

4 个番茄品种耐盐性比较

常尚连, 申苗, 毕云霞, 张立宾 (东营市农业科学研究院蔬菜食用菌研究所, 山东东营 257091)

摘要 [目的] 通过 4 个番茄品种在种子萌发期和幼苗期耐盐性比较, 确定最耐盐番茄品种。[方法] 以 4 个番茄品种为试材, 研究番茄种子萌发和幼苗生长期的耐盐性。[结果] 随着 NaCl 浓度的增加, 4 个不同番茄品种种子发芽率和发芽势下降, 相对盐害率增加; 植株株高和干物质积累量降低, 盐害指数和干鲜比增加, 根冠比呈上升—下降—上升的趋势; 4 个番茄品种在 NaCl 浓度 50 mmol/L 以下的盐碱土可以正常生长, 齐达利耐盐性最强, 可在 NaCl 浓度 100 mmol/L 正常生长, 4 个番茄品种耐盐性由高到低依次为齐达利、粉宴 1 号、美贝、3684。[结论] 该研究为盐碱地番茄品种栽培和耐盐机理研究提供理论依据。

关键词 番茄; 盐胁迫; 种子萌发; 幼苗生长; 耐盐性

中图分类号 S641.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)15-0044-03

Comparison on Salt Tolerance of Four Tomato Varieties

CHANG Shang-lian, SHEN Miao, BI Yun-xia et al (Vegetable Edible Fungus Research Institute, Academy of Agricultural Science Research of Dongying City, Dongying, Shandong 257091)

Abstract [Objective] The most salt-tolerant tomato varieties was identified by comparison of four tomato varieties in seed germination stage and seedling stage. [Method] The salt tolerance of four tomato varieties were studied in the seed germination period and the seedling growth period. [Result] With the increase of NaCl concentration, the germination energy and the germination percentage declined, the relative salt injury rate increased, the plant height and the dry matter accumulation declined, the dry fresh ratio and the index of salt damage increased, root-shoot ratio was the trend of up-down-up; They grew normally under 50 mmol/L NaCl stress. Qidali grew normally under 100 mmol/L NaCl stress. The salt tolerance of four tomato varieties were Qidali, Fenyanyihao, Meibei, 3684. [Conclusion] The study can provide theoretical basis for the study of the of tomato varieties cultivation and the mechanism of salt tolerance.

Key words Tomato; Salt stress; Seed germination; Seedling growth; Salt tolerance

番茄属于茄科(Solanaceae)番茄属(*Lycopersicon esculentum* MILL.)植物, 属中度盐敏感型作物^[1], 是鲜食和加工型蔬菜, 市场需求量大^[2]。东营市地处黄河三角洲, 土地盐渍化程度高, 据 2014 年统计, 东营市共种植蔬菜 3.59 万 hm², 番茄种植面积 0.40 万 hm², 其中设施番茄种植高达 0.39 万 hm², 土壤盐碱化面积逐年扩大, 特别是保护地土壤次生盐渍化^[3-4], 给农业生产带来严重威胁。前人对番茄耐盐机理进行了研究, 以期进行耐盐育种, 然而由于当前所利用的耐盐碱亲本资源较缺乏, 遗传背景较狭窄, 耐盐碱番茄育种没有明显进展, 尽快鉴定和筛选具有较高利用价值的耐盐碱种质资源至关重要^[5-8]。作物在种子萌发期和幼苗期对盐分最敏感^[9-10]。笔者通过对 4 个市场主推番茄品种在种子萌发期和幼苗期 2 个时期的耐盐性分析, 确定最耐盐番茄品种, 以期为盐碱地番茄品种栽培和耐盐机理研究提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验材料 试验在东营市农业科学院内进行。供试番茄品种为美贝、3684、齐达利和粉宴 1 号 4 个品种, 均为市场主推品种, 耐盐碱。

1.2 试验方

1.2.1 种子盐胁迫试验。 设 0、10、20、30、40、50、60、70、80、90 mmol/L 10 个浓度梯度, 每个处理 3 次重复。2015 年 8 月 27 日在培养皿内铺设 2 层滤纸, 每个培养皿内放置 20 粒种子。以清水为对照, 加入不同浓度 NaCl 溶液后, 第 2 天开始

数发芽个数, 每天计数, 直至 10 d 试验结束, 试验期间保持培养皿内湿润。计算发芽势、发芽率、相对盐害率。

发芽势 = 发芽初期(6 d 内)正常发芽种子数/供试种子粒数 × 100%

发芽率 = 10 d 内发芽种子总数/供试种子总数 × 100%

相对盐害率 = (对照发芽率 - 处理发芽率)/对照发芽率 × 100%

1.2.2 苗期水培耐盐试验。 采用随机区组设计, 每个处理设 3 次重复。2015 年 12 月 4 日将两叶一心的番茄幼苗移栽于水培器皿内, 营养液配方采用华中农业大学番茄营养液配方, 在水培营养液中适应 7 d 后, 加入分析 NaCl。试验设 CK、50、100、150、200、250 mmol/L 6 个浓度梯度, 20 d 结束, 测定处理前后株高, 并将每份材料的地上部分和地下部分分开, 分别称苗鲜重和根鲜重、苗干重和根干重, 计算干鲜比、根冠比。

由于目前尚未有衡量番茄耐盐能力的标准, 该试验参考农业部 NY/PZT 001—2002《小麦耐盐性鉴定评价技术规范》的标准方法, 并根据生长状况将苗情分为 6 级, 分级标准: 0 生长正常, 无受害症状; 1 生长基本正常, 个别叶片出现黄斑; 2 植株生长缓慢, 个别叶片黄化或枯萎; 3 植株生长减缓, 3~4 片绿叶; 4 植株生长非常缓慢, 只有 1~2 片绿叶; 5 植株停止生长, 叶片全部黄化。按以下公式计算盐害指数, 并根据表 1 确定各材料的耐盐等级^[7]。

盐害指数 = $\sum(N \text{ 级苗数} \times N \text{ 级}) / (5 \text{ 级} \times \text{总苗数}) \times 100\%$

2 结果与分析

2.1 番茄种子盐胁迫试验

2.1.1 种子发芽率和发芽势的变化。 从图 1 和表 2 可知, 随

基金项目 山东省科技发展计划项目(2014GNC11021)。

作者简介 常尚连(1980—), 女, 山东菏泽人, 助理研究员, 硕士, 从事植物耐盐性研究。

收稿日期 2017-03-18

着 NaCl 浓度的增加,番茄种子的发芽率和发芽势均下降,就发芽率而言,3684 一直降低,其他 3 个品种出现不同的拐点,在 NaCl 浓度 30 mmol/L 时美贝发芽率略有升高,在 NaCl 浓度 80 mmol/L 时,粉宴 1 号和齐达利发芽率也升高,说明盐胁迫对种子萌发有一定的促进作用;当 NaCl 浓度为 40 mmol/L 时,齐达利和粉宴 1 号的发芽率为 100%,3684 的发芽率和发芽势及美贝的发芽势显著下降,当 NaCl 浓度为 90 mmol/L 时,齐达利发芽率变化不大,其他品种发芽率均极显著降低,且远低于对照。美贝和 3684 每个处理间发芽势差异显著,其他 2 个品种差异不显著。综合 2 个指标看,齐达利耐盐性最强,粉宴 1 号次之,但出苗最整齐,3684 耐盐性最差。

表 1 番茄苗期耐盐性分级标准

Table 1 Salt tolerance criteria of tomato in seedling stage

级别 Level	耐盐性 Salt tolerance	苗期盐害指数 Seedling salt index//%
1	高耐	0 ~ 20.0
2	耐盐	20.1 ~ 40.0
3	中耐	40.1 ~ 60.0
4	敏感	60.1 ~ 80.0
5	高感	80.1 ~ 100

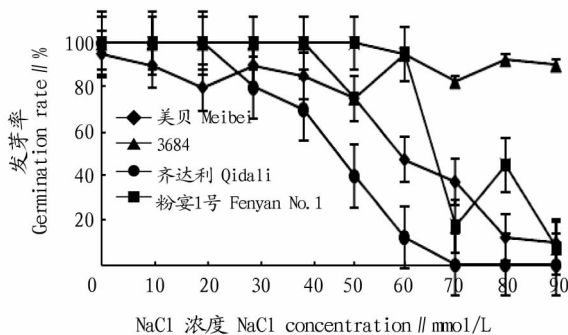


图 1 盐胁迫下种子发芽率的变化

Fig. 1 The change of seed germination rate under the salt stress

表 2 盐胁迫对不同番茄品种发芽势的影响

Table 2 Effects of salt stress on germination energy of different tomato varieties %

NaCl 浓度 NaCl concentration mmol/L	美贝 Meibe	3684	齐达利 Qidali	粉宴 1 号 Fenyan No. 1
0	90.0 bB	100 aA	100 aA	100 aA
10	65.0 cC	90.0 bB	100 aA	100 aA
20	55.0 cC	80.0 bB	85.0 bB	100 aA
30	75.0 bBC	65.0 cC	80.0 bB	100 aA
40	55.0 bB	40.0 bB	100 aA	100 aA
50	15.0 cC	15.0 cC	70.0 bB	100 aA
60	0 bC	0 bC	65.0 aA	75.0 aA
70	0 cC	0 cC	47.5 aA	12.5 bB
80	0 cC	0 cC	42.5 aA	30.0 bB
90	0 bB	0 bB	40.0 aA	2.5 bB

注: 同列不同小写字母表示不同浓度间差异显著 ($P < 0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference between different concentrations at 0.05 level, different capital letters stand for significant difference at 0.01 level

2.1.2 相对盐害率的变化。由图 2 可知,随着 NaCl 浓度的升高,种子的相对盐害率升高,不同品种间差异显著。齐达利和粉宴 1 号升高缓慢,说明这 2 个品种在种子萌发过程中对盐胁迫不敏感。就相对盐害率而言,3684 最不耐盐,齐达利最耐盐,粉宴 1 号次之。

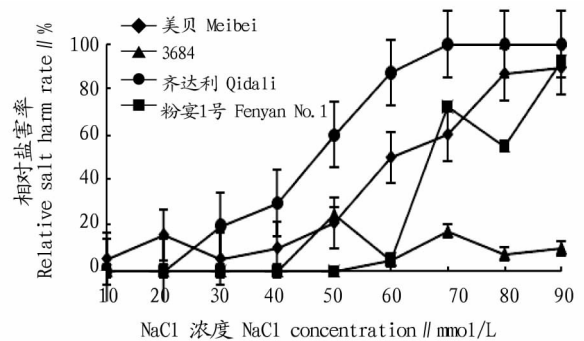


图 2 盐胁迫下相对盐害率的变化

Fig. 2 The change of relative salt harm rate under the salt stress

2.2 番茄幼苗水培耐盐试验

2.2.1 盐害指数的变化。从表 3 可知,4 个品种都较耐盐碱,在 NaCl 浓度为 50 mmol/L 时,齐达利和粉宴 1 号的盐害系数分别为 9.00 和 10.33,远低于其他 2 个品种,在 NaCl 浓度为 100 mmol/L 时,4 个番茄品种的盐害系数均低于 50.00,且齐达利在不同浓度处理下其盐害指数均低于其他 3 个品种,粉宴 1 号次之。

表 3 盐胁迫下不同番茄品种的盐害指数

Table 3 Salt hazard index of different tomato varieties under salt stress conditions %

NaCl 浓度 NaCl concentration mmol/L	美贝 Meibe	3684	齐达利 Qidali	粉宴 1 号 Fenyan No. 1
50	20.33	19.00	9.00	10.33
100	43.00	46.00	35.33	39.67
150	64.67	66.67	57.33	59.33
200	70.67	72.67	64.33	67.33
250	88.67	90.33	69.67	71.33

2.2.2 株高的变化。4 个品种不加盐营养液处理均能保持正常生长,无任何伤害迹象,而盐处理的材料表现出不同程度的盐害症状,生长缓慢或停滞,新叶叶端卷曲,叶片黄化枯萎等。由表 4 可知,不同浓度 NaCl 胁迫下各品种的株高均有不同程度的降低,但不同品种间差异显著。其中在 NaCl 浓度为 50 mmol/L 时,美贝株高的降幅小,差异不显著,其他 3 个品种差异显著,在 NaCl 浓度为 100 和 150 mmol/L 时,美贝和 3684 的株高下降明显,差异极显著,其他 2 个品种差异不明显。就株高而言,齐达利耐盐性最强,其次是粉宴 1 号,3684 最不耐盐。

2.2.3 干物质积累量的变化。由图 3 和图 4 可知,随着 NaCl 浓度的升高,番茄干物重呈下降趋势,齐达利和粉宴 1 号变化趋势平缓,其他 2 个品种变化陡峭。在 NaCl 浓度为 150 mmol/L 时,4 个品种根系干物重分别下降了 0.032 8、0.006 6、0.003 4 和 0.002 1 g,差异显著,说明盐害对番茄

3684的生长影响最大;在NaCl浓度为200~250 mmol/L时,4个品种的根系干物重和地上部分干物重下降较快,受盐害明显,就干物质积累量而言,齐达利对盐害表现最不明显,其次为粉宴1号。

表4 盐胁迫下幼苗株高的变化

Table 4 Plant height changes of the seedlings under salt stress cm

NaCl 浓度 NaCl concentration mmol/L	美贝 Meibei	3684	齐达利 Qidali	粉宴1号 Fenyan No. 1
0	27.8 aA	33.0 aA	21.6 aA	21.8 aA
50	25.8 aA	27.6 bB	14.3 bB	15.0 bB
100	18.2 bB	21.6 cC	11.9 bcBC	12.6 bcBC
150	12.0 cC	15.2 dD	10.3 cC	11.0 cdCD
200	9.2 cdCD	10.8 eE	8.7 cdCD	8.8 deDE
250	7.4 dD	8.0 eE	5.3 dD	6.3 eE

注:同列不同小写字母表示不同浓度间差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different lowercases in the same column stand for significant difference between different concentrations at 0.05 level, different capital letters stand for significant difference at 0.01 level

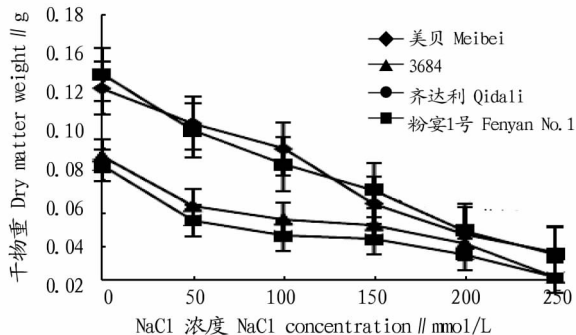


图3 盐胁迫下番茄根系干物质的变化

Fig. 3 The change of dry matter of tomato roots under the salt stress

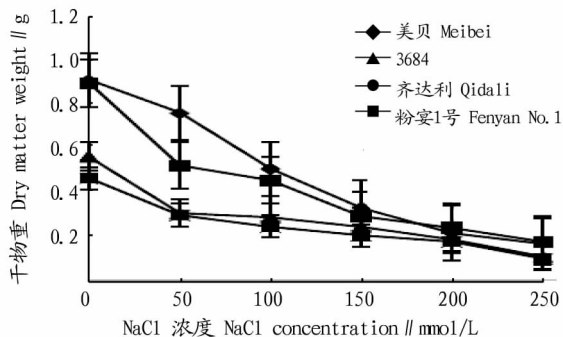


图4 盐胁迫下番茄地上部干物质的变化

Fig. 4 The change of dry matter of tomato aboveground under the salt stress

2.2.4 干鲜比的变化。植株干鲜比表示植株内干物质比率的大小,干鲜比大说明植株体内干物质所占的比率大。由图5和图6可知,4个番茄品种的干鲜比一直呈增加趋势,在NaCl浓度为50 mmol/L时,地上部分干鲜比相比根系干鲜比变化明显,尤其番茄品种美贝,这说明盐胁迫时植株的根系较早于地上部分受到盐害。在NaCl浓度为100~250 mmol/L,干鲜比一直增加,这说明随着NaCl浓度的增加,植物本身干物

质积累量增加,水分含量降低,提高了盐害条件下的耐受性。综合比较,3684对盐胁迫最为敏感。

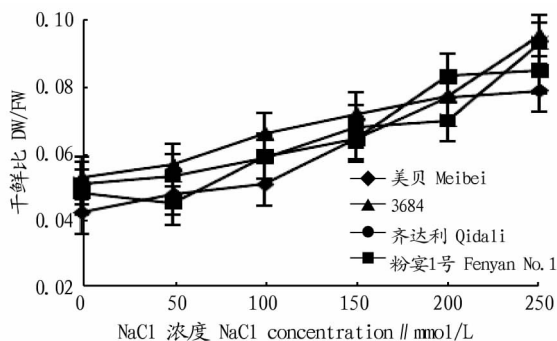


图5 盐胁迫下根系干鲜比的变化

Fig. 5 The change of DW/FW root under salt stress

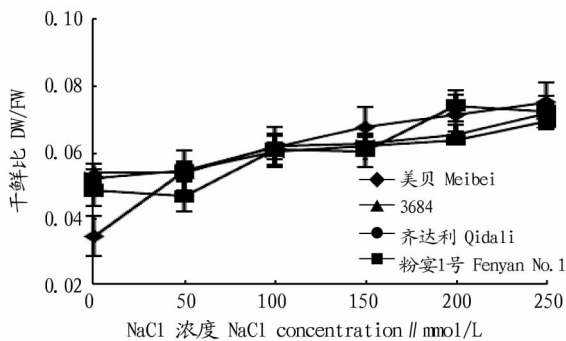


图6 盐胁迫下地上部干鲜比的变化

Fig. 6 The change of DW/FW of aboveground under salt stress

2.2.5 根冠比的变化。由图7可知,随着NaCl浓度的增加,植株地上部和根系生物量积累减少,不同植株地上部和地下部生物量的分配有所不同。随着NaCl浓度的增加,4个品种的根冠比基本呈增加—降低—增加—降低的趋势。番茄品种3684在NaCl浓度150 mmol/L时,根冠比达最大0.255,其他3个品种在200 mmol/L时达最大,之后下降,说明植株在该浓度下为了抵制盐胁迫,根系生长达到极限,生长受到抑制。

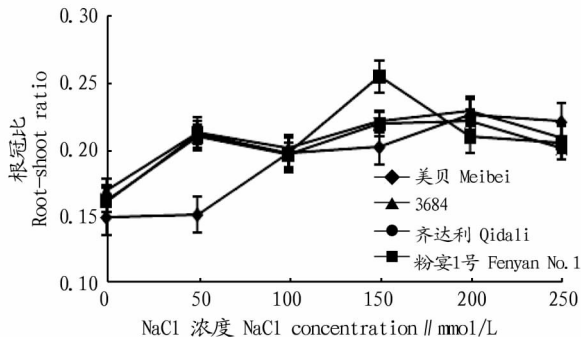


图7 盐胁迫条件下番茄根冠比的变化

Fig. 7 The change of root-shoot ratio of tomato under the salt stress

3 结论与讨论

综合番茄种子盐胁迫试验和苗期水培耐盐试验,2个时期番茄耐盐性相一致,由高到低依次为齐达利、粉宴1号、美贝 (下转第78页)

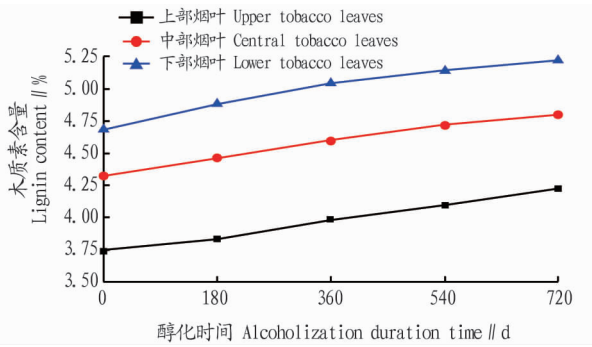


图3 醇化时间对不同部位烟叶木质素含量的影响

Fig. 3 Effect of alcoholization duration time on lignin content of different positions in tobacco leaves

烟叶营养物质的积累;此外,烟叶是按照下部、中部、上部的次序成熟,烟草植株内部营养物质也是从成熟烟叶向不成熟烟叶转移,最终使得下部烟叶木质素含量较高。同一等级或同一部位、同一年份、不同地区的烟叶,木质素含量具有一定差异,这可能由烟草品种、栽植地的气候、土壤、栽培技术、烘烤调制方法等不同造成的^[1,13-15]。

随着醇化时间的延长,总木质素含量呈缓慢增加趋势,这与朱大恒等^[16]的研究结果一致。烟叶醇化的实质是烟叶内部的生理生化特性在微生物、生物酶和无机催化剂的作用下发生相应的变化,如非酶促棕色反应,还原糖、氨基酸等因参与反应而导致含量下降,但木质素由于其化学结构的复杂性、非水溶性,降解率很低^[17-18],最终木质素含量呈增加趋势。

产地、等级、部位对烟叶木质素含量影响较大,而醇化时间对烟叶木质素含量影响较小。其中,产地对酸溶木质素、酸不溶木质素和总木质素含量影响极显著;等级、部位对酸

溶木质素和总木质素含量影响极显著,等级对酸不溶木质素含量有显著影响,而部位对酸不溶木质素含量无显著影响;醇化时间仅对酸不溶木质素含量有显著影响。

参考文献

- [1] 藏亚楠,孔宇川,李地艳,等.烟草木质素的研究概况[J].云南农业大学学报(自然科学版),2015,30(5):822-828.
- [2] 纪楷滨.烟梗木质素的含量测定方法研究及结构表征[D].广州:华南理工大学,2013:1-11.
- [3] 楚文娟,李文伟,程向红,等.胆碱[脂肪酸]盐离子液体的合成及对烟梗木质素的选择性提取[J].广州化工,2016,43(20):32-33.
- [4] 闫克玉,闫洪祥,李兴波,等.烤烟烟叶细胞壁物质的对比分析[J].烟草科技,2005(10):6-11.
- [5] 任晓红,陈刚,马海燕,等.烤烟细胞壁物质对烟叶质量影响研究[J].中国农学通报,2010,26(4):113-116.
- [6] 刘晓冰,孟霖,梁盟,等.武陵山区烤烟上部叶片纤维素、木质素含量与质量指标间相关性研究[J].中国农学通报,2015,31(7):235-240.
- [7] 蔡宛杰,王信民,尹启生.烤烟外观质量指标量化分析初探[J].烟草科技,2004(6):37-40.
- [8] 刘军利,蒋剑春,黄海涛.木质素 CP-GC-MS 法裂解行为研究[J].林产化学与工业,2009,29(S1):1-6,11.
- [9] 刘刚,杨飞,杜云海,等.木质素对再造烟叶烟气中苯酚的影响[J].光谱实验室,2012,29(2):1118-1122.
- [10] 刘志昌,毛耀,姚志军,等.烟梗木质素的白腐菌 *Coriolus versicolor* T42 降解研究[J].纸和造纸,2012,31(11):46-49.
- [11] 楚文娟,李文伟,李颖,等.近红外光谱法快速测定河南烟叶中木质素的含量[J].安徽农业科学,2016,44(18):72-75.
- [12] 楚文娟,李文伟,李颖.酶解-温和酸解法分离烟梗木质素[J].广东化工,2015,42(17):75-76.
- [13] 邓宇.烟叶中木质素的测定、裂解和降解研究[D].无锡:江南大学,2006:23-25.
- [14] 黄飞燕,盛庆宁,张峻,等.烘烤过程中变黄程度及定色升温速度对烤烟品质的影响[J].湖南农业科学,2016(11):64-66.
- [15] 王松峰,王爱华,王金亮,等.密集烘烤定色期升温速度对烤烟生理生化特性及品质的影响[J].中国烟草科学,2012,33(6):48-53.
- [16] 朱大恒,韩锦峰,张爱萍,等.自然醇化与人工发酵对烤烟化学成分变化的影响比较研究[J].烟草科技,1999(1):3-5.
- [17] 段孟,李仙,李正勇,等.一株产木质素降解酶真菌在造纸法再造烟叶中的应用[J].中国烟草科学,2009,30(3):69-72.
- [18] 张清明,张瀛,林建麒,等.不同品种初烤烟叶短期醇化过程中质体色素和化学成分的变化[J].中国烟草科学,2014,35(2):55-58.

(上接第46页)

贝、3684,番茄品种美贝种子萌发的临界浓度为 50 mmol/L,3684 种子萌发的临界浓度为 40 mmol/L,齐达利种子萌发的临界浓度为 70 mmol/L,粉宴 1 号种子萌发的临界浓度为 60 mmol/L。番茄品种美贝幼苗的耐盐临界浓度为 100 mmol/L,3684 幼苗的耐盐临界浓度为 50 mmol/L,齐达利和粉宴 1 号的耐盐临界浓度为 150 mmol/L。

高浓度的盐胁迫对番茄种子的萌发和幼苗生长有较强的抑制作用,但番茄品种 3684 的变化趋势一直降低,而其他 3 个品种呈降低-升高-降低趋势,不同品种发芽率、发芽势和相对盐害率的拐点不同,这说明种子对盐胁迫有一定的适应性,一定浓度的盐胁迫对种子萌发有促进作用,与前人研究结果一致。

在盐胁迫下,番茄植株根据盐分状况做出适应性反映,保持较高的根系吸收是作物抗性强的表现。该试验主要集中在番茄植株生物学形态特征的研究,植物体内保护酶系统、水势、渗透压等还有待进一步测定,使之更全面系统地

研究番茄耐盐性能。

参考文献

- [1] CUARTERO J, FERNÁNDEZ - MUÑOZ R, LA MAYORA E E. Tomato and salinity[J]. Scientia horticulturae, 1999, 78:83-125.
- [2] 赵智中,张上隆,徐吉杰,等.蔗糖代谢相关酶在温州蜜柑果实糖积累中的作用[J].园艺学报,2001,28(2):112-118.
- [3] 宁运旺,张永春.设施土壤次生盐渍化的发生与防治[J].江苏农业学报,2001,12(4):49-52.
- [4] 李廷轩,张锡洲,王昌全,等.保护地土壤次生盐渍化的研究进展[J].西南农业学报,2001,14(S1):103-107.
- [5] 费伟,陈火英,曹忠,等.盐胁迫对番茄幼苗生理特性的影响[J].上海交通大学学报(农业科学版),2005,23(1):5-9.
- [6] 张新平.盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响研究[J].安徽农业科学,2007,35(19):5713-5714,5752.
- [7] 陈淑芳,朱月林,刘友良,等.NaCl 胁迫对番茄嫁接苗叶片 ABA 和多胺含量的影响[J].园艺学报,2006,33(1):58-62.
- [8] 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.
- [9] 刘翔,许明,李志文.番茄苗期耐盐性鉴定指标初探[J].北方园艺,2007(3):4-7.
- [10] 吴雪霞,查丁石,朱宗文,等.茄子材料萌发期和幼苗期的耐盐性筛选[J].上海农业学报,2012,28(1):34-38.