

外源水杨酸对盐胁迫下凤仙花种子萌发特性的影响

何会流^{1,2}

(1. 重庆城市管理职业学院, 重庆 401331; 2. 三峡库区生态环境与生物资源省部共建国家重点实验室, 重庆 400715)

摘 要:以凤仙花成熟种子为试材,研究比较了水杨酸(SA)处理对盐胁迫下凤仙花种子的发芽势、发芽率、发芽指数等萌发指标,胚根长、下胚轴长及幼苗的可溶性糖、可溶性蛋白质与丙二醛(MDA)含量等的影响。结果表明:SA处理后种子萌发指标和幼苗生理指标均有不同变化。其中SA浓度为50 mg/L时,萌发指标均达到最大值;幼苗MDA含量为最小值。50 mg/L的SA能够有效的缓解盐胁迫对凤仙花种子及幼苗产生的伤害,提高种子及幼苗的抗盐性。

关键词:凤仙花;水杨酸(SA);盐胁迫;种子萌发;生理特性

中图分类号:S 681.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)13-0075-03

凤仙花(*Impatiens balsamina* L. 栽培种),别名急性子、指甲花,是我国广泛种植的一种观赏和药用花卉植物^[1]。水杨酸(Salicylic Acid,简称SA)属于桂皮酸的衍生物^[2]。SA具有多种生理作用,可诱导作物抗病、抗逆境胁迫,促进种子萌发的作用^[3-4]。目前,国内外对凤仙花种子萌发、离体培养、药用成分、水分以及钙盐胁迫等方面研究较多^[5-9]。但在SA对盐胁迫下种子萌发特性的研究鲜见报道。该试验研究了SA对盐胁迫下凤仙花种子萌发和幼苗某些生理指标的影响,以期为解决设施栽培中园林花卉盐渍化问题提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为凤仙花(*Impatiens balsamina* L. 栽培种)成熟种子,由北京金丹隆种子有限公司提供。水杨酸(SA)为北京化工厂生产(分析纯)。

作者简介:何会流(1968-),男,重庆人,硕士,副教授,现主要从事园林植物逆境生理研究工作。

基金项目:三峡库区生态环境与生物资源省部共建国家重点实验室基金资助项目(SK12012-01)。

收稿日期:2013-03-04

1.2 试验方法

选取健壮、饱满、大小一致的凤仙花种子,用1.0%次氯酸钠溶液消毒5 min,再用蒸馏水冲洗干净,吸水纸吸干;置于光照培养箱(25±2)℃中催芽,1 d后将种子取出;在铺有2层纱布的培养皿中按每皿100粒种子放置,3次重复。CK组加入适量清水。其它处理组加入50 mmol/L NaCl溶液胁迫6 h;取出种子后将盐溶液吸干净,加入10、25、50、75、100 mg/L 5种不同浓度的SA溶液;然后将种子放置于光照培养箱(温度同上,光照时间12 h,光照强度2 000 lx)进行培养,每天定时补充相应浓度溶液^[10]。

1.3 项目测定

1.3.1 种子萌发指标的测定 试验期间每天按时统计萌发数,第3天计算发芽势,第5天统计发芽率和发芽指数。同时,在第5天每个处理随机取用30株幼苗,测量幼苗胚根长、下胚轴长并称取鲜重以及干重。发芽势(Gv)=第3天发芽的种子数/供试的所有种子数×100%;发芽率(Gr)=正常情况发芽的种子数/供试的所有种子数×100%;发芽指数(Gi)=∑(Gt/Dt)。式中,Gt为t日内的增殖数,Dt为相应的发芽天数^[10]。

1.3.2 幼苗部分生理指标的测定 SA处理第7天随机

Abstract: Taking 2 varieties common plants of *Vaccinium* (*V. fragile* var. *fragile* and *V. fragile* var. *mekongense*) in Yanglin of Kunming as test materials, the effect of light and temperature range in the indoor and outdoor environment on their phenological phase, ornamental characteristics, adaptability, resistance etc. at same water and fertilizer condition were studied. The results showed that the color of the leaves, bracts and flowers of 2 varieties had no turned red, long flowering and no fruiting indoors, each phenological later than outdoor, all strong adaptability and stress tolerance; phenology of *V. fragile* var. *fragile* was earlier than *V. fragile* var. *mekongense* both indoor and outdoor, and its color of the leaves, bracts and flowers veins more easily affected by the temperature.

Key words: *Vaccinium*; introduction; cultivation; ornamental characteristics

选取处理后的幼苗测定其生理指标。丙二醛含量及可溶性糖含量测定采用张志良等^[11]的方法,以 $\mu\text{mol/g}$ 表示丙二醛(MDA)含量及可溶性糖含量。可溶性蛋白质的测定参照 Bradford^[12]方法,以 mg/g 表示可溶性蛋白质含量。

1.4 数据分析

使用 Excel 2003 和 SSPS 11.5 统计软件对数据进行统计分析,采用 Duncan's 新复极差法进行差异显著性检测。

2 结果与分析

2.1 SA 处理对盐胁迫下凤仙花种子萌发的影响

从表 1 可以看出,50 mmol/L 盐胁迫处理后种子发芽势、发芽率以及发芽指数和 CK 相比都有显著性降低。当用浓度较低的 SA 处理胁迫后的种子,其发芽势、发芽率以及发芽指数都较盐处理有显著性的升高。随着 SA 浓度增加,各项指标呈先升后降的趋势。当 SA 为 50 mg/L 时,各项指标均为最大值,且种子发芽势、发芽指数均显著高于 CK;但当 SA 为 100 mg/L 时,其种子发芽势、发芽指数显著低于盐处理,显示其受到明显抑制。综上,低浓度 SA 可缓解盐胁迫,而高浓度则有明显的抑制作用。

表 1 SA 处理对盐胁迫下凤仙花种子的发芽势、发芽率、发芽指数的影响

Table 1 The effects of SA on germination vigor, germination rate and germination index of *Impatiens balsamina* L. seeds under NaCl stress

处理	发芽势/%	发芽率/%	发芽指数
CK	78.333±3.283b	91.667±1.202a	34.372±0.095bc
NaCl(50 mmol/L)	52.333±0.882c	79.000±0.557b	25.972±0.532d
SA(10 mg/L)	74.333±0.882b	86.333±2.186a	32.505±0.953c
SA(25 mg/L)	82.667±1.202ab	89.667±3.180a	35.783±1.520b
SA(50 mg/L)	86.000±2.000a	91.667±1.202a	39.317±1.101a
SA(75 mg/L)	76.667±1.202b	86.667±0.882a	34.645±0.250bc
SA(100 mg/L)	16.000±3.215d	78.667±0.882b	23.061±0.827e

注:表中同一列数据中字母不同者表示差异达 5%显著水平,下同。

2.2 SA 处理对盐胁迫下凤仙花种子生长指标的影响

从表 2 可以看出,NaCl(50 mmol/L)胁迫处理后,凤仙花种子鲜重、下胚轴和胚根长均有显著性下降。当用 SA 处理后,鲜重显著升高,且随着浓度进一步升高反而降低,当 SA 达到 100 mg/L 时,其重量低于盐处理。下胚轴和胚根长度与盐处理对照比较均有显著地升高,且随着浓度增加而表现出下降的趋势,在 SA 为 10 mg/L 时达到最大平均下胚轴长 0.570 cm;在 SA 为 25 mg/L 达到平均胚根长最大值 0.774 cm。盐胁迫后干重有显著地增加,SA 处理后干重呈现下降趋势。综上可知,适当浓度的 SA 能够有效缓解盐胁迫,但较高浓度对其有抑制作用。

表 2 SA 处理对盐胁迫下凤仙花种子的干鲜重、下胚轴及胚根长的影响

Table 2 The effects of SA on dry weight, fresh weight, average radicle length and average hypocotyl length of *Impatiens balsamina* L. seeds under NaCl stress

处理	10 株鲜重/g	10 株干重/g	下胚轴长/cm	胚根长/cm
CK	0.254±0.002a	0.078±0.003b	0.570±0.024a	0.968±0.003a
NaCl(50 mmol/L)	0.184±0.005b	0.105±0.004ab	0.163±0.009c	0.131±0.031e
SA(10 mg/L)	0.291±0.054a	0.106±0.006ab	0.570±0.025a	0.646±0.002c
SA(25 mg/L)	0.297±0.011a	0.102±0.002ab	0.563±0.009a	0.774±0.021b
SA(50 mg/L)	0.284±0.008a	0.129±0.024a	0.547±0.020a	0.455±0.020d
SA(75 mg/L)	0.269±0.004a	0.108±0.003ab	0.530±0.006a	0.413±0.019d
SA(100 mg/L)	0.177±0.011b	0.100±0.005ab	0.333±0.024b	0.128±0.015e

2.3 SA 处理对盐胁迫下凤仙花幼苗部分生理指标的影响

2.3.1 SA 处理对盐胁迫下凤仙花幼苗 MDA 含量的影响 从表 3 可以看出,经过不同盐胁迫处理后的凤仙花幼苗的 MDA 的含量产生了明显的变化。单一盐处理后的 MDA 含量显著高于 CK,表明盐胁迫后植物细胞膜受到破坏,透性增加。当用不同浓度 SA 处理后,缓解了 MDA 含量的上升趋势,MDA 含量总体显著下降达到 CK 水平。随着 SA 浓度增加 MDA 含量出现升-降-升的趋势。当 SA 浓度为 50 mg/L 时,减缓的效果最为显著。但当 SA 达到 100 mg/L 时,MDA 含量则显著增加达到最大值,对凤仙花的萌发和生长产生了抑制效果。综上,外源 SA 处理能够降低膜脂过氧化产物的含量,有效减缓盐胁迫下 MDA 升高的趋势,增强凤仙花对盐胁迫的适应,且 50 mg/L 浓度处理较为合适。

2.3.2 SA 处理对盐胁迫下凤仙花幼苗可溶性糖含量的影响 从表 3 可以看出,盐胁迫使可溶性糖含量显著升高。当用 SA 处理后,可溶性糖含量总体显著下降。随着 SA 浓度增加可溶性糖含量出现升-降-升的趋势。当 SA 浓度为 100 mg/L 时,可溶性糖含量达到最大值。

2.3.3 SA 处理对盐胁迫下凤仙花幼苗可溶性蛋白质含量的影响 从表 3 可以看出,单一盐处理后可溶性蛋白质含量显著高于 CK。随着 SA 浓度增加可溶性蛋白质含量出现升-降-升的趋势。在 SA 为 100 mg/L 时,可溶性蛋白质含量达到最大值。

表 3 SA 处理对盐胁迫下凤仙花幼苗可溶性糖、可溶性蛋白质及 MDA 含量的影响

Table 3 The effect of SA on soluble sugar, soluble protein and malondialdehyde (MDA) of *Impatiens balsamina* L. seedlings under NaCl stress

处理	MDA 含量 / $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	可溶性糖含量 / $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	可溶性蛋白质含量 / $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
CK	1.869±0.152c	0.079±0.014c	3.595±0.195c
NaCl(50 mmol/L)	3.261±0.493b	0.127±0.023b	5.918±0.010a
SA(10 mg/L)	2.125±0.197bc	0.080±0.008bc	5.426±0.207b
SA(25 mg/L)	2.301±0.201bc	0.104±0.008bc	5.897±0.039a
SA(50 mg/L)	1.671±0.180c	0.074±0.013c	5.201±0.107b
SA(75 mg/L)	1.960±0.307c	0.070±0.013c	5.875±0.089a
SA(100 mg/L)	4.214±0.351a	0.198±0.018a	6.031±0.010a

3 讨论

在 50 mmol/L 盐胁迫下,凤仙花种子萌发指标都受到显著的抑制。这可能是因为盐胁迫下,破坏了细胞生物膜的生理功能引起的,细胞膜结构的破坏,功能的紊乱,透性的改变,使整个细胞的伤害明显^[13]。特别是细胞膜透性的增加,使大量的细胞内物质外渗,导致可溶性糖、可溶性蛋白含量增加。同时,膜脂过氧化,自由基增多而导致 MDA 含量显著增高。

适宜浓度的 SA 可促进盐胁迫下凤仙花种子的萌发,而高浓度 SA 却降低了凤仙花种子萌发指标。影响种子萌发具有浓度依赖效应的类似研究结果比较多^[14-16]。作为植物体内的一种信号分子,SA 可能激活盐胁迫反应相关的基因启动子,从而诱导逆境相关蛋白的合成,还可通过调节抗氧化酶、非酶促抗氧化体系以及活性氧来提高植物抗逆性^[17]。因此,低浓度 SA 处理盐胁迫后的凤仙花种子,其萌发指标均有一定程度的升高,显示明显的促进效果;高浓度 SA 体现出来的抑制效应,可能是由于 SA 诱导活性氧剧增,对植物产生了毒害作用而使 MDA 等生理指标明显升高^[14]。

综上可知,经过盐处理后的凤仙花种子萌发及其幼苗生长受到明显的抑制,但通过适当浓度的 SA 处理后,降低了细胞中可溶性糖、可溶性蛋白质以及 MDA 的含量,提高了植株的耐盐性,显著缓解了盐胁迫对凤仙花种子萌发以及幼苗生长的抑制。水杨酸价格比较低廉,用量少,使用简单方便,在园林生产实践中具有推广价值。

参考文献

- [1] 陈俊愉. 中国花卉品种分类学[M]. 北京:中国林业出版社,2001.
[2] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 6 版. 北京:高等教育出版社,2008:196.

- [3] 殷全玉,张利军,柯油松,等. 水杨酸浸种对低温下烟草种子萌发率和几个与幼苗抗寒性有关的生理生化指标影响[J]. 植物生理学通讯,2007,43(1):189-190.
[4] Senaratna T, Touchell D, Bunn E, et al. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants [J]. Plant Growth Regulation, 2000, 30: 157-161.
[5] 林琼,肖娟. 凤仙花种子萌发特性研究[J]. 衡阳师范学院学报, 2007, 28(3): 79-81.
[6] 向太和,王利琳. 凤仙花离体培养再生植株并试管内开花[J]. 杭州师范学院学报(自然科学版), 2005(4): 293-294.
[7] 鞠培俊,孔德云,李晓波. 凤仙花化学成分及药理作用研究进展[J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(5): 320-324.
[8] 罗英,杨仁强,肖莲,等. 水杨酸预处理对水分胁迫下凤仙花幼苗抗氧化能力的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(6): 243-245.
[9] 梁海英,张雪平,胡志超. Ca^{2+} 对盐胁迫下凤仙花种子发芽的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 327-329.
[10] 杜丹丹,何平,张春平,等. 外源 ALA、SNP 和 Spd 对 NaCl 胁迫下桔梗种子萌发特性的影响[J]. 广西植物, 2011, 31(6): 801-805.
[11] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社, 2009: 103-104.
[12] Bradford M M. A rapid sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding[J]. Analytical Biochemistry, 1976, 72: 248-254.
[13] 赵福庚,孙诚,刘友良,等. 盐胁迫对大麦幼苗质膜、液泡膜上共价和非共价结合多胺含量的影响[J]. 植物学报, 2000, 42(9): 920-926.
[14] 王俊斌,王海凤,刘海学. 水杨酸促进盐胁迫条件下水稻种子萌发的机理研究[J]. 华北农学报, 2012, 27(4): 223-227.
[15] 韩浩章,王晓立,张丽华. 低温胁迫下水杨酸对香樟幼苗抗寒性的影响[J]. 南方农业学报, 2011, 42(12): 1519-1522.
[16] 王淑芳,杨雪清,田桂香,等. 水杨酸对 NaCl 胁迫下黄芩幼苗生长的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2006, 31(5): 159-162.
[17] Kang G Z, Wang Z X, Sun G C. Participation of H_2O_2 in enhancement of cold chilling by salicylic acid in banana seed lings[J]. Acta Botanica Sinica, 2003, 45(5): 567-573.

Effect of Exogenous Salicylic Acid on the Seeds Germination Characters of *Impatiens balsamina* L. Under NaCl Stress

HE Hui-liu^{1,2}

(1. Chongqing City Management College, Chongqing 401331; 2. State Key Laboratory Breeding Base of Eco-Environments and Bio-Resources of the Three Gorges Reservoir Region, Chongqing 400715)

Abstract: Taking mature *Impatiens balsamina* L. seeds as test materials, the effects of SA under NaCl stress on the indexes such as the germination vigor, germination rate, germination index, the average radicle length and average hypocotyl length were determined. In addition, such indexes as soluble sugar, soluble protein and malondialdehyde (MDA) contents of the seedlings were also measured. The results showed that SA treatment caused significant effects on the germination indexes of the seeds and the physiological indexes of the seedlings. The seeds treated by SA at the concentration of 50 mg/L had the most significant increases in all indexes, MDA content in the seedlings decreased to the minimum value. 50 mg/L SA could effectively alleviate the damages of salt stress to the seeds and seedlings of *Impatiens balsamina* L. and promote the salt resistance of the seeds and seedlings.

Key words: *Impatiens balsamina* L.; salicylic acid(SA); salt stress; seed germination; physiological characteristics