

NaCl 胁迫及 Ca^{2+} 和 GA_3 对南瓜属 3 种蔬菜种子发芽的影响

王广印¹, 韩世栋², 赵一鹏¹, 周秀梅¹, 李新峥¹

(1. 河南科技学院, 河南 新乡 453003; 2. 潍坊职业学院, 山东 潍坊 261041)

摘要: 研究了 NaCl 胁迫对南瓜 (*Cucurbita moschata* Duch.)、笋瓜 (*C. maxima* Duch.) 和西葫芦 (*C. pepo* L.) 种子萌发的影响及不同浓度外源 Ca^{2+} 和 GA_3 对 NaCl 胁迫下南瓜种子发芽的效应。结果表明, 用 $30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 处理, 南瓜种子的发芽率高于对照 (蒸馏水), 而用 100 和 $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 处理, 西葫芦和笋瓜种子的发芽率下降率为负值, 表明较低浓度 NaCl 胁迫可一定程度提高西葫芦、笋瓜和南瓜种子的发芽率; 高浓度 NaCl 胁迫对种子发芽有明显的抑制作用。种子萌发期耐盐能力从大至小依次为西葫芦、南瓜、笋瓜。在 $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 胁迫下, 施加 $5 \sim 30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 外源 Ca^{2+} 或浸种处理, 对南瓜种子发芽有促进作用, 但高浓度外源 Ca^{2+} ($\geq 50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2) 则具有抑制作用。在 $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 胁迫下, 用不同浓度 GA_3 浸种处理, 对南瓜种子发芽有抑制作用。

关键词: 南瓜属; NaCl 胁迫; 外源钙; GA_3 ; 种子发芽

中图分类号: Q945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2005)01-0026-05

Effects of NaCl stress, Ca^{2+} and GA_3 on seed germination of three vegetables in *Cucurbita* L.
WANG Guang-yin¹, HAN Shi-dong², ZHAO Yi-peng¹, ZHOU Xiu-mei¹, LI Xin-zheng¹ (1. He'nan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China; 2. Weifang Vocational College, Weifang 261041, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(1): 26-30

Abstract: The effect of NaCl stress on seed germination of *Cucurbita moschata* Duch., *C. maxima* Duch., *C. pepo* L. and the effects of exogenous Ca^{2+} and GA_3 on seed germination of *C. moschata* under NaCl stress were studied. The results showed that the germination percentage of *C. moschata* seed under $30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl stress was higher than that of the control. When the concentration of NaCl was up to $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ or $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, the decline percentages of germination percentages of *C. maxima* and *C. pepo* were negative, it indicated that the seed germination percentages of the three vegetables were increase in some degree by stressing with lower concentration of NaCl. And NaCl stress at higher concentration inhibited obviously the seed germination of these species. The order from high to low of the tolerance to NaCl was *C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima* during germination period. Treating the seeds of *C. moschata* with $5 \sim 30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2 or adding exogenous Ca^{2+} could improve the germination of the seed stressed with $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl, but it could be inhibited by adding exogenous Ca^{2+} at high concentration ($\geq 50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ CaCl_2). Dipping the *C. moschata* seeds in the different concentrations of GA_3 solutions could inhibit the germination of the seed stressed with $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl.

Key words: *Cucurbita* L.; NaCl stress; exogenous Ca^{2+} ; GA_3 ; seed germination

近年来,菜田土壤特别是设施内土壤严重的次生盐渍化,常导致蔬菜出苗延迟、缺苗断垄、生长不整齐、产量降低、品质下降,已成为蔬菜生产上的突出问题之一。研究作物耐盐机理,筛选和鉴定耐盐品种,提高作物的耐盐能力,对盐渍土壤栽培具有重要作用。目前,对小麦 (*Triticum aestivum* L.)^[1-3]、水稻 (*Oryza sativa* L.)^[4]、玉米 (*Zea mays* L.)^[5] 和

棉花 (*Gossypium hirsutum* L.)^[6-8] 等作物的耐盐性研究及外源 Ca^{2+} 和 GA_3 等缓解盐胁迫效应的研究^[9-12] 均有不少报道。有关蔬菜耐盐性研究,国内

收稿日期: 2004-05-08

基金项目: 河南省科技攻关项目 (0224310025 和 0424040014)

作者简介: 王广印 (1962-), 男, 陕西蒲城人, 学士, 教授, 主要从事蔬菜栽培生理及设施园艺的教学与研究工作。

也有一些报道^[13-15],但南瓜属(*Cucurbita* L.)种类耐盐性方面的研究资料很少。近年来,随着蔬菜市场的供求变化,西葫芦(*Cucurbita pepo* L.)、南瓜(*C. moschata* Duch.)和笋瓜(*C. maxima* Duch.)的设施栽培发展较快,面积持续增加,必然带来土壤盐渍化的影响。因此,本实验对盐胁迫及 Ca²⁺和 GA₃处理对南瓜属3种蔬菜种子发芽的影响进行了研究,以期对南瓜属蔬菜耐盐资源选择、耐盐品种的选育及抗盐栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试南瓜品种为‘金钩南瓜’(*C. moschata* ‘Jingou’),由河南豫园科技发展有限公司提供;笋瓜品种为‘黄皮’笋瓜(*C. maxima* ‘Huangpi’),由陕西省渭南市曙光蔬菜种子有限公司生产;西葫芦品种为‘早青一代’(*C. pepo* ‘Zaoqingyidai’),由山西省农业科学院种苗公司生产。

1.2 处理方法

1.2.1 不同浓度 NaCl 处理对南瓜种子发芽的影响实验 南瓜种子分别置于 30、100、170、240、310 和 380 mmol · L⁻¹ NaCl 溶液及蒸馏水(对照)中浸种 12 h(30℃ ± 1℃),然后置于培养皿床中发芽,每处理重复 3 次,每重复 50 粒种子。在直径 10 cm 培养皿内垫入 1 层定性滤纸作为发芽床,分别用滴定管加入各处理溶液 7 mL,使滤纸湿润达饱和状态,再将经上述浸种处理的南瓜种子播入培养皿,加盖密封后,置于(30℃ ± 1℃)条件下发芽。每天观察、记录发芽种子数,称重并补充蒸发的水分,使各处理的盐浓度基本维持不变。

1.2.2 南瓜、西葫芦和笋瓜的耐盐性比较实验 分别将南瓜、西葫芦和笋瓜种子于 100、170 和 240 mmol · L⁻¹ NaCl 溶液及蒸馏水(对照)中浸种 12 h(30℃ ± 1℃),于培养皿内发芽,培养皿内铺有用上述处理液润湿的滤纸。每处理重复 3 次,每重复 50 粒种子。

1.2.3 外源 Ca²⁺对盐胁迫下南瓜种子发芽的影响实验 本实验用 2 种方法进行。方法 1:南瓜种子分别在 5、10、20、30 和 50 mmol · L⁻¹ CaCl₂及蒸馏水(对照)中浸种 12 h(30℃ ± 1℃),然后于培养皿内发芽,培养皿内分别铺有用 170 mmol · L⁻¹ NaCl 溶

液湿润的滤纸。方法 2:将南瓜种子分别置于含 0 (CK)、5、10、20、30 和 50 mmol · L⁻¹ CaCl₂的 170 mmol · L⁻¹ NaCl 溶液中浸种 12 h(30℃ ± 1℃),然后分别于培养皿内发芽,培养皿中铺有用相同处理液湿润的滤纸。

2 种方法均为每处理重复 3 次,每次 50 粒种子。

1.2.4 GA₃浸种对盐胁迫下南瓜种子发芽的影响实验 将南瓜种子分别于 30、50、70、100 和 150 mmol · L⁻¹ GA₃溶液及蒸馏水(对照)中浸种 12 h(30℃ ± 1℃),然后于培养皿床中发芽,培养皿中铺有用 170 mmol · L⁻¹ NaCl 溶液湿润的滤纸。每处理重复 3 次,每重复为 50 粒种子。

1.3 种子发芽统计及计算方法

种子萌发以胚根露出发芽孔 2~3 mm 为标准。7 d 后结束发芽,测胚根鲜重,统计胚根一级侧根数,并计算种子发芽率、发芽指数(Gi)和活力指数(Vi)。Gi = ∑ Gt/Dt, Vi = S · ∑ Gt/Dt[其中 Gt 为在时间 t(d)的发芽数, Dt 为相应的发芽天数(d), S 为胚根平均鲜重]。实验原始数据的整理采用 Excel 软件完成,差异显著性测验采用 SAS 软件完成。

2 结果和分析

2.1 NaCl 胁迫对南瓜种子发芽的影响

不同浓度 NaCl 胁迫处理对南瓜种子发芽的影响不同(见表 1),随着 NaCl 胁迫浓度的升高,南瓜种子发芽率、发芽指数、活力指数及胚根一级侧根数

表 1 NaCl 胁迫对南瓜种子发芽的影响¹⁾
Table 1 Effect of NaCl stress on seed germination of *Cucurbita moschata* ‘Jingou’¹⁾

NaCl 浓度/ mmol · L ⁻¹ NaCl concentration	发芽率/% Germination percentage	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	侧根数/条 Lateral root number
0(CK)	76.04 aAB	11.62 aA	148.18 aA	27.30 aA
30	83.34 aA	10.99 aA	71.91 bB	22.10 bA
100	75.00 abAB	9.26 aA	37.71 cC	13.61 cB
170	73.96 abAB	9.77 aA	22.80 dD	7.80 dBC
240	61.46 bB	5.89 bB	3.87 eE	2.17 eC
310	41.67 cC	3.42 cBC	0.20 eE	0.08 eC
380	20.84 dD	1.48 dC	0.00 fE	0.00 eC

1) 不同的大写和小写字母表示在 P=0.01 和 P=0.05 水平上的差异显著性。Different capital and small letters in the same column indicate the significant difference at P=0.01 and P=0.05 levels respectively.

逐渐降低。在 30 ~ 170 mmol · L⁻¹ NaCl 胁迫下,南瓜种子的发芽率、发芽指数与对照差异不显著,而活力指数和侧根条数显著低于对照。在大于 240 mmol · L⁻¹ NaCl 胁迫下,南瓜种子的 4 项发芽指标值均显著低于对照,说明高浓度盐胁迫显著抑制了南瓜种子的萌发。当 NaCl 浓度达 380 mmol · L⁻¹ 时,种子活力指数和侧根数的值均降为 0。另外,还可以看出,低浓度(30 mmol · L⁻¹) NaCl 胁迫处理可在一定程度上提高南瓜种子的发芽率。

2.2 NaCl 胁迫对南瓜、西葫芦和笋瓜种子发芽的影响

不同浓度 NaCl 胁迫处理对南瓜、西葫芦和笋瓜种子发芽的影响见表 2。由表 2 可知,在 100 和 170 mmol · L⁻¹ NaCl 胁迫下,西葫芦和笋瓜种子的发芽率下降率为负值,说明较低浓度盐胁迫可一定程度提高西葫芦和笋瓜种子发芽率。

不同浓度 NaCl 胁迫下,南瓜、笋瓜和西葫芦的发芽指数和活力指数均受到不同程度的抑制;随着 NaCl 浓度的增加,发芽指数下降率和活力指数下降率也明显增加。在同一浓度盐胁迫条件下,南瓜、笋瓜和西葫芦的发芽指数和活力指数对盐胁迫处理的敏感程度不同。发芽指数下降率和活力指数下降率从高至低依次为笋瓜、南瓜和西葫芦。

南瓜、西葫芦和笋瓜的胚根一级侧根数都随着 NaCl 浓度的增高而逐渐减少,NaCl 浓度越高,一级侧根数下降率就越大。在同一浓度盐胁迫下,一级侧根数下降率从高至低依次为笋瓜、南瓜和西葫芦。在较高浓度 NaCl 胁迫下,可以观察到笋瓜种子萌发时出现胚根畸形、变态及膨大现象,说明笋瓜种子在高浓度盐胁迫下对盐反应更为敏感。

综合以上分析表明,种子萌发期的耐盐能力为西葫芦最强,南瓜次之,笋瓜最弱。

表 2 NaCl 胁迫对南瓜、笋瓜和西葫芦种子发芽的影响¹⁾

Table 2 Effect of NaCl stress on seed germination of *Cucurbita moschata* 'Jingou', *C. maxima* 'Huangpi' and *C. pepo* 'Zaoqingyidai'¹⁾

种类 Species	NaCl 浓度/mmol · L ⁻¹ NaCl concentration	发芽率下降率/% Decline percentage of germination percentage	发芽指数下降率/% Decline percentage of germination index	活力指数下降率/% Decline percentage of vigor index	侧根数下降率/% Decline percentage of lateral root number
西葫芦 <i>C. pepo</i>	100	-2.44	11.30 d	33.55 e	19.25 f
	170	-3.49	19.97 cd	58.88 c	35.84 e
	240	1.25	44.70 a	89.83 a	69.18 bc
南瓜 <i>C. moschata</i>	100	16.71	15.62 d	40.86 de	58.89 d
	170	23.61	27.47 bc	75.21 b	72.29 bc
	240	27.79	45.48 a	89.86 a	88.92 a
笋瓜 <i>C. maxima</i>	100	-9.97	20.72 cd	47.16 d	65.16 cd
	170	-10.02	32.16 b	77.56 b	76.24 b
	240	14.27	54.37 a	97.83 a	89.92 a

¹⁾ 表内数值为 $[(CK-T)/CK] \times 100\%$, 其中 CK 为对照(蒸馏水)的发芽指标值, T 为不同浓度 NaCl 处理的发芽指标值。同一栏中不同的小写字母表示在 $P=0.05$ 水平上的差异显著性。The numbers in this table got from the formula $[(CK-T)/CK] \times 100\%$. CK: The germination value of the control (distilled water), T: The germination values of the treatments with different concentrations of NaCl. Different small letters in the same column indicate the significant difference at the $P=0.05$ level.

2.3 外源 Ca²⁺ 对 NaCl 胁迫下南瓜种子发芽的影响

在 170 mmol · L⁻¹ NaCl 处理下,经不同浓度 CaCl₂ 浸种处理的南瓜种子的发芽率、发芽指数、活力指数都高于对照(蒸馏水)(见表 3),当 CaCl₂ 为 10 mmol · L⁻¹ 时,各发芽指标值达最高,说明用一定浓度 Ca²⁺ 浸种对 NaCl 胁迫下南瓜种子的发芽有促进作用,也即在一定程度上缓解了 NaCl 对南瓜种子发芽的胁迫影响。

在 170 mmol · L⁻¹ NaCl 溶液中分别添加 0 ~ 50

mmol · L⁻¹ CaCl₂, 南瓜种子的各项发芽指标值见表 4。由表 4 可见,在 170 mmol · L⁻¹ NaCl 胁迫下,随处理液中添加的 CaCl₂ 浓度的提高,南瓜种子的 4 项发芽指标值均逐渐升高。当 CaCl₂ 浓度达到 20 mmol · L⁻¹ 时,各发芽指标值为最高;当 CaCl₂ 浓度为 50 mmol · L⁻¹ 时,各发芽指标值则低于对照(未添加 CaCl₂)。表明添加浓度较低的外源 Ca²⁺, 对 NaCl 胁迫下南瓜种子发芽有促进作用,高浓度外源 Ca²⁺ 则具有抑制作用。

表3 外源 Ca²⁺浸种对 NaCl(170 mmol·L⁻¹)胁迫下南瓜种子发芽的影响¹⁾Table 3 Effect of dipping seed by exogenous Ca²⁺ on seed germination of *Cucurbita moschata* 'Jingou' under NaCl stress (170 mmol·L⁻¹)¹⁾

CaCl ₂ 浓度/mmol·L ⁻¹ Conc. of CaCl ₂	发芽率/% Germination percentage	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	侧根数/条 Lateral root number
0(CK)	63.30 c	7.24 c	32.19 c	26.47 a
5	76.63 abc	9.34 ab	66.76 b	28.82 a
10	88.97 a	10.86 a	102.90 a	29.44 a
20	78.87 ab	9.58 ab	64.01 b	28.57 a
30	77.73 abc	9.15 abc	63.10 b	26.18 a
50	72.17 bc	8.02 bc	51.02 b	25.69 a

¹⁾ 不同字母表示在 P=0.05 水平上的显著性差异 The different letters in the same column indicate the significant difference at P=0.05 level.

表4 外源 Ca²⁺对 NaCl(170 mmol·L⁻¹)胁迫下南瓜种子发芽的影响¹⁾Table 4 Effect of adding different concentrations of exogenous Ca²⁺ on seed germination of *Cucurbita moschata* 'Jingou' under NaCl stress (170 mmol·L⁻¹)¹⁾

CaCl ₂ 浓度/mmol·L ⁻¹ Conc. of CaCl ₂	发芽率/% Germination percentage	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	侧根数/条 Lateral root number
0(CK)	67.47 ab	6.00 ab	13.42 c	12.42 bc
5	67.77 ab	6.77 ab	24.35 b	22.33 a
10	76.63 a	7.67 a	31.55 a	20.59 a
20	77.77 a	7.92 a	33.25 a	23.79 a
30	77.77 a	6.90 ab	20.37 b	15.89 b
50	59.97 b	5.15 b	8.13 d	9.79 c

¹⁾ 不同字母表示在 P=0.05 水平上的显著性差异 The different letters in the same column indicate the significant difference at P=0.05 level.

2.4 GA₃浸种对 NaCl胁迫下南瓜种子发芽的影响

用 0~150 mg·L⁻¹ GA₃浸种后,在 NaCl胁迫下南瓜种子的各项发芽指标值见表5。由表5可见,与对照(蒸馏水)相比,GA₃浸种处理的南瓜种子,在 170 mmol·L⁻¹ NaCl处理下的发芽指数、活力指数和胚根一级侧根数均低于对照,且随着 GA₃浓度的升高,各指标值都呈现降低趋势。由此表明,GA₃浸种处理对 170 mmol·L⁻¹ NaCl胁迫下南瓜种子的发芽有抑制作用。

3 小结和讨论

不同浓度的 NaCl胁迫处理对南瓜种子发芽的影响各异:低浓度 NaCl胁迫对南瓜种子发芽的影

表5 GA₃浸种对 NaCl(170 mmol·L⁻¹)胁迫下南瓜种子发芽的影响¹⁾Table 5 Effect of dipping seed by different concentrations of GA₃ on seed germination of *Cucurbita moschata* 'Jingou' under NaCl stress (170 mmol·L⁻¹)¹⁾

GA ₃ 浓度/mg·L ⁻¹ Conc. of GA ₃	发芽率/% Germination percentage	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	侧根数/条 Lateral root number
0(CK)	83.30 a	7.24 a	38.40 a	18.84 a
30	76.67 ab	6.37 ab	30.37 b	14.07 ab
50	83.30 a	7.00 ab	32.77 b	15.12 ab
70	76.17 ab	6.90 ab	33.95 ab	16.71 ab
100	76.63 ab	6.11 ab	22.66 c	12.27 b
150	68.87 b	5.46 b	22.29 c	12.24 b

¹⁾ 不同字母表示在 P=0.05 水平上的显著性差异 The different letters in the same column indicate the significant difference at P=0.05 level.

响不显著;随着 NaCl浓度的升高,种子发芽率、发芽指数、活力指数、胚根一级侧根数逐渐降低;高浓度 NaCl胁迫下,南瓜种子的各项发芽指标值明显降低,NaCl处理显著抑制了南瓜种子萌发。这与前人利用小麦^[1-3]、水稻^[4,9]、玉米^[5]、棉花^[6-8]、盐角草(*Salicornia europaea* L.)^[16]、牧草^[17-19]等植物所进行的实验结果基本一致。高浓度 NaCl盐毒害作用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⁺和 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^[12]。此外,溶液中盐分过多,使之水势降低,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^[20]。

在 100和 170 mmol·L⁻¹的较低浓度 NaCl胁迫下,西葫芦和笋瓜种子的发芽率下降率为负值;而 30 mmol·L⁻¹ NaCl胁迫下,南瓜种子发芽率高于对照,都说明较低浓度盐胁迫处理可一定程度提高西葫芦、笋瓜和南瓜种子的发芽率。已有的研究表明,低浓度盐胁迫对棉花^[7]、盐角草^[16]、红豆草(*Onobrychis viciaefolia* L.)^[18]、甜菜(*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera* Alef.)^[20]等植物种子萌发有促进作用,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^[16,18]。

在不同浓度 NaCl胁迫下,南瓜、西葫芦和笋瓜种子的发芽指数、活力指数和胚根一级侧根数均受到不同程度的抑制,随着盐胁迫浓度的增加,抑制作

用增强。在同一浓度盐胁迫条件下,各发芽指标下降率从高至低依次为笋瓜、南瓜和西葫芦,表明种子萌发期耐盐能力为西葫芦最强,南瓜次之,笋瓜最弱。

在 $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 胁迫下,用 $5 \sim 30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 浸种处理,对南瓜种子发芽有促进作用,也即用较低浓度的外源 Ca^{2+} 浸种能在一定程度上缓解 NaCl 胁迫对南瓜种子发芽的抑制作用。而在 $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 胁迫下,添加了 $5 \sim 30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 外源 Ca^{2+} ,同样对南瓜种子发芽也有促进作用,但高浓度外源 Ca^{2+} ($\geq 50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CaCl}_2$) 对南瓜种子发芽则有抑制作用。 Ca^{2+} 浸种能提高盐胁迫条件下种子的萌发率,缓解盐胁迫对幼苗的伤害,但不同的植物种子所要求的钙盐浓度不同,且不同的钙盐对于种子发芽影响的强弱程度不同^[10]。外源 Ca^{2+} 处理种子可增加种子中 K^+ 的积累,减少 Na^+ 积累,提高 α -淀粉酶的活性,从而缓解盐抑制种子萌发作用的效应^[10]。前人在玉米、水稻等作物上的一些研究结果表明,外源 Ca^{2+} 能使 NaCl 胁迫下玉米种子内 α -淀粉酶活性升高,部分减轻 NaCl 胁迫对玉米种子萌发的抑制,并提高种子萌发率^[5]。 Ca^{2+} 的作用与外界盐浓度及 Na/Ca 比也有关,当 Na/Ca 比值过低,即 Ca^{2+} 浓度较高时,则因 Ca^{2+} 的毒害而进一步加剧水稻盐胁迫伤害^[9]。

一般认为 GA_3 在控制种子萌发中起重要作用,外源 GA_3 处理种子能促进种子萌发,减轻 NaCl 胁迫的抑制作用^[11]。而本实验用不同浓度 GA_3 浸种处理南瓜种子,在 $170 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 胁迫下,对种子发芽起抑制作用。这与前人的研究结果不一致,可能是植物种类的差异,或者处理的方式不同^[12],其原因还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈德明,俞仁培. 盐胁迫下不同小麦品种的耐盐性及其离子特征[J]. 土壤学报, 1998, 35(1): 88-93.
[2] 朱志华,胡荣海,宋景芝,等. 盐胁迫对不同小麦品种种子萌发

- 的影响[J]. 作物品种资源, 1996(4): 25-29.
[3] 丁顺华,邱念伟,杨洪兵,等. 小麦耐盐性生理指标的选择[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(2): 98-102.
[4] 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.
[5] 陈秀兰,赵可夫. NaCl 胁迫对玉米种子萌发的抑制及外源 Ca^{2+} 的缓解效应[J]. 华北农学报, 1995, 31(5): 347-349.
[6] 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.
[7] 谢德意,王惠萍,王付欣,等. 盐胁迫对棉花种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国棉花, 2000, 27(9): 12-13.
[8] 孙小芳,郑青松,刘友良. 盐胁迫下不同基因型棉花萌发生长和离子吸收特性[J]. 棉花学报, 2001, 13(3): 134-137.
[9] 晏斌,戴秋杰,刘晓忠,等. 钙提高水稻耐盐性的研究[J]. 作物学报, 1995, 21(6): 685-690.
[10] 戴高兴,彭克勤,皮灿辉. 钙对植物耐盐性的影响[J]. 中国农学通报, 2003, 19(3): 97-101.
[11] 侯振安,李品芳,龚元石. 激素对植物耐盐性影响的研究现状与展望[J]. 石河子大学学报, 2000, 4(3): 239-243.
[12] 徐本美,郑平. 在小麦的萌发过程中 GA_3 对盐害的缓解作用[J]. 种子, 1994, 70(2): 48-49.
[13] 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]. 上海农业学报, 1998, 16(3): 209-212.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 王庆亚,刘敏,张守栋,等. 盐胁迫对盐角草种子萌发与幼苗生长效应的研究[J]. 江苏农业科学, 2002(2): 69-71.
[17] 梁云媚,李燕,多立安,等. 不同盐分胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J]. 草业科学, 1998, 15(6): 21-25.
[18] 安守芹,于卓,孙丽娟,等. 花棒等四种豆科植物种子萌发及苗期耐盐性的研究[J]. 中国草地, 1995(6): 29-32.
[19] 吐尔逊娜依,高辉远,安沙舟,等. 8种牧草耐盐性综合评价[J]. 中国草地, 1995(1): 30-32.
[20] 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.

(责任编辑:惠红)