

NaCl 胁迫对西瓜种子发芽的影响

王吉明, 马双武

(中国农业科学院郑州果树研究所, 郑州 450009)

摘 要:以西瓜“ZQK0395”为材料, 采用“海绵培养法”研究了不同浓度 NaCl 胁迫对西瓜种子发芽率、发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长的影响。结果表明, NaCl 胁迫对种子发芽的影响呈 S 型变化曲线, 120 mmol/L 为 S 型曲线两个拐点中间值, 可作为该种质资源耐盐性遗传研究的参考鉴定浓度, 180 mmol/L 为 S 型曲线的第二个拐点, 可作为该种质资源耐盐性参考筛选浓度。同时利用主成分分析表明, 种子发芽率、发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长的向量负载值十分相近, 因此在进行一般耐盐性鉴定时可以选择其中任意一项观察结果作为鉴定指标。

关键词:西瓜; 种子发芽; NaCl 胁迫

中图分类号: S 651; S604⁺. 1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2007)03-0020-03

近年来随着西瓜保护地栽培面积的迅速增加, 土壤次生盐渍化问题变得日益突出, 成为影响西瓜设施栽培的一大难题, 因此选育耐盐性强的西瓜品种对于发展西瓜设施栽培具有重要意义。发芽指标法是在植物耐盐性试验中被广泛采用的一种鉴定评价方法, 但在西瓜方面国内近年来才开展研究^[1-3]。该试验以“ZQK0395”西瓜为材料, 研究了不同浓度的 NaCl 胁迫对西瓜种子发芽特性的影响, 旨在为西瓜耐盐资源的筛选、种质资源评价、耐盐育种提供理论依据。

1 试材与方法

以国家西瓜甜瓜中期库西瓜“ZQK0395”种子为试材, 将种子放入写有编号的烧杯中, 按烧杯编号分别倒入 0、30、60、90、120、150、180、210、240 mmol/L 的 NaCl 溶液, 25℃下浸种 24 h, 捞出种子备用; 利用国家长期库“海绵培养法”进行种子培养: 在培养皿上铺上 0.5 cm 的海绵和滤纸, 倒入和浸种浓度相同的 NaCl 溶液, 放置 30 粒种子, 3 次重复, 于 (32±1)℃条件下培养。培养期间每天观察并记录发芽种子数, 直至试验结束, 以根长 0.5 cm 作为发芽标准。试验结束前测定发芽种子的平均侧根数、平均根重、平均根长并统计发芽率和发芽指数。试验中采用的统计分析软件为 SAS 8.1。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对西瓜种子发芽的影响

从表 1 中可以看出, 发芽率随着培养时间的延长而逐步上升, 但培养到 4~5 d 后发芽率上升速度就十分缓慢,

尤其是低浓度 (0~60 mmol/L) NaCl 处理的种子此时几乎停止发芽了。对不同天数观察统计的发芽率进行 t 测验, 结果前 4 d 发芽率差异极显著, 而 5、6、7 d 间的发芽率差异不显著, 因此种子发芽率观察统计到第 5 d 就基本可以满足试验要求。

对第 5 d 的发芽率作图可以看出, 种子的发芽率随 NaCl 浓度的增加而呈 S 曲线变化 (图 1)。在 0~120 mmol/L 时, 随着 NaCl 浓度的增加发芽率缓慢变化, 其中在 0~60 mmol/L 时, 处理发芽率高于对照, 如 30 mmol/L 处理发芽率为 97.78%, 高于对照 94.44%。在 120~180 mmol/L 时, 随着 NaCl 浓度的增加发芽率迅速降低, 如 NaCl 浓度为 120 mmol/L 时发芽率为 78.89%, 而 NaCl 浓度为 180 mmol/L 时发芽率仅为 26.67%, 差异很大, 此后随着 NaCl 浓度的进一步提高发芽率又开始缓慢下降。

表 1 不同浓度 NaCl 对西瓜种子发芽率 (%) 的影响

培养 时间(d)	差异 性*	NaCl 浓度 mmol/L)								
		0	30	60	90	120	150	180	210	240
2	a	57.78	86.67	61.11	34.44	6.67	3.33	0.00	0.00	0.00
3	b	84.44	96.67	87.78	83.33	65.56	33.33	10.00	2.22	0.00
4	c	93.33	96.67	97.78	88.89	74.44	52.22	21.11	7.78	2.22
5	d	94.44	97.78	97.78	92.22	78.89	60.00	26.67	12.22	5.56
6	d	94.44	97.78	97.78	92.22	81.11	60.00	28.89	14.44	5.56
7	d	94.44	97.78	98.89	95.56	82.22	61.11	28.89	14.44	5.56

* 利用配对样本 t 检验法进行检验, 相同字母表示差异不显著 ($\alpha = 0.05$), 不同字母表示差异极显著 ($\alpha = 0.01$)

综合发芽率和处理浓度的变化关系可以看出, 二者之间的变化规律符合一元多项式, 对发芽率 (y) 和 NaCl 浓度 (x) 进行非线性逐步回归可以得到: $y = 47.38x^2 - 703.80x^3 + 1835.26x^4 + 0.9435$, $R = 0.9978^{**}$, 拟合程度非常高。

第一作者简介: 王吉明, 男, 助理研究员, 从事西瓜甜瓜种质资源工作, E-mail: pomology@163.com.

收稿日期: 2006-11-16

由图 1 同时可以看出, NaCl 胁迫对种子发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长产生了较种子发芽率类似的影响。如在低浓度(大约为 0~60 mmol/L)时, NaCl 胁迫提高了种子发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长,但随着 NaCl 浓度的进一步提高,各项观测值迅速下降,当 NaCl 浓度超过 180 mmol/L 后,种子发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长的降低速度逐渐变缓,均呈 S 型曲线变化。

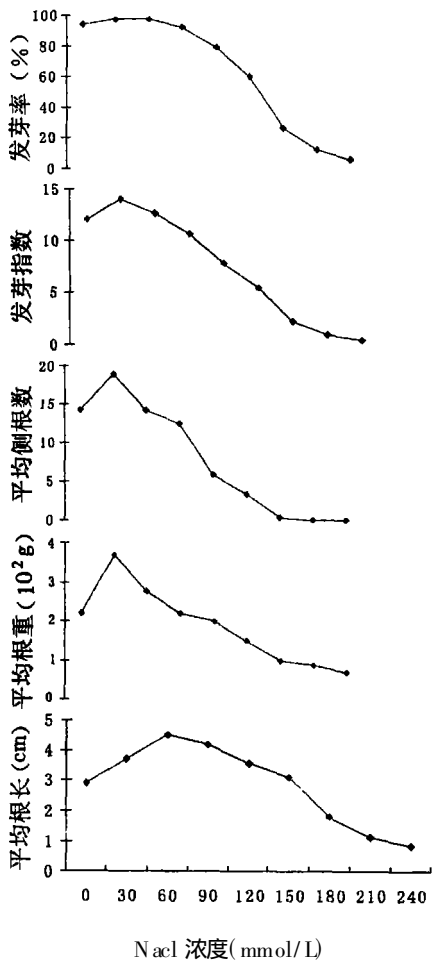


图 1 不同 NaCl 溶液对西瓜种子发芽的影响

从种子发芽率、发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长的 S 型变化曲线可以看出,该曲线的第二个拐点大约同时出现在 180 mmol/L 附近,表明当 NaCl 浓度超过 180 mmol/L 后对种子发芽所产生的胁迫效应趋于“饱和”,可将 180 mmol/L 作为“ZQK0395”耐盐性鉴定的参考筛选浓度,同时比较可知,处于迅速下降的两个拐点中间的 NaCl 浓度大约在 120 mmol/L 附近,根据耐盐性遗传研究的特点,可以将 120 mmol/L 作为“ZQK0395”耐盐性遗传研究的参考鉴定浓度。

2.2 主成分分析

对种子发芽率(x1)、发芽指数(x2)、平均侧根数(x3)、平均根重(x4)、平均根长(x5)进行主成分分析,结

果第一个主成分 Prin1 的贡献率就达到 89.93%,特征值也大于 1(表 2)。

表 2 相关矩阵的特征值

主成分	特征值	差异	百分比	累计百分比
PRIN 1	4.49670878	4.10161009	0.8993	0.8993
PRIN 2	0.39509869	0.32784813	0.0790	0.9784
PRIN 3	0.06725057	0.03867311	0.0135	0.9918
PRIN 4	0.02857746	0.01621296	0.0057	0.9975
PRIN 5	0.01236450		0.0025	1.0000

由表 3 可知,主成分 Prin1=0.45473x1+0.440270x2+0.460558x3+0.458185x4+0.421112x5,可见主成分 Prin1 指向西瓜种子发芽和生长情况,即耐盐性,其中 x1~x5 的向量负载值相差不大,说明这 5 个观察指标对耐盐性的贡献几乎相同,因此,在进行西瓜耐盐研究时,为了降低工作量,可以选择其中任意的一个观察指标作为耐盐指标。

表 3 特征向量表

	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5
x1	0.454731	0.335324	-0.494921	-0.489256	0.443237
x2	0.440270	-0.542185	-0.125982	0.556463	0.432060
x3	0.460558	-0.280582	-0.332905	-0.119796	-0.764188
x4	0.458185	-0.170395	0.768587	-0.407091	0.067695
x5	0.421112	0.697017	0.193983	0.520484	-0.168223

3 讨论

3.1 种子的培养方法

采用合适的种子培养法可以降低随机误差对试验结果的影响,该试验参考并采用国家长期库多年使用的“海绵培养法”,具有可操作性。试验中在 99.0 cm 的培养皿中铺上 0.5 cm 厚的海绵,可吸附 15 ml 左右的盐水,播上种子后可保持 10d 以上的培养环境,培养过程中不需添加水分,与普通的“滤纸培养法”相比较,“海绵培养法”不但能够降低工作量,更能够减少各种随机因素对试验结果的影响。

3.2 低浓度 NaCl 对西瓜种子发芽的影响

试验中采用低浓度的 NaCl 处理时,种子发芽率、发芽指数、平均侧根数、平均根重、平均根长均较对照有不同程度的提高,可见低浓度的 NaCl 溶液可以促进西瓜种子的发芽和生长,这与前人的研究结果是一致的^[1~3]。在其它作物上如黄瓜^[4]、南瓜^[5],以及甜菜^[6]、棉花^[7]、小麦^[8]、猎狗^[9]、盐角草^[10]、苜蓿^[11]、红豆草^[12]、油菜^[13]、沙枣^[14]等也有类似的试验结果。对于这种现象的主要的解释有:可能存在耐胁迫基因(或特异生理机制)^[15];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等^[16]。

3.3 耐盐性浓度的确定

作物耐盐性研究的适宜盐处理浓度主要取决于试验目的。种质资源的筛选旨在挑选耐盐能力强的种质,因而一般采用较高盐浓度,但盐浓度也不能太高,否则

因为筛选压力太大而无法达到筛选目的, 其中 180 mmol/L 为 S 型曲线的第二个拐点, 可作为西瓜“ZQK0395”参考筛选浓度。而在进行耐盐性遗传研究时要使分离群体中各种基因型的耐盐性差异充分表现, 理论上应该有一个适中的能够兼顾多种基因型表达需要的盐胁迫压力, 也只有在这样的胁迫压力下群体的耐盐性遗传变异才有可能达到最大^[17]。由于 120 mmol/L 处于 S 型曲线两个拐点中间, 所产生的胁迫压力适中, 故可作为西瓜“ZQK0395”参考鉴定浓度, 至于其他西瓜种质资源采取多大的处理浓度最为合适, 还需要对不同类型的资源进行系统的比较研究才能得出结论。

3.4 芽期观察指标的选择

试验中的各个观察指标之间有一定的相关性, 分别从不同的侧面来反映西瓜的耐盐性, 但在进行大量种质资源的耐盐性研究时, 如果使用太多的观察指标显然不太方便, 因此选择一个合适的观察指标来考察西瓜的耐盐性具有实际意义。利用主成分分析可以起到降维、简化的目的。试验观察结果经主成分分析表明各个观察指标的向量负载值十分相近, 因此每个观察指标可单独作为耐盐性鉴定指标, 结合观察统计的方便性, 可以将种子发芽率作为耐盐性鉴定指标。

西瓜种子发芽指标法反映出西瓜种子在萌芽期间的耐盐性, 并不能完全代表西瓜植物整个生活期的耐盐性, 而且在进行西瓜植物耐盐性鉴定时, 不仅要鉴定盐分对西瓜植物一般的生理影响, 还要重点考察盐分对其经济产量和品质的影响, 至于西瓜植物发芽期的耐盐性和整个生活期的耐盐性之间的相关性如何有待于进一步研究。

参考文献:

[1] 刘文革, 阎志红, 张红梅, 等. 不同倍性西瓜发芽种子成苗过程中的

耐盐性研究[J]. 中国西瓜, 2002(3): 4-2.

[2] 朱庆松, 赵海英, 石玉保. NaCl 胁迫下对西瓜种子发芽特性的影响[J]. 河南职业技术学院学报, 2004, 32(3): 29-31.

[3] 阎志红, 刘文革, 石玉宝, 等. NaCl 胁迫对不同染色体倍性西瓜种子发芽特性的影响[J]. 中国农学通报, 2005(1): 204-207.

[4] 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, (1): 121-124.

[5] 王广印, 韩世栋, 赵一鹏, 等. NaCl 胁迫及 Ca^{2+} 和 GA_3 对南瓜属 3 种蔬菜种子发芽的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(1): 26-30.

[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] 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] 叶梅荣, 刘玉霞. NaCl 对吸胀后小麦种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 安徽农业技术师范学院学报, 2000, 14(2): 35-36.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 梁云娟, 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.

[12] 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.

[13] 王冀川, 徐雅丽, 姜莉. 盐胁迫对油菜种子活力和幼苗生理生化特性的影响[J]. 种子, 2004, 23(5): 18-20.

[14] 齐曼·尤努斯, 李阳, 木合塔尔, 等. NaCl, Na_2SO_4 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.

[15] Foolad M R, Lin G Y. Relationships cold and salt tolerance during seed germination in tomato: Germplasm evaluation[J]. Plant breeding, 1999, 118: 45-48.

[16] 赵可夫. NaCl 抑制棉花幼苗生长的机理——盐离子效应[J]. 植物生理与分子生物学报, 1989, 16(4): 173-176.

[17] 顾兴友, 郑少玲, 严小龙, 等. 盐浓度对水稻苗期耐盐指标变异度的影响[J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(1): 30-34.

Effects of NaCl Stress on Germination of Watermelon Seed

WANG Ji ming¹, MA Shuang wu

(Zhengzhou Fruit Research Institute CAAS Zhengzhou 450009)

Abstract: Using method of sponge culture, effects of different NaCl concentration on germination rate, germination index number, average number of side roots, average weight of root, average length of root during period of watermelon ‘ZQK0395’ seed germination were tested. The results showed S curve for effects of NaCl stress on germination of watermelon seed, the middle point between two inflexions of the curve was at 120 mmol/L and could be used as referenced screening concentration to study ‘ZQK0395’ salt tolerance genetics, the second curve inflexion was at 180 mmol/L and could be used as referenced concentration for ‘ZQK0395’ salt tolerant germplasm selection. Principal component analysis of watermelon seed germination characteristic showed anyone of germination rate, germination index number, average number of side roots, average weight of root, average length of root could be used as salt tolerance index for their eigen vectors were almost equal.

Key words: Watermelon; Seed germination; NaCl stress