型番茄, 404 和 406 均为大果型番茄。

### 1.2 试验方法

试验采用随机区组设计, 每个品系栽 3 行, 1 行为 1 次重复, 每重复设 5 个 NaCl 胁迫浓度处理(0、50、100、150、200 mmol/L), 每个处理 20 棵苗, 2005 年 8 月 6 日播种, 在沈阳农业大学育苗温室基质育苗, 基质组成为

草炭:蛭石=2:1。待番茄四叶一心时开始进行 NaCl 胁迫处理, 每隔 5 d 浇一次盐水。

每次盐水处理后第 3 d 调查各品系不同盐分浓度处理番茄幼苗的苗情, 并测定幼苗的株高、茎粗、叶长、叶宽, 待苗期 NaCl 胁迫处理结束后, 将每份材料的地上部与地下部分开, 分别称苗鲜重和根鲜重、苗干重和根干重并计算干鲜比、根冠比。

由于目前尚未有关于衡量番茄耐盐能力大小的系统的标准, 所以该试验参考农业部 NY/PZT001-2002《小麦耐盐性鉴定评价技术规范》的标准方法, 并根据生长状况将苗情分为 6 级, 分级标准见表 1。按以下公式计算盐害指数, 并根据表 2 确定各材料的耐盐等级。

表 1 盐处理后苗情分类标准

级别	分级标准
0	生长正常, 无受害症状
1	生长基本正常, 个别叶片出现黄斑
2	植株生长减缓, 个别叶片黄化或枯萎
3	植株生长减缓, 3~4 片绿叶
4	植株生长非常缓慢, 只有 1~2 片绿叶
5	植株停止生长, 叶片全部黄化

表 2 番茄苗期耐盐性分级标准

级别	耐盐性	苗期盐害指数(%)
1	高耐	0~20.0
2	耐盐	20.1~40.0
3	中耐	40.1~60.0
4	敏感	60.1~80.0
5	高感	80.1~100

$$\text{盐害指数}(\%) = \frac{\sum_{N=0}^5 (N \text{ 级苗数} \times N \text{ 级})}{5 \text{ 级} \times \text{总苗数}} \times 100$$

## 2 结果与分析

### 2.1 盐害指数

盐害指数可以衡量植物受到盐分胁迫时群体的伤害程度。从表 3 中可以明显看出, 耐盐品系与不耐盐品

第一作者简介: 刘翔, 男, 沈阳农业大学园艺学院在读硕士, 从事蔬菜育种方面的研究。

收稿日期: 2006-11-20

系盐害指数有明显的差异。醋栗番茄在不同浓度处理下其盐害指数均显著低于其他 3 个不耐盐自交系, 其中 50、150、200 mmol/L 3 个浓度达到了极显著水平。而其他 3 个不耐盐的自交系在 50、150、200 mmol/L 3 个浓度

下盐害指数差异不显著, 在 100 mmol/L 浓度下 L0 1 品系盐害指数与 404、406 的差异极显著, 同时显著高于醋栗番茄。

表 3		盐处理后不同品系的盐害指数											
品系	浓度处理	50( mmol/L)			100( mmol/L)			150( mmol/L)			200( mmol/L)		
		平均值	显著水平		平均值	显著水平		平均值	显著水平		平均值	显著水平	
			%	5% 1%		%	5% 1%		%	5% 1%		%	5% 1%
	406	23. 33	a	A	52. 00	a	A	78. 00	a	A	88. 67	a	A
	404	20. 00	a	A	50. 00	a	A	74. 67	a	A	88. 67	a	A
	L0- 1	19. 33	a	A	42. 00	b	B	74. 67	a	A	86. 67	a	A
	醋栗番茄	11. 33	b	B	36. 67	c	B	59. 33	b	B	71. 33	b	B

2. 2 苗期各个形态指标的变化

4 个品系的清水处理均能保持正常生长, 无任何伤害迹象, 而盐处理的材料表现出不同程度的盐害症状, 如生长缓慢或停滞, 新叶叶端卷曲, 叶片黄化枯萎等。从表 4 中可以看出, 就苗高表现来看, 盐处理的材料均有不同程度的降低, 但不同品系间存在明显的差异。其中野生醋栗番茄在盐浓度从 50 mmol/L 上升到 150 mmol/L 时株高下降幅度较小, 差异不明显。到 200 mmol/L 时株高有显著下降, 404 与 406 品系在盐浓度升高到 50 和 150 mmol/L 时株高均呈现显著变化。

L0 1 品系在 50 mmol/L 浓度处理时株高有显著的下降之后随浓度升高而逐渐下降。茎粗方面, 耐盐醋栗番茄品系茎粗随盐浓度的升高无明显的变化, 从 0 升至 150 mmol/L 茎粗下降不显著。其他 3 个不耐盐品系在盐处理情况下茎粗均呈现显著的下降, 耐盐醋栗番茄在盐胁迫处理刚开始时叶片长度有显著下降, 但随着盐胁迫浓度的升高并没有显著的变化, 其他 3 个不耐盐的品系叶长随着盐浓度的提高呈现显著下降的趋势。叶片宽度的变化无明显的规律性。

表 4		不同品系番茄在不同浓度 NaCl 胁迫下苗期各形态指标								
品系	浓度 ( mmol/L)	株高 ( cm)	5%显著水平	茎粗(mm)	5%显著水平	叶片长 ( cm)	5% 显著水平	叶片宽 ( cm)	5%显著水平	耐盐级别
L0－1	0	27.50	a	5.39	a	14.10	a	10.50	a	
	50	23.17	b	4.63	b	12.00	b	8.93	ab	1
	100	21.17	bc	4.36	bc	10.73	c	8.60	b	3
	150	20.00	bc	4.07	bc	10.07	c	8.10	b	4
	200	18.27	c	4.01	c	10.17	c	8.43	b	5
醋栗番茄	0	23.67	a	3.60	a	9.50	a	7.03	a	
	50	20.00	ab	3.07	ab	8.07	b	6.07	ab	1
	100	18.00	bc	3.22	ab	8.30	b	6.43	bc	2
	150	14.83	bc	3.21	ab	7.73	b	5.40	c	3
	200	13.50	c	2.96	b	7.57	b	5.57	c	4
404	0	21.67	a	5.51	a	16.77	a	10.83	a	
	50	16.17	b	5.27	ab	15.17	b	11.50	ab	1
	100	16.33	b	4.95	b	12.00	c	9.63	b	3
	150	13.17	c	3.98	c	12.00	c	9.77	b	4
	200	12.33	c	4.09	c	10.77	c	8.33	c	5
406	0	23.83	a	5.60	a	16.23	a	11.73	a	
	50	20.67	ab	4.80	b	14.10	ab	11.03	a	2
	100	18.33	b	4.01	c	11.83	bc	8.90	a	3
	150	15.00	c	4.14	cd	11.73	bc	9.10	a	4
	200	12.50	c	3.76	d	11.10	c	9.00	a	5

2. 3 干物质积累量的变化

2. 3. 1 根系干物质积累量的变化 由图 1 可以看出, 随着盐浓度的升高, 耐盐番茄品系和不耐盐番茄品系根系干物质质量变化的差异十分明显。图中耐盐醋栗番茄在盐浓度 0~100 mmol/L 范围内其根系干物质积累量下降了 2. 39%, 差异不显著。在盐浓度达到 150 mmol/L 时呈显著下降趋势。而 L0- 1、404、406 号 3 个不耐盐品

系在盐浓度升高时根系干物质积累量呈现显著下降, 在盐浓度为 100 mmol/L 时分别下降了 48. 29%、22. 66% 和 45. 85%, 差异显著。说明野生醋栗番茄根系生长受盐害影响较小, 而盐害对其他 3 个品系根系生长有较大的抑制作用。以上 4 个品系在盐浓度为 200 mmol/L 时均呈显著下降。

2. 3. 2 地上部干物质积累量的变化 地上部干物质积累

量的变化与根系相似,如图2所示,耐盐醋栗番茄在盐浓度从0到100 mmol/L时变化很小,在浓度达到150 mmol/L时有显著下降。L0 1、404、406这3个不耐盐

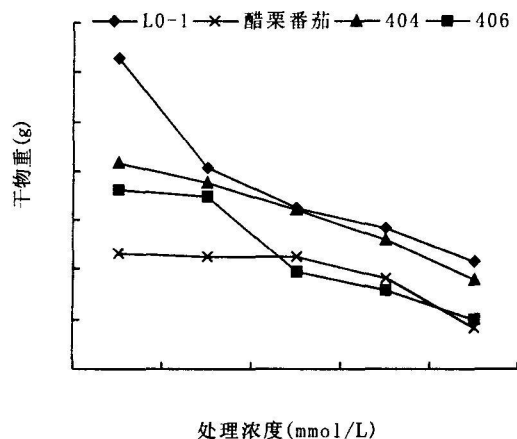


图1 盐胁迫下不同品系番茄根系干物重

## 2.4 不同品系番茄植株干鲜比的变化

2.4.1 不同品系番茄根系干鲜比的变化 植株干鲜比可以表示出植株体内干物质比率的大小,干鲜比大说明植株体内干物质所占的比率大。由图3可以看出耐盐品系与不耐盐品系植株的干鲜比有着十分明显的差别。野生醋栗番茄植株的干鲜比在盐浓度从0上升至150 mmol/L的过程中呈现明显的上升趋势,达到

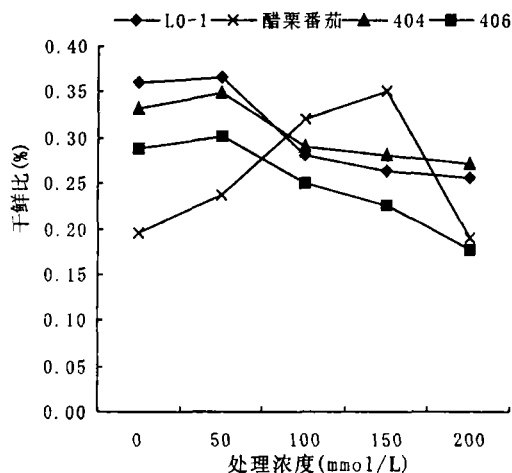


图3 盐胁迫下不同品系番茄根系干鲜比

2.4.2 不同品系番茄地上部干鲜比的变化 地上部干鲜比的变化趋势与根系类似,野生醋栗番茄植株的干鲜比在盐浓度从0上升至150 mmol/L的过程中呈现明显的上升趋势,达到150 mmol/L时植株的干鲜比较清水处理提高了61.80%,差异极显著。之后随着盐浓度的升高急剧下降。其他3个不耐盐的番茄品系地上部的干鲜比随着盐胁迫浓度的升高始终呈下降的趋势。

## 2.5 不同品系番茄根冠比的变化

自交系在盐浓度升高时干物质积累量下降较大,在100 mmol/L时分别下降了41.67%、32.81%、53.62%,差异极显著。L0 1在150~200 mmol/L浓度无显著变化。

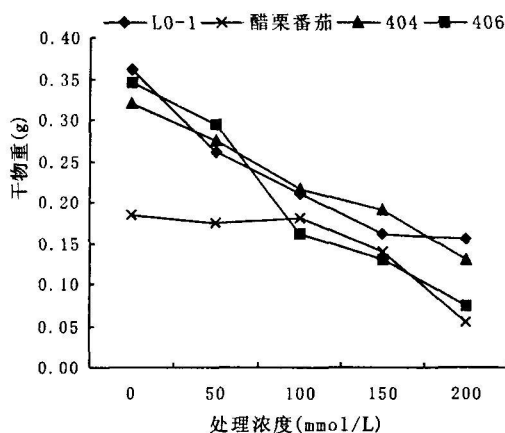


图2 盐胁迫下不同品系番茄地上部干物重

150 mmol/L时植株的干鲜比较对照提高了79.77%,差异极显著。之后随着盐浓度的升高急剧下降。L0 1、404、406,3个不耐盐的品系在50 mmol/L浓度处理时植株干鲜比略有上升但差异不显著,之后随着盐胁迫浓度的上升,干鲜比呈现明显下降趋势,到200 mmol/L时分别下降了29.18%、18.53%、39.20%,差异显著。

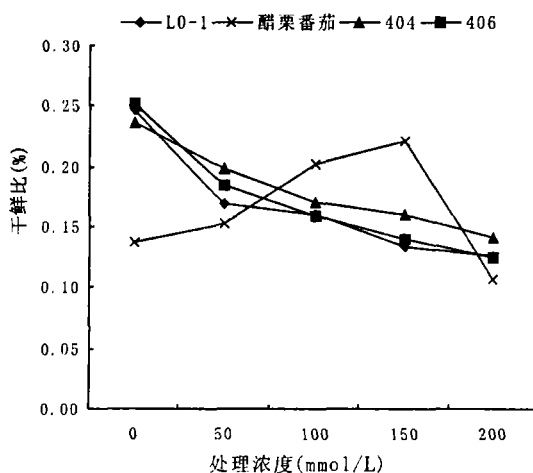


图4 盐胁迫下不同品系番茄地上部干鲜比

随着NaCl胁迫浓度的升高,植株地上部和地下部生物量积累减少,不同品系植株地上部和地下部生物量分配有所不同,如图5所示,野生醋栗番茄在NaCl浓度从0~100 mmol/L之间时根冠比变化很小,在100 mmol/L时根冠比降低了1.7%,而404、406 2个不耐盐品系在100 mmol/L浓度处理时根冠比分别增加了14.9%和16.7%,差异极显著。说明随着盐浓度的升高,这2个品系植株地上部营养器官生长受到抑制。而L0 1品系的

根冠比的变化无明显的规律性。

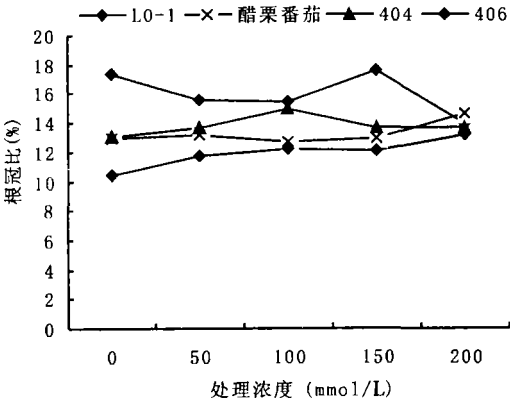


图 5 盐胁迫下不同品系番茄根冠比

2.6 不同浓度鉴定番茄耐盐性效果比较

在该试验中,当盐胁迫浓度在 100 与 150 mmol/L 时耐盐性不同的番茄之间差异较为明显。表 3 中 100 mmol/L 处理 L0 1 和醋栗番茄盐害指数均显著低于 404 和 406,且 L0 1 也显著低于醋栗番茄,品系之间耐盐性差异较为明显,而其他 3 个浓度处理 L0 1 与 404、406 之间无显著性差异。图 1 中耐盐性较强的醋栗番茄在胁迫浓度从 0 开始最高上升到 150 mmol/L 过程中根系干物重无显著变化,图 2 中醋栗番茄在胁迫浓度在 0 至 100 mmol/L 范围内变化不显著,而其他 3 个不耐盐的自交系在上述情况下根系及地上部干物重均呈极显著下降。从图 3 和 4 中可以看出,耐盐品系与不耐盐品系在胁迫浓度为 150 mmol/L 时干鲜比差异最大,此时耐盐品系的干鲜比达到最高峰,且从这个浓度开始,继续增加处理浓度时植株干鲜比呈现与之前不同的急剧下降的趋势。

3 讨论与结论

番茄被认为是中等耐盐植物,其野生种(*Lycopersicon cheesmanii*, *L. peruanum* 和 *Solanum pennellii*)耐盐能力高于栽培种, *L. cheesmanii* 可忍受海水的胁迫。在盐胁迫下野生种愈伤组织生长比栽培种的好得多<sup>[2]</sup>。大部分栽培种虽然对盐中度敏感,但是在进化过程中受人

类和环境选择,逐渐演化为耐盐胁迫。目前发现,栽培种小果番茄一般较大果番茄更耐盐<sup>[3]</sup>。试验也得出类似结论。

长期以来,人们一直在努力寻找比较简便易行的方法,尤其是早期能进行作物耐盐性筛选的生理生化等参数,以期加速作物耐盐育种进程。Saranga 等<sup>[4]</sup>认为干物质及产量可以作为番茄耐盐筛选的相关筛选参数。吴运荣等<sup>[5]</sup>利用番茄 BC<sub>1</sub>S<sub>1</sub>群体分析表明,相对株高及叶片叶绿素含量等表型参数和番茄耐盐性相关。还有人认为植株胁迫栽培或以鲜干重比作为耐盐品种改良的指标之一<sup>[2]</sup>。

该试验就目前番茄耐盐性筛选缺乏统一标准入手,研究了番茄各个外观形态指标与耐盐性的关系,结果表明,在试验条件下,耐盐番茄与不耐盐番茄的盐害指数差异十分显著,能够明显看出其群体耐盐性的大小,可作为番茄耐盐性比较鉴定的指标。番茄植株的株高、茎粗的变化趋势与其耐盐性变化趋势相似,能够反映出植株耐盐性的强弱。叶片长度之间也存在一定的显著性差异,可以作为衡量植株耐盐性强弱的参考指标。番茄植株不同部位的干物质质量大小,植株的干鲜比随着品系耐盐性的不同差别很大,可以作为番茄耐盐比较鉴定的相关参数。试验中,不同品系植株的根冠比差别较大,但仍然可以看出耐盐番茄品系的根冠比受盐胁迫的影响较小,可为鉴定耐盐性提供参考。NaCl 浓度在 100~150 mmol/L 范围内时不同耐盐性的番茄表现差异较大,可作为耐盐性鉴定的适宜浓度。

参考文献:

[1] 翟凤林,曹鸣庆.植物的耐盐性及其改良[M].北京:农业出版社,1989:34.  
[2] 李乃坚.栽培番茄的耐盐筛选[J].园艺学报,1990,17(4):299-303.  
[3] 李君明,宋燕.番茄耐盐分子育种研究进展[J].分子植物育种,2006,4(1):111-116.  
[4] Saranga Y., Cahner A., Zemir D. et al. Breeding tomatoes for salt tolerance inheritance of salt tolerance and related traits interspecific population [J]. Theor Appl Genet, 1992, 84(3-4):390-396.  
[5] 吴运荣,易可可,祝金明,等.利用表型相关分析筛选番茄耐盐指标[J].浙江大学学报(农业与生命科学),1999,25(6):645-649.

Study on Salt Tolerance Index in Seedlings of Tomato

LIU Xiang, XU Ming, LI Zhi wen  
(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Liaoning 110161)

**Abstract:** Five different concentration of NaCl solution, 0, 50, 100, 150, 200 mmol/L was used to treat with different tomato lines. Results showed that Strains with different salt tolerant ability behaved differently, Strains with weak salt tolerance (SWST) was weaker than those with strong salt tolerance (SSST); Compared to the SSST, the plant height, stem thickness and dry matter of SWST were declined obviously; the ratio of fresh weight to dry weight and salt injury index was different among different strains. The salt injury index, plant height, stem thickness, dry matter weight, and the ratio of fresh weight to dry weight in both root and shoot were screened as salt tolerance index, and the result was better when the seedlings were treated under 100~150 mmol/L.  
**Key words:** Tomato; NaCl stress; Index of salt tolerance