

盐胁迫对香石竹种子萌发及幼苗生长的影响

杨 凯¹, 孙迎坤¹, 谭 雯², 周兴文²

(1. 青岛农业大学 理学与信息学院, 山东 青岛 266109; 2. 玉林师范学院, 广西 玉林 537000)

摘 要:以香石竹为试材,研究了不同浓度 NaCl 处理对香石竹种子萌发、幼苗生长等生理生化指标的影响,探讨盐胁迫对香石竹种子萌发及幼苗生长的抑制效应。结果表明:NaCl 处理可抑制香石竹的生长量和生物量;与地上部分相比,根系对盐胁迫更加敏感。随着 NaCl 浓度的增加,香石竹的发芽率和发芽势不断降低,脯氨酸含量呈上升趋势;在 NaCl 浓度为 0.6% 时,脯氨酸含量明显增加,而根系活力显著降低,香石竹幼苗生长明显受到抑制。

关键词:盐胁迫;香石竹;种子;幼苗

中图分类号:S 682.39 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0086-03

土壤盐碱化问题已成为危害作物生产和生态环境恶化的主要原因之一^[1],已引起越来越多国家和地区的重视。实践表明,利用耐盐抗盐植物是进行盐碱地改良的经济有效措施^[2],因此,采用生物措施筛选、引种、培育耐盐植物对盐渍土的生物治理和综合开发具有非常重要的意义^[3]。种子植物萌发成苗的阶段是种子植物生活史中最脆弱的阶段。种子能够在盐胁迫下萌发成苗定居,是植株在盐碱地生长发育的前提,种子在发芽阶段的耐盐状况在一定程度上反映了该植物的耐盐能力^[4]。

香石竹(*Dianthus caryophyllus*)属石竹科石竹属多年生草本植物,又名康乃馨(Carnation)、麝香石竹,为世界四大切花之一^[5],具有很高的观赏价值。现以香石竹为试材,研究了不同浓度 NaCl 处理对香石竹种子萌发及幼苗生长等生理生化指标的影响,以期探讨香石竹种子萌发及幼苗生长期间 NaCl 对香石竹的胁迫效应,为香石竹在盐碱地的开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试香石竹种子购于北京南无科贸有限责任公司。

第一作者简介:杨凯(1975-),男,山东临沂人,博士,讲师,现主要从事园林植物育种和应用研究工作。E-mail: yangkai0715@163.com.

责任作者:周兴文(1979-),男,河南南阳人,博士,副教授,研究方向为园林植物栽培育种。E-mail: xingwenzhou2003@163.com.

基金项目:广西自然科学基金资助项目(2012GXNSFB053077);广西教育厅科研资助项目(201203YB155);高层次人才科研启动基金资助项目(G20120027)。

收稿日期:2013-08-21

1.2 试验方法

随机挑取饱满的香石竹种子 50 粒,分别置于含有 NaCl 质量分数为 0(CK)、0.2%、0.4%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0% 的改良 Hoagland 营养液浸润的双层滤纸上,每个处理独立重复 3 次。贴好标签,加皿盖,称重。将培养皿放在光照培养箱中,在(25±2)℃,80%~85%湿度,8 h 光照,16 h 黑暗条件下培养,种子萌发过程中每 24 h 观察记录 1 次种子的发芽情况。

1.3 项目测定

参考芦翔等^[6]、刘慧霞等^[7]的方法,在发芽末期(以开始发芽试验的第 7 天为发芽末期)连续 5 d 发芽粒数平均不足供试种子总数的 1% 时计算发芽率,并计算发芽指数、平均发芽时间和活力指数。脯氨酸含量的测定采用茚三酮染色法^[8];根系活力的测定采用 TTC 法^[9]。

1.4 数据分析

试验数据采用 DPS 6.0 软件进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对香石竹种子发芽率的影响

从图 1 可以看出,当 NaCl 浓度为 0%(CK)时,平均发芽率为 92.7%;当 NaCl 浓度为 0.2% 时平均发芽率为 85.3%,NaCl 浓度为 0.4% 时其平均发芽率为 62.0%;当 NaCl 浓度升高到 0.6% 时平均发芽率明显降低为 32.7%,当 NaCl 浓度为 1.0% 时平均发芽率更是降到了 10% 以下。说明随盐胁迫浓度的升高,种子的发芽率呈下降的趋势,表明盐分对种子的萌发有一定的抑制作用。在盐浓度小于 0.2% 时,虽然盐处理下的种子同期发芽率低于 CK,但累积发芽率均在 80% 以上,与 CK 相比下降幅度小于 10%。但当盐浓度大于 0.4% 时,种子的发芽率开始迅速下降,且随着盐浓度的增加而迅速下降到 30% 以下,当盐浓度大于 0.8% 时几乎没有种子萌发。

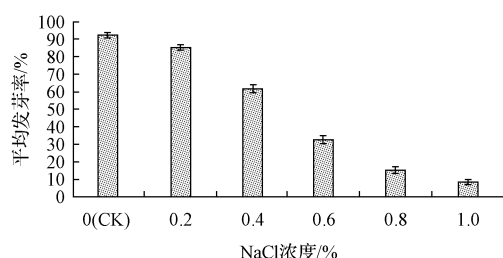


图1 NaCl胁迫对香石竹种子发芽率的影响

Fig. 1 Effect of salt stress on seeds germination of carnation

2.2 NaCl胁迫对香石竹种子发芽指数和活力指数的影响

累积发芽率只考虑了种子群中能够萌发的种子数目,而没有考察种子萌发的速率和整齐度,发芽指数和活力指数则恰好反映了种子萌发的速度和质量,发芽指数大表明发芽速度快,活力指数大表明发芽快而且长势好。由表1可知,发芽指数和活力指数同发芽率一样也随着NaCl浓度的增加而下降,但下降幅度较大。与CK相比,当盐浓度大于等于0.6%时,活力指数与发芽指数下降率达60%以上。

表1 NaCl胁迫对香石竹种子发芽指数及活力指数的影响

Table 1 Effect of salt stress on germination index and exponential activity of carnation

NaCl 浓度 /%	发芽指数 Gi	发芽指数 下降率/%	活力指数 Vi	活力指数 下降率/%
0(CK)	15.93	0	99.626	0
0.2	12.83	19.46	67.358	32.39
0.4	10.77	32.39	48.573	51.24
0.6	5.27	66.92	19.994	79.93
0.8	2.45	84.62	6.762	93.21
1.0	1.36	91.46	1.564	98.43

2.3 NaCl胁迫对香石竹幼苗生长的影响

由表2可知,随着NaCl浓度的升高,种子虽然能够萌发,但是种苗的生长受到抑制。各处理中种苗的地上部分高度明显低于CK,当NaCl浓度大于0.6%时地上部分的高度则急剧下降。而根的长度变化也呈现出相同的趋势,当NaCl浓度大于0.6%时,各处理的根长也急剧下降。从根尖的颜色变化来看,当NaCl浓度大于0.4%时根尖颜色与CK明显不同,呈现为褐色,说明根

表2 NaCl胁迫对香石竹种苗生长量的影响

Table 2 Effect of salt stress on seedling growth of carnation

NaCl 浓度/%	地下部分/cm	地上部分/cm	根尖颜色
0(CK)	2.557	6.254	白色
0.2	1.971	5.250	白色
0.4	1.578	4.510	白色,有少许浅黄色
0.6	1.755	3.794	黄褐色
0.8	0.904	2.760	褐色
1.0	0.367	1.150	深褐色

尖的生长受到影响。

2.4 NaCl胁迫对香石竹脯氨酸含量的影响

由图2可知,在不同的盐浓度胁迫下,叶片中的脯氨酸含量表现出很大的差异。随着NaCl浓度的增加,脯氨酸的含量呈现增大的趋势,且NaCl浓度越高脯氨酸含量越大。当盐浓度小于0.4%时脯氨酸含量上升幅度不大,含量均在400 $\mu\text{g/g}$ 以下;当盐浓度达到0.6%时脯氨酸含量明显增加,表明NaCl胁迫可促使香石竹体内脯氨酸含量的增加。

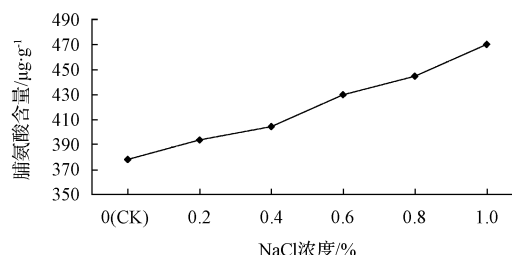


图2 NaCl胁迫对香石竹脯氨酸含量的影响

Fig. 2 Effect of salt stress on Pro content of carnation leaves

2.5 NaCl胁迫对香石竹根系活力的影响

由图3可知,随着NaCl浓度的升高,香石竹种苗的根系活力呈下降趋势,表明盐分对根系的生长有抑制作用。在NaCl浓度小于0.4%时,虽然NaCl处理下的根系活力低于CK,但下降幅度小于10%。但当NaCl浓度大于0.4%时,香石竹的根系活力开始迅速下降,且随着NaCl浓度的增加而迅速下降到40%以下,根系活力受到较大影响。

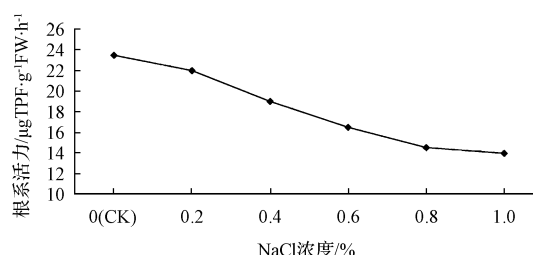


图3 NaCl胁迫对香石竹根系活力的影响

Fig. 3 Effect of salt stress on root activity of carnation

3 结论与讨论

盐胁迫会对植物造成损伤,抑制植物的营养生长与生殖生长^[10]。该试验表明,NaCl胁迫对香石竹种子的萌发具有抑制作用,当NaCl浓度大于0.6%时香石竹种子几乎不发芽;由根尖的颜色可看出,当NaCl浓度为0.4%时即可对香石竹的根部产生影响;香石竹叶片中脯氨酸的含量随着NaCl浓度的升高而升高,香石竹叶片相对于CK明显变小叶片数量也相对减少,表明盐胁迫对香石竹种苗的生长同样具有抑制作用。

植物的萌发期是对盐分十分敏感的时期^[11],盐胁迫下的种子发芽率等指标可以作为植物耐盐性评价的参考指标^[12-13]。由该试验中香石竹的生长状况可知,在 NaCl 浓度超过 0.6% 时香石竹种子几乎不发芽,即使发芽幼苗成活率极低;香石竹根系活力随 NaCl 浓度的增加而降低;脯氨酸含量在 NaCl 浓度为 0.6% 时为 CK 的 1.14 倍。由此综合来看,香石竹属于轻度耐盐性植物^[14],其耐盐性较差。

植物细胞的渗透调节作用是植物适应环境,增强抗逆性的基础,多数植物具有调节细胞内渗透压的功能^[15]。为了缓解盐胁迫引起的渗透胁迫,植物细胞趋向积累无机离子和有机渗透溶质,其中脯氨酸的累积被明显激活。脯氨酸作为抗盐性指标,在一定程度上可以反映植物材料的耐盐性^[16]。通常认为脯氨酸积累在植物细胞适应盐胁迫中起到了重要作用^[17]。该试验中香石竹在 NaCl 低浓度时脯氨酸含量并未显著增加,表明此时 NaCl 胁迫并未对植株造成明显的渗透胁迫。当 NaCl 浓度增加至 0.6% 时脯氨酸含量上升,说明其受到了渗透胁迫。香石竹植株通过启动脯氨酸以缓解细胞内过高的渗透势。这与狐尾草、野大麦、小麦、棉花、马铃薯等的研究中发现其脯氨酸含量均随着盐浓度增加明显增大一致^[18]。

该试验中,随着 NaCl 浓度的增加香石竹表现出盐害症状,发芽率、发芽指数、种子活力指数、地上部分、地下部分等生长指标均呈下降趋势,根尖颜色产生变化由白色向深褐色转变,植株也变得矮小,这可能与根系活力有关。根系越发达越能够保持较高的根系活力,保证高效的吸收力、运输等功能,维持较高的根冠比^[15]。在该试验中,香石竹根系活力随着 NaCl 浓度的增加逐渐降低,致使香石竹的地上部分与地下部分长度降低,叶片面积减小使植株生长受到影响,最终影响植株成活及出苗。

Effects of Salt Stress on Seeds Germination and Seedling Growth of Carnation

YANG Kai¹, SUN Ying-kun¹, TAN Wen², ZHOU Xing-wen²

(1. College of Science and Information, Qingdao Agriculture University, Qingdao, Shandong 266109; 2. Yulin Normal University, Yulin, Guangxi 537000)

Abstract: Taking carnation as test material, the effects of salt stress on seed germination and physiology and biochemistry changes of carnation seedlings were investigated, to discuss NaCl stress on inhibition effect of germination rate and seedling growth of carnation. The results indicated that the growth and biomass of carnation seedlings which treated by NaCl were suppressed and the roots were more sensitive than the overground parts. With the increase of NaCl concentration, the germination rate and potential reduced constantly while the proline concentration was on the rise. The proline concentration increased remarkable and the root activity strikingly dropped at the same time, the seedling growth of carnation was restrained obviously when the NaCl concentration was 0.6%.

Key words: salt stress; carnation; seed; seedling

参考文献

- [1] Wang W X, Vinocur B, Altman A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance [J]. *Planta*, 2003, 218(1): 1-14.
- [2] 李婷婷, 张月学, 张海玲, 等. 18 个苜蓿品种种子萌发期的耐盐性研究[J]. *黑龙江农业科学*, 2012(4): 110-113.
- [3] 邵桂花, 常汝镇, 陈一舞. 大豆耐盐性研究进展[J]. *大豆科学*, 1993, 12(3): 244-248.
- [4] 晋丽娟, 张文辉, 王涛, 等. NaCl 胁迫对花棒种子萌发的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2007, 25(3): 150-153.
- [5] 张燕琴. 切花菊和香石竹采后主要衰老生理特性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004: 26.
- [6] 芦翔, 汪强, 赵惠萍, 等. 盐胁迫对不同燕麦品种种子萌发和出苗影响的研究[J]. *草业学报*, 2009, 26(7): 77-81.
- [7] 刘慧霞, 申晓蓉, 郭正刚. 硅对紫花苜蓿种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. *草业学报*, 2011, 20(1): 155-160.
- [8] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 228-231.
- [9] 熊庆娥. 植物生理学实验教程[M]. 成都: 四川出版集团, 2003.
- [10] 陈健妙, 郑青松, 刘兆普, 等. 麻疯树(*Jatropha curcas* L.) 幼苗生长和光合作用对盐胁迫的响应[J]. *生态学报*, 2009, 29(3): 1356-1365.
- [11] 郑慧莹, 李建东. 松嫩平原盐生植物盐碱化草地的恢复[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 22-26.
- [12] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2003: 123-124.
- [13] 马建华, 郑海霞, 赵中秋, 等. 植物抗盐性机理研究进展[J]. *生命科学*, 2001, 5(3): 175-179.
- [14] 刘寅. 天津滨海耐盐植物筛选及植物耐盐性评价指标研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011: 13-17.
- [15] 程淑娟, 钱虹妹, 唐东芹, 等. NaCl 胁迫对 4 种园林植物生长及渗透调节物质的影响[J]. *上海交通大学学报*, 2012, 29(2): 88-94.
- [16] Zhao K, Fan H, Zhou S, et al. Study on the salt and drought tolerance of *Suaeda salsa* and *Kalanchoe claigre-montiana* under osmotic salt and water stress[J]. *Plant Science*, 2003, 165: 837-844.
- [17] 李孔晨, 卢欣石. 黑麦草属 9 个品种萌发及苗期耐盐性研究[J]. *草业科学*, 2008, 25(3): 111-115.
- [18] 乔旭, 黄爱军, 褚贵新. 植物对盐分胁迫的响应及其耐盐机理研究进展[J]. *新疆农业科学*, 2011, 48(11): 2091-2092.