

盐胁迫下油菜素内酯对番茄产量和品质的影响

张林青

(淮阴工学院 生化学院,江苏 淮安 223003)

摘要:以番茄“齐达利”为试材,对生殖期盐胁迫下植株用不同浓度油菜素内酯(0、0.05、0.1、0.2、0.4、0.8 mg/L)诱导处理,研究油菜素内酯对盐胁迫下番茄产量和品质的影响。结果表明:油菜素内酯的最佳处理浓度为0.2 mg/L;番茄的单果重以及单株产量都是随着处理浓度的增大而呈现出先递增后递减趋势;果形指数总体上随处理浓度增大而呈现递增趋势;番茄果实硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量以及维生素C含量都随着处理浓度的增大而呈现出单峰曲线变化趋势,在0.2 mg/L油菜素内酯处理达到最大值;番茄果实有机酸的含量随着处理浓度的增大呈现出不同的变化趋势。番茄红素在0.4 mg/L油菜素内酯处理达到最大值;抗逆诱导物质提高了番茄果实的产量,改变了果实的硬度、可溶性固形物、有机酸的含量和糖酸比,影响了维生素C、番茄红素和果形指数的变化,从而引起番茄果实品质的变化。

关键词:油菜素内酯;番茄;盐胁迫;产量;品质

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)20-0023-03

随着全球范围内土壤盐渍化的日趋严重,盐害已成为影响农业生产与生态环境的一个重要因素^[1]。当前我国的盐渍土地面积不断扩大,通过生物技术开发和利用盐碱地是未来农业发展的重要课题之一。长期以来,人们对盐胁迫下植物生理生化特征及其抗盐机制进行了深入研究,并取得了显著进展,但目前仍然缺乏经济、简单、有效的盐伤害治理措施。通过对作物盐害或耐盐机理的研究表明,利用化学调控手段是提高作物耐盐性的有效措施之一^[2]。

油菜素内酯(Brassinolide, 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。许多研究证明BR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^[3-6]。近年来对油菜素内酯的应用报道很多^[7],但其对植物抵抗环境胁迫的能力、特别是提高植物抗逆性的研究报道较少。

为了更广泛地了解油菜素内酯在植物抗盐性中的作用,该试验研究了盐胁迫下油菜素内酯对番茄品质和产量的影响,以期找出最适油菜素内酯浓度来减缓盐胁迫对番茄生长的抑制效果,为利用化学诱抗剂缓解盐分障碍提供理论和技术依据,为解决农业生产中综合逆境因子的伤害提供新的思路。

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等研究工作。

基金项目:淮安市农业科技支撑计划资助项目(SN1025)。

收稿日期:2012-05-21

1 材料与方法

1.1 试验地概况

供试土壤为举淮安市农业科学院的田园土,经测定,其电导率为0.56 mS/cm, pH为7.63,土壤中的速效钾含量为264.6 mg/kg,速效磷含量为26.9 mg/kg,有机质含量为25.8 g/kg,碱解氮含量为83.6 mg/kg。将田园土装于28 cm×30 cm的营养袋中,种植番茄“齐达利”。

1.2 试验材料

番茄品种为“齐达利”,药剂为油菜素内酯。

1.3 试验方法

试验于2010年7~12月在淮安市农业科学院进行。2010年7月16日在实验室内浸种,并在人工智能培养柜内催芽,于7月20日将发芽的种子播种到营养钵中,小拱棚遮荫育苗;8月25日定植于营养袋中,行距70 cm,株距40 cm。在番茄生殖期(9月20日)用200 mmol/L NaCl溶液进行盐胁迫处理,以浇灌清水作对照,每株浇灌盐水4 000 mL,分3次。盐胁迫3 d后用油菜素内酯诱导处理。油菜素内酯处理分别为:T1:0 mg/L、T2:0.05 mg/L、T3:0.1 mg/L、T4:0.2 mg/L、T5:0.4 mg/L、T6:0.8 mg/L,每株浇灌1 000 mL;随机区组设计,每处理20株,3次重复;采用单秆整枝,每株留3穗果,每穗果留4朵花,并对各处理的土壤pH值和电导率(EC)进行定期监控。于果实成熟期(即花后45 d左右采摘)选取生长部位和成熟度相近的果实进行生理生化指标的测定。

1.4 项目测定

果实果形指数的测定:采用游标卡尺测量横纵径;果实硬度采用果实硬度计测定;可溶性固形物含量采用手持式折光仪测定;可溶性糖含量采用 3,5-二硝基水杨酸法测定;有机酸含量采用 NaOH 滴定法测定;维生素 C 含量采用碘酸钾滴定法测定;番茄红素含量的测定采用绘制标准曲线,甲醇反复提取黄色素,甲苯溶解红色素,测定吸光值^[8];果实产量以测定单株产量计算出总产量。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的油菜素内酯对番茄果形指数的影响

由表 1 可看出,盐胁迫下番茄果形指数随油菜素内酯浓度的增加而变大,盐胁迫下经油菜素内酯处理的番茄果形指数均显著高于未处理的,浓度在 0.8 mg/L 时果形指数最大。

2.2 不同浓度的油菜素内酯对番茄生理指标的影响

2.2.1 不同浓度的油菜素内酯对果实硬度的影响

表 1 盐胁迫下不同浓度的油菜素内酯对番茄果实生理指标的影响

处理	果实硬度/kg·cm ⁻²	可溶性固形物/%	维生素 C 含量/mg·(100g) ⁻¹	番茄红素含量/mg·(100g) ⁻¹	可溶性糖含量/%	有机酸含量/%	糖酸比
T1	11.98fF	3.92eE	20.61fF	1.29fE	3.58fF	0.30fF	11.93
T2	13.38dD	4.46cC	21.65eE	1.32eE	3.99dD	0.43dD	9.27
T3	13.71bB	4.57bB	23.06cC	2.44dD	4.16cC	0.48bB	8.67
T4	14.36aA	5.00aA	25.89aA	3.69bB	4.82aA	0.56aA	8.61
T5	13.60cC	4.57bB	23.61bB	4.31aA	4.49bB	0.46cC	9.76
T6	13.38dD	4.46cC	22.41dD	2.81cC	3.97dD	0.57aA	6.96
CK	12.40eE	4.05dD	20.68fF	1.42eE	3.68eE	0.37eE	9.95

2.2.2 不同浓度的油菜素内酯对果实可溶性固形物含量的影响 由表 1 可知,经油菜素内酯抗逆诱导后,番茄可溶性固形物含量普遍提高。低浓度范围内,随着浓度的增加番茄可溶性固形物含量增加,0.2 mg/L 油菜素内酯处理效果最佳。与盐胁迫下未经抗逆诱导处理相比,提高 27.55%,与 CK 相比,提高 23.46%。但随着处理浓度的不断加大,可溶性固形物含量逐渐降低。

2.2.3 不同浓度的油菜素内酯对果实可溶性糖及有机酸含量的影响 番茄果实中可溶性糖和有机酸的含量,决定着番茄果实的营养品质和风味。由表 1 可知,在盐胁迫条件下,番茄果实的可溶性糖和有机酸的含量随着抗逆诱导物质浓度的增大呈现不同的变化趋势。在 0.2 mg/L 油菜素内酯处理可溶性糖含量达到最大值,为 4.82%,比对照增加了 30.98%。在 0.8 mg/L 油菜素内酯处理有机酸含量达到最大值,为 0.57%,分别比对照增加了 54.05%。糖酸比是衡量番茄果实风味的重要指标之一。糖酸比在不同的抗逆诱导物质处理下,其变化没有一定的规律性,但都低于盐胁迫下未经抗逆诱导处理(表 1),在 0.8 mg/L 油菜素内酯处理糖酸比达到最小值,为 6.96。

2.2.4 不同浓度的油菜素内酯对果实维生素 C 含量的影响 由表 1 可知,抗逆诱导物质低浓度处理能显著提高番茄的维生素 C 含量,其中 0.2 mg/L 油菜素内酯处

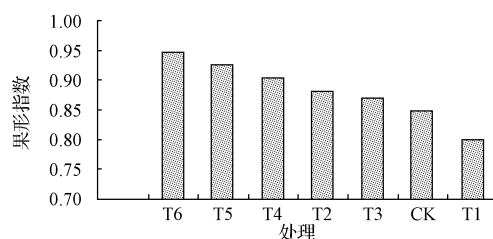


图 1 油菜素内酯对番茄果形指数的影响

实硬度与其耐贮藏性密切相关,适宜的果实硬度有利于番茄果实的贮藏和运输。由表 1 可知,盐胁迫下番茄经油菜素内酯抗逆诱导,果实硬度普遍增大,但随着处理浓度的不断加大,果实硬度趋于下降。在 0.2 mg/L 油菜素内酯处理时,果实硬度达到最大,为 14.36 kg/cm²。经抗逆诱导物质处理盐胁迫下番茄果实硬度均高于非盐胁迫下番茄果实硬度,说明抗逆诱导物质对盐胁迫下番茄果实硬度的提高有较强影响。

理维生素 C 达到最大值,为 25.89 mg/100g,比盐胁迫下未抗逆诱导处理提高 25.62%;但随着处理浓度的不断加大,维生素 C 含量逐渐降低。

2.2.5 不同浓度的油菜素内酯对果实番茄红素含量的影响 番茄红素主要来源于番茄及其制品、西瓜、胡萝卜等果实,其中以番茄中的含量为最高。番茄红素在番茄中的含量随番茄品种和成熟度的不同而有所差异,番茄的成熟度越高,其含量也越高。由表 1 可知,在 0.4 mg/L 油菜素内酯处理番茄红素含量达到最大值,为 4.31 mg/100g,比盐胁迫下未抗逆诱导处理的提高 234.10%,比 CK 提高 203.52%。

2.3 不同浓度的油菜素内酯对番茄果实产量的影响

由表 2 可知,平均单果重随着抗逆诱导物质处理浓度的增加先增大后减小。在 0.2 mg/L 油菜素内酯处理单果重达到最大值,为 239.32 g,比盐胁迫下未抗逆诱导处理提高 17.07%,比 CK 提高 8.81%。由表 2 还可知,

表 2 不同浓度的油菜素内酯处理对番茄产量的影响

处理	单果重/g	单株结果数/个	单株产量/g
T1	204.43gG	7.74eF	1 582.68fF
T2	229.04eE	8.52cC	1 954.60dD
T3	237.47bB	8.59bB	2 044.67bB
T4	239.32aA	8.81aA	2 044.67bB
T5	233.52cC	8.57bB	2 112.75cBC
T6	232.07dD	8.47dC	1 970.39dCD
CK	219.95fF	8.48dC	1 869.89eE

在 0.2 mg/L 油菜素内酯处理平均果数达到最大值,为 8.81 个,显著高于盐胁迫下未抗逆诱导处理和 CK;在 0.4 mg/L 油菜素内酯处理平均单株产量达到最大值,为 2 112.75 g,比盐胁迫下未抗逆诱导处理增产 33.49%,比 CK 增加 12.99%。

3 结论与讨论

番茄植株在生长发育过程中受到盐胁迫影响,明显抑制番茄果实的生长,进而降低番茄的单株产量和单果重。该试验结果表明,盐胁迫下未抗逆诱导处理单株产量和单果重均最低,油菜素内酯处理分别为 1 582.68、204.43 g,而经抗逆诱导物质处理后,成熟期的番茄单果重、单株产量随着处理液浓度的增大先增大后降低,且其变化趋势与诱导物质浓度的相关性很大。在 0.2 mg/L 油菜素内酯处理单果重达到最大值,为 239.32 g,在 0.4 mg/L 油菜素内酯处理时单株产量最高,为 2 112.75 g;番茄单果重和单株产量增加说明抗逆诱导物质在植物体内可以促进蔗糖和其它同化物进入果实细胞,促进同化物的运输。所以抗逆诱导物质在一定程度上提高了盐胁迫下番茄可溶性固形物的含量。试验表明,以 0.2 mg/L 油菜素内酯处理可溶性固形物含量最大,为 5.0%。

糖是番茄营养品质和风味品质中的重要成分,它不仅影响甜度,而且通过糖酸比影响整体风味,糖的组成与含量是决定番茄风味品质的重要因素之一,该试验中番茄果实可溶性糖含量在某一浓度的诱导物质处理后达到最大,说明诱导物质可以调节果实中糖分的组成和含量。试验表明,在 0.2 mg/L 油菜素内酯处理可溶性糖含量达到最大值,为 4.82%。果实有机酸含量和糖酸比无明显的规律。

植物抗逆性生理生化研究的主要内容之一是植物的代谢反应及抗逆性的关系,维生素 C 作为基础代谢物

质,与植物抗逆性有一定的关系。该研究表明,盐胁迫下番茄生长受到影响,而经抗逆诱导物质处理后番茄果实维生素 C 含量显著增加,可以说明诱导物质缓解盐胁迫效果较好。0.2 mg/L 油菜素内酯处理维生素 C 达到最大值,为 25.89 mg/100g。此外低浓度诱导物质促进番茄红素积累,高浓度促进效果不如低浓度。在 0.4 mg/L 油菜素内酯处理番茄红素含量达到最大值,为 4.31 mg/100g。

参考文献

- [1] Aslam M, Qureshi R H, Ahmed N. A rapid screening technique for salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Plant and Soil, 1993, 150: 99-177.
- [2] 朱广康. 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.
- [3] 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.
- [4] 赵毓楠. 油菜素内酯在农业上的应用 [J]. 植物生理学通讯, 1997(6): 482-488.
- [5] 周玉书, 仇贵生, 张平, 等. Homobrassinolide 在葡萄上的应用试验 [J]. 中国果树, 2003(5): 18-19.
- [6] Li J, Chirry J. Brassinosteroid actions in plants [J]. Journal of Experimental Botany, 1999, 332(50): 275-282.
- [7] 路世武, 李师翁, 董玉. 溶剂萃取法提取番茄红素的研究 [J]. 兰州交通大学学报(自然科学版), 2006, 25(6): 154-160.
- [8] 张连福, 丁晓霖. 番茄红素简便测定方法的建立 [J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(3): 51-55.
- [9] 李红彦, 裴孝伯, 王跃. 硫酸钠盐胁迫处理对番茄产量和品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2009, 25(4): 191-194.
- [10] 卢文经, 姜炳义, 汉晓冬, 等. 番茄育种动态及发展趋势 [J]. 辽宁农业科学, 2002(2): 44-45.
- [11] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 等. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究 [J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 299-303.
- [12] 张匀, 栾雨时. 番茄耐盐育种研究进展 [J]. 西北农业学报, 2006, 15(3): 128-133.

Effect of Brassinolide on Yield and Quality of Tomato Under Salt Stress

ZHANG Lin-qing

(Department of Biochemistry, Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu 223003)

Abstract: 'Qidali' tomatoes were chosen as the test material, the effect of BR on the quality and yield of tomatoes under salt stress with different concentrations of BR (0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 mg/L) were studied. The results showed that the effect under the 0.2 mg/L BR concentration treatment was the better. With the concentration increased, fruit weight and yield showed a decreasing trend after the first increment; fruit shape index showed an ascend trend; the firmness of fruit, the content of total soluble matter, fruit soluble sugar and vitamin C changed with a single apex curve with the concentration increased, all were up to the max in 0.2 mg/L BR concentration; organic acid content showed different trends when the BR concentration increasing; the content of lycopene was up to the max in 0.4 mg/L BR concentration; the yield of tomato fruit increased under resilience inducing substance; the firmness, the content of total soluble matter and organic acid in tomato fruit changed with the treatments, affected the change of vitamin C, lycopene and shape index which lead to changes of quality of tomato fruit.

Key words: Brassinolide (BR); tomato; salt stress; yield; quality