

DOI:10.11937/bfyy.201708008

# IAA 和 SA 对盐胁迫下萝卜幼苗生理特性的影响

张会灵, 吴正景, 郭大龙, 何舒乐, 李 琼, 张菊平

(河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471023)

**摘 要:**以萝卜为试材,研究了不同浓度的吲哚乙酸(IAA)和水杨酸(SA)(0、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5 mmol·L<sup>-1</sup>)对 NaCl 胁迫下萝卜幼苗生理特性的影响。结果表明:NaCl 胁迫下萝卜幼苗的各项生理指标都发生了显著变化。经适宜浓度的吲哚乙酸和水杨酸处理后,萝卜幼苗的还原糖含量、脯氨酸含量、丙二醛含量和相对电导率显著降低,叶绿素含量显著升高,对盐害有一定的缓解作用。但是浓度过高,又会形成新的胁迫伤害。其中,IAA 的最佳浓度为 0.9 mmol·L<sup>-1</sup>, SA 的最佳浓度为 0.6 mmol·L<sup>-1</sup>。

**关键词:**吲哚乙酸(IAA);水杨酸(SA);萝卜幼苗;生理特性

**中图分类号:**S 631.104<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)08-0032-03

萝卜(*Raphanus sativus* L.)种植面积广阔、品种繁多,是我国栽培的传统蔬菜作物之一。萝卜中含有较多的营养物质,不仅食用价值好,而且还具有很好的医疗价值。但是,近年来随着土壤盐渍化加剧,严重影响萝卜的品质和产量。土壤盐渍化已经成为制约萝卜生产的因素之一,并且严重威胁到了萝卜产业的发展。对盐碱土的改良方法有覆盖改良法和施用改良剂法,但这些方法要耗费大量的人力和物力,实施难度较大<sup>[1]</sup>。因此,用化学物质调控植物的生长发育,提高植物对盐碱土的适应性是克服盐碱土危害的重要途径。

近年来发现多种外源化学物质能够诱导植物产生抗盐性,促进其幼苗的生长。研究表明吲哚乙酸(IAA)和赤霉素(GA<sub>3</sub>)可以对玉米种子萌发和幼苗生长起到促进作用,且 30 mg·L<sup>-1</sup>的 IAA 和 20 mg·L<sup>-1</sup>的 GA<sub>3</sub> 对玉米种子萌发和幼苗生长的处理效果最好<sup>[2]</sup>。有研究表明水杨酸(SA)通过影响超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)的活性,

不仅能影响膜脂过氧化反应,使丙二醛产物的含量降低,而且还能降低质膜透性,因而减轻了盐分对黄瓜幼苗产生的伤害程度<sup>[3]</sup>。有研究表明,不同浓度的 SA 能够使盐胁迫下大白菜幼苗的可溶性糖和叶绿素含量提高,而使丙二醛含量降低<sup>[4]</sup>。王玉萍等<sup>[5]</sup>研究了不同浓度 SA 对 2 个耐盐性不同的花椰菜品种幼苗生理特性的影响,结果表明 0.5~1.5 mmol·L<sup>-1</sup> SA 可以使幼苗丙二醛含量较低,而脯氨酸、可溶性糖和叶绿素的含量均较高。但这些外源激素对萝卜幼苗缓解盐胁迫方面的作用研究比较少。该试验以萝卜为试材,分析不同浓度 IAA 和 SA 对 NaCl 胁迫下幼苗生长的影响,以为生产中降低盐胁迫对萝卜生长的影响提供借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

萝卜品种为“洛育 1 号”,所用试剂均为分析纯。

### 1.2 试验方法

选择籽粒饱满、大小均匀、完整无损的萝卜种子。对种子进行消毒处理,用 0.1% 升汞消毒 5 s, 75% 的乙醇消毒 30 s,最后再用蒸馏水冲洗 2 次。消毒后的种子放入烧杯中,用蒸馏水浸种 12 h,浸种期间换 2~3 次蒸馏水。浸泡后的种子在 25℃ 恒温箱内进行催芽。待种子露白后,播种于 72 孔穴盘内,基质配方为草炭:蛭石:珍珠岩:园土=1:1:1:1。待幼苗 2 叶 1 心时,以表 1 中 IAA 和 SA 处理液进行浇灌,每 24 h 浇灌 1 次。每种试剂设置

**第一作者简介:**张会灵(1983-),女,博士,讲师,现主要从事分子生物学与分子育种等研究工作。E-mail:luj109@163.com.

**责任作者:**张菊平(1968-),女,博士,教授,现主要从事蔬菜遗传育种等研究工作。E-mail:jupingzhang@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31401437);河南科技大学博士科研启动基金资助项目(4026-13480045);河南科技大学创新团队资助项目(2015TTD03)。

**收稿日期:**2016-12-06

表 1 试验处理方法

编号	处理
CK	H <sub>2</sub> O
I0/S0	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl
I1	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+0.3 mmol·L <sup>-1</sup> IAA
I2	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+0.6 mmol·L <sup>-1</sup> IAA
I3	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+0.9 mmol·L <sup>-1</sup> IAA
I4	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+1.2 mmol·L <sup>-1</sup> IAA
I5	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+1.5 mmol·L <sup>-1</sup> IAA
S1	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+0.3 mmol·L <sup>-1</sup> SA
S2	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+0.6 mmol·L <sup>-1</sup> SA
S3	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+0.9 mmol·L <sup>-1</sup> SA
S4	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+1.2 mmol·L <sup>-1</sup> SA
S5	H <sub>2</sub> O+150 mmol·L <sup>-1</sup> NaCl+1.5 mmol·L <sup>-1</sup> SA

6 个处理浓度,重复 3 次。

### 1.3 项目测定

幼苗根施处理后的第 8 天,每处理随机选取 10 株,采用蒽酮分光光度法测定可溶性糖含量;采用茚三酮法测定脯氨酸含量;采用硫代巴比妥酸(TBA)法测定丙二醛含量;采用无水乙醇-丙酮混合浸提法测定叶绿素含量;利用电导率仪测定相对电导率<sup>[6]</sup>。

### 1.4 数据分析

采用 SAS 软件对试验数据进行处理及分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 IAA 对盐胁迫下萝卜幼苗生理特性的影响

由表 2 可知,在 NaCl 胁迫下,I0 组萝卜幼苗叶片中可溶性糖含量较 CK 显著增加,增加了 32.91%。随着 IAA 浓度的增加,可溶性糖含量呈先降低后升高的趋势,其中 I1、I2、I3、I4 组的可溶性糖含量显著性低于 I0 组,而 I5 组与 I0 组差异不显著。可溶性糖含量最低的为 I3 组,与 I0 组相比显著降低了 19.65%,与 CK 组之间差异不显著。I0 组萝卜幼苗叶片中脯氨酸含量与 CK 组相比显著增加,增加了 30.03%。该试验所用 5 个 IAA 浓度处理后的脯氨酸含量均显著低于 I0 组,且随着 IAA 浓度的增加,脯氨酸含量呈先降低后升高的趋势。脯氨酸含量最低的为 I3 组,其含量与 CK 组之间差异不显著,与 I0 组相比降低了 24.34%。I0 组中丙二醛含量与 CK 组相比增加了 126.47%。随着 IAA 浓度的增大,丙二醛含量呈先降低后升高的趋势,除 I5 组,其余各处理组均与 I0 组差异显著。且 I3 组中丙二醛含量最低,与 I0 组相比降低了 49.35%,与 CK 组之间差异不显著。相对电导率在各组之间的变化趋势与可溶性糖含量、脯氨酸含量和丙二醛含量一致。I0 组相对电导率与 CK 组相比显著升高,升高了 94.34%。I3 组相对电导率最低,与 CK 组差异不显

著,与 I0 组相比降低了 42.35%。NaCl 胁迫下,I0 组的叶绿素含量与 CK 组相比显著降低,降低了 46.52%。随着 IAA 浓度的增加,萝卜幼苗中叶绿素含量呈先增加后降低的趋势。其中 I3 组叶绿素含量最高,与 I0 组相比增加了 68.00%,但与 CK 组相比,仍呈现显著差异。

表 2 IAA 对盐胁迫下萝卜幼苗各生理指标的影响

处理	可溶性糖含量 (mg·g <sup>-1</sup> )	脯氨酸含量 (mg·g <sup>-1</sup> )	丙二醛含量 (mmol·g <sup>-1</sup> )	相对电导率 (%)	叶绿素含量 (mg·g <sup>-1</sup> )
CK	4.71d	45.85d	4.76d	41.52e	1.87a
I0	6.26a	59.62a	10.78a	80.69a	1.00f
I1	5.62bc	54.67b	8.28b	68.01c	1.24de
I2	5.21cd	49.72c	6.18c	55.38d	1.34cd
I3	5.03cd	45.11d	5.46cd	46.52e	1.68b
I4	5.12cd	48.40c	8.71b	52.21d	1.43c
I5	6.15ab	53.67b	9.87a	76.73b	1.21e

注:不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

### 2.2 SA 对盐胁迫下萝卜幼苗生理特性的影响

由表 3 可知,S0 处理组的萝卜幼苗可溶性糖含量显著增加,与 CK 相比增加 32.91%。随着 SA 浓度增大,S1~S5 处理组的可溶性糖含量整体呈先降低后升高的趋势。在各处理组中,S5 组可溶性糖含量最低,与 S0 相比降低了 44.09%。脯氨酸含量的变化趋势与可溶性糖含量基本一致。与 CK 相比,盐胁迫条件下 S0 组萝卜幼苗脯氨酸含量增加了 30.03%,达到差异显著水平。随着 SA 浓度增大,脯氨酸含量整体呈现先降低后升高的趋势。其中,S1 组比 S0 组显著降低,降低了 18.75%,S2 组与 S0 组差异不显著,S3~S5 组脯氨酸含量与 S0 组相比显著升高,S5 组含量最高,比 S0 组升高了 72.14%。在盐胁迫下,S0 组丙二醛含量迅速升高,与 CK 相比升高了 1.26 倍。随着 SA 浓度增大,丙二醛含量呈先降低后升高的趋势。其中 S1 和 S2 组含量显著低于 S0 组,S3 组和 S4 组含量与 S0 组差异不显著,S5 组与 S0 组相比显著升高。在各处理组中 S1 组丙二醛含量最低,与 S0 相比降低了 44.39%。盐胁迫处理后,相对电导率显著升高,在盐胁迫基础上,随着 SA 浓度增大,萝卜幼苗叶片相对电导率呈先降低后升高降低。S1、S3 组与 S0 组相比差异不显著,S2 组、S4 组和 S5 组与 S0 组相比显著降低,在各处理组中相对电导率最低的是 S2 组,与 S0 组相比降低了 17.00%。盐胁迫处理后,S0 组叶绿素含量显著降低,与 CK 相比降低了 46.52%。经 SA 处理后,S3、S5 组与 S0 组相比显著升高,其余各组与 S0 组相比差异不显著。

表3 SA对盐胁迫下萝卜幼苗  
各生理指标的影响

处理	可溶性糖含量 /(mg·g <sup>-1</sup> )	脯氨酸含量 /(mg·g <sup>-1</sup> )	丙二醛含量 /(mmol·g <sup>-1</sup> )	相对电导率 /%	叶绿素含量 /(mg·g <sup>-1</sup> )
CK	4.71b	45.85e	4.76e	41.52c	1.87a
S0	6.26a	59.62d	10.77bc	80.69a	1.00c
S1	4.44bc	48.44e	8.56d	73.78ab	1.01c
S2	3.82de	66.64cd	8.83d	66.97b	1.03bc
S3	3.85de	79.77b	10.37cd	74.75ab	1.14b
S4	4.16cd	68.54c	12.40b	68.20b	1.06bc
S5	3.50e	102.63a	15.48a	67.15b	1.13b

### 3 讨论

该试验结果显示,NaCl处理使萝卜幼苗各项生理指标发生变化。可溶性糖含量、脯氨酸含量、丙二醛含量和相对电导率升高,而叶绿素含量降低,说明生长受到逆境胁迫,此结果与前期研究NaCl胁迫对不同南瓜幼苗生理特性的影响结果一致<sup>[7]</sup>。适宜浓度的IAA和SA处理后,可以缓解萝卜幼苗受到的盐害影响。随着IAA和SA浓度的增加,可溶性糖含量、脯氨酸含量、丙二醛含量和相对电导率呈现先降低后升高的趋势,而叶绿素含量呈现先升高后降低的趋势。说明低浓度的IAA和SA可以缓解萝卜幼苗受到的盐害作用,但是浓度过高,则会形成新的伤害。在其它物种的研究中也到了相似的结论<sup>[5,8]</sup>。汤菊香等<sup>[8]</sup>对“新单29”玉米幼苗研究发现,0.5、1.0 mmol·L<sup>-1</sup>的水杨酸对盐胁迫的缓解效果较好。但是,对于不同物种而言,缓解盐害的最佳浓度可能

不同。缓解花椰菜盐胁迫造成的伤害最佳水杨酸浓度为0.5~1.5 mmol·L<sup>-1</sup><sup>[6]</sup>,与该研究中的0.6 mmol·L<sup>-1</sup>不一致。

该试验研究了IAA和SA对萝卜幼苗盐害的缓解作用,在供试的浓度范围内IAA的最佳浓度为0.9 mmol·L<sup>-1</sup>,SA的最佳浓度为0.6 mmol·L<sup>-1</sup>。低于最佳浓度缓解效果不显著,超过最佳浓度则会形成新的胁迫。比较IAA和SA的作用效果发现,IAA的缓解效果要比SA的效果好。由于设置浓度梯度受限,以及不同的萝卜品种之间最佳浓度也可能不同,最佳浓度的确定还需要进一步验证。

### 参考文献

- [1] 马利军. 盐碱土改良技术的探讨[J]. 农业技术装备, 2012(3): 20-21.
- [2] 郑艳冰, 党兰, 从永驻, 等. 吡啶乙酸与赤霉素对玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(13): 3836-3838.
- [3] 余小平, 贺军民, 何志学, 等. 水杨酸对黄瓜幼苗盐伤害的缓解效应[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2001, 29(3): 99-101.
- [4] 李峰, 梁舒雅. 水杨酸对盐胁迫下大白菜种子萌发和幼苗生长发育的影响[J]. 辽宁师专学报(自然科学版), 2013, 15(4): 96-98.
- [5] 王玉萍, 董雯, 张鑫, 等. 水杨酸对盐胁迫下花椰菜种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 草业学报, 2012, 21(1): 213-219.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] 李卫欣, 刘畅, 王鹏, 等. NaCl胁迫对不同南瓜幼苗生理特性的影响[J]. 北方园艺, 2016(6): 56-58.
- [8] 汤菊香, 赵元增, 单长卷. 水杨酸对盐胁迫下新单29玉米幼苗生理特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 93-95.

## Effect of IAA and SA on Physiological Characteristics of Radish Seedlings Under Salt Stress

ZHANG Huiling, WU Zhengjing, GUO Dalong, HE Shule, LI Qiong, ZHANG Juping  
(College of Forest, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471023)

**Abstract:** In the experiment, the effects of different concentrations (0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 mmol·L<sup>-1</sup>) of indole-3-acetic acid and salicylic acid on the physiological characteristics of radish seedlings under NaCl stress were studied. The results showed that there were significant changes in the physiological indexes of radish seedlings under NaCl stress. When the seedlings were treated with the proper concentrations of indole-3-acetic acid and salicylic acid, the reducing sugar content, proline content, MDA content and relative conductivity significantly decreased, while the chlorophyll content increased significantly, which had a certain role in mitigation to salt damage. However, if the concentration was too high, there was a new stress injury. According the results, the optimal concentration of indole-3-acetic acid was 0.9 mmol·L<sup>-1</sup>, and the best concentration of salicylic acid was 0.6 mmol·L<sup>-1</sup>.

**Keywords:** IAA; SA; seedlings of radish; physiological characteristics