

八棱海棠耐盐碱性评价

宗鹏鹏 曲艳华 柴朋 朱立新 贾克功*

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193)

摘要 为探明八棱海棠的耐盐碱性种质资源价值,以实生苗为试材,采用水培的方法评价了八棱海棠耐盐性和耐碱性。结果表明:1)0.4% NaCl 处理 30 d 时,八棱海棠的盐害指数为 51.1,根据耐盐性评价标准判定为中等耐盐型树种;其实生个体间存在广泛的抗性分离现象,极强、强、中、弱和极弱耐盐型植株分别占群体总数的 20.6%、23.9%、37.0%、12.0%和 6.5%。2)pH 9.5 碱处理(Na_2CO_3)30 d 时,八棱海棠的碱害指数为 16.3,根据耐碱性评价标准判定为极强耐碱型树种;其实生个体间存在广泛的抗性分离现象,极强、强、中、弱和极弱耐碱型植株分别占群体总数的 79.1%、15.3%、4.2%、1.4%和 0%。八棱海棠中存在极强耐盐型和极强耐碱型植株,是优异的耐盐/碱型种质资源树种。

关键词 八棱海棠; 苹果砧木; 耐盐性; 耐碱性; 评价

中图分类号 S 661.1

文章编号 1007-4333(2013)03-0096-05

文献标志码 A

Evaluation on the resistance of *Malus robusta* Rehd to alkalinity and salinity

ZONG Peng-peng, QU Yan-hua, CHAI Peng, ZHU Li-xin, JIA Ke-gong*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract Using the seedlings of *Malus robusta* Rehd, injury index and water culture as experimental materials, the resistance of *Malus robusta* Rehd to alkalinity and salinity was studied. The results showed that the salinity injury index of *Malus robusta* Rehd was 51.1 in the stress of 0.4% NaCl in 30 days. According to the evaluation standard of salinity resistance level, *Malus robusta* Rehd was medium resistance to salinity. The population of *Malus robusta* Rehd were widely separated. As for the plants of the salinity tolerance, the corresponding percentages of extremely highly resistance, highly resistance, medium resistance, low resistance and extremely low resistance were 20.6%, 23.9%, 37.0%, 12.0% and 6.5% respectively. The alkalinity injury index of *Malus robusta* Rehd was 16.3 in the stress of pH 9.5 in 30 days. According to the evaluation standard of resistance level, *Malus robusta* Rehd was extremely highly resistance to alkalinity. The population of *Malus robusta* Rehd were widely separated. As for the plants of the alkalinity tolerance, the corresponding percentages of extremely highly resistance, highly resistance, medium resistance, low resistance and extremely low resistance were 79.1%, 15.3%, 4.2%, 1.4% and 0% respectively. *Malus robusta* Rehd is a type of tree species with excellent salinity/alkalinity tolerance.

Key words *Malus robusta* Rehd; apple rootstock; salinity tolerance; alkalinity tolerance; resistance evaluation

我国盐渍土面积为 0.27 亿 hm^2 , 约占全国耕地面积的 1/4, 主要分布在山东、河北、江苏、东北、新疆和甘肃等沿海或干旱半干旱地区^[1]。我国盐渍土壤根据含盐分不同, 分为以 NaCl 和 Na_2SO_4 等中性

盐为主的盐土和以 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 等碱性盐为主的碱土^[2]。盐渍化是我国北方干旱、半干旱地区苹果栽培的主要障碍, 而苹果的耐盐碱能力主要取决于砧木^[3], 因此, 选择耐盐碱性苹果砧木是提高

收稿日期: 2012-08-17

基金项目: 国家“948”项目(201035)

第一作者: 宗鹏鹏, 硕士研究生, E-mail: zongpeng2000@163.com

通讯作者: 贾克功, 教授, 主要从事果树抗性育种研究, E-mail: jkgong@cau.edu.cn

苹果耐盐碱性的关键^[4]。八棱海棠因具有优良的综合抗性作为苹果砧木被广泛应用^[5],虽然国内外对八棱海棠耐盐碱性有过研究,但因试验方法、评价体系等不同导致评价结果出现差异^[6-8]。水培能提供稳定的根系生长环境,减少环境因素等对试验的影响^[9-10],因此本试验在水培条件下,以 NaCl、Na₂CO₃ 模拟盐、碱胁迫,对八棱海棠耐盐碱性进行研究和评价,旨在为确定八棱海棠宜栽范围,选育新型抗性砧木以及有效利用砧木资源等提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

八棱海棠种子采自河北省怀来县,沙藏 3 个月 后,种于 10 cm×10 cm 营养钵中,在中国农业大学 科学园连栋温室中培育。实生苗长 3 片真叶时,移 入 45 cm×34 cm×12 cm 的塑料盆中,培盆上覆盖 0.5 cm 厚的泡沫板,每个泡沫板钻 25 个直径 1 cm 的圆孔,用以固定植株,盆外刷上黑漆,以保持根系 黑暗环境。培养液用霍格兰营养液(表 1)^[11],培养 温度 22~28 ℃,水培过程在组培室中进行。植株长 至约 15 cm 时,开始试验处理。

1.2 试 验 方 法

盐处理时,用 1 mol/L NaCl 调节营养液总盐分 的质量分数至 0.4%,共计处理 92 株八棱海棠实生 苗。每 7 d 换一次营养液,每 2 d 测一次液层厚度,

用去离子水补充减少的水分。

表 1 霍格兰营养液(Hoagland)配方
Table 1 Nutrient solution constitutes of Hoagland

化合物 Chemical compound	质量浓度/ (mg/L) Concentration	化合物 Chemical compound	质量浓度/ (mg/L) Concentration
Ca(NO ₃) ₂	945.00	KI	4.15
KNO ₃	506.00	H ₃ BO ₄	31.00
NH ₄ NO ₃	80.00	MnSO ₄	111.50
KH ₂ PO ₄	136.00	ZnSO ₄	17.20
MgSO ₄	493.00	Na ₂ MoSO ₄	1.25
FeSO ₄ ·7H ₂ O	13.90	CuSO ₄	0.13
EDTA·2Na	18.65	CoCl	0.13

碱处理时,用 1 mol/L Na₂CO₃ 溶液调节营养 液的 pH 至 9.5,每天用 S-3C 型精密 pH 计测定营 养液 pH,共计处理 72 株八棱海棠实生苗。每 7 d 换一次营养液,每 2 d 测一次液层厚度,用去离子水 补充减少的水分。

另取 10 株八棱海棠做对照,用正常营养液培 养,营养液 pH 为 6.8。所有处理植株挂牌、编号, 以株为单位,每天逐一调查盐/碱害发生情况,依据 表 2 记录受害等级^[12],处理时间为 30 d。

表 2 八棱海棠个体盐/碱受害等级和耐盐碱性评价标准
Table 2 Evaluation standard of alkalinity/salinity injury level and resistance level for *Malus robusta* Rehd

受害等级 Injury grade	症 状 Symptom	耐盐/碱性 Alkalinity/Salinity tolerance
0 级 Grade 0	无受害症状。No symptom,no lesions on leaves.	极强 Extremely high tolerance
1 级 Grade 1	1/3 的叶片叶缘失水萎蔫。1/3 leaves wilting or edges yellowing.	极强 Extremely high tolerance
2 级 Grade 2	1/2 的叶片叶缘失水萎蔫并有枯焦。1/2 leaf edges yellowing or wilting.	强 High tolerance
3 级 Grade 3	2/3 叶片枯焦面积达 1/3,整株约一半叶片脱落。 2/3 leaves yellowing, the yellowing area up to 1/3, half of the leaves turned downward.	中等 Medium tolerance
4 级 Grade 4	所有叶片枯焦面积达 1/2 以上,多数叶片脱落。 All the leaves yellowing, the yellowing area up to 1/2, most leaves off.	弱 Weak tolerance
5 级 Grade 5	整株死亡。Whole plants dead or dying.	极弱 Extremely weak tolerance

注:盐碱害受害等级划分和耐盐碱性评价均以处理后 30 d 时的症状为准。
Note:Evaluation of alkalinity/salinity injury level based on the symptom of 30 days.

1.3 耐盐碱性评价

处理结束后,根据处理后 30 d 时的受害症状逐

一确定受害等级,计算受害指数,依据群体耐盐/碱性 标准(表 3),分别评价八棱海棠群体的耐盐/碱性。

表3 八棱海棠实生群体耐盐/碱性评价标准
Table 3 Evaluation standard of seedling population resistance to alkalinity/salinity for *Malus robusta* Rehd

受害指数*	耐盐/碱性
Injury index	Alkalinity/Salinity tolerance
0~20	极强 Extremely high tolerance
21~40	强 High tolerance
41~60	中等 Medium tolerance
61~80	弱 Weak tolerance
81~100	极弱 Extremely weak tolerance

注：* 受害指数=Σ(受害级数×相应受害级植株数)/(总株数×受害最高级数)×100
Note: * Injury index=Σ(injury grade×the number of relevant plants)/(the total plants × the highest injury grade) × 100

2 结果与分析

盐碱处理的30 d内,用pH 6.8的霍格兰营养液处理的10株八棱海棠实生苗生长发育正常,未出现异常现象,表明盐碱处理植株的受害症状为盐碱

胁迫所致,而非营养元素含量不足、过量或水培导致的根系缺氧所致,处理结果可靠。

2.1 八棱海棠耐盐性评价

0.4% NaCl处理第8天,第一株显现受害症状,叶片出现焦枯状斑点。随着盐胁迫时间延长,叶尖、叶缘出现焦枯,焦枯面积逐渐扩大,受害叶片也逐渐增多,受害株数也逐渐增加。处理第20天时出现第一株枯死。处理第30天,92株参试八棱海棠实生苗有4株未表现盐害症状,6株因盐害死亡,另82株出现显著盐害症状,其中受害等级为1、2、3和4级的株数分别15、22、34和11株(表4)。根据第30天个体受害等级,计算八棱海棠盐害指数为51.08。根据群体评价标准(表3),判定八棱海棠为中等耐盐型树种。

个体耐盐性评价结果表明(表4),八棱海棠群体内存在广泛的耐盐性株间分离现象,其中存在耐盐性极强、强、中等、弱和极弱5种耐盐类型,92株参试群体内有极强耐盐型19株,强耐盐型22株,中等耐盐型34株,弱耐盐型11株,极弱耐盐型6株,分别占群体总数的20.6%、23.9%、37.0%、12.0%和6.5%。

表4 八棱海棠盐害发生情况与耐盐性评价
Table 4 Salt injury and salt-tolerance evaluation

受害等级 Injury grade	处理时间/d Treatment time					耐盐性 Salt tolerance	占群体百分比/% Percentage of the group
	10	15	20	25	30		
0	75	26	9	4	4	极强 Extremely high tolerance	4.3
1	10	58	33	23	15	极强 Extremely high tolerance	16.3
2	6	2	31	28	22	强 High tolerance	23.9
3	1	6	14	25	34	中等 Medium tolerance	37.0
4	0	0	3	7	11	弱 Weak tolerance	12.0
5	0	0	2	5	6	极弱 Extremely weak tolerance	6.5
受害指数 Injury index	51.08					中等 Medium tolerance	

2.2 八棱海棠耐碱性评价

pH为9.5的营养液处理后第9天,有一株开始出现受害症状,叶边缘焦枯,嫩叶出现黄化。此后,受害株数逐渐增多,20 d后受害症状迅速加重,但直至处理后30 d时,参试的72株八棱海棠实生苗中仍有33株未显现明显的受害症状,24株轻微受害,11株表现出2级受害症状,显现3级、4级受害症状的植株分别只有3株和1株,未出现整株死亡现象(表5)。

根据碱处理30 d时的个体受害等级计算盐害指数为16.34,依据群体耐碱性评价标准(表3)判定八棱海棠为极强耐碱型树种。对72株参试实生苗的个体耐碱性评价结果表明,八棱海棠群体内存在广泛的耐碱分离现象,参试群体中存在耐碱性极强、强、中等和弱4种类型,未发现极弱耐碱型植株,耐碱性极强、强、中和弱型植株有57、11、3和1株,分别占群体总数的79.1%、15.3%、4.2%和1.4%。

表 5 八棱海棠碱害发生情况与耐碱性评价
Table 5 Alkali injury and Alkali-resistance evaluation

受害等级 Injury grade	处理时间/d Treatment time					耐碱性 Alkali-tolerance	占群体百分比/% Percentage of the group
	10	15	20	25	30		
0	65	62	53	42	33	极强 Extremely high tolerance	45.8
1	7	10	19	24	24	极强 Extremely high tolerance	33.3
2	0	0	0	4	11	强 High tolerance	15.3
3	0	0	0	2	3	中等 Medium tolerance	4.2
4	0	0	0	0	1	弱 Weak tolerance	1.4
5	0	0	0	0	0	极弱 Extremely weak tolerance	0.0
受害指数 Injury index	16.3					极强 Extremely high tolerance	

3 讨 论

八棱海棠作为优良的苹果砧木,具有种子发芽率高、根系发达、须根较多、苗体强健、抗寒、抗旱、抗涝、抗病虫、耐水湿以及适宜各种土质,嫁接亲和力强,嫁接成活率高和移植苗木成活率高等优点^[12]。然而迄今为止,尚未见对八棱海棠耐盐碱性的系统研究报道。本研究结果表明:八棱海棠耐盐性中等,耐碱性极强,耐盐碱性存在广泛的株间分离现象,其中存在大量极耐盐型和极耐碱型植株,是优异的耐盐碱型种质和基因资源树种,具有极高的开发利用价值与潜力。八棱海棠中存在部分耐盐碱性弱或极弱型植株,一方面解释了在轻度和中度盐碱地区,以实生八棱海棠为砧木的苹果园中部分植株出现叶片黄化等盐碱害症状的原因。

国内外研究植物耐盐/碱性常采用的选育方法有土培、气培、水培、沙培、组织培养和大田鉴定等^[6-7,10,14]。但是,土培不能使盐分充分与植株根系接触;气培使植株根系对盐碱胁迫更加敏感,不能够准确反应植株的耐盐碱能力;组织培养的环境条件与大田差异大,且根系生长受到限制,鉴定结果与田间条件下差异较大;大田鉴定时间过长,占地面积大,不能在短时间内连续鉴定,鉴定效率低。本试验中采用的水培鉴定具有特殊的优势,首先,可以减少自然环境对试验结果的影响,提高评价结果的准确性;其次,水培能够使盐分均匀分布,使植株根系充分接触盐离子;第三,水培苗便于管理,条件容易进行控制,减少了作业量,因此水培在植物耐盐碱性鉴定中具有广阔的应用前景。

植物耐盐碱性鉴定指标国内外常用的有生理生化指标^[15-17]、生长量指标^[18]和形态指标^[19-20]。生理生化指标主要测量保护酶活性,保护酶活性在一定程度上能反应果树耐盐碱性强弱,但是缺乏规律性,生理原理不明,测量复杂。生长量指标是测量地上、地下相对干物重,土壤含盐碱量越高,生长量越小,其中根系生长受盐分抑制更显著,但植株生长与环境条件、遗传等有较大的关系。形态指标主要观察植株叶片是否有盐碱胁迫的症状。植物耐盐方式是十分复杂的,涉及到渗透调节、离子区域化和维持膜系统稳定性等,但是,耐盐强弱最终还是表现在叶片、根系等受害症状上。本试验采用的形态指标,是通过外观观察,统计受害等级,计算受害指数,根据群体评价标准确定果树耐盐碱性强弱。形态指标鉴定果树耐盐碱性具有直观、方便和快速等优点,能够反映苹果砧木对盐碱胁迫的抗性,因此,形态指标可以作为苹果砧木快速评价鉴定的指标之一。

本试验盐度设定为 0.4%,碱度设定为 pH 9.5,是研究前人成果,结合我国盐碱地中盐、碱浓度,总结后得出此盐碱度。本实验室在此盐碱度下对黑山樱、陕甘山桃、大叶草樱和櫻桃李等果树砧木进行耐盐碱性评价,试验结果表明,该盐碱浓度适用于果树砧木抗性评价。多数文献中^[6,10,12,15],将盐/碱害分级标准划分为 5 级,笔者从实验室以往耐盐碱性试验中发现,有些植株叶片全部焦枯乃至大多数脱落后,植株并未死亡,本试验为能详细评价八棱海棠种质资源广泛抗性分离情况,故将盐/碱害分级标准划分为 6 级。

4 结 论

八棱海棠为中等耐盐型、极强耐碱型树种,其实生群体内存在广泛的抗性分离现象,极强耐盐型和极强耐碱型植株分别占群体总数的 20. 6% 和 79. 1%,是优异的耐盐/碱型种质资源树种。

参 考 文 献

[1] 巴逢辰,赵羿. 中国海涂土壤资源[J]. 土壤学报,1997,28(2): 49-51

[2] 谢承陶. 盐碱土改良原理与作物抗性[M]. 北京:中国农业科技出版社,1993:49-53

[3] 杨进. 中国苹果砧木资源[M]. 济南:山东科技出版社,1990: 384-391

[4] 李艳华,杨敏生,王海英,等. 树木耐盐生理研究进展[J]. 河北林果研究,2000,15(2):189-196

[5] 陆秋农,贾定贤. 中国果树志·苹果卷[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999:37-38

[6] 查霞娟,孙岚,肖崇彬,等. 苹果砧木耐盐性比较试验[J]. 中国果树,1986,6(2):5-9

[7] 崔美燕,高树,仁付艳,等. 玉米苗期耐碱性鉴定方法研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2008,6(5):12-16

[8] 刘祖祺. 植物抗性生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1994: 280-289

[9] 周学春,连本中. 满天星无土栽培试验初报[J]. 上海农学院学

报,1994,12(2):107-112

[10] 王慧英. 水培条件下苹果砧木耐盐性指标筛选及鉴定培养体系研究[D]. 保定:河北农业大学,2002

[11] Hoagland D R, Arnon D I. The water-culture method for growing plants without soil, Circular[M]. Berkeley: California Agricultural Experiment Station,1950:16-23

[12] 王业遵,马凯,姜卫兵,等. 五种果树耐盐力试验初报[J]. 中国果树,1990(3):8-12

[13] 刘增军,陈秀娟. 优良砧木八棱海棠简介[J]. 河北果树,1994 (01):25-26

[14] Ismail Turkan, Tijen Demiral. Recent developments in understanding salinity tolerance [J]. Environmental and Experimental Botany,2009,67:2-9

[15] Asish Kumar Parida, Anath Bandhu Das. Salt tolerance and salinity effects on plants a review [J]. Ecotoxicology and Environmental Safety,2005,60:324-349

[16] 王海英,孙建设,马宝焜,等. 苹果砧木组培苗耐盐筛选技术研究[J]. 果树科学,2000,17(3):188-191

[17] 马焕成,王沙生. 胡杨膜系统的盐稳定性及盐胁迫下的代谢调节[J]. 西南林学院学报,1998,18(1):15-23

[18] 马焕成,蒋东明. 木本植物抗盐性研究进展[J]. 西南林学院学报,1998,18(1):52-59

[19] 杜中军,翟衡,罗新书,等. 苹果砧木耐盐性鉴定及其指标判定[J]. 2002,19(1):4-7

[20] 张笑颜,朱立新,贾克功. 5 种核果类果树的耐盐性和抗盐性研究[J]. 北京农学院学报,2008,23(2):19-23

责任编辑: 苏 燕