

# 不同茄子品种萌发期和幼苗期的耐盐性比较

贾庆美, 朱世东, 魏丽丽, 刘海燕

(安徽农业大学 园艺学院, 安徽 合肥 230036)

**摘要:**以 10 个茄子品种为试材, 用浓度分别为 0、30、60、90、120、150、180 mmol/L NaCl 溶液进行处理, 观察及分析其对萌发期及幼苗期各项生理生化指标的影响, 比较不同材料的耐盐性。结果表明: 萌发期的耐盐性比幼苗期敏感, 而且并不完全一致; 试验还表明, 对于大多数的品种, 低浓度盐胁迫 ( $\leq 90$  mmol/L) 在一定程度上促进种子萌发及幼苗生长, 高浓度盐胁迫 ( $> 120$  mmol/L) 会不同程度的抑制种子萌发及幼苗生长。

**关键词:**茄子; 种子萌发; 幼苗期; NaCl 胁迫; 耐盐性

**中图分类号:**S 641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0029-05

常年的设施栽培导致土壤盐渍化非常严重, 茄子作为设施蔬菜栽培的重要品种, 盐渍化已严重导致其产量及品质的下降<sup>[1]</sup>。所以挖掘品种本身的耐盐能力, 并且选择培育出比较耐盐的品种是当前克服土壤盐渍化较为经济有效的途径。董志刚等<sup>[2]</sup>、阎志红等<sup>[3]</sup>、陈火英等<sup>[4]</sup>均报道了不同浓度 NaCl 胁迫对种子发芽的影响, 这些研究均表明, 低浓度的盐胁迫对种子萌发没有影响或有促进作用, 高浓度盐胁迫则抑制种子的萌发。该试验旨在研究不同茄子品种萌发期及幼苗期耐盐性的相关性, 为茄子耐盐品种的选择、及早发现茄子的耐盐性提供一定的参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为“紫色长茄二号”、“三月早茄”、“金晨绿杂”、“白雪公主”、“紫红茄”、“四季黑茄”、“理想特早茄”、“西安绿茄”、“宇航绿长茄”、“黑丽长茄”共计 10 个茄子品种, 由合肥丰乐种业提供。

### 1.2 试验方法

1.2.1 NaCl 胁迫对茄子萌发期各项指标的影响 选择颗粒饱满、色泽正常的种子, 将 10 份供试种子用 10% 次氯酸钠消毒 20 min 后, 用自来水冲洗, 进行滤纸皿床发芽试验。每个培养皿 50 粒, 设 NaCl 浓度分别为 30、60、90、120、150、180 mmol/L 共 6 个处理<sup>[5]</sup>, 以 0 mmol/L 为对照(CK), 在培养皿加入蒸馏水 CK 和各浓度 NaCl 溶

液各 7 mL, 放于温度为  $(28 \pm 1)^\circ\text{C}$  的电热恒温培养箱内进行发芽试验, 3 次重复。以称重法补充蒸馏水, 保持发芽期间各处理浓度相对稳定。18 d 后结束发芽, 计算种子发芽势、发芽率、发芽指数、萌发长度和相对盐害指数<sup>[6]</sup>。

1.2.2 NaCl 胁迫对茄子幼苗期各项指标的影响 选择颗粒饱满、色泽正常的种子, 将 10 份供试种子用 10% 次氯酸钠消毒 20 min 后, 用自来水冲洗, 放于温度为  $(28 \pm 1)^\circ\text{C}$  的电热恒温培养箱内进行催芽, 待芽长 0.5 cm 时播于装有专用育苗基质的 72 孔穴盘中育苗, 当幼苗长至 3 叶 1 心时, 选择长势一致的幼苗定植于营养钵中, 置于安徽农业大学 PC 温室中进行培养。当幼苗长至 4~5 片真叶时, 对幼苗予以盐胁迫, 每株浇 10 mL, 对照组为蒸馏水。1 周后, 测定其叶绿素含量、脯氨酸含量、丙二醛含量、过氧化物酶活性及电导率<sup>[2]</sup>。

### 1.3 项目测定

以胚根长 0.2 cm 作为萌发标志, 每天定时观察、补水, 并记录种子发芽数, 以第 8 天和第 18 天发芽数分别计算发芽势、发芽率、发芽指数和相对盐害率。发芽率(%) = 发芽种子的粒数 / 供试种子的粒数  $\times 100\%$ ; 发芽指数 = 当天的发芽数 / 发芽日数; 相对盐害率(%) =  $[(\text{对照发芽率} - \text{处理发芽率}) / \text{对照发芽率}] \times 100\%$ ; 发芽势(%) = 在规定日数内发芽种子粒数 / 供试种子粒数  $\times 100\%$ <sup>[3]</sup>。

叶绿素含量测定采用丙酮乙醇混合液法<sup>[5]</sup>; 脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮显色法; 丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸显色法; 过氧化物酶含量测定采用愈创木酚染色法; 电导率测定采用外渗电导法<sup>[6]</sup>。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 和 DPS 软件进行分析。

**第一作者简介:**贾庆美(1987-), 女, 硕士研究生, 研究方向为设施蔬菜。E-mail: 869899117@qq.com.

**责任作者:**朱世东(1963-), 男, 硕士, 教授, 硕士生导师, 现主要从事蔬菜与设施农业等研究工作。E-mail: Z13605510842@qq.com.

**收稿日期:**2014-04-29

## 2 结果与分析

### 2.1 NaCl 胁迫对茄子种子发芽率的影响

发芽率表示种子最终发芽多少。从表 1 可以看出,在受到盐胁迫时,不同材料的发芽率不同。对照组的发芽率均高于 85%(茄子种子市场销售标准)<sup>[5]</sup>。发芽率最高平均值 91.13% 出现在盐浓度为 60 mmol/L,不难发现低于 60 mmol/L 的盐溶液促进了大部分品种的萌发始数和萌发时间,浓度高了则起抑制作用<sup>[7]</sup>。

“紫色长茄二号”、“白雪公主”、“宇航绿长茄”的发芽率比较高,即使在 NaCl 为 180 mmol/L 时仍高于 70%,分别为 73.33%、74.00%、88.00%,耐盐性比较好<sup>[5]</sup>;而材料“金晟绿杂”、“紫红茄”、“四季黑茄”、“西安绿茄”和“黑丽长茄”的发芽率低于 50%。10 份材料中,只有“四季黑茄”的最高值出现在对照组,“紫红茄”、“理想特早茄”和“黑丽长茄”的最高值出现在 30 mmol/L,其余 6 个品种的最高值都出现在 60 mmol/L,说明低浓度盐胁迫能促进这些材料的萌发<sup>[9]</sup>。“金晟绿杂”和“紫红茄”的发芽率随着盐胁迫浓度的增大几乎呈逐渐下降的趋势,而盐浓度达到 180 mmol/L 时甚至低于 20%,分别为 15.33% 和 17.33%,说明该材料萌发期对盐胁迫敏感。

表 1 NaCl 胁迫对茄子种子发芽率的影响

Table 1 Effect of NaCl stress on seed germination rate of eggplant seed %

品种 Variety	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	94.00a	92.67ab	97.33a	96.00a	92.67ab	92.67ab	73.33bc
“三月早茄”	87.33a	85.33a	89.33a	83.33ab	75.33abc	64.00bc	58.00c
“金晟绿杂”	85.67a	74.67a	88.67a	69.33a	70.00a	56.00a	15.33b
“白雪公主”	91.33a	86.67a	93.33a	88.67a	86.00a	84.00a	74.00a
“紫红茄”	90.00a	95.33a	93.33a	80.00a	81.33a	51.33b	17.33c
“四季黑茄”	86.00a	71.33ab	81.33ab	52.67ab	62.67ab	47.33b	28.00c
“理想特早茄”	87.33ab	92.00a	91.33a	89.33a	84.67abc	68.67bc	65.33c
“西安绿茄”	86.00a	87.33a	88.67a	77.33ab	78.67abc	60.67bc	42.00c
“宇航绿长茄”	91.33a	91.33a	94.67a	90.00a	93.33a	88.67a	88.00a
“黑丽长茄”	90.00a	94.67a	93.33a	90.00a	86.00a	75.33a	40.67b
发芽率平均值	88.90	87.13	91.13	81.67	81.07	68.88	50.20

### 2.2 NaCl 胁迫对茄子种子发芽势的影响

种子的发芽快慢和整齐度是通过发芽势来反应的<sup>[7]</sup>。从表 2 可以看出,“紫色长茄二号”、“白雪公主”和“紫红茄”在对照组以及低浓度盐处理时的发芽势较高,但随着盐浓度的升高,其发芽势降低,尤其“紫红茄”较明显,在 150、180 mmol/L 时只有 18.67%、6.00%;“三月早茄”、“金晟绿杂”、“理想特早茄”和“西安绿茄”的发芽势整体比较低,“三月早茄”发芽势最高值出现在 30 mmol/L,180 mmol/L 处理时发芽势为 4.67%,是最高值的 28.01%;“理想特早茄”的最高值出现在对照组,180 mmol/L 时的发芽势是最高值的 6.65%,降幅较大;90 mmol/L 之前的盐浓度处理促进了“金晟绿杂”的

芽势,但之后的发芽势均为 0,而“西安绿茄”从 90 mmol/L 时发芽势即变为 0,说明这 2 个品种就发芽势来看,对于盐胁迫比较敏感。“四季黑茄”、“宇航绿长茄”、“黑丽长茄”的发芽势最高值出现在 30 mmol/L 或 60 mmol/L,之后随盐浓度升高不同程度的下降。

表 2 NaCl 胁迫对茄子种子发芽势的影响

Table 2 Effect of NaCl stress on seed germination

品种 Variety	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	90.67a	87.33a	94.67a	86.67a	70.00b	72.00b	27.33c
“三月早茄”	12.67a	16.67a	12.67a	3.33a	3.33a	5.33a	4.67a
“金晟绿杂”	0.67a	1.33a	2.00a	2.00a	0.00a	0.00a	0.00a
“白雪公主”	78.33a	64.00b	82.00ba	45.33c	50.00c	42.67c	27.33d
“紫红茄”	88.00a	90.67a	82.00a	53.33b	45.33b	18.67c	6.00c
“四季黑茄”	54.67ab	63.33a	41.33b	43.33b	25.33c	12.00cd	0.67d
“理想特早茄”	20.00a	10.67ab	12.00ab	5.33ab	0.67b	2.00b	1.33b
“西安绿茄”	13.30a	0.67b	2.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b
“宇航绿长茄”	42.00bc	54.67ab	59.33a	20.00de	31.33cd	11.33e	13.33e
“黑丽长茄”	38.33a	36.67ab	40.00a	22.67bc	18.00cd	5.33de	0.67e
发芽势平均值	43.80	42.61	42.80	26.27	26.20	17.13	8.13

### 2.3 NaCl 胁迫对茄子种子发芽指数的影响

种子萌发期的综合活力可以由发芽指数反映<sup>[8]</sup>。从表 3 整体来看,除“三月早茄”的最高值出现在对照组,其余 9 个品种的最高值均出现在 30 mmol/L 或 60 mmol/L。“紫色长茄二号”、“白雪公主”和“宇航绿长茄”的发芽指数在 180 mmol/L 时均为 4 左右,但“宇航绿长茄”发芽指数在各浓度处理下较为平稳,“三月早茄”、“金晟绿杂”、“理想特早茄”和“西安绿茄”正常情况下的发芽势也较低,并且在受盐胁迫时变化较平稳,“紫红茄”、“四季黑茄”和“黑丽长茄”在高浓度盐胁迫时发芽指数有所下降,最低值比对照组分别下降了 88.49%、79.93% 和 67.15%。

表 3 NaCl 胁迫对茄子种子发芽指数的影响

Table 3 Effect of NaCl stress on seed germination index of eggplant seed

品种 Variety	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	8.41a	8.21a	8.73a	7.93a	6.52b	6.36b	4.13c
“三月早茄”	4.50a	4.33a	4.34a	3.64ab	3.25abc	2.65bc	2.25c
“金晟绿杂”	2.65a	3.04a	2.78a	2.70a	2.67a	2.08a	0.53b
“白雪公主”	7.45a	7.71a	6.08b	5.44bc	5.40bc	5.14bc	4.77c
“紫红茄”	7.99a	8.54a	7.73a	5.37b	5.11b	2.84c	0.92d
“四季黑茄”	5.43a	5.47a	4.29ab	4.01bc	3.08b	2.43c	1.09d
“理想特早茄”	4.25a	4.35a	4.47a	4.00a	3.43ab	2.70b	2.49b
“西安绿茄”	3.46a	3.46a	3.77a	3.07ab	2.94ab	2.07bc	1.26c
“宇航绿长茄”	5.54ab	5.88a	5.95a	5.00abc	4.68abc	4.36bc	4.11c
“黑丽长茄”	4.84a	5.07a	5.07a	4.26ab	4.02ab	3.05b	1.59c
发芽指数平均值	5.45	5.61	5.32	4.54	4.11	3.37	2.31

### 2.4 NaCl 胁迫对茄子种子萌发生长的影响

萌发生长可以在一定程度上反映萌发期的生长情况<sup>[9]</sup>。由表 4 可知,除“理想特早茄”,“西安绿茄”的最高

值出现在对照组,“四季黑茄”的出现在 60 mmol/L,其余 8 个品种最高值及所有浓度平均萌发长度最高值均出现在 30 mmol/L,而后有不同程度的降低,较对照降幅达 90%的有“金晟绿杂”、“四季黑茄”和“西安绿茄”,分别为 90.92%、92.95%和 99.94%,最低降幅为“三月早茄”的 65.53%。

表 4 NaCl 胁迫对茄子种子萌发长度影响

品种 Variety	length of eggplant seed mm						
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	60.41b	78.09a	73.39a	58.87b	35.35c	26.27c	10.18d
“三月早茄”	71.17a	75.55a	71.28a	43.64b	28.29c	26.02c	23.82c
“金晟绿杂”	25.98b	45.63a	42.08a	18.80b	17.60b	16.53b	2.36c
“白雪公主”	71.45a	76.38ab	63.42bc	52.52cd	51.20d	37.40e	19.29f
“紫红茄”	71.59b	87.53a	70.24b	44.34c	28.00d	20.56d	7.57e
“四季黑茄”	51.89a	52.93a	57.00a	54.93a	36.51b	22.76c	3.66d
“理想特早茄”	80.50a	66.50b	55.97bc	50.49c	21.79d	13.80d	10.64d
“西安绿茄”	69.75a	62.37ab	52.93b	41.09c	24.59d	9.14e	4.00e
“宇航绿长茄”	86.30b	101.15a	60.84c	57.73c	42.74d	28.62e	26.55e
“黑丽长茄”	96.38ab	105.06a	98.43ab	91.87b	79.65c	53.75d	23.12e
萌发长度平均值	68.54	75.20	64.56	51.43	36.57	25.49	13.12

## 2.5 NaCl 胁迫对茄子种子相对盐害指数的影响

相对盐害指数<sup>[10]</sup>反映了受盐胁迫后的伤害程度,负值表示促进作用,正值是表示抑制作用,值愈大,伤害愈严重。从表 5 可知,大多数品种,低浓度( $\leq 90$  mmol/L)起促进作用,高浓度( $> 90$  mmol/L)起抑制作用。其中,“金晟绿杂”、“紫红茄”、“四季黑茄”和“黑丽长茄”在 180 mmol/L 时的相对盐害指数较高,分别为 76.33%、81.67%、54.67%和 55.67%,同时,“金晟绿杂”受到的促进作用也很明显,甚至 120 mmol/L 处理时对其还有促进作用,“四季黑茄”受促进作用也比较明显。而“紫色长茄二号”、“白雪公主”和“宇航绿长茄”的整体表现比较平稳。

表 5 NaCl 胁迫对茄子种子相对盐害指数的影响

品种 Variety	eggplant seed %					
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )					
	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	-1.33a	-3.33a	-2.00a	1.33a	1.33a	22.00a
“三月早茄”	-1.33bc	-6.67c	0.67bc	10.33abc	24.00ab	31.00a
“金晟绿杂”	-16.67c	-7.00bc	-9.33bc	-8.33bc	12.67b	76.33a
“白雪公主”	-1.67a	4.00a	6.00a	6.67a	8.67a	19.67a
“紫红茄”	-1.33c	0.67c	13.33c	15.00c	45.67b	81.67a
“四季黑茄”	-1.00bc	-15.00bc	1.00c	15.00b	23.67b	54.67a
“理想特早茄”	-1.33ab	-4.00b	-4.67b	3.67ab	22.00ab	26.00a
“西安绿茄”	-9.00c	-10.67c	1.67bc	3.67bc	24.33ab	47.67a
“宇航绿长茄”	-1.33a	-3.00a	0.67a	3.67a	2.33a	4.33a
“黑丽长茄”	-3.00b	-1.67b	2.33b	6.67b	18.00b	55.67a
相对盐害指数平均值	-3.67	-4.67	0.70	5.77	18.23	41.90

## 2.6 NaCl 胁迫对茄子幼苗叶绿素含量的影响

从表 6 可以看出,叶绿素含量的最高均值出现在

30 mmol/L,并且 60 mmol/L 的值也高于对照组。“白雪公主”、“四季黑茄”、“理想特早茄”、“西安绿茄”和“黑丽长茄”对于盐胁迫的敏感性差异较显著,其中,“四季黑茄”在 180 mmol/L 时叶绿素含量仅为对照组的 23.17%。“三月早茄”和“宇航绿长茄”变现较平稳,降幅分别为 34.21%和 38.46%。“紫色长茄二号”、“金晟绿杂”和“紫红茄”降幅不显著,均低于 30.00%。随着盐浓度增高,10 份材料的叶绿素都不同程度的下降,说明高浓度盐胁迫影响了茄子幼苗的叶绿素含量,从而影响了光合作用<sup>[12]</sup>的正常进行,从而抑制了它们的正常生长。

表 6 NaCl 胁迫对茄子幼苗叶绿素含量影响

品种 Variety	eggplant seedling mg/gFW						
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	0.49ab	0.69a	0.47ab	0.46ab	0.39b	0.37b	0.36b
“三月早茄”	0.38a	0.44a	0.50a	0.36a	0.33a	0.30a	0.25a
“金晟绿杂”	0.73ab	0.74ab	0.82a	0.73ab	0.72ab	0.71ab	0.51b
“白雪公主”	0.65ab	0.66ab	0.72a	0.56ab	0.48abc	0.43bc	0.32c
“紫红茄”	0.77ab	0.81ab	0.93a	0.98a	0.83a	0.77ab	0.58b
“四季黑茄”	0.82a	0.83a	0.88a	0.43b	0.34bc	0.35bc	0.19c
“理想特早茄”	0.59b	0.88a	0.49bc	0.40bc	0.36bc	0.33c	0.26c
“西安绿茄”	0.80abc	0.83ab	0.86a	0.75abc	0.61bc	0.59bc	0.57c
“宇航绿长茄”	0.39a	0.40a	0.33a	0.29a	0.29a	0.25a	0.24a
“黑丽长茄”	0.76ab	0.84a	0.86a	0.76ab	0.57bc	0.41c	0.41c
叶绿素含量平均值	0.64	0.71	0.69	0.57	0.49	0.45	0.37

## 2.7 NaCl 胁迫对茄子幼苗脯氨酸含量的影响

从表 7 中可以看出,盐胁迫时 10 份材料的脯氨酸含量都高于对照,而且与盐浓度呈正相关。差异显著结果表明,“理想特早茄”对于盐胁迫最为敏感,当盐浓度为 60 mmol/L 时,其脯氨酸含量已为 119.36  $\mu\text{g/g}$ ,高于同浓度其它品种,而在 180 mmol/L 时,脯氨酸含量升高到 444.02  $\mu\text{g/g}$ ,涨幅接近 20 倍,为所有处理最高值。“紫色长茄二号”、“三月早茄”、“白雪公主”、“西安绿茄”和“黑丽长茄”的最高值与对照组的相差倍数分别为 6.76、6.96、6.40、7.24 和 6.41。其余 4 个材料的差值倍

表 7 NaCl 胁迫对茄子幼苗脯氨酸含量影响

品种 Variety	eggplant seedling $\mu\text{g/g FW}$						
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	18.37e	27.97de	47.49cd	57.09c	94.89b	150.03a	142.60a
“三月早茄”	21.78d	34.79d	32.31d	62.98c	85.29c	113.48b	173.27a
“金晟绿杂”	28.59d	31.07cd	38.50cd	43.46cd	56.17bc	75.06b	149.72a
“白雪公主”	23.02c	31.69bc	37.58bc	40.67bc	31.07cd	42.84bc	147.24a
“紫红茄”	24.88b	25.81b	40.68b	36.34b	70.42a	74.44a	86.21a
“四季黑茄”	20.54d	33.55cd	60.19b	54.31bc	60.50b	91.17a	100.15a
“理想特早茄”	23.64f	53.38e	119.36d	280.76c	381.13b	388.26b	444.02a
“西安绿茄”	19.61c	23.02c	20.54c	43.77c	44.70c	80.64b	161.49a
“宇航绿长茄”	60.81c	64.53bc	64.84bc	75.37bc	81.57bc	89.62b	271.16a
“黑丽长茄”	17.44e	21.16e	39.44de	49.04cd	66.38bc	75.99b	129.27a
脯氨酸含量平均值	25.87	34.70	50.09	74.37	97.21	118.15	180.51



数均小于5。变化量越小表明对于盐胁迫越不敏感,可以间接地反映出对于盐胁迫的耐受性。

## 2.8 NaCl 胁迫对茄子幼苗丙二醛和相对电导率的影响

由表8可以看出,供试材料在受到各个浓度NaCl胁迫时,丙二醛含量均显著差异,随着盐胁迫浓度的升高,各材料丙二醛含量都有所增加,但增幅不一,10份材料受各浓度盐胁迫时丙二醛增加量相对于对照组的平均倍数为3.94、3.98、13.53、15.89、18.36、41.46、12.25、6.08、19.23、11.88,显然,“四季黑茄”的增量比较大,受盐胁迫程度重;其次为“宇航绿长茄”、“紫红茄”、“白雪公主”、“金晟绿杂”、“理想特早茄”和“黑丽长茄”,增幅在10~20倍;“紫色长茄二号”、“三月早茄”和“西安绿茄”,增幅为3~7倍,说明受盐胁迫时丙二醛含量相对较低,膜受损程度较轻,耐盐性较强。

表8 NaCl 胁迫对茄子幼苗丙二醛含量影响

Table 8 Effect of NaCl stress on MDA content of

品种 Variety	eggplant seedling $\mu\text{mol/g FW}$						
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	0.52b	0.53b	0.62b	0.92ab	0.94ab	0.95ab	1.21a
“三月早茄”	0.48b	0.40b	0.60b	0.75b	0.83ab	0.88ab	1.33a
“金晟绿杂”	0.36cd	0.68d	1.03bc	1.06bc	1.08bc	1.52ab	1.66a
“白雪公主”	0.38cd	0.68d	1.03c	1.15bc	1.59ab	1.87a	2.00a
“紫红茄”	0.22c	0.21c	0.57c	0.69bc	1.16ab	1.31a	1.42a
“四季黑茄”	0.13c	0.61bc	0.62bc	0.83ab	1.36a	1.37a	1.38a
“理想特早茄”	0.20b	0.31b	0.46b	0.49b	0.54b	0.55b	1.30a
“西安绿茄”	0.26b	0.27b	0.34b	0.33b	0.64ab	0.65ab	0.91a
“宇航绿长茄”	0.13b	0.29b	0.32b	0.36b	0.40b	0.94a	0.97a
“黑丽长茄”	0.26b	0.42b	0.54b	0.59b	0.66b	0.76b	1.68a
丙二醛含量平均值	0.29	0.44	0.61	0.72	0.92	1.08	1.39

由表9可知,10份材料在受各浓度盐胁迫时相对电导率的变化存在差异性。“宇航绿长茄”的变化比较稳定,180 mmol/L时的相对电导率比对照高19.75%,说明受胁迫时,膜受损相对较轻,耐盐性较好;“三月早茄”、“金晟绿杂”、“白雪公主”、“紫红茄”和“四季黑茄”的电导率变化较明显,增幅为27.27%、59.68%、46.88%、

表9 NaCl 胁迫对茄子幼苗相对电导率的影响

Table 9 Effect of NaCl stress on relative electrolytic conductivity of

品种 Variety	eggplant seedling						
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	0.62b	0.77ab	0.77ab	0.82a	0.86a	0.87a	0.88a
“三月早茄”	0.77c	0.76c	0.80bc	0.84abc	0.95ab	0.96ab	0.98a
“金晟绿杂”	0.62c	0.68ab	0.73bc	0.75bc	0.85ab	0.95a	0.99a
“白雪公主”	0.64c	0.69bc	0.82ab	0.85ab	0.90a	0.92a	0.94a
“紫红茄”	0.50c	0.68b	0.77ab	0.79ab	0.81ab	0.86a	0.88a
“四季黑茄”	0.58c	0.73bc	0.85ab	0.90a	0.91a	0.93a	0.94a
“理想特早茄”	0.69b	0.86a	0.91a	0.95a	0.94a	0.95a	0.97a
“西安绿茄”	0.71b	0.72b	0.74ab	0.76ab	0.85ab	0.84ab	0.90a
“宇航绿长茄”	0.81a	0.82a	0.84a	0.92a	0.94a	0.97a	0.97a
“黑丽长茄”	0.66b	0.79ab	0.80ab	0.84a	0.86a	0.95a	0.95a
相对电导率平均值	0.66	0.75	0.80	0.84	0.89	0.92	0.94

76.00%、62.07%,其中“紫红茄”的增幅最大为76.00%,表明膜受损较严重;“紫色长茄二号”、“理想特早茄”、“西安绿茄”和“黑丽长茄”相对较稳定。

## 2.9 NaCl 胁迫对茄子幼苗过氧化物酶活性的影响

由表10可以看出,平均过氧化物酶活性最高值出现在60 mmol/L,从各材料差异性来看,“紫色长茄二号”和“白雪公主”的酶活性变化较稳定,即使在180 mmol/L时,“紫色长茄二号”的酶活性仅降低了36.84%;“三月早茄”、“金晟绿杂”、“理想特早茄”、“西安绿茄”和“黑丽长茄”的酶活性随着盐浓度增高而降低的幅度较大,尤其“西安绿茄”在盐浓度超过120 mmol/L时迅速下降,180 mmol/L时的酶活性相比对照下降了90.32%;“紫红茄”、“四季黑茄”、和“宇航绿长茄”的降幅在50%左右,相对正常。

表10 NaCl 胁迫对茄子幼苗过氧化物酶活性影响

Table 10 Effect of NaCl stress on POD activity of

品种 Variety	eggplant seedling						
	NaCl 浓度 NaCl concentration/(mmol · L <sup>-1</sup> )						
	0	30	60	90	120	150	180
“紫色长茄二号”	0.38ab	0.45a	0.46a	0.35ab	0.34b	0.30ab	0.24ab
“三月早茄”	0.42ab	0.45ab	0.53a	0.41ab	0.24bc	0.22bc	0.16c
“金晟绿杂”	0.37bcd	0.41bc	0.55b	0.85a	0.34cd	0.24cd	0.20d
“白雪公主”	0.22a	0.24a	0.17a	0.17a	0.16a	0.14a	0.10a
“紫红茄”	0.40a	0.29ab	0.26ab	0.26ab	0.24ab	0.22ab	0.19b
“四季黑茄”	0.54b	0.62b	0.83a	0.36c	0.33c	0.28c	0.26c
“理想特早茄”	0.77a	0.57b	0.53bc	0.43bcd	0.37cde	0.32de	0.21e
“西安绿茄”	0.62a	0.30b	0.21bc	0.19bc	0.09c	0.07c	0.06c
“宇航绿长茄”	0.64b	0.96a	0.63bc	0.53b	0.41c	0.41bc	0.34c
“黑丽长茄”	0.57bc	0.64ab	0.79a	0.47bc	0.41cd	0.39cd	0.22d
过氧化物酶活性平均值	0.49	0.49	0.50	0.40	0.29	0.26	0.20

## 3 讨论与结论

盐胁迫条件下,叶绿体是比较敏感的细胞器之一<sup>[11]</sup>。植物体内叶绿素含量在胁迫下的变化之所以较为复杂可能是由于试验材料、盐处理浓度和时间不同。有研究称,盐胁迫破坏叶绿体结构,使叶绿素含量下降,引起植株光合能力减弱。肖雯等<sup>[12]</sup>通过研究发现,叶绿素含量并不能直接反映植物的耐盐性,但能表示植物在盐渍条件下光合作用的强弱,可与其它指标综合分析,作为植物耐盐性判断的参考指标。

脯氨酸是植物在盐胁迫下的主要渗透调节物质之一。以往研究证实,随着外界盐浓度的增加,植物体内脯氨酸含量升高<sup>[13]</sup>。Liu等<sup>[14]</sup>认为,脯氨酸不能作为抗性生理指标,适宜作胁迫敏感性指标。因此,脯氨酸含量可以作为植物对盐胁迫的敏感性指标<sup>[13]</sup>。

丙二醛是膜脂过氧化作用的产物之一,能直接反映膜受损程度<sup>[15]</sup>。相对电导率能够表示细胞膜透性的大小,可以反映植物细胞膜在逆境条件下透性的变化和受损程度<sup>[16]</sup>。齐曼·尤努斯等<sup>[17]</sup>在对新疆大果沙枣的研究中发现,叶片细胞膜透性与膜脂过氧化程度呈正相

关。大量研究表明,在一定范围内,膜透性的大小和丙二醛的含量都与盐处理的浓度成正比<sup>[18]</sup>。因此,细胞膜透性和丙二醛含量可以作为鉴定植物耐盐性的生理指标。

植物在遭受逆境胁迫时产生的氧自由基数量增多,为了抵抗逆境对植物造成的伤害,植物主要利用抗氧化酶系统来清除氧自由基,阻止氧化损伤<sup>[19]</sup>。张恩平等<sup>[20]</sup>对黄瓜的研究表明,POD活性相对增加量与黄瓜品种耐盐性呈正相关。

盐胁迫下发芽率可以作为芽期重要指标直接反映<sup>[21]</sup>,再结合其它萌发期指标来看,萌发期较耐盐的有“紫色长茄二号”、“白雪公主”、“宇航绿长茄”,盐性较差的有“金晟绿杂”、“紫红茄”、“四季黑茄”,其余为一般耐盐;幼苗期较耐盐的有“紫色长茄二号”、“西安绿茄”、“宇航绿长茄”,耐盐性较差的有“紫红茄”、“四季黑茄”、“理想特早茄”,其余为一般耐盐。由此看出种子萌发期与幼苗期的耐盐性不是完全一致,但还是有一定联系的,如“紫色长茄二号”、“宇航绿长茄”2个阶段的耐盐性都较好,“紫红茄”、“四季黑茄”2个阶段都是对盐较敏感耐性较差的。萌发期耐盐的“白雪公主”在幼苗期的耐盐性虽不明显,但属于中等材料。由此可知,在萌发期预先选择耐盐性较好,避免耐盐性太差的品种还是有一定道理的。以上结论仅是根据室内芽期及幼苗期试验所得数据的分析,存在一定的局限性,其结果的应用性还有待于后续苗期及大田试验的进一步验证。

#### 参考文献

- [1] 郭文忠,刘声锋,李丁仁.设施蔬菜土壤次生盐渍化发生机理的研究现状与展望[J].土壤,2004,36(1):25-29.
- [2] 董志刚,孟焕文,程智慧.黄瓜品种资源芽苗期和幼苗期耐盐性及其评价指标研究[J].干旱地区农业研究,2008,26(4):156-162.
- [3] 阎志红,刘文革,赵胜杰,等. NaCl胁迫对不同西瓜种质资源发芽的影响[J].植物遗传资源学报,2006,7(2):220-225.
- [4] 陈火英,张才喜,庄天明,等. NaCl胁迫对不同品种番茄种子发芽特

- 性的影响[J].上海农学院学报,1998,16(3):209-212.
- [5] 吴雪霞,查丁石,朱宗文,等. NaCl胁迫下不同茄子材料种子萌发期的耐盐性比较[J].种子,2011,11(30):33-36.
- [6] 郭晓丽,时丽冉,白丽荣,等.不同小麦品种的耐盐性研究[J].江苏农业科学,2008(4):43-45.
- [7] 张宪政,苏正淑.作物生理研究法[M].北京:农业出版社,1992:145-148.
- [8] 郝建军,刘延吉.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2001:162-166.
- [9] 王学军,李仁所,李式军,等.黄瓜抗盐选择研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2000,31(1):71-73.
- [10] 阎艳霞,王玉魁,张东.不同枣品种对NaCl胁迫的适应性研究[J].河南农业大学学报,2008,42(4):398-341.
- [11] 张川红,沈应柏,尹伟伦.盐胁迫对几种苗木生长及光合作用的影响[J].林业科学,2000,38(2):27-31.
- [12] 肖雯,贾恢先,蒲陆梅.几种盐生植物抗盐生理指标的研究[J].西北植物学报,2000,20(5):818-825.
- [13] 张云起,刘世琦,杨凤娟,等.耐盐西瓜砧木筛选及其耐盐机理的研究[J].西北农业学报,2003,12(4):105-108.
- [14] Liu J P, Zhu J K. Proline accumulation and salt-stress induced gene expression in salt hypersensitive mutant of Arabidopsis[J]. Plant Physiol, 1997, 114(2):591-596.
- [15] 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,2000:260-262.
- [16] Mcka Y H M, Mason W L. Physiological indicators of tolerance to cold storage in sitka spruce and douglas-fir seed-lings[J]. Canadian Journal Forest Research, 1991, 21(6):890-901.
- [17] 齐曼·尤努斯,李阳,木合塔尔,等. NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>胁迫对新疆大果沙枣种子萌发及生理特性的影响[J].新疆农业科学,2006,43(2):136-139.
- [18] 刘玉冬,杨静慧,刘艳军,等.文冠果和银合欢抗盐生理特性初探[J].安徽农业科学,2009,37(6):2378-2379.
- [19] 马焕成,王沙生.胡杨膜系统的盐稳定性及盐胁迫下的代谢调节[J].西南林学院学报,1998,18(1):15-23.
- [20] 张恩平,张淑红,司龙亭,等. NaCl胁迫对黄瓜幼苗子叶膜脂过氧化的影响[J].沈阳农业大学学报,2001,32(6):446-448.
- [21] 翁森红,李维炯,刘玉新,等.关于植物的耐盐性和抗盐性的研究[J].内蒙古科技与经济,2005(4):15-16.

## Comparison of Salt Tolerance on the Seed Germination and Seedling Stage of Different Eggplant Varieties

JIA Qing-mei, ZHU Shi-dong, WEI Li-li, LIU Hai-yan

(Horticulture College, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

**Abstract:** Using 10 eggplant varieties as materials, the concentrations of 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 mmol/L NaCl solution treatment were conducted. The seed germination and seedling stage physiological and biochemical indexes were observed and analyzed, comparison of different materials in salt tolerance was studied. The results showed that the salt tolerance at seed germination was sensitive than at seedling stage, but not exactly the same. The experiment also showed that low concentration of salt stress ( $\leq 90$  mmol/L) promoted seed germination and seedling growth to a certain extent, the high concentration of salt stress ( $> 120$  mmol/L) could inhibit seed germination and seedling growth of different degree.

**Keywords:** eggplant; seed germination; seedling stage; NaCl stress; salt tolerance