

# 油菜素内酯对盐胁迫下番茄幼苗生理指标的影响

张 林 青

(淮阴工学院 生化学院, 江苏 淮安 223003)

**摘 要:**以番茄品种“合作 908”和“奇达利”为试验材料,研究了不同浓度的油菜素内酯(0.05、0.1、0.2、0.4、0.8 mg/L)对盐胁迫下番茄幼苗形态及生理生化特性的影响。结果表明:“合作 908”的油菜素内酯的最佳诱导浓度为 0.1 mg/L,“奇达利”的最佳诱导浓度为 0.2 mg/L;油菜素内酯有效抑制了叶绿素含量的减少;增强了叶片过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的活性;降低了膜脂过氧化产物丙二醛含量和质膜透性,缓解了盐胁迫对幼苗生长的抑制。

**关键词:**油菜素内酯(BR);盐胁迫;番茄;生理指标

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)01-0001-03

番茄属茄科番茄属 1 a 生草本植物,为中度盐敏感的鲜食和加工型蔬菜作物<sup>[1]</sup>,发芽期和幼苗期是植物对盐胁迫最敏感的时期<sup>[2]</sup>,在高盐土壤上生育状况差。盐胁迫不但影响番茄种子的发芽、根系和茎叶的发育,而且严重地降低番茄的产量和品质,盐胁迫致使番茄组织水分亏缺、营养失衡、离子毒害而影响番茄生产。由于工业污染的加剧、海水的开发利用、化肥的大量投入及设施生产的迅猛发展,加重了土壤的次生盐渍化,所以盐渍土面积还在不断增加。近几年,我国的蔬菜保护地面积迅速扩大,仅番茄就多达 20 万 hm<sup>2</sup>,但由于保护地在使用过程中不能合理轮作,尤其是肥料的盲目过量使用,不仅降低了肥料的利用率,而且在土壤中积累了大量的盐分,加剧了土壤次生盐渍化<sup>[3-7]</sup>。对作物盐害或耐盐机理的研究表明,化学调控手段是提高作物耐盐性的有效措施之一。寻求一种高效、低成本提高番茄耐盐性的途径,有目的地提高番茄抗盐性,对于扩大番茄栽培面积和提高番茄产量有着重要意义。

油菜素内酯(Brassinolide,简称 BR)是一种新型植物激素,在植物体内含量极低,但生理活性却极高,植物经极低浓度处理便能表现出明显的生理效应。油菜素内酯具有改善植物生理代谢,提高品质和产量的作用,并能调节植物生长发育的许多过程<sup>[8-9]</sup>。目前利用抗诱导物质 BR 提高农作物的耐盐性的报道也有很多。董教望等<sup>[10]</sup>研究发现 0.001~0.100 mg/L 的油菜素内酯溶液能使水稻在 500~600 mg/L 的盐溶液中生长。但利

用抗诱导物质提高番茄抗盐能力,缓解盐分障碍,目前还少见报道。

该研究拟从缓解盐害逆境因子出发,以番茄为材料,研究油菜素内酯 2 种抗诱导物质对盐胁迫下番茄幼苗形态及生理生化特性的影响,为利用抗诱导物质缓解盐分障碍提供理论和技术依据,为缓解农业生产中各种逆境因子的伤害提供一种新的思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

番茄种子购于淮安市蔬菜研究所,品种为“合作 908”和“奇达利”,由淮安市农业科学院培育。

### 1.2 试验方法

试验于 2011 年 3~5 月在淮安市农科院和淮阴工学院生化学院园艺与景观系植物生理实验室进行。在番茄幼苗二叶一心时,用不同浓度的油菜素内酯注射在基质中(10 mL),每处理 3 次重复。2 d 后对番茄苗进行叶面喷施诱导,3 d 后对番茄幼苗进行盐处理(10 mL)。

设油菜素内酯浓度分别为 0.05、0.1、0.2、0.4、0.8 mg/L。共 6 个处理:CK:200 mmol/L NaCl(对照);T1:200 mmol/L NaCl+0.05 mg/L BR;T2:200 mmol/L NaCl+0.1 mg/L BR;T3:200 mmol/L NaCl+0.2 mg/L BR;T4:200 mmol/L NaCl+0.4 mg/L BR;T5:200 mmol/L NaCl+0.8 mg/L BR。

盐胁迫 7 d 后,取第 2 片真叶测定丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性等幼苗叶片保护酶活性、叶片细胞膜透性和叶绿素含量。

### 1.3 项目测定

过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定;丙二醛含量采用硫代巴比妥酸比色法测定;POD 活性采用愈创木酚比色法测定;用电导法测定相对电导率来反

**作者简介:**张林青(1978-),女,山东东阿人,博士,讲师,现主要从事蔬菜栽培生理生态研究工作。E-mail:linqingzhang@sina.com.

**基金项目:**淮安市农业科技支撑计划资助项目(SN1025)。

**收稿日期:**2012-09-19

映细胞膜透性,叶绿素含量的测量用碳酸钙提取法测定<sup>[11-12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度的油菜素内酯对盐胁迫下番茄幼苗叶片过氧化氢酶(CAT)活性的影响

由图 1 可知,番茄“合作 908”的 CAT 活性呈先上升后下降的趋势,T2 处理的效果最好,CAT 活性最高,比对照 CK 高出 37.3%,效果极显著。T4、T5 处理分别低于对照 5.1%、13.0%。由此可见,过高浓度的 BR 不仅不能缓解盐害,反而抑制了 CAT 活性。“奇达利”品种以 T3 处理效果最为明显,CAT 活性比对照高出 29.67%。综上可知,当 BR 浓度为 0.1 mg/L 时,“合作 908”品种的叶片 CAT 活性最高,当 BR 浓度达到 0.4、0.8 mg/L 时 CAT 活性低于对照,抑制了叶片的 CAT 活性;当 BR 浓度为 0.2 mg/L 时,“奇达利”品种的叶片 CAT 活性最高。

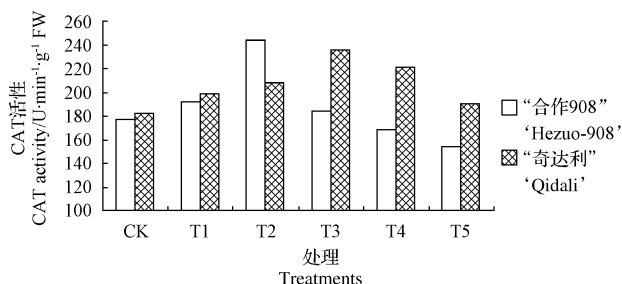


图 1 不同浓度的 BR 对盐胁迫下番茄幼苗叶片 CAT 活性的影响

Fig. 1 Influence of different concentrations of BR stress on the activity of CAT of tomato seedlings

### 2.2 不同浓度的油菜素内酯对盐胁迫下番茄幼苗叶片丙二醛(MDA)含量的影响

由图 2 可知,“合作 908”处理中 CK 和 T5 处理之间无显著差异,即 BR 浓度为 0.8 mg/L 时,对缓解盐害基本无影响。效果最好的为 T2 处理,MDA 含量最低,比对照 CK 低了 28.29%,效果极显著。“奇达利”处理中 MDA 含量最低的为 T3 处理,比对照低 34.69%,差异极显著。综上比较,“合作 908”最佳 BR 浓度为 0.1 mg/L;“奇达利”最佳 BR 浓度为 0.2 mg/L。

### 2.3 不同浓度的油菜素内酯对盐胁迫下番茄幼苗叶片过氧化物酶(POD)活性的影响

由图 3 可知,“合作 908”的 POD 活性随着 BR 浓度的增加呈先上升后下降的趋势,POD 活性最高的为 T2 处理,比对照高出 22.52%,差异极显著( $P \leq 0.01$ )。T4、T5 的 POD 活性分别比对照低 10.3%、15.27%,不仅没有缓解盐害,反而加重盐害。“奇达利”品种各处理的 POD 活性均高于对照,最高的为 T3 处理,比对照高出 17.48%,差异极显著。可见“合作 908”最佳 BR 浓度为 0.1 mg/L,“奇达利”品种的最佳 BR 浓度为 0.2 mg/L。

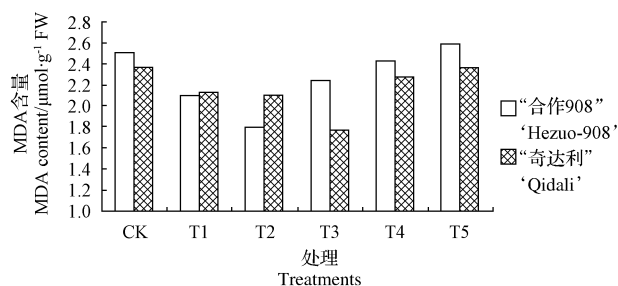


图 2 不同浓度 BR 对盐胁迫下番茄叶片 MDA 含量的影响

Fig. 2 Influence of different concentrations of BR stress on the content of MDA of tomato seedlings

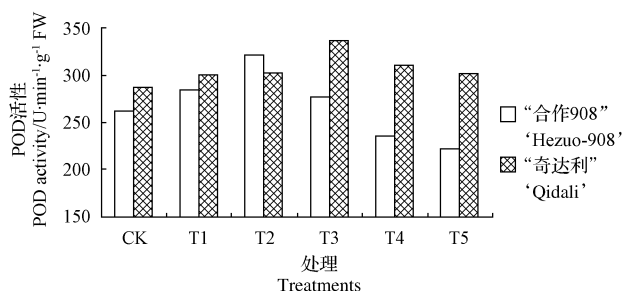


图 3 不同浓度 BR 对盐胁迫下番茄叶片 POD 活性的影响

Fig. 3 Influence of different concentrations of BR stress on the activity of POD of tomato seedlings

### 2.4 不同浓度油菜素内酯对盐胁迫下番茄幼苗叶片细胞膜透性的影响

由图 4 可知,2 个番茄品种的细胞膜透性均随着油菜素内酯浓度的逐渐增加而呈现迅速下降再逐渐上升的趋势,且 2 个品种细胞膜透性均为处理低于对照。品种“合作 908”细胞膜透性最低的为 T2 处理,比对照低出 44.5%,同时比最接近的 T1 处理低 41.8%,差异均达到极显著水平( $P \leq 0.01$ ),T5 处理的相对电导率比对照高出 6.9%,效果显著( $P \leq 0.05$ )。“奇达利”品种的番茄幼苗的各个处理细胞膜相对电导率都比对照低,T3 处理效果最为显著,比对照低了 36.12%,差异极显著( $P \leq 0.01$ )。可见,该试验中 BR 浓度为 0.1 mg/L,有效的减轻了盐胁迫对番茄“合作 908”叶片细胞膜的破坏作用,同时浓度为 0.8 mg/L 的 BR 不仅不能缓解盐害,反而加重盐胁迫对番茄叶片的有害影响;当 BR 浓度为 0.2 mg/L 时,番

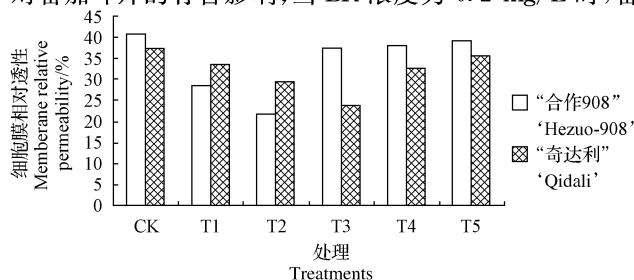


图 4 不同浓度 BR 对盐胁迫下番茄叶片细胞膜透性的影响

Fig. 4 Influence of different concentrations of BR stress on the membrane permeability of tomato seedlings

茄“奇达利”的叶片相对电导率最低。

## 2.5 不同浓度油菜素内酯对盐胁迫下番茄幼苗叶片叶绿素含量的影响

由图 5 可知,番茄“合作 908”的叶绿素含量最高的为 T3 处理,比对照高出 8.7%,差异显著( $P \leq 0.05$ ),T5 处理的叶绿素含量最低,比对照低 3.48%,加重盐害。“奇达利”所有处理相比对照的叶绿素含量都显著增加,T3 处理即 BR 浓度为 0.2 mg/L 时,效果最为显著,能最有效的缓解盐害,且叶绿素含量比对照高出 11.11%。可见,BR 浓度为 0.2 mg/L 时“合作 908”的叶片叶绿素含量最高,效果最好;“奇达利”品种以 BR 浓度为 0.2 mg/L 时叶片叶绿素含量最高。

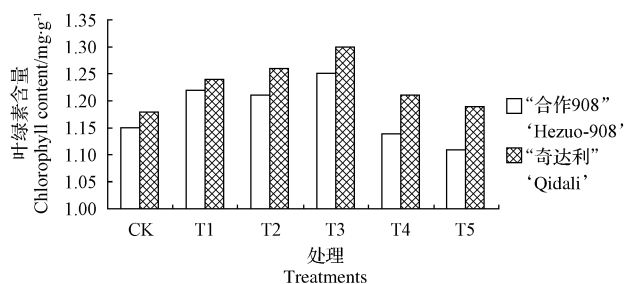


图 5 不同浓度 BR 对盐胁迫下番茄叶片叶绿素含量的影响

Fig. 5 Influence of different concentrations of BR stress on the content of chlorophyll of tomato seedlings

## 3 讨论与结论

油菜素内酯(BR)是甾醇类植物激素,是迄今为止国际上公认的活性最高、最广谱的植物生长激素,植物经极低浓度处理便能表现出显著的生理效应。近十几年来,油菜内酯素在提高植物抗旱、抗湿、抗热、抗寒、抗盐、抗药、抗病等抗逆能力方面有了较多的研究及应用。但应用于盐胁迫下番茄的报道甚少。该研究结果表明,外源 BR 0.1 mg/L 施用于盐胁迫(200 mmol/L NaCl)的番茄“合作 908”幼苗,能显著提高番茄保护酶的活性,缓解

MDA 的增长以及叶绿素含量的减少。过高浓度(0.8 mg/L)则抑制了番茄本身的耐盐机制,使得各项生理指标比盐胁迫下更不理想。外源 BR 0.2 mg/L 施用于盐胁迫(200 mmol/L NaCl)的番茄“奇达利”幼苗,能显著提高番茄保护酶的活性,缓解 MDA 的增长以及叶绿素含量的减少。由该试验可知,适当的油菜素内酯对番茄幼苗各项生理指标都显示具有缓解盐害的作用,但仍有几处不足,比如 BR 的浓度,可以在 0.05~0.2 之间再增设几个值,更准确的研究缓解盐害的最佳浓度,而该试验采用的盐胁迫浓度是 200 mmol/L,如果盐害是 100、300 或 400 mmol/L NaCl,该试验的最有效 BR 浓度可能发生变化,因而,试验有待进一步研究。

## 参考文献

- [1] Cuartero J, Fernandez-Munoz R. Tomato and salinity[J]. Scientia Horticulture, 1999, 78: 83-125.
- [2] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 410-413.
- [3] 宁运旺, 张永春. 设施土壤次生盐渍化的发生与防治[J]. 江苏农业科学, 2001(4): 49-52.
- [4] 沈文彪. 水杨酸对 NBT 光化还原法测定植物 SOD 活性的干扰[J]. 植物生理通讯, 1999, 35(2): 133-134.
- [5] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 528.
- [6] 姜中珠, 陈祥伟. 水杨酸对三种灌木幼苗抗旱性的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 166-169, 185.
- [7] 彭宇, 张春兰. 盐胁迫下两种外源酚酸对黄瓜种子萌发及幼苗体内某些酶活性的效应[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(1): 33-36.
- [8] 朱广廉. 油菜素甾醇类植物激素的研究进展[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28: 317-322.
- [9] Thompson M J, Meudt W J, Mandava N B, et al. Synthesis of brassinosteroids and relationship of structure to plant growth promoting effects[J]. Steroids, 1982, 38: 89-105.
- [10] 董教望, 楼寿松, 韩碧文, 等. 油菜素内酯对水稻种子萌发和幼苗生长的生理效应[J]. 北京农业大学学报, 1989(2): 30-33.
- [11] 韩德元. 植物生长调节剂—原理与应用[M]. 北京: 科学技术出版社, 1997: 38-42.
- [12] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

## The Affection of Brassinolide on the Physiological Indexes of Tomato Seedlings

ZHANG Lin-qing

(College of Biochemical, Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu 223003)

**Abstract:** The tomato breed of 'Hezuo-908' and 'Qidali' were chosen as materials, and different concentrations of Brassinolide(BR) 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 mg/L under salt stress were treated on tomato seedlings. The affection of BR on the physiological indexes of tomato seedlings were investigated. The results showed that the best treatment concentration of BR was 0.1 mg/L of 'Hezuo-908', the best treatment concentration of BR was 0.2 mg/L of 'Qidali'. BR restrained the decrease of chlorophyll and significantly enhanced peroxidase(POD), catalase(CAT) and other plant cell protective enzyme activity of leaf and reduced the content of malondialdehyde (product of membrane lipid peroxidation) and the plasmalemma permeability, therefore the growth inhibition caused by salt stress were mitigated.

**Key words:** brassinolide(BR); salt stress; tomato; physiological index