

# 不同浓度氯化钠胁迫对金盏菊生长发育的影响

高 慧, 陈梦玲, 朱小燕

(淮阴工学院 生化学院, 江苏 淮安 223002)

**摘 要:**以金盏菊为试材,研究了不同浓度 NaCl(40、80、120、160、200 mmol/L)胁迫对金盏菊生长和生理特性的影响。结果表明:在不同浓度 NaCl 胁迫下,金盏菊的株高、茎粗、叶片数、叶片和根的鲜重与干重、叶绿素含量、蛋白质含量和可溶性糖含量均呈先上升后下降的趋势,而根长和根体积呈逐渐下降趋势。表明金盏菊耐盐阈值 80 mmol/L。

**关键词:**金盏菊;氯化钠(NaCl);胁迫;生长发育

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0067-03

据统计全世界盐渍土面积约有  $9.5 \times 10^8$  hm<sup>2</sup>,而我国的盐渍化土壤面积约  $1 \times 10^8$  hm<sup>2</sup>,并随着生态环境的恶化和不合理地开发利用,仍在进一步扩大。土壤盐渍化是影响农业生产、生态环境以及可持续发展的严重问题。盐分是影响植物生长和产量的一个重要环境因子,同时盐胁迫是影响植物生命活动的主要外界环境因子之一,它会改变植物一系列的生理生化过程,破坏植物组织和细胞的结构功能,抑制植物的生长发育,如干扰植物组织和细胞的离子平衡、减少叶绿素质量分数、抑制植物光合作用等<sup>[1]</sup>,也可使植物体内活性氧积累,启动膜脂过氧化,导致细胞膜结构和蛋白质的损伤<sup>[2]</sup>。刘爱荣等<sup>[3]</sup>报道,盐渍化土壤对观赏植物生长发育及观赏价值有不良影响。因此,通过研究观赏植物的耐盐机制,挖掘观赏植物品种的耐盐能力,合理利用耐盐的观赏植物资源,对盐渍化土壤的生态环境进行改良和美化已成为国内外研究的热点之一。因此,研究观赏植物的耐盐性及其机理具有重要的理论和现实意义。

金盏菊(*Calendula officinalis*)属菊科金盏菊属植物。目前对金盏菊的研究主要集中于栽培<sup>[4]</sup>、育苗技术<sup>[5]</sup>、施肥技术<sup>[6]</sup>、对 Cd 和 Pb 积累能力<sup>[7]</sup>、利用城市生活污水能力<sup>[8]</sup>等领域,但对其耐盐生理机制尚鲜见报道。现以金盏菊为试材,研究了不同浓度的 NaCl 胁迫对金盏菊生长和生理特性的影响,以期引种驯化和栽培应用金盏菊提供依据,加快其在园林绿化中的应用步伐,为金盏菊抗盐性、耐盐范围确定、合理利用金盏菊改良盐渍土壤和美化环境提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试金盏菊为德国“邦邦”黄色品种;采用 54 孔塑料穴盘,基质为专门的育苗基质。

### 1.2 试验方法

2012 年 10 月 25 日将金盏菊种子播于装有基质的穴盘中,每个穴盘播 54 粒种子,以 1 个穴盘为 1 个处理,共 6 个处理,3 次重复,共 18 个穴盘。喷透水置于日光温室中萌发。出苗后用日本园试配方营养液浇灌培养,第 15 天进行选苗,每个穴盘留取长势一致的幼苗进行管理,以后各项管理措施一致。前期每隔 7 d 浇 1 次营养液,后期每隔 5 d 浇 1 次营养液。生长至 2012 年 12 月 6 日,长至 5~6 片真叶时开始进行 NaCl 胁迫处理,浓度为 40、80、120、160、200 mmol/L,以不加 NaCl 的营养液作为对照(CK)。每隔 7 d 处理 1 次,共处理 2 次。每处理 7 d 后,测定相关指标,结果取其平均值。

### 1.3 项目测定

叶绿素含量测定采用乙醇提取法;蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝法;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 及 STAT 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 NaCl 胁迫对金盏菊生长的影响

在盐渍环境条件下,植物生长受到抑制,且 NaCl 浓度越高,受抑制现象越明显。植株株高是评价植株逆境伤害的指标之一<sup>[9]</sup>,在多数情况下,植物受到 NaCl 胁迫伤害的形态反应之一是停止生长。从表 1 可以看出,金盏菊的株高、茎粗及叶片数随 NaCl 浓度的升高表现先上升后下降的趋势,40~80 mmol/L 浓度下,随着处理浓度的增加,金盏菊的长势明显增长,表明低浓度盐胁迫

**第一作者简介:**高慧(1973-),女,硕士,讲师,研究方向为设施园艺学。E-mail:gh20130301@sina.com.

**基金项目:**江苏省淮安市农业科技支撑资助项目(SN12035)。

**收稿日期:**2013-09-24

对金盏菊的生长有促进作用。而 120~200 mmol/L 浓度下,金盏菊的株高、茎粗及叶片数指标均明显下降,表明高浓度的盐胁迫下,随着处理时间的延长金盏菊受抑制程度越来越大。

根是植物的地下部分,与土壤的盐渍化接触最紧密,最早感受逆境胁迫信号,并产生相应的生理反应,继而影响地上部生长,盐胁迫常导致植物根系生长受抑制。短期盐胁迫下,植物根系总吸收面积受到一定抑制、质膜透性升高并伴随吸水能力下降,随着盐胁迫时

间的延长,根系活力和根系活跃吸收面积受抑制程度加大,根系吸收能力持续下降<sup>[10]</sup>。张海燕等<sup>[11]</sup>研究表明,高盐浓度可改变拟南芥根部解剖学结构,并且影响根毛的发育,随着盐浓度的增加拟南芥根毛长度变短、密度下降。从表 1 还可以看出,与 CK 相比,随着盐浓度的增加金盏菊的根长、根体积呈逐渐下降的趋势。160~200 mmol/L NaCl 胁迫下,其根长比 CK 降低了 40.27%和 42.89%,表明盐浓度越大,金盏菊的根受抑制越来越明显。

表 1 不同浓度 NaCl 胁迫对金盏菊生长的影响

处理 /mmol·L <sup>-1</sup>	株高/cm			茎粗/cm			叶片数			根长/cm			根体积/mL		
	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d
0(CK)	8.56	8.62	9.13	1.50	1.75	2.15	6.2	6.6	7.6	9.56	8.56	7.82	0.44	0.38	0.31
40	8.96	9.36	9.97	1.81	2.13	2.51	6.4	6.9	8.2	8.46	7.24	6.72	0.41	0.32	0.24
80	9.35	9.48	10.16	2.45	2.78	2.98	7.4	7.6	8.9	8.22	7.04	6.44	0.34	0.26	0.16
120	8.38	8.36	8.91	1.48	1.53	1.66	6.1	6.4	7.3	7.02	6.06	5.18	0.32	0.21	0.12
160	7.06	7.21	7.26	1.29	1.34	1.38	5.6	5.8	6.5	5.71	4.42	3.06	0.22	0.12	0.08
200	6.35	6.72	6.88	0.71	0.81	0.82	3.1	3.5	4.1	5.46	4.14	2.72	0.11	0.09	0.04

## 2.2 不同浓度 NaCl 胁迫对金盏菊干物质积累的影响

王宝增等<sup>[12]</sup>报道,低浓度(2.5、5.0 mmol/L)NaCl 处理下,小麦干重与 CK 相比分别增加了 15.0%和 10.0%,并认为植物最适盐浓度均较低,不同植物最适盐浓度及其促进效应大小不同。由表 2 可以看出,

随着 NaCl 浓度的增加,金盏菊的鲜重和干重均表现出先上升后下降的趋势,且在盐处理 21 d 后 0~120 mmol/L NaCl 胁迫的叶鲜重没有显著差异,干重在盐浓度为 80 mmol/L 时达到最大值,与其它处理之间表现为差异显著。

表 2 不同浓度 NaCl 胁迫对金盏菊鲜重和干重的影响

处理 /mmol·L <sup>-1</sup>	单株叶鲜重/g			单株根鲜重/g			单株叶干重/g			单株根干重/g		
	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d
0(CK)	1.078 c	1.299 a	1.414 a	0.041 c	0.070 c	0.099 bc	0.0506 c	0.0611 c	0.0671 c	0.0047 c	0.0059 b	0.0061 c
40	1.289 b	1.341 a	1.443 a	0.050 b	0.082 b	0.108 b	0.0571 b	0.0709 b	0.0797 b	0.0053 b	0.0063 b	0.0073 b
80	1.434 a	1.448 a	1.507 a	0.064 a	0.106 a	0.112 a	0.0646 a	0.0803 a	0.0879 a	0.0068 a	0.0077 a	0.0089 a
120	1.051 c	1.241 b	1.411 a	0.039 c	0.060 cd	0.092 cd	0.0221 d	0.0481 d	0.0529 d	0.0033 d	0.0049 c	0.0056 cd
160	0.801 d	1.102 b	1.269 b	0.036 c	0.058 d	0.083d	0.0118 e	0.0375 e	0.0499 d	0.0026 e	0.0043 c	0.0049 d
200	0.661 e	0.872 b	1.016 c	0.015 d	0.030 e	0.053 e	0.0089 e	0.0129 f	0.0142 e	0.0008 f	0.0011 d	0.0019 e

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上有差异( $P<0.05$ )。下同。

## 2.3 不同浓度 NaCl 胁迫对金盏菊生理特性的影响

叶片是植物进行光合作用的主要部位,而光合作用是植物最基本的生命活动。在盐胁迫条件下,由于水分亏缺,矿质营养不良、能量不足造成植物生理过程受到干扰,细胞膜系统包括与光合作用相关的膜结构遭到破坏,从而直接或间接地影响到叶绿素含量,但也有些报道发现,低盐刺激不会抑制光合作用而且有时反而对其有促进作用。可溶性蛋白质在植物体内起渗透调节作用,其含量与植物的保水能力有一定的关系<sup>[11]</sup>。在逆

境胁迫下,由于植物体内的基因表达发生变化,常常导致正常蛋白质合成受阻。植物组织中可溶性糖的含量与植物的抗干旱、低温等逆境有一定的关系,植物在受到逆境锻炼时,可溶性糖的含量发生变化。由表 3 可以看出,随着盐处理浓度的增加,金盏菊的叶绿素含量、蛋白质含量和可溶性糖含量均呈先上升后下降的趋势,在 80 mmol/L NaCl 胁迫处理下均达到最大值,且与 CK 差异显著。

表 3 不同浓度 NaCl 胁迫对金盏菊生理特性的影响

处理 /mmol·L <sup>-1</sup>	叶绿素含量 /mg·g <sup>-1</sup>			蛋白质含量 /mg·g <sup>-1</sup>			可溶性糖含量 /mg·g <sup>-1</sup>		
	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d	7 d	14 d	21 d
0(CK)	8.56 b	8.62 b	9.13	1.50 c	1.75 c	2.15 c	6.2 b	6.6 b	7.6 b
40	8.96 b	9.36 a	9.97	1.80 b	2.13 b	2.51 b	6.4 b	6.9 b	8.2 a
80	9.35 a	9.48 a	10.16	2.45 a	2.78 a	2.98 a	7.4 a	7.6 a	8.9 a
120	8.38 b	8.36 b	8.91	1.48 c	1.53 d	1.66 d	6.1 b	6.4 b	7.3 b
160	7.06 c	7.21 c	7.26	1.28 d	1.33 d	1.38 d	5.6 c	5.8 c	6.5 c
200	6.35 d	6.72 d	6.88	0.71 e	0.80 e	0.82 e	3.1 d	3.5 d	4.1 d

### 3 讨论与结论

当植物受到盐分胁迫时,其形态和内部生理会发生变化。植物的耐盐机制十分复杂,涉及到一系列形态和生理过程的变化,如株高、茎粗、叶绿素等。该试验研究表明,低浓度 NaCl 不仅没有对金盏菊的生长产生抑制作用,反而在一定程度上促进了其生长,株高、茎粗、叶片数及干物质积累等在盐浓度为 80 mmol/L 时均达到了最大值,这与前人的研究结果一致;同时高浓度的盐胁迫对金盏菊的生长起到了明显的抑制作用。

一些报道发现,低盐胁迫不会抑制光合作用而且有时对光合有促进作用<sup>[13]</sup>。在该试验中,低浓度的盐溶液胁迫在短时间内可以提高金盏菊叶绿素含量,随着胁迫时间的延长、盐浓度不断累积,叶绿素含量呈现下降的趋势,并且盐浓度越大,叶绿素下降越明显。该结果与王凌辉等<sup>[14]</sup>的研究结果相似。杨帆等<sup>[15]</sup>对构树幼苗的研究结果显示,叶片中的脯氨酸大量积累,在短期盐胁迫下构树可以通过生理代谢的调整,合成蛋白质用于渗透调节,同时合成逆境蛋白。该试验中,低盐胁迫下,金盏菊的蛋白质含量逐渐增加,短期盐胁迫下,蛋白质也逐渐增加,这与以上研究结果类似。可溶性糖是逆境条件下很多非盐生植物的主要渗透调节剂。有研究表明,盐胁迫条件下,随胁迫时间的延长,甘草叶片可溶性糖含量呈现先上升后下降的趋势,这与该试验结果相似。表明在有效盐胁迫范围内,由于渗透作用,使植物的可溶性糖含量逐渐上升。但是如果超过该植物的耐盐范围,就会逐渐下降,且伴随着胁迫时间的延长,可溶性糖含量会逐渐降低。结果表明,80 mmol/L NaCl 胁迫浓度

是金盏菊的耐盐程度的阈值。

### 参考文献

- [1] 杨颖丽,杨宁,王莱,等.盐胁迫对小麦生理指标的影响[J].兰州大学学报(自然科学版),2007,43(2):29-34.
- [2] 董发才,苗琛,邢艳彩,等.小麦根系过氧化氢的积累与耐盐性的关系[J].武汉植物学研究,2002,20(4):293-298.
- [3] 刘爱荣,张远兵,陈登科.盐胁迫对盐芥(*Thellungiella halophila*)生长和抗氧化酶活性的影响[J].植物研究,2006,26(2):216-221.
- [4] 罗震伟,范凯峰,杜红梅,等.薄膜覆盖栽培技术对花坛金盏菊冬、春季开花影响试验[J].上海农学院学报,2000,18(2):155-157,163.
- [5] 田雪慧,田航军.金盏菊促成育苗技术[J].陕西农业科学,2009(4):218-228.
- [6] 曾长立,程辉,张萍.叶面喷施尿素和过磷酸钙对金盏菊生长发育的影响[J].种子,2004,23(1):21-24.
- [7] 刘家女,周启星,孙挺. Cd-Pb 污染条件下 3 种花卉植物的生长反应及超积累特性研究[J].环境科学学报,2006,26(12):2039-2044.
- [8] 刘俊伟,胡宏友,许甘治,等.城市生活污水浇灌对金盏菊生长的影响[J].亚热带植物科学,2005,34(2):29-33.
- [9] 毛桂莲,许兴,徐兆桢.植物耐盐生理生化研究进展[J].中国农业,2008,20(3):20-24.
- [10] 王东明,贾媛,崔继哲.盐胁迫对植物的影响及植物盐适应性研究进展[J].中国农学通报,2009,25(4):124-128.
- [11] 张海燕,赵可夫.盐分和水分胁迫对盐地碱蓬幼苗渗透调节效应的研究[J].植物学报,1998,40(1):56-61.
- [12] 王宝增,刘玉杰.低浓度 NaCl 对非盐生植物小麦的生理效应[J].南京农业大学学报,2009,32(2):15-19.
- [13] 刘友良,汪良驹.植物对盐胁迫的反应和耐盐性[M]//余叔文,汤章城.植物生理与分子生物学.3版.北京:科学出版社,1998:752-769.
- [14] 王凌辉,施福军,朱宏光,等.盐胁迫下巨尾桉苗期生长与生理特性的变化[J].福建林学院学报,2009,29(2):97-102.
- [15] 杨帆,丁菲,杜天真.土壤盐胁迫对构树幼苗生理特性的影响[J].江西农业大学学报,2008,30(4):684-688.

## Effect of Different Concentration of NaCl Stress on the Growth and Development of *Calendula officinalis*

GAO Hui, CHEN Meng-ling, ZNU Xiao-yan

(College of Biochemical, Huaiyin Institute of Technology, Huaian, Jiangsu 223002)

**Abstract:** Taking *Calendula officinalis* seedlings as experimental material, effects of different concentration NaCl stress (40, 80, 120, 160, 200 mmol/L) on growth and development of *Calendula officinalis* were studied. The results showed that under the different concentration of NaCl stress, plant height, stem diameter, leaf number, leaf and root fresh weight and dry weight, chlorophyll content, protein content and soluble sugar content of *Calendula officinalis* showed a trend of falling after rising first, and showed a trend of gradual decline in root length and root volume, and showed that the calendula salt tolerance threshold value tendency for 80 mmol/L.

**Key words:** *Calendula officinalis*; NaCl; stress; growth and development