研究论文

中国蔬菜
CHINA VEGETABLES

2006(5):7～10

NaCl胁迫对甜瓜种子萌发的影响

王春林　张玉鑫　陈年来

摘　要　采用培养皿发芽法研究了不同浓度NaCl胁迫对甜瓜种子萌发的影响。结果表明:种子在吸胀阶段受盐胁迫影响较小,当种子萌动后高盐浓度对种子吸水有抑制作用。50 mmol·L^{-1} NaCl处理,对黄河蜜胚根生长有促进作用;50 mmol·L^{-1}以上,随着盐浓度增加,黄河蜜、白沙蜜、甘黄金种子的发芽速度逐渐降低,相对发芽指数、相对活力指数、胚根生长量均下降。盐胁迫对种子α-淀粉酶活力和膜修复的抑制可能是造成甜瓜种子萌发推迟和发芽势下降的主要原因。

关键词　盐胁迫　甜瓜　种子萌发　α-淀粉酶活性　膜透性

甜瓜(*Cucumis melo* L.)是我国西北地区的特色农产品,为带动当地经济发展起着重要的作用。但在西北地区淡水资源不足、耕地面积日益减少的情况下,甜瓜的生产规模受到很大的影响。种子萌发是育苗的初始阶段,而能否很好地育苗是作物高产优质的基础。前人研究表明,盐胁迫对作物种子萌发的影响机理可能因作物种类、种子萌发进程及处理盐浓度而异[1～9]。有关盐胁迫对葫芦科作物种子萌发的影响已有不少研究[6,10],但对甜瓜种子萌发的影响还未见报道。本试验研究了甜瓜种子在不同NaCl浓度处理下的萌发特性,初步探讨了盐胁迫抑制甜瓜种子萌发的生理机理。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试材料为厚皮甜瓜品种黄河蜜(甘肃农业大学瓜类研究所育成)和薄皮甜瓜品种白沙蜜(豫州豫丰种苗有限公司生产)、甘黄金(甘肃省农业科学院蔬菜研究所育成),均系2003年生产的新鲜种子。

1.2　处理方法

在洁净烘干的培养皿中放入双层滤纸,分别加入用去离子水配制而成的NaCl溶液0(CK)、50、100、150、200、250、300 mmol·L^{-1},滤纸吸足水分后摆入籽粒饱满、大小一致的种子,置于30 ℃的培养箱中黑暗培养,注意补充水分,使处理期间盐浓度保持相对稳定[2,7]。每处理3次重复,每重复用于测定膜透性的种子20粒、测定吸水率和淀粉酶活性的种子各50粒、测定发芽率的种子100粒。试验分2次进行,第1次测定发芽率、胚根长和α-淀粉酶活性;第2次测定吸水率和膜透性。

1.3　测定项目

1.3.1　种子萌发过程中吸水量的测定　选取各品种自然风干的种子、NaCl处理后1、2、4、8、12、24、48 h的种子各50粒称重(精度为0.001 g的电子秤),3次重复。种子的吸水率按下式计算:

$$W(\%) = (W_1 - W_2)/W_2 \times 100$$

式中:W_1为50粒种子鲜质量,W_2为50粒种子自然风干质量。

1.3.2　发芽率、发芽指数(*GI*)、活力指数(*VI*)和胚根长度的测定　处理后逐日统计发芽数,于萌发后第6天随机取15粒测量胚根长度,3次重复,取平均值。

$$GI = \Sigma Gt/Dt$$

$$VI = GI \times S$$

式中:Gt为在t日的发芽率,Dt为相应的发芽日数,S为平均胚根长。GI值大,表明发芽速度快;VI值大,表明发芽快而且长势好。

1.3.3　细胞膜透性的测定　分别取NaCl处理1、2、4、8、12、24、48 h的种子各20粒,小心剥去种壳,用蒸馏水冲洗1次,再用去离子水冲洗2次,用滤纸吸干其表面浮水,装入小烧杯中,加入15 mL去离子

王春林,女,硕士研究生,甘肃农业大学农学院,730070
张玉鑫,陈年来(通讯作者,电话:0931-7632495,E-mail: chennl@gsau.edu.cn),通讯地址同第1作者
收稿日期:2005-05-11;修回日期:2006-01-09

水，用真空抽气泵抽气 30 min后在室温下静置 20 min，测定初始电导率 Ax，然后在沸水中煮 10 min，冷却至室温再测其煮后电导率 Bx。以相对电导率表示细胞膜透性。

$$细胞膜透性(\%)=Ax/Bx\times100$$

1.3.4 α-淀粉酶活性的测定 种子α-淀粉酶活性测定于处理第 2天进行，测定方法参照文献[11]。

2 结果与分析

2.1 NaCl对甜瓜种子吸水率的影响

品种间比较，黄河蜜种子处理 12 h，白沙蜜和甘黄金处理 8 h，各盐浓度下种子吸水率均达 45 %以上(图 1)，达到甜瓜种子萌发所需要的水分[12]。除黄河蜜种子在 250 mmol·L^{-1} NaCl处理下 1 h外，3个甜瓜品种种子在处理 48 h前，各盐浓度下吸水率与对照差异均不显著。但处理 48 h时，各盐浓度下种子吸水率均显著低于对照，且随盐浓度增加各处理甜瓜种子的吸水率呈下降趋势。

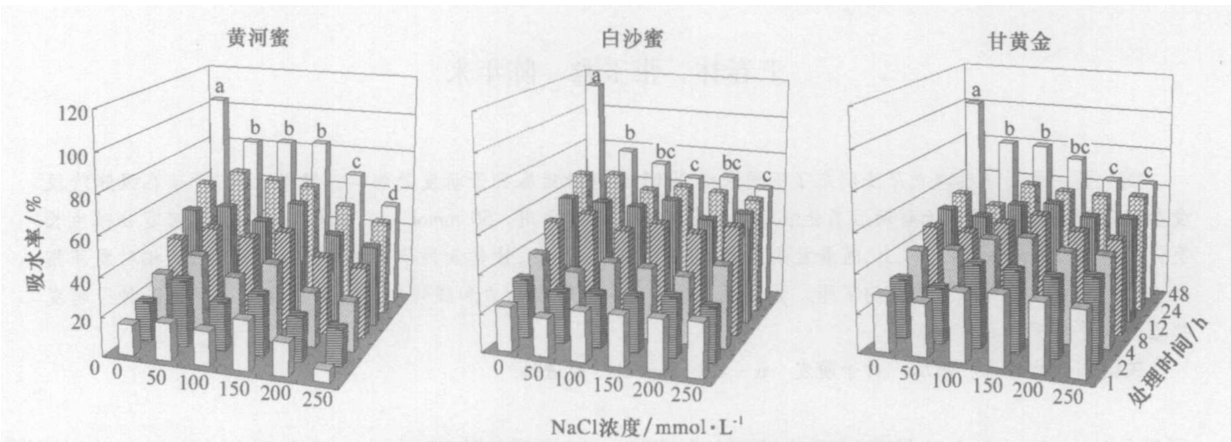

图 1 NaCl浓度对甜瓜种子吸水率的影响

2.2 NaCl对甜瓜种子发芽率的影响

随着盐浓度的升高，各甜瓜种子同期发芽率逐渐下降(图 2)。但随着时间的延长，各处理下种子累积发芽率逐渐趋于一致，低于 200 mmol·L^{-1} NaCl处理的种子在第 2天均开始发芽，其发芽高峰日为处理后第 2～3天；除 200 mmol·L^{-1} NaCl处理的甘黄金种子第 2天开始发芽外，其他高于该盐浓度处理的种子到第 3天才开始发芽，且发芽高峰日为处理后第 3～6天。说明盐胁迫延缓了甜瓜种子的萌发进程，但对甜瓜种子累积发芽率的影响较小。品种间比较发现，在高盐浓度下各品种种子发芽进程被延缓，但甘黄金种子到第 3天其累积发芽率与低盐浓度下相差不大，说明不同甜瓜品种间的耐盐性有差异。

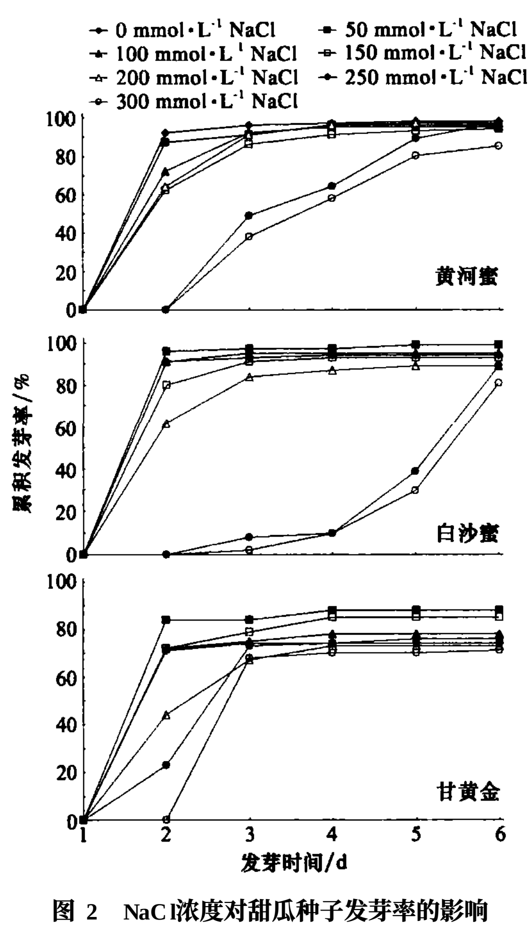

图 2 NaCl浓度对甜瓜种子发芽率的影响

2.3 NaCl对甜瓜种子 GI、VI和胚根生长的影响

发芽指数与活力指数反映了种子萌发的速度和质量。当 NaCl浓度大于 50 mmol·L^{-1}时，随着盐浓度的增加，3个甜瓜品种种子相对活力指数、相对发芽指数均呈下降趋势(表 1)。相对活力指数的下降幅度较大，表明其对盐胁迫的反应比发芽率更敏感。在 NaCl浓度小于 200 mmol·L^{-1}时，相对发芽指数下降较慢；而浓度大于 200 mmol·L^{-1}时，相对发芽指数迅速下降。

表 1　不同 NaCl浓度对甜瓜种子发芽能力的影响　(第 6天)

NaCl	相对活力指数[1)] /%			相对发芽指数[1)] /%			相对胚根长[1)] /%		
mmol·L^{-1}	黄河蜜	白沙蜜	甘黄金	黄河蜜	白沙蜜	甘黄金	黄河蜜	白沙蜜	甘黄金
110 (CK)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0 bc	100.0 a	100.0 a
150	123.3	106.1	75.8	95.9	105.1	117.7	139.1 a	101.0 a	109.5 a
100	98.3	85.4	56.9	87.8	100.7	113.8	112.0 ab	84.8 b	92.0 a
150	76.6	61.5	52.6	84.0	93.3	105.1	94.9 bc	65.9 c	78.6 ab
200	61.3	37.6	18.4	80.7	80.7	79.3	73.0 c	46.6 d	28.9 c
250	6.4	1.5	11.4	39.5	23.7	67.4	16.3 d	6.3 e	18.8 c
300	1.6	0.9	5.3	34.0	20.4	48.3	4.6 d	4.5 e	5.6 d

注: 1)各项指标相对值(%) =处理测定值 /对照测定值 ×100;同列数字后不同小写字母表示差异显著 (α=0.05)。下表同

由表 1可知,在 NaCl浓度为 50 mmol·L^{-1}时, 3个品种的胚根生长量均大于对照,但黄河蜜胚根长显著高于对照。当 NaCl浓度大于 50 mmol·L^{-1}时,随着盐浓度增加,各品种胚根生长量逐渐减小,说明低浓度盐分对黄河蜜幼根生长有促进作用。

2.4　NaCl对甜瓜种子细胞膜透性的影响

由图 3可知,甜瓜种子吸水过程中渗透液的相对电导率变化因品种而异。处理 12 h内,黄河蜜和白沙蜜种子的相对电导率呈增加趋势,而甘黄金种子的电导率相对稳定;黄河蜜种子处理 4～12 h、白沙蜜种子处理 12 h后,各盐浓度下相对电导率均高于对照,但白沙蜜不同盐浓度间无规律性变化。甘黄金种子萌发过程中,各处理间相对电导率差异不显著,表明甘黄金种子萌发过程中细胞膜修复受盐胁迫影响较小。吸水 12 h后, 3个甜瓜品种的相对电导率都迅速下降,暗示细胞膜完整性修复全面开始。

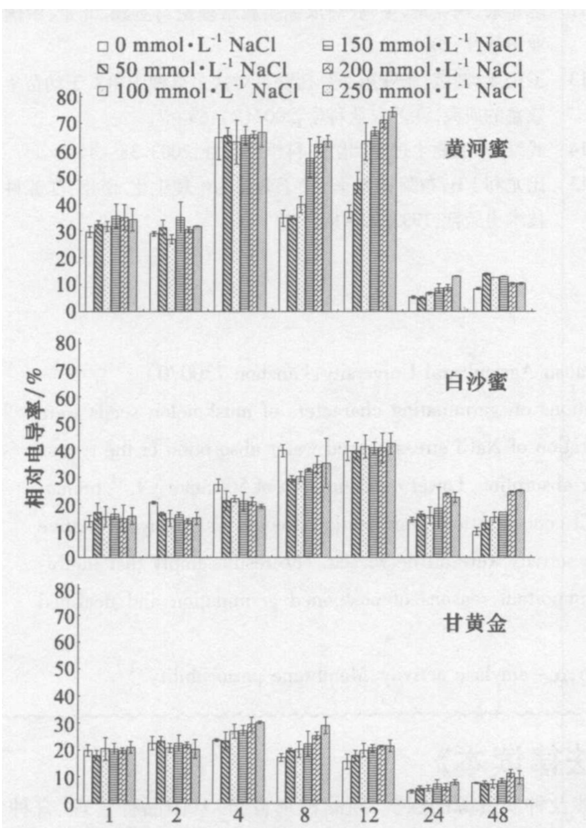

图 3　NaCl浓度对甜瓜种子相对电导率的影响

2.5　NaCl对甜瓜种子 α-淀粉酶活性的影响

由表 2可知,在处理后第 2天,黄河蜜和甘黄金种子 α-淀粉酶相对活性随盐浓度增加而下降,且黄河蜜种子 α-淀粉酶相对活性下降幅度比甘黄金种子大;白沙蜜种子在 50～100 mmol·L^{-1}NaCl浓度下 α-淀粉酶相对活性高于对照,在 150 mmol·L^{-1}及以上浓度下 α-淀粉酶相对活性明显下降,且下降幅度随盐浓度升高而增大。

表 2　不同 NaCl浓度对甜瓜种子 α-淀粉酶活性的影响　(第 2天)

NaCl	α-淀粉酶相对活性 /%		
mmol·L^{-1}	黄河蜜	白沙蜜	甘黄金
110 (CK)	100.00	100.00	100.00
150	65.83	135.36	91.09
100	53.34	124.69	68.76
150	48.79	68.62	68.58
200	44.34	54.18	67.00
250	28.65	38.21	65.53
300	26.17	32.85	62.78

3　讨论

有关 NaCl胁迫对作物种子发芽率的影响,目前报道存在两种不同的结果:前人在棉花[1]、星星草[2]、大麦[5]、黄瓜[6]、水稻[8]等作物上的研究结果表明, NaCl胁迫对作物种子发芽率有抑制作用,且随盐浓度的增加抑制作用增强,但低浓度盐分 (其浓度因作物不同而异)对种子萌发有促进作用。本试验结果表明:不同浓度的 NaCl胁迫对甜瓜种子累积发芽率的影响较小,盐胁迫只是延缓了甜瓜种子的萌发进程,与王庆亚等[13]在盐角草上的研究结果一致。

在本试验中, 3个甜瓜品种在处理 12 h后,各盐浓度下种子吸水率基本达 45 %以上,达到甜瓜种子

萌发所需要的水分[12]。在处理 48 h前,各盐浓度下吸水率与对照没有显著差异;但处理 48 h时,各盐浓度下种子吸水率均显著低于对照,且随盐浓度增加各处理甜瓜种子的吸水率呈下降趋势,说明甜瓜种子在吸胀阶段受盐胁迫影响较小,种子萌动后高盐浓度对种子吸水有抑制作用,这与王广印等[6]在黄瓜上得到的结果相似。可能因为吸胀阶段甜瓜种子细胞原生质处于凝胶状态,细胞膜还没有得到修复,水分在衬质势的作用下以扩散的方式迅速进入细胞内[14]。处理 48 h时,各品种所有处理种子均开始萌动,细胞膜得到部分修复,水分主要以渗透方式进入细胞,膜内外水势差为主要吸水动力,因盐溶液水势低,所以各处理吸水速度均较对照慢。

本试验中,浸种初期(4 h内),甜瓜种子电解质渗漏较少,可能是因为此时种子吸水量较少,离子泄漏仅发生在外层细胞[13]。在吸水 8～12 h时相对电导率达到最大(甘黄金除外)。12 h后,随着膜结构的逐步修复,细胞内电解质渗漏减少,相对电导率迅速下降。另外,黄河蜜种子处理 4～12 h、白沙蜜种子处理 12 h以后,各盐浓度下相对电导率高于对照,且不同浓度下也有差异;甘黄金种子萌发过程中,各处理间相对电导率没有显著差异,说明盐胁迫对甜瓜种子萌发过程中细胞膜修复有一定抑制作用,品种之间有差异。α-淀粉酶是分解种子内贮藏养分的主要酶[15]。种子萌发和幼苗生长初期,α-淀粉酶可使种子中的淀粉降解成为小分子物质,以供种子萌发和幼苗生长,其活性高低能反映种子的活力。从本试验的整体结果来看,盐胁迫使甜瓜种子 α-淀粉酶的活力下降,且盐浓度越大下降的幅度越大。但低盐浓度(50～100 mmoL·L^{-1})下白沙蜜种子 α-淀粉酶活性反而高于对照,其原因尚待进一步探讨。

参考文献

1 孙小芳,郑青松,刘友良,等. NaCl胁迫对棉花种子萌发和幼苗生长的伤害. 植物资源与环境学报, 2000, 9(3): 22～25
2 陈月艳,孙国荣,李景信,等. Na_2CO_3胁迫对星星草种子萌发过程中水分吸收及膜透性的影响. 草业科学, 1997, 14(2): 27～30
3 陈坚,周木虎. 盐胁迫对不同苦瓜品种萌发及幼苗生长的影响. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2002(24): 44～48
4 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. 种子, 2000(3): 10～12
5 赵檀方,闫先喜,胡延吉. 盐胁迫对大麦种子吸胀萌发及根尖细胞结构的影响. 大麦科学, 1994(4): 17～20
6 王广印,张百俊,赵一鹏,等. NaCl胁迫对黄瓜种子萌芽的影响, 吉林农业大学学报, 2004, 26(6): 624～627
7 王冀川,徐雅丽,姜莉. 盐胁迫对油葵种子活力和幼苗生理生化特性的研究. 种子, 2004, 23(5): 18～20
8 宵望,王玉玲,易广,等. 磁化 NaCl胁迫溶液对水稻种子萌发的影响. 中国农学通报, 2004(1): 23～26
9 贺军民,佘小平,张键. 番茄种子吸湿—回干处理对盐胁迫伤害的缓解效应. 园艺学报, 2000, 27(2): 123～126
10 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. 中国沙漠, 1996(3): 307～310
11 李合生. 植物生理生化实验原理与技术. 北京:高等教育出版社, 2000. 84～85
12 陈年来,马克奇,王鸣. 甜瓜优质栽培理论与实践. 北京:中国农业出版社, 2001. 40～41
13 王庆亚,刘敏,张守东,等. 盐胁迫对盐角草种子萌发于幼苗生长效益的研究. 江苏农业科学, 2002(2): 69～71
14 武维华. 植物生理学. 北京:科学出版社, 2003. 38～44
15 比尤利 J D,布莱克 M著. 种子萌发的生理生化. 南京:江苏科学技术出版社, 1992. 92～93

Effects of Salt Stress on Germination of Muskmelon Seeds

Wang Chunlin, Zhang Yuxin, Chen Nianlai (Agronomy College, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

Abstract The effects of NaCl stress at different concentrations on germinating characters of muskmelon seeds were studied in culture dishes The results showed that higher concentration of NaCl stress slowed water absorption of the germinating seeds, though no effect was observed at early stage of water absorption Lower concentration of 50 mmol·L^{-1} promoted the growth of Huanghemi's radicle, with the increasing of NaCl concentrations, germination process was delayed, relative germination index, relative vitality index and relative α-amylase activity were all decreased The results imply that inhibition of α-amylase activity and membrane restoration may be important reasons of postponed germination and declined germination vigor under salt stress

Key words Salt stress, *Cucumis melo* L., Seed germination, α-amylase activity, Membrane permeability