

# Ca<sup>2+</sup> 对 NaCl 胁迫下两个黄瓜品种种子发芽的影响

高江林 李海平\* (山西农业大学园艺学院, 山西太谷 030801)

**摘要** 研究了不同 NaCl 浓度对两个黄瓜品种种子发芽率、活力指数、茎高、根长及根鲜重的效应。结果表明, NaCl 对黄瓜种子发芽有明显的抑制作用。随着 NaCl 胁迫浓度的增大, NaCl 对黄瓜种子发芽的抑制作用也增强。在 NaCl 胁迫下, 不同浓度的外源 Ca<sup>2+</sup> 对 NaCl 胁迫的效应不同。低浓度的外源 Ca<sup>2+</sup> 对 NaCl 胁迫有一定的缓解效应, 黄瓜种子的发芽率、活力指数、茎高、根长及根鲜重都有所提高; 高浓度的外源 Ca<sup>2+</sup> 对黄瓜发芽起抑制作用。

**关键词** 钙; NaCl 胁迫; 黄瓜种子; 发芽

中图分类号 Q945.78 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2007) 28 - 08809 - 02

## Effects of Ca<sup>2+</sup> on Seeds Germination of Two Kinds of Cucumber Varieties under NaCl Stress

GAO Jiang-lin et al (College of Horticulture, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801)

**Abstract** The effects of different concentrations of NaCl on seed germination rate, vigor index, stem height, root length and root fresh weight of two kinds of cucumber varieties were studied. The result showed that NaCl had obvious inhibition effects on the germination of cucumber seed. With the increasing of the concentration of NaCl stress, the inhibition effects of NaCl on the germination of cucumber seed were also strengthened. Under NaCl stress, the effects of different concentrations of exogenous Ca<sup>2+</sup> on NaCl stress were different. Low concentration of exogenous Ca<sup>2+</sup> had some alleviatory effects on NaCl stress and the seed germination rate, vigor index, stem height, root length and root fresh weight of cucumber were all increased. High concentration of exogenous Ca<sup>2+</sup> had inhibition effects on the germination of cucumber.

**Key words** Ca<sup>2+</sup>; NaCl stress; Cucumber seeds; Germination

土壤中可溶性盐过多会对植物造成盐害(Salt Injury)。盐害使土壤水势下降, 严重阻碍植物根系吸水, 已成为盐碱土地区作物生长的限制因素。近年来, 随着温室大棚蔬菜生产的发展, 设施内土壤次生盐渍化程度不断加重, 蔬菜产量逐年下降, 已成为设施栽培中普遍存在的问题<sup>[1]</sup>。外源 Ca<sup>2+</sup> 在一定程度上可以减轻盐害。为此, 笔者研究了 Ca<sup>2+</sup> 对 NaCl 胁迫下两个黄瓜品种种子发芽的影响, 以便为设施抗盐栽培提供理论依据。

## 1 材料与方

**1.1 材料** 供试黄瓜种子为新四号和新夏丰二号。试验用 NaCl 和无水 CaCl<sub>2</sub> 为分析纯。

## 1.2 方法

**1.2.1 NaCl 胁迫下两个黄瓜品种种子的萌发试验。** 设 NaCl 浓度 0 (CK)、30、60、90、120、150 mmol/L。每个处理 50 粒种子, 重复 3 次。将种子置于加入 10 ml 不同盐浓度处理液、铺有滤纸、直径为 10 cm 的培养皿床中, 按照国际种子发芽规程<sup>[2]</sup>, 于(25 ± 1) °C 的恒温培养箱中进行发芽试验。第 3 天开始记录发芽种子数、根长, 称重并补充水分, 使各处理的 NaCl 浓度基本保持不变, 7 d 后结束发芽。称胚根鲜重, 计算种子发芽率、发芽指数和活力指数。

**1.2.2 外源 Ca<sup>2+</sup> 处理对 NaCl 胁迫下两个黄瓜品种种子的萌发试验。** 在 100 mmol/L NaCl 溶液中, 加入不同量的无水 CaCl<sub>2</sub>, 使各溶液中 CaCl<sub>2</sub> 浓度分别达 10、20、30、40、50 mmol/L, 以不加钙为对照处理。每个处理 50 粒种子, 重复 3 次。种子置于加入 10 ml 不同 Ca<sup>2+</sup> 浓度处理液、铺有滤纸、直径为 10 cm 的培养皿床中, 按照国际种子发芽规程<sup>[2]</sup>, 于(25 ± 1) °C 的恒温培养箱中进行发芽试验。第 3 天开始记录发芽种子数、根长, 7 d 后结束发芽。称取胚根鲜重, 计算种子发芽率、发芽指数和活力指数。

## 1.3 测定指标及方法

$$G_p = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

式中, G<sub>p</sub> 为发芽势, n 为规定天数内发芽种子数, N 为种子总数。

$$G_v = \frac{n_0}{N_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中, G<sub>v</sub> 为发芽率, n<sub>0</sub> 为发芽种子数, N<sub>0</sub> 为种子总数。

$$G = \frac{G_t}{D_t} \quad (3)$$

式中, G 为发芽指数, G<sub>t</sub> 为在第 t 天的发芽数, D<sub>t</sub> 为相应的天数。

$$V_i = G \times S \quad (4)$$

式中, V<sub>i</sub> 为活力指数, S 为最后一天胚根鲜重。

采用邓肯新复极差方法, 进行方差分析处理。

## 2 结果与分析

**2.1 NaCl 胁迫对两个黄瓜品种种子萌发的影响** 由表 1、2 可知, 新四号和新夏丰二号黄瓜种子经过不同浓度的 NaCl 处理后, 其发芽均受到不同程度的抑制。与对照相比, 随着 NaCl 胁迫浓度的增大, 两个黄瓜品种的种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数下降趋势更加明显, 表明 NaCl 对新四号和新夏丰二号黄瓜种子萌发的抑制作用增强。相比而言, NaCl 对新四号的萌发影响比新夏丰二号小。

表 1 NaCl 胁迫对新四号黄瓜种子发芽的影响

NaCl 浓度 / mmol/L	发芽率 / %	发芽势 / %	发芽指数	活力指数
0	91.43 aA	45.71 aA	8.52 aA	39.79 aA
30	85.71 bB	44.57 aA	8.16 aA	36.90 bB
60	82.86 bcC	42.86 aA	8.24 aA	35.10 bB
90	81.95 cdBC	28.57 bB	7.61 aA	19.34 dD
120	80.00 cC	25.71 bB	6.28 bB	19.34 dD
150	74.29 dE	14.29 cC	6.03 bB	12.36 eE

注: 同一列数字后大小写字母分别代表 0.01 和 0.05 的差异显著性。

下表同。

**2.2 NaCl 胁迫对两个黄瓜品种种子的根长、茎高及根鲜重的影响** 由表 3、4 可知, 两个黄瓜品种的根长、茎高及根鲜重都受到 NaCl 的抑制。随着 NaCl 浓度的提高, 新四号和新

夏丰二号种子的根长、根鲜重及茎高受抑制程度增强,与对照间差异达0.05或0.01显著水平。这表明NaCl浓度越高,对两个黄瓜品种种子萌发的抑制作用越强。

表2 NaCl胁迫对新夏丰二号黄瓜种子发芽的影响

NaCl 浓度 mmol/L	发芽率 %	发芽势 %	发芽指数	活力指数
0	77.50 aA	35.50 aA	8.30 aA	37.93 aA
30	75.00 bAB	35.00 abA	8.17 abA	34.89 bA
60	72.50 cBC	22.50 abA	7.71 bA	30.61 cB
90	70.00 dCD	15.00 abA	6.75 cB	21.94 dC
120	67.50 eD	12.50 bA	6.24 cB	13.73 eD
150	50.00 fE	5.00 abA	4.32 dC	7.17 fE

表3 NaCl胁迫对新四号黄瓜种子根长、茎高及根鲜重的影响

NaCl 浓度 mmol/L	根长 cm	茎高 cm	根鲜重 g/株
0	5.87 aA	2.46 aA	0.14 aA
30	5.64 abA	2.38 aA	0.13 abAB
60	5.20 bA	2.15 bB	0.12 abcAB
90	3.32 cB	1.42 cC	0.09 bcdAB
120	2.35 dC	1.06 dD	0.08 cdAB
150	1.90 dC	0.49 eE	0.07 dB

表4 NaCl胁迫对新夏丰二号黄瓜种子根长、茎高及根鲜重的影响

NaCl 浓度 mmol/L	根长 cm	茎高 cm	根鲜重 g/株
0	5.37 aA	2.62 aA	0.12 aA
30	4.25 bB	2.01 bB	0.11 abAB
60	2.59 cC	1.36 cC	0.10 abAB
90	1.91 dD	0.95 dD	0.08 bcABC
120	1.22 eE	0.61 eE	0.06 cdBC
150	0.89 fF	0.26 fF	0.04 dC

2.3 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下两个黄瓜品种种子发芽的影响 由表5、6可知,新四号和新夏丰二号黄瓜种子在100 mmol/L NaCl胁迫下,不同浓度的外源Ca<sup>2+</sup>对黄瓜种子发芽有一定的影响。当加入外源Ca<sup>2+</sup>浓度为10和20 mmol/L时,两个黄瓜品种种子的发芽指标都有了一定程度的提高,但外源Ca<sup>2+</sup>浓度为10 mmol/L时对NaCl胁迫下黄瓜种子萌发的缓解作用较20 mmol/L时明显;而当浓度超过20 mmol/L时,两个黄瓜品种种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数都随着外源Ca<sup>2+</sup>浓度的增加而明显降低。

表5 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下新四号黄瓜种子发芽的影响

Ca <sup>2+</sup> 浓度 mmol/L	发芽率 %	发芽势 %	发芽指数	活力指数
0	56.43 bB	30.87 aA	7.63 bA	6.64 bB
10	63.28 aA	32.92 bB	7.98 aA	9.90 aA
20	59.21 cC	31.20 bB	7.78 bA	7.32 cB
30	38.29 dD	20.43 cC	4.25 cB	3.53 dC
40	24.12 eE	12.28 dD	2.64 dC	1.40 eD
50	20.09 fF	7.36 eE	1.08 eD	0.45 fD

表6 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下新夏丰二号黄瓜种子发芽的影响

Ca <sup>2+</sup> 浓度 mmol/L	发芽率 %	发芽势 %	发芽指数	活力指数
0	70.03 bB	32.20 aAC	9.54 aA	19.84 bB
10	75.25 aA	37.54 bB	10.95 bA	24.58 aA
20	71.59 bB	35.28 cBC	9.64 aA	21.32 cB
30	60.36 cC	21.87 dC	6.16 bcBC	11.21 dD
40	48.25 deD	11.43 eD	5.64 cdCD	8.90 eE
50	46.37 eD	3.68 fDE	4.85 dD	7.06 fE

2.4 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下两个黄瓜品种种子的根长、茎高及根鲜重的影响 由表7、8可知,当加入外源Ca<sup>2+</sup>浓度为

10和20 mmol/L时,两个黄瓜品种的根长、茎高及根鲜重都有了一定程度的提高,外源Ca<sup>2+</sup>浓度为10 mmol/L时对黄瓜种子萌发的缓解作用较20 mmol/L时明显。当外源Ca<sup>2+</sup>浓度超过30 mmol/L时,Ca<sup>2+</sup>就对黄瓜种子萌发表现出一定的抑制作用。

表7 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下新四号黄瓜种子根长、茎高及根鲜重的影响

Ca <sup>2+</sup> 浓度 mmol/L	NaCl 浓度 mmol/L	根长 cm	茎高 cm	根鲜重 g/株
0	100	4.77 bB	2.35 aA	0.17 bB
10	100	6.12 aA	3.28 bA	0.53 aA
20	100	4.95 bA	2.99 aA	0.37 bB
30	100	3.76 cC	1.52 cB	0.10 cC
40	100	2.03 dD	1.17 dB	0.07 cCD
50	100	1.74 dD	0.53 eC	0.03 dD

表8 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下新夏丰二号黄瓜种子根长、茎高及根鲜重的影响

Ca <sup>2+</sup> 浓度 mmol/L	NaCl 浓度 mmol/L	根长 cm	茎高 cm	根鲜重 g/株
0	100	4.27 bB	2.29 aA	0.18 bAB
10	100	5.61 aA	2.88 aA	0.51 aA
20	100	4.85 bB	2.70 aA	0.25 bB
30	100	3.57 cC	1.47 cC	0.09 bcAB
40	100	1.98 dD	1.08 dD	0.06 cB
50	100	1.54 eE	0.72 eE	0.04 cB

### 3 讨论

3.1 NaCl胁迫对黄瓜种子萌发的影响 不同浓度NaCl胁迫对黄瓜种子发芽有明显的抑制作用。随着NaCl胁迫浓度的升高,其对黄瓜发芽的抑制作用明显增强。相比而言,新四号耐盐性要强于新夏丰二号。

NaCl胁迫对水稻、小麦、玉米、棉花、大豆、牧草、盐角草等植物的影响已有不少报道<sup>[3-12]</sup>。程大友等认为,在高浓度的NaCl胁迫下,种子发芽率明显降低<sup>[12]</sup>。这可能是由于高浓度的NaCl对细胞膜脂和脂肪酸的组成及生理代谢酶活性等产生不良影响。此外,溶液中NaCl浓度过高,水势降低,种子幼胚吸水困难,造成细胞内水分亏缺,影响幼胚的生长。贺军民认为,NaCl胁迫会破坏种子细胞膜结构和功能,导致代谢紊乱、活力降低乃至失去萌发能力<sup>[11]</sup>。

3.2 外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下黄瓜种子发芽的影响 不同浓度的外源Ca<sup>2+</sup>对NaCl胁迫下黄瓜种子发芽的缓解效应不同。低浓度的CaCl<sub>2</sub>对黄瓜种子在盐胁迫环境下生长有缓解作用,其中Ca<sup>2+</sup>浓度为10 mmol/L时缓解效果最好。当加入高浓度(>20 mmol/L)的Ca<sup>2+</sup>时,各项指标明显下降,并且加入CaCl<sub>2</sub>浓度越高,与对照相比各指标下降越明显。

Ca<sup>2+</sup>作为一种矿质元素对植物生长发育有重要作用。Ca<sup>2+</sup>具有第二信使的作用,对受盐胁迫的植物外施Ca<sup>2+</sup>可以弥补Ca<sup>2+</sup>的不足,减轻盐害<sup>[13]</sup>,还可以通过增加膜结合Ca<sup>2+</sup>量来提高逆境下膜的稳定性。外源Ca<sup>2+</sup>浓度的升高,也可以作为一种刺激,改变某些蛋白质翻译转录过程,诱导新的胁迫蛋白产生,提高植物抗逆性<sup>[14]</sup>。该试验表明,较低浓度的Ca<sup>2+</sup>在一定程度上缓解了NaCl胁迫。高浓度Ca<sup>2+</sup>抑制黄瓜种子萌发的机理有待进一步研究。

(上接第8810页)

## 参考文献

- [1] 刘志媛,朱祝军,钱亚榕,等.等渗 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{NaCl}$ 对番茄幼苗生长的影响[J].园艺学报,2001,28(1):31-35.
- [2] 国际种子检验协会.国际种子检验规程[M].颜启传,译.北京:技术标准出版社,1967:168.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 史国安,荆家海.钙对盐胁迫下绿豆下胚轴生长的缓解效应(简报)[J].植物生理学通讯,1997,33(1):24-27.
- [6] 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.
- [7] 陈秀兰,赵可夫. $\text{NaCl}$ 胁迫对玉米种子萌发的抑制及外源 $\text{Ca}^{2+}$ 的缓解效应[J].华北农学报,1995,31(5):347-349.
- [8] 孙小芳,郑青松,刘友良. $\text{NaCl}$ 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.
- [9] 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.
- [10] 卢静君,李强,多立安.盐胁迫对金牌美达丽和猎狗种子萌发的影响[J].植物研究,2002,22(3):328-332.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 史跃林,罗庆熙,刘佩英. $\text{Ca}^{2+}$ 对盐胁迫下黄瓜幼苗中 $\text{CaM}$ 、 $\text{MDA}$ 含量和质膜透性的影响(简报)[J].植物生理学通讯,1995,31(5):347-349.
- [14] 刘家栋,翟兴礼,王东平.植物抗盐机理的研究[J].农业与技术,2001,21(1):26-29.