

不同浓度 NaCl 胁迫处理对番茄种子发芽的影响

鲍维巨, 方 巍, 张琪晓, 吴 菊, 李元梅

(浙江省舟山市农业科学研究所, 舟山 316000)

摘 要: 研究了不同浓度 NaCl 胁迫处理对 12 个番茄品种种子发芽的影响。结果表明, 低浓度 NaCl 胁迫, 对番茄种子萌发有一定的促进作用; 随着 NaCl 胁迫浓度的加大, 发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等降低, 发芽时间推迟, 种子发芽整齐度降低。同一胁迫条件下, 不同番茄品种种子萌发有显著差异。

关键词: NaCl 胁迫; 番茄; 种子发芽; 耐盐性

中图分类号: S641.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2011)02-0227-05

Effects of stress under different NaCl concentrations on the germination of tomato seeds

BAO Wei-ju, FANG Wei, ZHANG Qi-xiao, WU Ju, LI Yuan-mei

(Institute of Agricultural Sciences of Zhoushan City in Zhejiang Province, Zhoushan 316000)

Abstract: The effects of stress under different NaCl concentrations on seed germination in 12 tomato cultivars were studied. The results showed that the stress under low NaCl concentrations on seed germination had certain promotion; inversely, with the increasing of NaCl concentration, the germination percentage, germination energy, germination index, and vigor index decreased, and germination time and seed germinating performance would be delayed and reduced accordingly. Under the same stress conditions, the seed germination among different tomato varieties were significantly different.

Key words: NaCl stress; tomato; seed germination; salt tolerance

舟山地处海岛, 耕地资源相对匮乏。近年来, 设施蔬菜的栽培面积不断扩大, 但是由于多年连作及盲目过量施用化肥, 使得土壤的次生盐渍化程度不断加重^[1], 严重影响了蔬菜的产量和品质; 另一方面, 为了解决土地需求日益增加和耕地有限的矛盾, 滨海围垦地面积不断加大, 但是滨海盐土含盐量高, 对盐敏感的蔬菜难以栽培成活, 不耐盐蔬菜生长发育受阻, 产量降低, 品质下降, 种植效益差。由于不同作物或同一种作物不同品种间的耐盐性差异显著^[2-3]。因此, 通过挖掘作物种质本身的耐盐能力, 筛选和培育出耐盐品种是开发利用盐渍土壤最为经济有效的途径。番茄是设施栽培的主要蔬菜之一, 栽培面积逐年扩大, 选育耐盐性强的番茄品种一直是番茄育种的重要目标^[4], 在农业生产中有重要经济价值。本试验对不同的番茄品种在盐胁迫下的萌发表现进行了比较研究, 了解不同浓度 NaCl

胁迫处理对番茄种子发芽的影响, 旨在为耐盐番茄品种的鉴定、筛选以及以后的耐盐育种工作及设施耐盐栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试番茄品种浙杂 203、浙杂 204、浙杂 205、浙杂 301、浙杂 809、浙杂 1802、浙粉 202、浙粉 208, 由浙江省农科院蔬菜研究所生产; 大红合作 903 由上海番茄研究所生产; 红秀、传奇由安徽大农业有限公司生产; 红玉由安徽萧新种业有限公司生产。供试的 NaCl 为分析纯。

1.2 供试材料

设置 NaCl 浓度为 0 (CK)、40、60、80、120 mmol·L⁻¹ 5 个梯度。用上述浓度的 NaCl 溶液浸种 6h, 让种子充分吸水, 然后将种子置于有一层滤纸

收稿日期: 2010-08-31

基金项目: 浙江省重大科技攻关项目(2009C2006-1-11)资助。

作者简介: 鲍维巨, 男, 高级农艺师。

的培养皿(直径为9 cm)中,分别加入相对浓度的NaCl溶液5 mL,以保持滤纸的湿润。每个培养皿放50粒种子,种子上部再铺一层滤纸。每个梯度设3次重复,放入25℃±1℃恒温培养箱中培养。发芽期间,以称重法补充蒸馏水,保持各处理浓度的相对稳定,第4天后开始每天12 h光照。以胚根长0.2 cm作为萌发标志,从第2天开始到第7天结束统计种子发芽数。实验结束时测定幼苗鲜重等生理指标。计算发芽率(GP)、发芽势(GE)、发芽指数(GI)、活力指数(VI)、相对发芽率(RGP)、相对发芽势(RGE)、相对发芽指数(RGI)、相对活力指数(RVI)。

发芽势(GE)=前4 d发芽种子数/供试种子数×100%

发芽率(GR)/%=规定日期内发芽种子数/供试种子数×100%

发芽指数(GI)= $\sum Gt / Dt$ (Gt指时间t的发芽数, Dt指相应的发芽时间)

活力指数(VI)= $S \times \sum Gt / Dt$ (S指芽苗的平均鲜重或长度)

其中,鲜重单位:g,长度单位:cm。

相对发芽率(RGP)=盐处理发芽率/对照发芽率×100%

相对发芽势(RGE)=盐处理发芽势/对照发芽势×100%

相对发芽指数(RGI):盐处理发芽指数/对照发芽指数×100%

相对萌发活力指数(RVI)=盐处理活力指数/对照活力指数×100%

2 结果与分析

从表1可以看出,在40 mmol·L⁻¹时,从发芽率上看,浙粉202、浙杂204、浙杂205、合作903的发芽率高于对照;从发芽势上看,浙杂204、合作903、红玉的发芽势高于对照。说明了在较低浓度下NaCl胁迫对一些番茄品种的种子萌发有促进作用。而随着浓度的升高,发芽明显受到抑制。在40~80 mmol·L⁻¹时,除了浙杂203外大部分番茄品种的发芽率、发芽势虽然逐渐降低,但下降的幅度并不显著。而当浓度达到120 mmol·L⁻¹时,大部分番茄品种的发芽率、发芽势与80 mmol·L⁻¹相比均大幅下降,发芽势多数趋近于零,其中浙杂204的耐盐性明显强于其它品种。表明在同浓度NaCl胁迫条件下,不同番茄品种对NaCl胁迫的敏感性不同,亦即不同品种受盐抑制的程度不同。

表1 不同浓度NaCl对12种番茄种子发芽率(GR)、发芽势(GE)的影响

Table 1 Changes of energy of germination and germination percentage in 12 tomato cultivars under different NaCl concentrations %

品种 Cultivars	NaCl 浓度/mmol·L ⁻¹ NaCl concentration									
	0		40		60		80		120	
	GR	GE	GR	GE	GR	GE	GR	GE	GR	GE
浙粉 202 Zhefen 202	92.67	82.00	94.00	66.00	84.67	44.00	72.67	19.33	5.00	0
浙杂 203 Zheza 203	98.00	95.33	83.33	64.00	73.33	27.33	43.33	8.67	3.67	0
浙杂 204 Zheza 204	96.00	90.67	98.00	94.00	97.33	95.33	97.33	92.00	91.00	33.00
浙杂 205 Zheza 205	79.33	68.00	84.00	68.00	78.67	46.67	70.00	28.67	3.33	0
浙粉 208 Zhefen 208	84.00	63.33	73.33	56.67	72.67	52.00	68.67	45.33	19.00	1.00
浙杂 301 Zheza 301	98.00	96.00	95.33	88.00	96.67	87.33	95.33	66.67	22.00	2.33
浙杂 809 Zheza 809	84.00	75.33	67.33	60.00	75.33	59.33	66.00	48.67	26.67	1.00
合作 903 Hezuo 903	86.00	78.00	90.00	82.00	82.00	67.33	74.00	56.00	31.00	4.00
浙杂 1802 Zheza 1802	88.67	72.00	85.33	63.33	84.67	56.67	82.67	49.33	24.00	0
红玉 Hongyu	91.33	81.33	91.33	85.33	91.33	73.33	88.67	64.67	28.00	1.00
红秀 Hongxiu	96.00	93.33	95.33	79.33	95.33	80.67	90.00	76.00	32.00	3.00
传奇 Chuanqi	100.00	100.00	94.67	93.33	95.33	90.00	85.33	47.33	5.33	1.00

从表1可以看出,在40 mmol·L⁻¹时,从发芽率上看,浙粉202、浙杂204、浙杂205、合作903的发芽率高于对照;从发芽势上看,浙杂204、合作903、红玉的发芽势高于对照。说明了在较低浓度下NaCl胁迫对一些番茄品种的种子萌发有促进作用。而随着浓度的升高,发芽明显受到抑制。在40~80 mmol·L⁻¹时,除了浙杂203外大部分番茄品种的

发芽率、发芽势虽然逐渐降低,但下降的幅度并不显著。而当浓度达到120 mmol·L⁻¹时,大部分番茄品种的发芽率、发芽势与80 mmol·L⁻¹相比均大幅下降,发芽势多数趋近于零,其中浙杂204的耐盐性明显强于其它品种。表明在同浓度NaCl胁迫条件下,不同番茄品种对NaCl胁迫的敏感性不同,亦即不同品种受盐抑制的程度不同。

表 2 不同浓度 NaCl 对 12 种番茄种子发芽指数(GI)、活力指数(VI)的影响

Table 2 Changes of germination index and vigour index in 12 tomato cultivars under different NaCl concentrations

%

品种 Cultivars	NaCl 浓度/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl concentration									
	0		40		60		80		120	
	GI	VI	GI	VI	GI	VI	GI	VI	GI	VI
浙粉 202 Zhefen 202	16.08	34.05	13.90	32.76	9.55	16.66	7.27	7.30	0.43	0.44
浙杂 203 Zheza 203	18.53	40.03	11.85	26.87	7.87	11.91	4.08	3.68	0.31	0.20
浙杂 204 Zheza 204	18.52	44.79	19.37	71.42	17.58	59.04	16.34	47.69	9.67	15.93
浙杂 205 Zheza 205	13.53	24.48	13.28	32.81	9.24	19.41	9.62	7.54	0.24	0.17
浙粉 208 Zhefen 208	13.73	27.62	11.36	27.83	8.52	14.94	7.84	12.42	1.65	1.85
浙杂 301 Zheza 301	19.53	45.40	17.85	57.48	13.80	36.73	11.62	24.63	1.95	1.84
浙杂 809 Zheza 809	13.12	27.38	11.02	26.64	10.37	19.15	8.34	11.46	2.32	1.91
合作 903 Hezuo 903	14.84	33.34	16.41	44.31	12.08	27.45	9.88	15.58	2.75	2.58
浙杂 1802 Zheza 1802	15.07	34.29	12.91	42.44	10.23	19.56	9.43	16.88	1.98	2.12
红玉 Hongyu	16.59	38.65	15.43	53.22	12.18	33.47	11.03	26.15	2.33	1.89
红秀 Hongxiu	19.20	43.53	16.51	56.58	16.09	44.71	14.56	31.89	2.82	2.18
传奇 Chuanqi	20.42	48.72	18.83	66.81	17.03	52.08	10.06	21.55	0.46	0.45

表 3 不同浓度 NaCl 对 12 种番茄种子相对发芽率(RGP)、相对发芽势(RGE)的影响

Table 3 Changes of relative energy of germination and relative germination percentage in 12 tomato cultivars under different NaCl concentrations

%

品种 Cultivars	NaCl 浓度/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl concentration							
	40		60		80		120	
	RGP	RGE	RGP	RGE	RGP	RGE	RGP	RGE
浙粉 202 Zhefen 202	101.40	80.48	91.36	53.65	78.41	23.57	5.40	0
浙杂 203 Zheza 203	85.03	67.14	74.83	28.67	44.21	9.09	3.74	0
浙杂 204 Zheza 204	102.08	103.67	101.38	105.13	101.38	101.46	94.79	36.40
浙杂 205 Zheza 205	105.88	100.00	99.16	68.63	88.23	42.16	4.20	0
浙粉 208 Zhefen 208	87.29	89.48	86.51	82.10	81.75	71.57	22.62	1.58
浙杂 301 Zheza 301	97.27	91.66	98.64	90.96	97.27	69.44	22.45	2.43
浙杂 809 Zheza 809	80.15	79.65	89.68	78.76	78.57	64.61	31.75	1.33
合作 903 Hezuo 903	104.65	105.13	95.35	86.32	86.05	71.79	36.05	5.13
浙杂 1802 Zheza 1802	96.23	87.95	95.48	78.70	93.23	68.51	27.07	0
红玉 Hongyu	100.00	104.92	100.00	90.16	97.08	79.51	30.66	1.23
红秀 Hongxiu	99.30	85.00	99.30	86.44	93.75	81.43	33.33	3.21
传奇 Chuanqi	94.67	93.33	95.33	86.44	85.33	79.51	5.33	1.00

从表 2 可以看出, 在 $40 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 从发芽指数上看, 浙杂 204、合作 903 的发芽指数高于对照; 从活力指数上看, 除了浙粉 202、浙杂 203、浙杂 809 外其它番茄品种的活力指数均高于对照。说明低浓度 NaCl 胁迫对一些番茄品种的种子萌发特别是对增加芽苗鲜重有一定的促进作用。和发芽率、发芽势一样, 在 $40\sim 80 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 发芽指数、活力指数虽然逐渐下降, 但降幅并不显著。而当浓度达到 $120 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 除了浙杂 204 外, 各番茄品种的发芽指数和活力指数急剧下降, 数值趋近于零。

由于各品种对照间的发芽存在显著差异, 为消除存在的差异, 更准确地反映处理后各品种间的区别, 采用相对发芽率、相对发芽势、相对发芽指数、相对活力指数。

从相对发芽率、相对发芽势上看(表 3), 浙杂 204 在 $40\sim 80 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 数值均大于 100, 当 NaCl 浓度达到 $120 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 相对发芽率仍然高达 94.79, 表现出很强的耐盐性。而浙杂 203 随着 NaCl 浓度的升高, 指数下降最为明显, 耐盐性最差。另外红玉、红秀、合作 903 也具有一定的耐盐性。

表 4 不同浓度 NaCl 对 12 种番茄种子相对发芽指数(RGI)、相对活力指数(RVI)的影响

Table 4 Changes of relative energy of germination and relative vigour in 12 tomato cultivars under different NaCl concentrations %

品种 Cultivars	NaCl 浓度/mm ^{ol} ·L ⁻¹ NaCl concentration							
	40		60		80		120	
	RGI	RVI	RGI	RVI	RGI	RVI	RGI	RVI
浙粉 202 Zhefen 202	86.44	96.21	59.39	48.93	45.21	21.44	2.67	1.29
浙杂 203 Zheza 203	63.95	67.12	42.48	29.75	22.03	9.19	1.63	0.50
浙杂 204 Zheza 204	104.59	159.46	94.96	131.08	88.26	106.47	52.21	35.57
浙杂 205 Zheza 205	98.21	134.03	68.33	79.29	55.72	39.30	1.77	0.69
浙粉 208 Zhefen 208	82.76	100.76	62.06	54.09	57.14	44.97	12.02	6.70
浙杂 301 Zheza 301	91.38	126.61	70.64	80.90	59.48	54.25	9.98	4.05
浙杂 809 Zheza 809	83.99	97.30	79.03	69.94	63.56	41.86	17.68	6.98
合作 903 Hezuo 903	110.57	132.90	81.40	82.33	66.57	46.73	18.53	7.74
浙杂 1802 Zheza 1802	85.68	123.77	67.89	57.04	62.58	49.23	13.14	6.18
红玉 Hongyu	93.00	137.70	73.41	86.60	66.48	67.66	14.04	4.89
红秀 Hongxiu	85.98	129.98	83.80	102.71	75.83	73.26	14.69	5.01
传奇 Chuanqi	92.21	137.13	83.39	106.90	49.26	44.23	2.35	0.92

从表 1~4 的研究来看,低 NaCl 浓度能够促进番茄种子发芽。由于各品种存在显著差异,用绝对值进行比较存在着一些偏差,不能反映不同 NaCl 浓度对不同品种的伤害程度。通过相对值的比较可知,浙杂 204 较其它品种表现出明显的耐盐优势,在 NaCl 胁迫下的发芽速度和生长状况表现良好;浙杂 203 对 NaCl 胁迫最为敏感,耐盐性最差。而在同一浓度的 NaCl 胁迫下,不同番茄品种的耐盐性差异显著,这也为耐盐番茄品种的鉴定、筛选提供了理论依据。

3 小结与讨论

本试验表明:低浓度的 NaCl 能促进种子萌发,而高浓度则显著抑制。这一趋势与前人的研究结果是相同的^[2,5-7]。这种现象可能与低盐促进细胞膜渗透调节有关,也可能是微量的无机离子(Na⁺)对呼吸酶有一定的激活作用^[5]。

随着 NaCl 胁迫浓度的增大,种子发芽率、发芽势总体呈下降趋势,发芽指数下降幅度增加,活力指数下降明显上升。同一浓度 NaCl 胁迫条件下,不同品种的发芽指数、活力指数对盐胁迫的敏感程度差异明显,亦即不同品种番茄受盐抑制的程度不同。这与前人在水稻^[9]、棉花^[10]、大豆^[11]等植物上的试验结果基本一致。程大友等^[7]认为,高浓度的 NaCl 胁迫下,种子发芽显著降低,这可能是由于高浓度的 NaCl 的毒害作用,使细胞的渗透调节作用、膜脂和脂肪酸的组成及生理代谢酶活性等方面产生不良影响所致。NaCl 浓度越大,抑制作用越强,这

可能是由于 NaCl 溶液过高,破坏了细胞质膜的完整性,导致细胞膜选择性透性下降甚至丧失,Na⁺、Cl⁻等在细胞内的大量积累,降低了 K、Ca 等元素的含量,造成这些元素的亏缺,细胞内离子失调,引发一系列代谢紊乱^[7]。此外,溶液中盐分过多,水势降低,种子幼芽(胚)吸水困难,造成细胞内水分亏缺,影响幼芽(胚)的生长^[7]。贺军民等^[12]也认为,盐胁迫会破坏种子细胞膜的结构和功能,导致代谢紊乱,活力降低乃至失去萌发能力。

萌芽期的耐盐能力受到很多因素的影响,不同的遗传特性使它们表现出不同的耐盐能力^[16]。本试验通过研究不同浓度 NaCl 处理对 12 个番茄品种种子发芽的影响,较直观地反映了不同品种种子对盐浓度的敏感性。从上面的研究可知,供试的 12 个番茄品种的耐盐性依次是浙杂 204>红玉、红秀、合作 903、浙杂 809>浙杂 301、浙粉 208、浙杂 1802、传奇>浙杂 205、浙粉 202>浙杂 203。

本试验结果表明,一定盐浓度下,耐盐性不同的品种的相对发芽率、相对发芽势、相对发芽指数以及相对活力指数表现不同;尽管各指标分别体现种子萌发的不同方面,有的材料虽发芽率高,但长势很差;有的发芽率虽略低,但长势较好,通过比较,它们表现的趋势基本一致,可以用来作为芽期耐盐鉴定指标。

参考文献:

- [1] 黄易,张玉龙. 保护地生产条件下的土壤退化问题及其防治对策[J]. 土壤通报, 2004, 35(2): 212-216.

- [2] 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.
- [3] 陈国雄, 李定淑, 张志谦, 等. 盐胁迫对西葫芦和黄瓜种子萌发影响的对比研究[J]. 中国沙漠, 1996, 16(3): 307-310.
- [4] 张匀, 栾雨石. 番茄耐盐育种研究进展[J]. 西北农业学报, 2006, 15(3): 128-133.
- [5] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 等. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜种子发芽的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 121-124.
- [6] 程大友, 张义, 陈丽. 氯化钠胁迫下甜菜种子的萌发[J]. 中国糖料, 1996(2): 21-23.
- [7] 陈火英, 张建华, 陈云鹏, 等. NaCl 胁迫对不同品种萝卜种子发芽特性的影响[J]. 江西科学, 1999, 17(2): 96-99.
- [8] 董志刚, 程智慧. 番茄品种资源芽苗期和幼苗期的耐盐性及耐盐指标评价[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1348-1355.
- [9] 韩朝红, 孙谷畴, 林植芳. NaCl 对吸胀后水稻的种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(5): 339-342.
- [10] 孙小芳, 郑青松, 刘友良. NaCl 胁迫对棉花种子萌发和幼苗生长的伤害[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(3): 22-25.
- [11] 冯文新, 张宝红. 钙处理对盐胁迫下大豆种子萌发及其生理生化指标的影响[J]. 大豆科学, 1997, 16(1): 48-53.
- [12] 贺军民, 余小平, 张键. 番茄种子吸湿一回干处理对盐胁迫伤害的缓解效应[J]. 园艺学报, 2000, 27(2): 123-126.
- [13] 苏实, 练薇薇, 杨文杰, 等. 盐胁迫对番茄种子萌发和幼苗生长的效应[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 24-27.
- [14] 秦改花, 赵建荣, 余义琴, 等. 几种樱桃番茄种子萌发期的耐盐性研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(11): 267-270.
- [15] 陈淑芳. GA 诱导 NaCl 胁迫下黄瓜种子萌发和幼苗耐盐性效应[J]. 西北植物学报, 2008, 28(7): 1429-1433.
- [16] 董志刚, 程智慧. 番茄品种资源芽苗期和幼苗期的耐盐性及耐盐指标评价[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1348-1355.

本刊外聘编委 黎志康研究员

中国农业科学院农作物基因资源与基因改良国家重大科学工程首席科学家、国际水稻研究所驻中国代表科学家和全球水稻分子育种协作网协调科学家。

专业特长: 植物分子遗传学(基因定位、数量性状遗传作图、植物分子标记辅助育种、功能等位基因发掘和复杂农艺性状的功能基因组研究)及其在水稻育种、遗传和进化中的应用。国际动植物基因组年会植物分子育种分会的主持人, 国际遗传学大会 Invited Speaker。是美国科学促进协会会员, 美国遗传学学会会员, 美国作物科学学会会员。

1974年10月-1977年9月就读于安徽农业大学, 1980年9月-1983年8月在中国农业科学院学习, 获硕士学位, 1985年1月-1989年7月在美国加州大学戴维斯校区学习, 获博士学位。1997年11月-2003年7月在国际水稻研究所遗传育种系任高级研究员, 2003年至今在中国农业科学院作物科学研究所工作, 任水稻分子遗传和育种研究员。

在国外曾主持过8个项目的研究, 总研究经费额达300多万美元。曾设计、策划并主持了有11个国家和31个研究所参加的“全球水稻分子育种计划”, 取得了重大的进展。目前主持的在研项目包括来自美国洛克菲勒基金的项目2项、国际农业研究中心挑战计划1项, 总研究经费额达170多万美元。此外还主持或承担国家科技部973、863和农业部948项目3项, 总研究经费额达700万人民币。