

盐碱胁迫下两个茄子品种生理指标和耐盐碱性研究

张环宇, 李 烨

(哈尔滨市农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150029)

摘要:为了筛选耐盐碱种植资源和培育适应盐碱地区种植的优质茄子品种,以齐杂茄2号和哈杂茄3号为试验材料,模拟盐碱化土盐组分配制盐碱液进行盐碱胁迫处理,以处理后0、10、20、40和60 d的试验组和对照组的2个茄子品种表型性状、单株总产量以及各项生理指标进行比较分析。结果表明:盐碱胁迫下,茄子细胞膜通透性提高,叶绿素含量显著降低,丙二醛含量显著上升,脯氨酸含量显著升高,超氧化物歧化酶(SOD)含量变化为先上升后下降,后期再次上升。说明不同茄子品种在盐碱胁迫下呈现不同的耐受力,对北方地区的盐碱土地,哈杂茄3号的耐盐碱性优于齐杂茄2号,适合推广种植。分析盐碱胁迫下各生理指标相关性可知茄子单株总产量与表型性状和叶绿素含量呈显著负相关,而与叶片相对电导率、丙二醛含量和脯氨酸含量呈显著正相关。

关键词:茄子;盐碱胁迫;生化指标

中图分类号:S641.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)03-0037-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.03.0037

土壤盐碱化是全球性的影响农业生产和生态环境的问题,近年来,我国设施栽培快速发展,设施内土壤次生盐碱化日趋严重,盐碱胁迫严重降低了蔬菜的产量与品质,严重影响了蔬菜生产的可持续发展和蔬菜生产者的经济效益^[1]。植物在盐碱胁迫下表现水分和矿质营养吸收能力的降低,造成营养不良,高盐碱环境下强烈抑制植物生长,最终导致植物死亡。植物抗盐碱主要依赖膜系统的稳定性,耐盐碱植物能够在高渗透势下维持细胞膜透性的稳定^[2],植物在受到盐碱胁迫后大量产生 O_2 进而形成 H_2O_2 ,OH等更多的自由基和活性氧,氧化胞内不饱和脂肪酸,最终大量产生细胞毒害物质丙二醛(MAD)^[3],叶绿素含量降低^[4]、渗透调节物质快速积累^[5],抗氧化酶含量提高^[3],蛋白质合成受到影响^[6]。茄子(*Solanum melongena* L.)是世界上重要的蔬菜作物,具有很高的营养价值和食用品质,同时也是我国设施栽培的主要蔬菜之一,土壤盐碱化问题严重影响茄子的产量和品质^[7]。目前,培育耐盐碱茄子品种是应对土地盐碱化和设施内土壤次生盐碱化的最经济有效的手段。本研究模拟黑龙江省西部地区、吉林省西北部地区以及内蒙古东部地区苏打盐碱化土地成分配制处理液,在温室条件下以2个北

方推广面积较高的茄子品种作为试验材料,评价2个茄子品种耐盐碱性,研究茄子耐盐碱生理机制,为今后筛选耐盐碱茄子种质资源和培育适应盐碱地区种植的优质茄子品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试茄子品种为齐杂茄2号(齐齐哈尔市蔬菜研究所,Q2)和哈杂茄3号(哈尔滨市农业科学院,H3)。

1.2 方法

试验于2013年4-6月在哈尔滨市农业科学院温室以及东北农业大学寒地蔬菜重点实验室进行。

1.2.1 试验设计 根据张杰^[8]对大庆地区盐碱地主要盐分组成研究的结论,本试验采用 $50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$,pH为10.0的盐碱溶液进行胁迫处理, $\text{NaHCO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaCl}:\text{Na}_2\text{CO}_3=4:2:2:0.15$ 。试验组(T)2个茄子品种分别进行盐碱溶液胁迫处理,对照组(CK)蒸馏水浇灌。茄子幼苗定植到规格为 $180\text{ mm}\times 230\text{ mm}$,高15 mm的无孔塑料盆中,每盆装土3 kg,定植当天每盆浇入1 L盐碱液,保证每盆土壤中的盐水浸透土壤而不渗出。之后栽培过程按常规管理进行。每个品种每个处理12盆,3次重复,随机排列,并设有保护行。

1.2.2 测定项目与方法 定植当天(0天),定植后第10,20,40和60天进行各项指标的测定,每次每个品种随机取6株,3次重复。茄子叶片(每样本0.5 g)保存于4℃冰箱中,用于各项生理指

收稿日期:2014-09-01

第一作者简介:张环宇(1985-),女,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,农艺师,从事茄子遗传育种和分子育种研究。E-mail:eggplant_2010@163.com。

通讯作者:李烨(1972-),女,高级农艺师,从事茄子遗传育种研究和分子育种研究。

标和酶活性的测定。

盐碱胁迫下茄子表型鉴定参考 Dasgan 等^[9]对番茄表型分级标准,设置 5 个等级(见表 1),计算平均值;每次取样测定当日单株产量,至第 60 天计算单株总产量平均值;叶绿素含量采用丙酮提取法测定;游离脯氨酸含量用茚三酮比色法测定;相对电导率,丙二醛含量用硫代巴比妥酸法测定;超氧化物歧化酶(SOD)测定均参照李合生^[10]的方法。

表 1 盐碱胁迫条件下茄子表型性状评价体系
Table 1 The evaluation system of eggplant phenotypic traits under salt and alkali stress

级数 Grades	植株形态 Plant morphological characters	得分 Score
I	无明显盐碱胁迫危害症状	1
II	1/3 叶片发生萎蔫下垂,叶尖,叶缘变黄	2
III	约 1/2 叶片叶尖,叶缘变黄,卷曲发干	3
IV	超过 2/3 叶片发生卷曲干枯现象	4
V	叶枯,植株枯萎甚至死亡	5

1.2.3 数据处理 采用 Microsoft Excel(Office 2003)计算原始数据平均值、标准差。采用 SAS 9.1 软件进行数据差异性分析。相关性分析采用 SPSS 软件。

2 结果与分析

2.1 盐碱胁迫对不同茄子品种表型的影响

由图 1 可知,盐碱胁迫处理 60 d 两个茄子品种表型均趋近于 5 级,在盐碱胁迫下均表现为叶片萎蔫,在处理过程中 Q2 T 植株的萎蔫程度和表型系数均高于 H3 T,但未达到显著水平,两个品种下部叶片均出现了黄化脱落,但大部分新叶仍保持绿色。

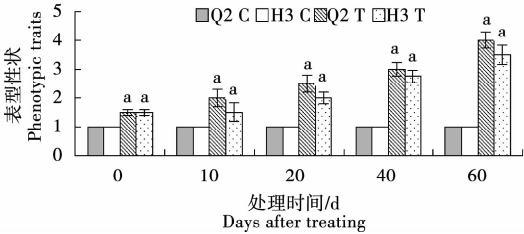


图 1 盐碱胁迫对茄子表型性状的影响
Fig. 1 Effect of salt and alkali stress on phenotypic traits of eggplant

2.2 盐碱胁迫对不同茄子品种单株产量的影响

盐碱胁迫下两个品种茄子单株总产量均显著降低,其中 Q2 C 显著低于 H3 C,经过盐碱处理后,H3 T 较 H3 C 有所降低,Q2 T 仍然显著的低于 H3 T,说明盐碱胁迫对 H3 造成的减产小于

Q2(见图 2)。

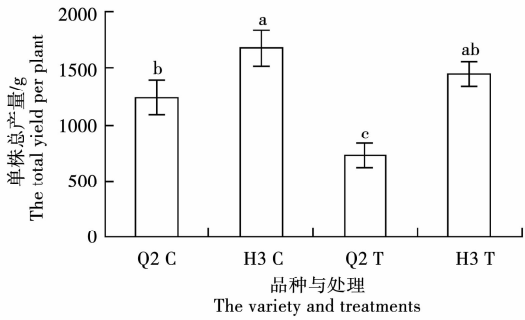


图 2 盐碱胁迫对茄子单株总产量的影响
Fig. 2 Effect of salt and alkali stress on yield of eggplant

2.3 盐碱胁迫对不同茄子品种叶片电导率的影响

由图 3 可知,在盐碱胁迫下,茄子叶片相对电导率在第 20 天出现显著上升,最大值出现在第 60 天 Q2 T 为 42%,H3 T 的叶片相对电导率总是低于 Q2 T,但未达到显著水平。

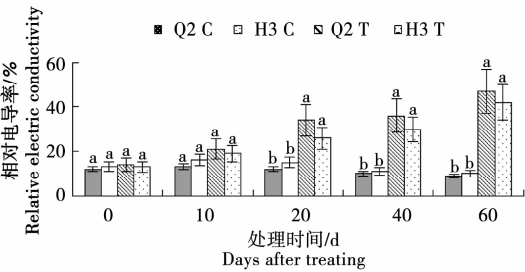


图 3 盐碱胁迫对茄子叶片相对电导率的影响
Fig. 3 Effect of salt and alkali stress on relative electric conductivity of eggplant

2.4 盐碱胁迫对不同茄子品种叶绿素含量的影响

随着盐碱处理时间的延长,两个品种的叶绿素含量都出现下降趋势。处理第 20 天,哈 H3 T 叶绿素含量下降幅度小于 Q2 T,第 40 和 60 天时,H3 叶绿素含量显著低于 Q2(见图 4)。

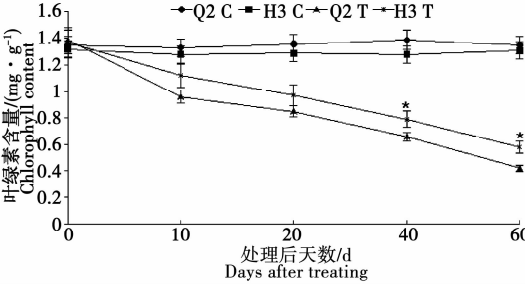


图 4 盐碱胁迫对茄子叶绿素含量的影响
Fig. 4 Effect of salt and alkali stress on content chlorophyll of the eggplant

2.5 盐碱胁迫对不同茄子品种叶片丙二醛含量的影响

由图 5 可知,丙二醛含量在对照组几乎没有变化,而 Q2 T 丙二醛含量在第 10、20 和 60 天均显著高于 H3 T。在第 60 天,Q2 T 丙二醛含量比对照组增加了 6.7 倍。在盐碱胁迫下,两个茄子品种均出现丙二醛积累,H3 T 丙二醛的清除效果较 Q2 T 高。

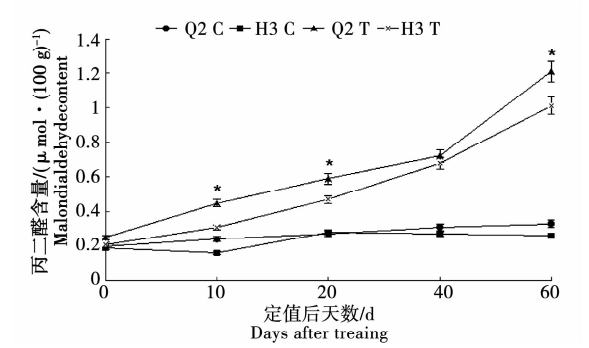


图 5 盐碱胁迫对茄子叶片丙二醛含量的影响

Fig.5 Effect of salt andalkali stress on
MDA content of eggplant

2.6 盐碱胁迫对不同茄子品种脯氨酸含量的影响

由图 6 可知,随着盐碱胁迫时间的延长,叶片内的脯氨酸积累明显上升,40 d 后缓慢下降。试验结果表明,但 H3 T 脯氨酸含量提高幅度比 Q2 T 快,在第 40 和 60 天脯氨酸含量显著高于 Q2 T。

2.7 盐碱胁迫对不同茄子品种叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

超氧化物歧化酶含量在对照组中无明显变化,而在试验组中,呈先上升后下降的趋势,在第 10 天 H3 T 显著高于 Q2 T,此后 H3 T 的 SOD 含量一直高于 Q2 T,但未达到显著水平(见图 7)。

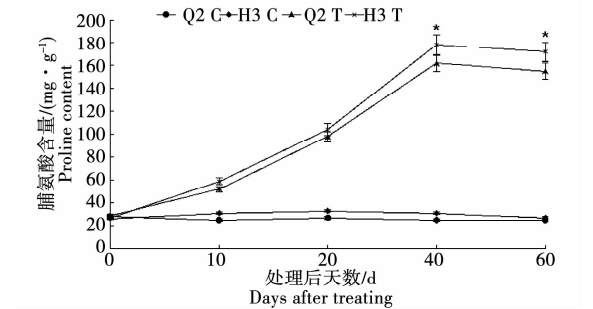


图 6 盐碱胁迫对茄子体内脯氨酸含量的影响

Fig.6 Effect of salt andalkali stress on
proline content of eggplant

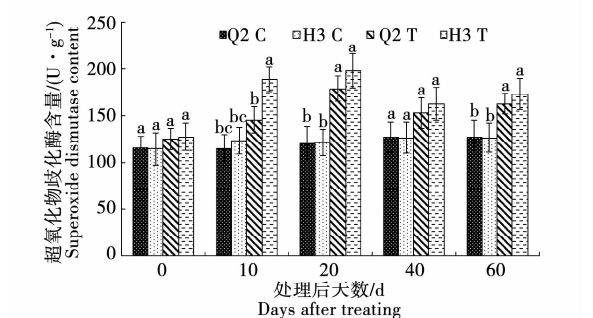


图 7 盐碱胁迫对茄子幼苗叶片超氧化物歧化酶含量的影响

Fig.7 Effect of salt and alkali stress on
SOD content of eggplant seedling leaves

表 2 两个茄子品种耐盐碱性指标相关性分析

Table 2 Correlation analysis on salt and alkali resistance indices of two eggplant varities

项目 Items	表型性状 Phenotypic traits	叶绿素含量 Chlorophyll content	产量 Yield	相对电导率 Relative electrical conductivity	丙二醛含 量 MDA	脯氨酸含量 Pro content	SOD
表型性状 Phenotypic traits	1						
叶绿素含量 Chlorophyll content	-0.717 **	1					
产量 Yield	-0.821 *	-0.634 *	1				
相对电导率 Relative electrical conductivity	-0.902 *	-0.677	0.849 **	1			
丙二醛含量 MDA	-0.836 **	-0.571 *	0.573 *	0.552	1		
脯氨酸含量 Pro content	0.907 **	0.563 *	0.680 **	-0.571 *	0.639	1	
SOD	0.07	0.063	0.042	0.058	0.047	0.062	1

** 表示在 0.01 水平上显著相关,* 表示在 0.05 水平上显著相关。
** shows significant correlation at 0.01 level,* shows significant correlation at 0.05 level.

2.8 耐盐碱指标的相关性分析

由表2可知,表型性状和叶绿素含量及丙二醛含量呈极显著负相关($P \leq 0.01$);表型性状和产量、相对电导率呈显著负相关($P \leq 0.05$);表型性状和脯氨酸含量呈极显著正相关($P \leq 0.01$);叶绿素含量和产量及丙二醛含量呈显著负相关,和脯氨酸含量呈显著正相关($P \leq 0.05$);产量和相对电导率及脯氨酸含量呈极显著正相关($P \leq 0.01$),和丙二醛含量间呈显著正相关($P \leq 0.05$);其它各指标之间相关性均不显著。

3 结论与讨论

盐碱土壤的组分十分复杂,在栽培过程中人们往往无法针对性地使用适合当地土壤条件的种子和管理方法,本试验首次模拟了北方主要盐碱化地区土壤中盐分的构成,配制盐碱液对两个北方茄子品种进行耐盐碱性鉴定,比较植株形态指标和生理指标。试验结果表明,在相同的盐碱胁迫条件下,H3处理组产量较H3对照组无显著降低,而Q2处理组产量较对照组显著下降。在盐碱胁迫过程中,与Q2品种相比,H3品种的脯氨酸和丙二醛等细胞渗透调节物质能够更快的积累,SOD含量增加也明显优于Q2,尽管相对电导率在两个品种间无显著差异,但其它生理指标说明H3能够有效地维持细胞膜的稳定性,更适宜在盐碱化地区推广种植。今后的试验将对盐碱胁迫下不同品种茄子外观品质和营养品质进行比较试验,研究生理指标与外观品质之间的相互关系,为育成优质高产且营养美观的茄子品种提供理论基础。

评价茄子耐盐碱性需要多个指标综合评价,本试验对两个北方地区主栽品种进行盐碱胁迫处理,对比各时期形态指标和生理指标,研究发现产量与表型性状和叶绿素含量呈显著负相关,而与电导率、丙二醛含量以及脯氨酸含量呈显著或极显著正相关,说明各项指标之间都存在相关性,为茄子种质资源耐盐碱性评价提供了试验标准。

参考文献:

- [1] 魏国强,朱祝军,方学智,等. NaCl胁迫对不同品种黄瓜幼苗生长、叶绿素荧光特性和活性氧代谢的影响[J]. 中国农业科学,2004,37(11):1754-1759.
- [2] 周桂莲. 麦类作物耐盐研究进展[J]. 西北农学报,1998,7(4):97-101.
- [3] 廖岩,彭友贵,陈桂珠. 植物耐盐机理研究进展[J]. 生态学报,2007,27(5):2077-2089.
- [4] 刘国花. 植物耐盐机理研究进展[J]. 安徽农业科学,2006,34(23):6111-6112.
- [5] 张海燕,范哲峰. 运城盐湖十种耐盐植物体内无机物及有机溶剂含量的比较研究[J]. 生态学报,2002,22(2):352-358.
- [6] Rausel A,Kanhonou R,Yenush L,et al. The translation initiation factor eIF1A is an important determinant in the tolerance to NaCl in yeast and plant[J]. Plant Journal,2003,34:257-267.
- [7] 吴雪霞,查丁石,朱宗文,等. 茄子耐盐种质亲缘关系的RAPD分析[J]. 中国蔬菜,2012(4):58-61.
- [8] 张杰. 大庆地区土壤理化性质及盐碱化特征评价[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2010.
- [9] Dasgan H Y,Aktas H,Abak K,et al. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses[J]. Plant Science,2002,163(4):695-703.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术(面向21世纪课程教材)[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

Study on Physiological and Biochemical Responses to Salt and Alkali Stress in Two Varieties of Eggplant

ZHANG Huan-yu, LI Ye

(Harbin Academy of Agriculture Science, Harbin, Heilongjiang 150029)

Abstract: To select the salt-tolerant resources and cultivate high quality varieties of eggplant which adapt saline area, the seedling of eggplant two varieties (Qizaqie 2 and Hazaqie 3) were treated with solution containing salt and alkali ($50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, pH 10). Phenotypic traits, yield per plant, and various physiological indexes were determined at 0, 10, 20, 40, 60 day after treating. The results showed that under salt and alkali stress, eggplant cell membrane permeability increased; chlorophyll content decreased significantly; MDA content and proline content increased; superoxide dismutase (SOD) were first increased and then decreased, the late rise again. Experimental results showed that there were differentiate tolerance of different eggplant varieties under salt and alkali stress, Hazaqie 3 was more suitable for planting in the saline alkali land of northern area of China, compared with Qizaqie 2. Furthermore, the correlation analysis of physiological index under salt stress showed that eggplant yield per plant and phenotypic traits and chlorophyll content was negatively correlated, while the relative conductivity, MDA content and proline content had significant positive correlation with yield.

Keywords: eggplant; saline and alkali stress; biochemical indexes