

五个羊角椒品种的耐盐性研究

杨小兰

(江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室, 盐城师范学院 生命科学与技术学院, 江苏 盐城 224051)

摘要:以 5 个羊角椒品种为材料,用不同质量浓度的 NaCl 溶液对其进行处理,以去离子水处理为对照,研究 NaCl 胁迫对羊角椒种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明:5 个参试品种的种子发芽率、发芽势、发芽指数、苗高、根长、干重均存在随着盐浓度的增大而降低的趋势;耐盐性强弱顺序为:“红玫瑰”>“天大长香”>“金塔一号”>“长香一号”>“红角儿”。

关键词:盐胁迫;羊角椒;种子萌发;幼苗生长;耐盐性

中图分类号:S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2010)23—0001—04

土壤盐渍化问题是困扰农业生产的一大难题,世界上约有 20%可耕地及 40%的灌溉地受到不同程度的盐渍化影响。在我国沿海省份,分布着大量盐渍土,仅江苏省的滩涂面积就超过 600 万 hm^2 ,其中盐城市的滩涂面积最大,占全省的 3/4 以上,且每年以 0.3 万 hm^2 成陆速度向东延伸^[1]。在沿海盐渍土中,主要盐类为 NaCl,因此国内外植物耐盐性研究多数集中于 NaCl 胁迫方面^[2-6]。

羊角椒又名“鸡泽椒”,以其尖上带钩、形如羊角而得名,具有很高的食用价值。盐城市亭湖区盐东镇是江苏省最大的羊角椒生产基地,引进了优良的羊角椒品种“长香一号”,注册了“盐红”牌羊角椒商标,羊角椒给盐城菜农带来了可观的经济收入。但是盐城属于盐碱地区,土壤盐渍化一定程度上降低了羊角椒的产量,给农民带来损失。但到目前为止,关于盐城地区市售羊角椒种子萌发期耐盐性方面的研究尚少。现探讨不同浓度 NaCl 对羊角椒种子萌发及幼苗生长的影响,以期对羊角椒的种植和生产提供指导性的帮助,为盐碱地区羊角椒抗盐育种和盐渍土羊角椒丰产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

5 种羊角椒种子,分别为“红玫瑰”、“长香一号”、“天大长香”、“金塔一号”和“红角儿”,购于盐城市亭湖区盐东镇羊角椒生产合作社。供试的 NaCl 为分析纯。

1.2 试验方法

采用培养皿纸上发芽法。供试种子经过精选后,以 0.1%的次氯酸钠溶液消毒 20 min,去离子水冲洗 4~5 遍后,置于 28℃恒温箱中去离子水浸泡 8 h,再用滤纸吸干。共设 9 个处理:NaCl 溶液浓度质量分数分别为 0 (对照组)、0.1%、0.3%、0.5%、0.7%、0.9%、1.1%、1.3%、1.5%,每处理不同品种的种子各 50 粒,3 次重复。在每皿中加入 5 mL 处理液,进行单层滤纸皿床发芽试验。培养温度为 $(28 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,湿度为 79%。每天定时观察、补水,并记录种子发芽数。发芽期间,以称重法补充去离子水,保持各处理浓度的相对稳定。第 5 天测定种子的发芽势,7 d 后结束发芽,统计种子发芽率,计算发芽指数。种子萌发后,每天光照时间为 8:00~18:00,光照强度为 3 000~5 000 lx。第 14 天测定幼苗的相对苗高、相对根长以及幼苗的相对干重,统计各品种的致死浓度及耐盐指数。

1.3 测定项目

发芽率=发芽种子数/供试种子数 $\times 100\%$,以胚根露出种皮为萌发标志;发芽势=第 5 天发芽种子数/供试种子数 $\times 100\%$;发芽指数 $(GI) = \sum_{t=1}^n \frac{G_t}{D \cdot T}$, G_t 为第 t 天发芽数, D 为天数为天数;相对苗高 (N) 、相对根长 (L) :每个培养皿随机选 10 株幼苗,用刻度尺分别测量幼苗的苗高、根长,记录数据,取平均值。相对苗高、根长=处理组苗高、根长/对照组苗高、根长 $\times 100\%$;相对干重 (W) :每个培养皿随机选取 10 株幼苗,放入烘箱内烘干至恒重,用分析天平测量干重。相对干重=处理组干重/对照组干重 $\times 100\%$;耐盐指数: $K = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^n (GI + N + L + W)$, m 为计算指标项数,试验中 $m=4$, n 为盐浓度梯度个数。

作者简介:杨小兰(1979-),女,本科,讲师,现从事植物逆境生理研究工作。E-mail: yangxiaolan7913@yahoo.com.cn。
基金项目:江苏省滩涂生物资源与环境保护重点建设实验室开放基金资助项目(JLCBE09014);盐城师范学院校级科研资助项目(08YCKL056)。
收稿日期:2010-10-08

1.4 数据统计

采用 Excel 2003 和 SPSS 11.0 软件对试验数据进行整理、单因素方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对 5 种羊角椒种子萌发的影响

从表 1 可看出,“金塔一号”、“红玫瑰”和“红角儿”在 NaCl 浓度<0.3%时,发芽率逐渐增大,各处理间差异不显著;“天大长香”在 NaCl 浓度为 0.0.1%下,发芽率最大,达到 100%。NaCl 浓度>0.3%时,5 个羊角椒品种种子的发芽率均呈降低趋势;当 NaCl 浓度达到0.9%时,“金塔一号”和“天大长香”的发芽率显著受到抑制,分别较最大值降低了 11、24 个百分点;“红玫瑰”和“长香一号”的发芽率均在 NaCl 浓度达到 0.7%时显著受到抑制,分别较最大值降低了 8、15 个百分点;“红角儿”的发芽率在 NaCl 浓度达到 0.5%时就已经显著受到抑制,较最大值降低了 7 个百分点。

发芽势是表示种子发芽快慢和发芽整齐度的指标。从表 1 可看出,“金塔一号”在 NaCl 浓度 0.1%时、“红玫

瑰”和“红角儿”在 NaCl 浓度为 0.3%时的发芽势达到最大值,且显著高于对照;“长香一号”和“天大长香”在 NaCl 浓度为 0~1.5%时发芽势均呈下降趋势,其中,“长香一号”的发芽势在 NaCl 浓度 0~0.5%差异不显著,“天大长香”的发芽势在 NaCl 浓度 0~0.1%下差异不显著。NaCl 浓度为 0.5%~1.5%时,5 个品种的羊角椒种子发芽势均显著下降,且在各浓度处理间均存在显著差异,其中,“金塔一号”的降幅最大,降低了 85 个百分点,“红角儿”在 1.5%的盐浓度下发芽势降为 0。

发芽指数可反映发芽速度和田间出苗的一致性,也可反应植物芽期耐盐性的强弱。从表 1 的发芽指数可看出,NaCl 浓度在 0~0.3%时,“红玫瑰”的发芽指数明显高于其它 4 个品种,NaCl 浓度在 0.3%时,“红玫瑰”的发芽指数比其它 4 个品种的分别高了 14、28、4、60、13、60、12、64。盐浓度在 0.7%~1.5%时,5 种羊角椒的发芽指数均大幅度下降,其中,“红角儿”的发芽指数降幅最大,达 26、16。

表 1 盐胁迫对 5 种羊角椒种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响

Table 1 Effect of salt stress on germination percentage seed potentiality and gemination index of 5 pepper varieties																
NaCl 浓度		发芽率 Germination rate/ %					发芽势 Germination potential/ %					发芽指数 Germination index				
NaCl	金塔	红玫瑰	红角儿	长香	天大	金塔	红玫瑰	红角儿	长香	天大	金塔	红玫瑰	红角儿	长香	天大	
Concentration/ %	一号			一号	长香	一号			一号	长香	一号			一号	长香	
0	95ab	98ab	94bc	95 a	100a	86b	87b	85b	86a	95a	34. 81c	54. 66a	38. 67c	31. 19c	42. 89a	
0. 1	100a	100a	98ab	95 a	100a	90a	90ab	86b	85a	94a	37. 69a	56. 44a	40. 33b	37. 58a	43. 46a	
0. 3	100a	100a	100a	95 a	98a	89ab	91a	90a	84a	86b	36. 34b	50. 62b	46. 02a	37. 02a	37. 98a	
0. 5	95ab	97ab	93c	94a	97a	87ab	88ab	84b	81a	80c	28. 86d	38. 15c	38. 35c	34. 31b	34. 39ab	
0. 7	95ab	92b	88d	80b	95a	86b	82c	77c	74b	74d	23. 92e	26. 9d	27. 49d	21. 78d	24. 44bc	
0. 9	89b	88c	61e	65c	76b	78c	52d	52d	56c	65e	20. 97f	19. 96e	16. 17e	16. 24e	18. 18cd	
1. 1	70c	60d	43f	30d	39c	66d	34e	32e	28d	36f	17. 08g	11. 54g	9. 51f	7. 44f	9. 47de	
1. 3	20d	20e	13g	12e	18e	19e	11f	4f	11e	15g	5. 28h	3. 78f	2. 15g	2. 87g	4. 2e	
1. 5	9e	6f	6h	5f	7f	2f	4e	0g	4f	6h	1. 46i	0. 96f	1. 33g	1. 09g	1. 68e	

注:表中数据纵向比较,不同小写字母表示不同盐浓度处理间差异显著(P<0.05)。
Note: The datas in table compare lengthways, the different normal letters indicate significant difference among NaCl conceptions at 0.05 level(P<0.05).

2.2 盐胁迫对 5 个羊角椒品种幼苗期生长的影响

2.2.1 盐胁迫对 5 种羊角椒相对苗高的影响 由图 1 可看出,在盐浓度为 0.1%时,5 种羊角椒的相对苗高均高于对照组,且与对照组有极显著差异,NaCl 浓度为 0.3%时,“长香一号”和“金塔一号”的相对苗高仍高于对照组,但比 0.1%NaCl 浓度下的低,与 0.1%盐浓度的相对苗高有极显著差异;NaCl 浓度>0.3%,所有品种羊角椒的相对苗高均呈下降趋势,且在各浓度处理间有极显著差异;NaCl 浓度在 0.1%和 0.5%~1.5%时,“金塔一号”的相对苗高始终高于其它 4 个品种;NaCl 浓度在 0.9%时,“红玫瑰”、“长香一号”、“天大长香”和“红角儿”的相对苗高与对照组的相比,降幅超过 50%;NaCl 浓度在 1.1%~1.5%时,“长香一号”和“红角儿”的植株萎蔫死亡;NaCl 浓度在 1.3%~1.5%时,“红玫瑰”、“天大长

香”和“金塔一号”的植株全部萎蔫死亡。

2.2.2 盐胁迫对 5 种羊角椒相对根长的影响 由图 2 看出,在 NaCl 浓度为 0.1%~1.1%时,5 种羊角椒的相对根长均低于对照组,且在各处理间(除“长香一号”的相对根长在 NaCl 浓度为 0.5%和 0.7%时无极显著差异及“金塔一号”的相对根长在 NaCl 浓度为 0.3%和 0.5%时无极显著差异外)均存在极显著差异,随着盐浓度的增大,5 种羊角椒的相对芽长均呈下降趋势。盐浓度在 0.1%~1.1%时,“天大长香”和“红角儿”的相对根长大于其它 3 个品种。“红玫瑰”、“天大长香”和“红角儿”的相对根长在 NaCl 浓度 0~1.5%的处理间均有极显著差异。NaCl 浓度在 1.1%~1.5%时,“长香一号”和“红角儿”的植株萎蔫死亡;NaCl 浓度在 1.3%~1.5%时,“红玫瑰”、“天大长香”和“金塔一号”植株全部萎蔫死亡。

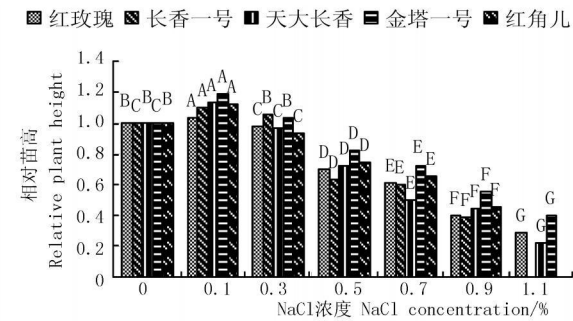


图1 盐胁迫对5种羊角椒相对苗高的影响

Fig.1 Effect of salt stress on the relative plant height of 5 different Pepper varieties

注:不同大写字母表示同一品种不同盐浓度处理间差异极显著($P<0.01$)。下同。

Note: The data marked out with different capital letters of the same cultivar indicate significant difference among NaCl conceptions at 0.01 level ($P<0.01$). Following the same.

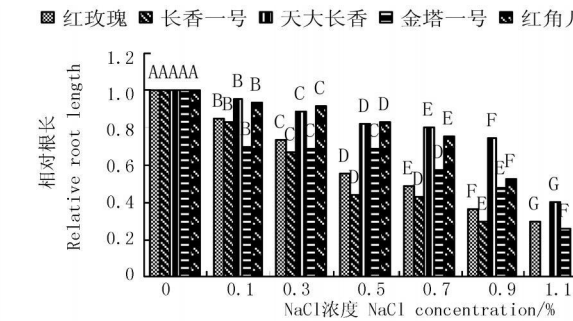


图2 盐胁迫对5种羊角椒相对根长的影响

Fig.2 Effect of salt stress on the relative root length of 5 different pepper varieties

2.2.3 盐胁迫对5种羊角椒植株相对干重的影响 由图3可看出,NaCl浓度在0~0.3%时,“金塔一号”和“长香一号”的植株相对干重高于对照组,其植株相对干重分别在NaCl浓度为0.1%和0.3%时达到最大值;NaCl浓度在0.3%~1.5%时,5种羊角椒的植株相对干重与NaCl浓度之间均呈负相关,除“红玫瑰”的植株相对干重在0.5%和0.7%时无极显著差异外,5种羊角椒的植株相对干重在0~1.5%的各盐浓度处理间均存在极显著差异,盐浓度在1.1%~1.5%时,“长香一号”和“红角儿”的植株萎蔫死亡,NaCl浓度在1.3%~1.5%时,“红玫瑰”、“天大长香”和“金塔一号”的植株全部萎蔫死亡。

2.2.4 5种羊角椒幼苗生长的致死浓度 随着NaCl浓度的增大,羊角椒幼苗的生长受到的盐害程度也逐渐增大,到达一定浓度时,羊角椒幼苗生长延缓甚至死亡,致死浓度可以作为品种间耐盐性差异的评判标准之一^[7]。从表2可看出,“红玫瑰”、“天大长香”和“红角儿”的致死浓度为1.3%，“长香一号”和“金塔一号”的致死浓度为1.1%。结果表明,“长香一号”和“红角儿”的耐盐性低于

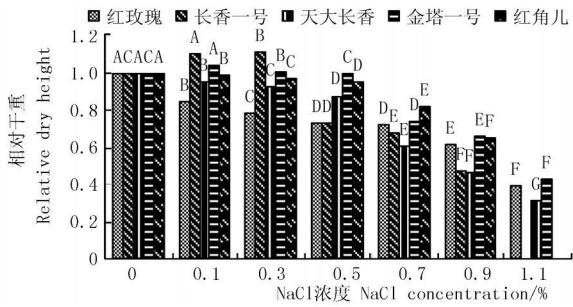


图3 盐胁迫对5种羊角椒植株相对干重的影响

Fig.3 Effect of salt stress on the relative dry weight of 5 different pepper varieties

表2 不同羊角椒品种的NaCl致死浓度

Table 2 The lethal concentrations caused by NaCl for 5 different pepper varieties					/%
品种 Variety	红玫瑰	金塔一号	长香一号	红角儿	
致死浓度 Lethal concentration	1.3	1.3	1.1	1.1	1.3

“红玫瑰”、“金塔一号”和“天大长香”。

2.2.5 不同盐浓度对5种羊角椒耐盐指数的影响 耐盐指数可以客观地反映植物的耐盐能力。由表3可看出,5种羊角椒的耐盐性排序为:“红玫瑰”>“天大长香”>“金塔一号”>“长香一号”>“红角儿”。

表3 盐胁迫对5种羊角椒种子耐盐指数的影响

Table 3 Effect of salt stress on salt tolerance of 5 different Pepper varieties					
品种 Variety	红玫瑰	长香一号	天大长香	金塔一号	红角儿
耐盐指数 Salt tolerance	27.74	20.30	23.23	22.23	19.69

3 结论与讨论

种子萌发是植物生命起始的重要事件,也是植物最早接受盐胁迫的阶段。了解种子萌发对盐胁迫的反应,是系统认识盐渍伤害机理的较好途径。试验中随着NaCl浓度的增加,5种羊角椒种子的发芽率、发芽势、发芽指数迅速下降,外观表现为种子发芽率降低,发芽缓慢。

盐分对羊角椒等非盐生植物的最普遍、最显著的影响就是生长抑制。生长是植物对盐胁迫的综合体现及对盐胁迫的综合适应,也是植物耐盐性的最优评价指标。5个羊角椒品种的苗期相对苗高、相对根长、相对干重等形态指标随NaCl浓度的增大而呈整体显著下降趋势。试验表明,在NaCl胁迫下各羊角椒品种的幼苗均受到了伤害,其原因一方面可能是由于溶液中Na⁺过多,排斥作物对其它离子的吸收从而产生毒害,另一方面也可能是溶液中可溶性盐分过多,使溶液水势降低,导致植物吸水困

难影响植物对水分和养分的吸收, 导致生理干旱和养分亏缺。

有许多试验证明, NaCl 胁迫浓度与作物的发芽、生长呈负相关^[8-10]。但近年来也有研究证明, 低浓度盐分对作物的发芽、生长具有一定的促进作用^[11]。试验中发现, 低浓度盐分(NaCl 浓度在 0.1%以下)对 5 种羊角椒的种子萌发和幼苗地上部分的生长均有不同程度的促进作用, 说明种子对低浓度盐有一定的适应性, 这种现象可能与低浓度盐促进细胞膜的调节有关^[12]。然而, 盐分超过一定的浓度, 则对作物有明显毒害作用, 使 5 种羊角椒种子发芽率、幼苗的生长和植株干物质量的积累均受到显著抑制, 浓度越高, 抑制作用越明显。根据以上各项指标变化趋势可初步断定, 5 个羊角椒品种的耐盐性不同, 耐盐性排序为: “红玫瑰”>“天大长香”>“金塔一号”>“长香一号”>“红角儿”。但作物耐盐性是一个极为复杂的生理过程, 不同品种抗盐性不同, 同一品种不同生育时期抗盐性也不相同^[13-15], 因而对羊角椒抗盐性的研究还需从植物生理生化及分子生物学的角度进一步探讨。

参考文献

- [1] 阮成江. 盐城滩涂草场类型及开发利用研究[J]. 水土保持学报, 2002, 6(5): 56-59.
- [2] 崔辉梅, 陈曾. 盐胁迫对白菜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4680-4682.

- [3] 宋莉璐. 铅胁迫对拟南芥和盐芥种子萌发的影响[J]. 现代农业科技, 2007(3): 8-11.
- [4] 刘志媛, 朱祝军, 钱亚榕, 等. 等渗 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 NaCl 对番茄幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(1): 31-35.
- [5] 王素平, 郭世荣, 胡晓辉, 等. 盐胁迫对黄瓜幼苗根系生长和水分利用的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1883-1888.
- [6] 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.
- [7] 朱月林, 杨立飞, 陈罡, 等. 菜用大豆耐盐品种的筛选及其耐盐生理特性[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(3): 621-627.
- [8] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 等. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 299-303.
- [9] 段德玉, 刘小京, 冯凤莲, 等. 不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应[J]. 土壤肥料科学, 2003, 19(6): 168-172.
- [10] 翟云龙, 章建新, 李宁, 等. NaCl 胁迫对奶花芸豆种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2004, 27(3): 30-33.
- [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] 高英, 同延安, 赵莺, 等. 盐胁迫对玉米发芽和苗期生长的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(2): 30-34.
- [13] 贾洪涛, 赵可夫. 盐胁迫下 Na^+ 、 K^+ 和 Cl^- 对碱蓬和玉米离子的吸收效应[J]. 山东师大学报, 1998, 13(4): 437-440.
- [14] 贾洪涛, 高文, 刘京贞, 等. 盐胁迫下 Na^+ 、 K^+ 和 Cl^- 对碱蓬和玉米生理特性效应的比较研究[J]. 临沂师范学院报, 2002, 24(3): 46-49.
- [15] 斯琴巴特尔, 吴红英. 盐胁迫对玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(4): 76-80.

Study on Salt Tolerance of Five Different Pepper Cultivars

YANG Xiao-lan

(Jiangsu Provincial Key Laboratory of Coastal Wetland Bioresources and Environmental Protection, School of Life Science and Technology, Yancheng Teachers University, Yancheng, Jiangsu 224051)

Abstract: The effects of salt stress on the seed germination and seedling growth of 5 types of pepper varieties were studied. Taking five kinds pepper as test material were treated by different concentrations of NaCl solution, and the treatment with clear water was taken as control check. The results showed that the germination rate, seed potentiality, germination index, root length, shoot length and dry weight, of 5 types of pepper varieties tended to decrease with the increase of salt concentration. The salt tolerance of five varieties of pepper strength follow such order as: Hongmeigui>Tiandachangxiang>Jintaiyiao>Changxiangyihao>Hongjiaoer.

Key words: salt stress; pepper; seed germination; seedling growth; salt tolerance