

## 彩叶紫薇耐盐性评价及耐盐品种筛选

王莹<sup>1</sup>, 郭聪<sup>1</sup>, 黄欣<sup>1</sup>, 徐秋霞<sup>1</sup>, 吴玲<sup>1</sup>, 陈燕<sup>1</sup>, 曹凡<sup>1</sup>, 柯裴蓓<sup>1</sup>, 罗茂婵<sup>2\*</sup>

(1. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏南通 226000; 2. 南通市绿化造园开发有限公司, 江苏南通 226000)

**摘要** [目的]改善盐渍地生态环境, 并提高盐渍地的利用效率, 筛选出优质的园林植物, 以满足盐碱地植物改造及修复生态的需求。[方法]选用8种彩叶紫薇作为材料, 用3个不同浓度NaCl进行胁迫处理, 测定其植株根数、根长、株高、展开叶数、地径、根鲜干重及叶鲜干重等指标, 研究盐胁迫下各指标的盐害系数和平均隶属函数值, 评价苗期耐盐性。[结果]5‰NaCl严重抑制了绝大多数植物的正常生长。[结论]综合评价8种彩叶紫薇耐盐性, 通过聚类分析将其耐盐性分为3个等级, 得到“纯白”耐盐性强, “火红”、屋久岛紫薇、红叶紫薇的耐盐性较强, “赤红”“绯红”“佳红”“火红V<sub>2</sub>”的耐盐性较弱。

**关键词** 耐盐性; 彩叶紫薇; 盐胁迫; 综合评价

中图分类号 S725.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)08-0133-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.08.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Salt-tolerance Evaluation and Salt-tolerant Variety Selection of Crape Myrtle**

WANG Ying, GUO Cong, HUANG Xin et al (Jiangsu Riverine Institute of Agricultural Sciences, Nantong, Jiangsu 226000)

**Abstract** [Objective] In order to improve the ecological environment and improve the utilization efficiency of saline soil, it is necessary to select high-quality landscape plants to meet the needs of plant reconstruction and restoration. [Method] Eight species of crape myrtle were treated with three different concentrations of NaCl, the root number, root length, plant height, number of spreading leaves, root diameter, fresh and dry weight of root and fresh and dry weight of leaf were measured, the salt damage coefficient and mean membership function of each index under salt stress were studied to evaluate salt tolerance in seedling stage. [Result] 5‰ NaCl seriously inhibited the normal growth of most plants in this experiment. [Conclusion] The salt-tolerance of crape myrtle was evaluated and classified into three grades by cluster analysis. The results showed that the salt-tolerance of pure white crape myrtle was stronger than that of red crape myrtle, Yakushima crape myrtle and red crape myrtle, the salt tolerance of scarlet, scarlet, red and red V<sub>2</sub> was weak.

**Key words** Salt tolerance; Crape myrtle; Salt stress; Comprehensive evaluation

我国是盐渍地大国之一, 总面积约3 600万hm<sup>2</sup>, 且每年面积呈快速增长的趋势, 但目前的利用率较低<sup>[1]</sup>。我国在耐盐碱植物种质资源的发掘、培育和利用方面取得了迅速发展, 但耐盐碱植物特色优良基因挖掘和利用难以满足盐碱地生态修复、农业生产和生物科技发展需求, 尤其是耐盐林木方面研究很少<sup>[2]</sup>。选育耐盐园林植物品种, 加大对盐碱地的植物改造并提高盐碱地的利用率, 不仅能使盐渍地的土壤理化特性得到改善, 还可以调节当地气候状况、涵养水土, 对生态价值、美观效益等多方面都具有积极效应<sup>[3-4]</sup>。

紫薇属(*Lagerstroemia* Linn.)植物为千屈菜科(Lythraceae)落叶灌木或乔木, 树木长势强盛, 萌芽能力强, 抗风性强, 花艳、花朵量大, 材质坚硬细密<sup>[5]</sup>。紫薇属大多数种类在耐盐碱方面均表现出较强优势。相关资料显示, 紫薇在碱性或中性泥土中都可生长, 在西北盐碱地绿化苗木中, 紫薇是一款常见乡土树种<sup>[6]</sup>。作为江苏地区的地产名种, 紫薇本身由于其抗逆性强, 适应性好, 生长速度快, 已成为江苏省花灌木应用的最主要品种之一<sup>[7]</sup>。目前引种极具地方特色的观赏性状优良的耐盐紫薇新品种是保持南通市紫薇育种可持续发展不可或缺的工作。为促进江苏沿海滩涂紫薇资源科学开发, 笔者对其耐盐性进行了系统性评价, 以期对盐渍地特色紫薇树种筛选与应用提供理论支撑和科学依据。

**1 材料与方法**

**1.1 供试材料** 选择“纯白”“火红”“赤红”“绯红”“佳红”“火红V<sub>2</sub>”、屋久岛紫薇、红叶紫薇为试验材料, 对彩叶紫薇各种质资源耐盐性进行筛选与划分。

**1.2 试验设计** 选择一年生、无病虫害的插穗进行盐胁迫处理, 盐池中的盐浓度设定3‰和5‰ 2个梯度, 以1‰处理为对照, 20 d后测定相关指标。

**1.3 测定指标** 测定植株根数、根长、株高、展开叶数、地径、根鲜干重以及叶鲜干重。

**1.4 数据处理** 盐害系数的计算方法:

$$\text{盐害系数} = (\text{对照值} - \text{处理值}) / \text{对照值} \times 100\%$$

隶属函数法的具体计算方法如下:

(1) 求出各指标的隶属函数值, 若某一指标与耐盐性呈正相关, 则,  $X(u) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ , 如某一指标与耐盐性呈负相关, 则,  $X(u) = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 。式中,  $X$ 表示某一指标各品种的测定值;  $X_{\max}$ 表示某一指标所有品种测定值中的最大值;  $X_{\min}$ 表示该指标中的最小值。

(2) 把各品种各项耐盐指标的隶属度进行累加, 求平均值。隶属度平均值越大, 耐盐力越低。

**1.5 聚类分析法** 具体聚类方法为Ward法(即离差平方和法), Ward法的优点在于组内聚类最近, 组间距离最远。根据树状图将供试材料分成3个等级: 强耐盐紫薇、中度耐盐紫薇、轻度耐盐紫薇(分类标准是按照盐害系数和隶属函数值根据Ward法进行分类的)。试验数据用统计软件SPSS 19.0进行聚类分析, 用Excel 2003软件绘图和制表。

**基金项目** 南通市基础科学研究项目(JC2021135)。**作者简介** 王莹(1986—), 女, 江苏南通人, 助理研究员, 从事植物学研究。

\*通信作者, 高级工程师, 从事园林设计及园林工程研究。

**收稿日期** 2022-09-28

## 2 结果与分析

**2.1 盐胁迫对不同紫薇苗期的影响** 根数、根长、株高、展开叶数、地径、根鲜干重以及叶鲜干重可以从不同角度反映植物苗期耐盐性强弱。由图 1~9 可知,随着盐溶液浓度的升高,大部分紫薇的盐害系数增大,5‰盐浓度胁迫时,各品种各指标盐害系数较大,严重抑制了绝大多数紫薇的正常生

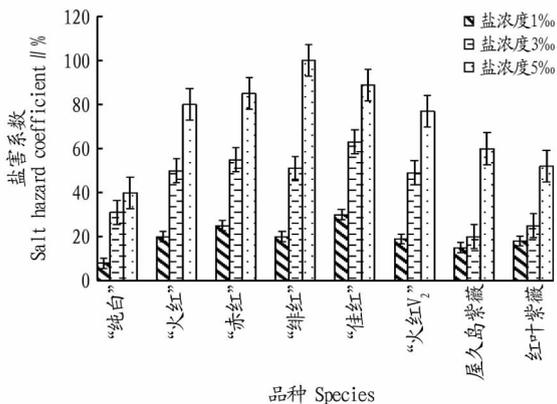


图 1 NaCl 胁迫下各品种紫薇苗期根数的盐害系数

Fig.1 Salt damage coefficient of root number of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

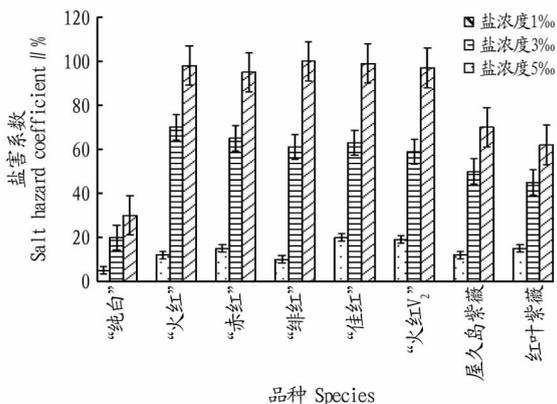


图 2 NaCl 胁迫下各品种紫薇苗期根长的盐害系数

Fig.2 Salt damage coefficient of root length of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

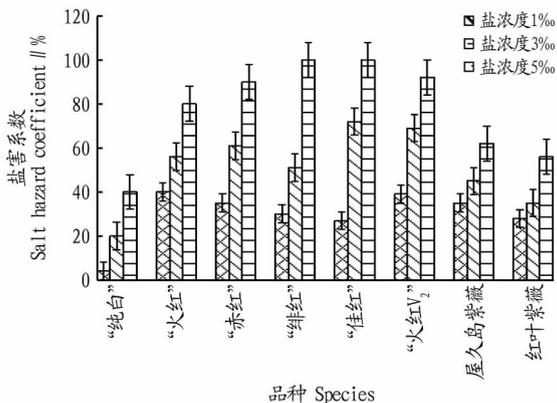


图 3 NaCl 胁迫下各品种紫薇苗期株高的盐害系数

Fig.3 Salt damage coefficient of plant height of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

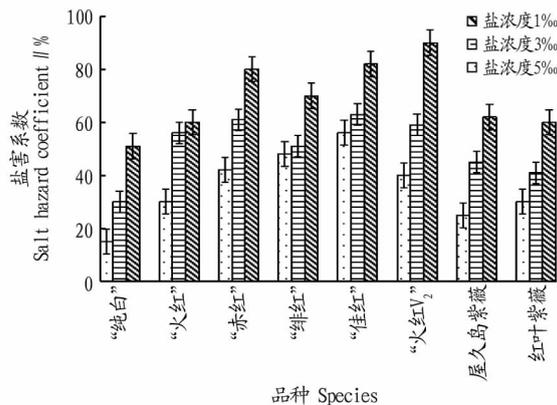


图 4 NaCl 胁迫下各品种紫薇苗期展开叶数的盐害系数

Fig.4 Salt damage coefficient of number of expanded leaves of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

长。因盐浓度对各指标过大或者过小的影响都不适宜作为耐盐鉴定,因此该研究选择 3‰盐浓度作为紫薇苗期耐盐鉴定水平。

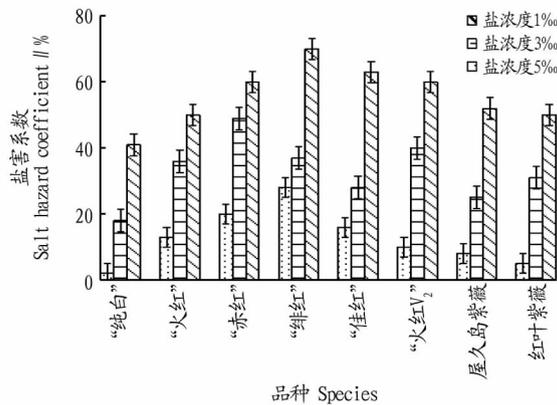


图 5 NaCl 胁迫下各品种紫薇苗期地径的盐害系数

Fig.5 Salt damage coefficient of ground diameter of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

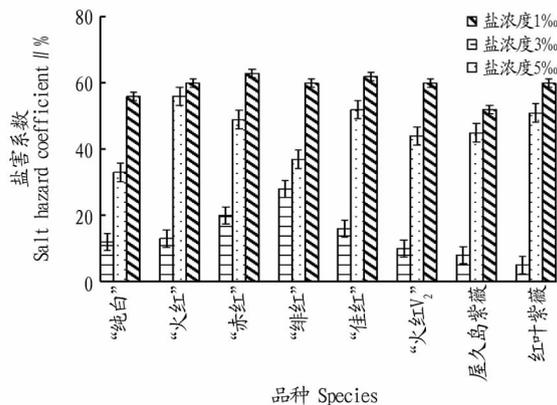


图 6 NaCl 胁迫下各品种紫薇苗期根鲜重的盐害系数

Fig.6 Salt damage coefficient of fresh root weight of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

**2.2 3‰盐处理对紫薇苗期各指标盐害系数隶属函数值的影响及其相关性** 通过各指标盐害系数的隶属函数值和平均隶属函数值评价紫薇苗期耐盐性的强弱,将各品种紫薇的隶

属函数值进行计算,取平均值,平均值越大,耐盐性越弱,并根据各品种紫薇的隶属函数平均值进行排序。由表 1 可知,盐浓度 3‰ 处理的 8 个紫薇品种中,“赤红”的隶属函数值较大,为 1.000,说明“赤红”的耐盐性最弱;而纯白的隶属函数值最小,仅 0.543,说明其耐盐性最强。各指标盐害系数隶属函数值的相关性分析结果见表 2,由表 2 可知,叶鲜重和根长、根鲜重和叶鲜重的相关性无显著差异;地径和根鲜重、根干重和叶鲜重的相关性呈显著水平;而其他指标之间均呈极显著相关。

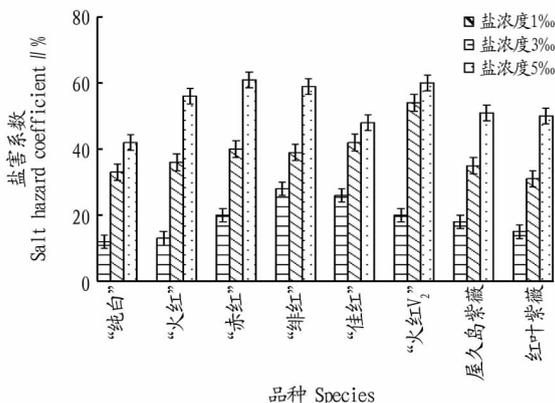


图 7 NaCl 胁迫下的各品种紫薇苗期根干重的盐害系数

Fig.7 Salt damage coefficient of root dry weight of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

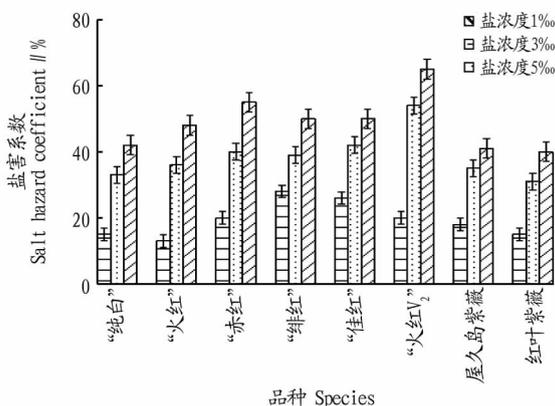


图 8 NaCl 胁迫下的各品种紫薇苗期叶鲜重的盐害系数

Fig.8 Salt damage coefficient of fresh and heavy leaves of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

**2.3 紫薇苗期耐盐性聚类分析** 采用 SPSS 软件的 Ward 法,利用各品种紫薇的平均隶属函数值进行聚类分析,8 个品种紫薇按耐盐能力共分为 3 类(图 10)。由表 3 可知,第 1 类强耐盐紫薇(≥5‰)为“纯白”;第 2 类中度耐盐紫薇(3‰~5‰)分别为“火红”、屋久岛紫薇、红叶紫薇;第 3 类轻度耐盐紫薇(<3‰)分别是“赤红”“绯红”“佳红”“火红 V<sub>2</sub>”。这与根据盐害系数隶属函数值的耐盐能力评价结果一致。

**3 结论与讨论**

该研究中,在盐胁迫下,8 种紫薇的根数、株高、展开叶数、地径等多个生长指标都受到不同程度的抑制,在 5‰ NaCl 胁迫下植株的生长影响明显大于其他低浓度 NaCl 胁迫。

随着盐胁迫浓度的变化各植株生长状况变化均呈现一致趋势,即盐浓度升高,植物各品种的盐害系数升高,但变化程度也因植物品种而异,这与水稻、花生<sup>[8-9]</sup>等作物及柳树、杨树等<sup>[10-11]</sup>乔木树种的研究结果一致。其地下部分的生物量和形态受盐胁迫的影响程度大于对地上部分的,特别是对根长的抑制程度较为显著,这与柳树等植物在盐胁迫下的变化一致。

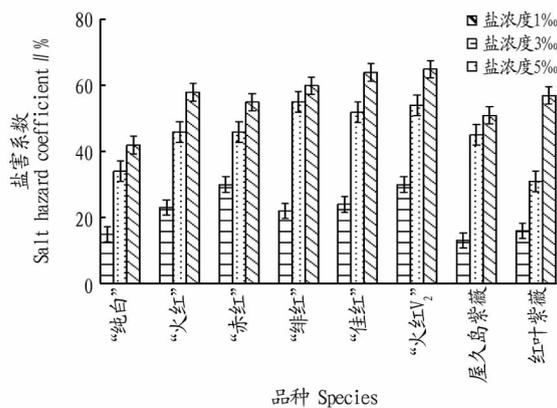


图 9 NaCl 胁迫下的各品种紫薇苗期叶干重的盐害系数

Fig.9 Salt damage coefficient of leaf dry weight of crape myrtle at seedling stage under NaCl stress

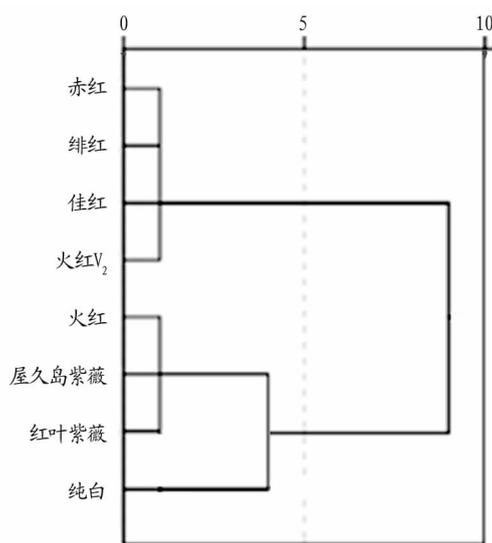


图 10 8 种紫薇耐盐能力聚类分析树状图

Fig.10 Cluster analysis dendrogram of salt tolerance of 8 species of crape myrtle

不同 NaCl 处理下,不同紫薇的耐盐性存在较大差异。通过 9 个生长指标的盐害系数和隶属函数值的聚类分析进行系统评价,筛选出耐盐性较强的彩叶紫薇(耐盐度 ≥3‰)“纯白”“火红”、屋久岛紫薇、红叶紫薇。耐盐性较差的(耐盐度 <3‰)“赤红”“绯红”“佳红”“火红 V<sub>2</sub>”,可能是由于过量的 Na<sup>+</sup>通过植物根系大量进入植物细胞破坏了离子平衡,导致植物代谢受到影响,造成地上及地下部分生物量积累少<sup>[12-13]</sup>。该研究结果表明,研究彩叶紫薇苗期耐盐性有利于选育适合生长于盐渍土的彩叶紫薇,对盐渍土地区的生态环境改善具有一定意义。

表 1 3‰盐浓度对紫薇苗期各指标盐害系数隶属函数值的影响

Table 1 The influence of 3‰ salt concentration on the subordinate function value of salt damage coefficient of various indicators at the seedling stage of crape myrtle

序号 No.	植物种类 Species	根数 Root number	根长 Root length	株高 Plant height	展开叶数 Number of expanded leaves	地径 Ground diameter	根鲜重 Root fresh weight	根干重 Root dry weight	叶鲜重 Leaf fresh weight	叶干重 Leaf dry weight	平均值 Mean	排序 Sort
1	火红	0.727 b	0.967a	1.000 c	0.500 b	0.162 ab	0.625 a	0.329a	0.567 b	0.667 bc	0.630	5
2	佳红	1.000 d	1.000 b	1.000 c	0.487 ab	0.168 ab	0.528 a	0.431 ab	0.787 bc	0.531 b	0.659	3
3	赤红	1.000 d	1.000 b	1.000 c	1.000 d	1.000 d	1.000 b	1.000 c	1.000 d	1.000 e	1.000	1
4	火红 V <sub>2</sub>	0.847 bc	0.968 a	0.463 b	0.941 c	0.068 a	0.607 a	0.313 a	0.888 c	0.740 c	0.648	4
5	红叶紫薇	0.975 cd	0.998 a	0.473 b	0.300 a	0.050 a	0.625 a	0.329 a	0.894 c	0.664 bc	0.590	7
6	绯红	0.157 a	1.000 b	0.011 a	0.919 c	0.992 c	1.000 b	1.000 c	0.724 bc	0.308 a	0.679	2
7	纯白	0.644 b	0.921 a	0.455 b	0.952 c	0.060 a	0.589 a	0.300 a	0.000 a	0.965 d	0.543	8
8	屋久岛紫薇	0.888 bc	0.982 a	0.563 bc	0.333 a	0.072 a	0.618 a	0.323 a	0.774 bc	0.766 c	0.591	6

注: 同列不同小写字母表示品种间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences between varieties at the 0.05 level.

表 2 3‰盐浓度下紫薇苗期各指标盐害系数隶属函数值的相关性

Table 2 Correlation between 3‰ salt concentration and the subordinate function value of salt damage coefficient of various indicators at the seedling stage of crape myrtle

指标 Index	根数 Root number	根长 Root length	株高 Plant height	展开叶数 Number of expanded leaves	地径 Ground diameter	根鲜重 Root fresh weight	根干重 Root dry weight	叶鲜重 Leaf fresh weight	叶干重 Leaf dry weight
根数 Root number	1								
根长 Root length	0.635 **	1							
株高 Plant height	0.326 **	0.286 **	1						
展开叶数 Number of expanded leaves	0.375 **	0.338 **	0.815 **	1					
地径 Ground diameter	0.304 **	0.275 **	0.883 **	0.733 **	1				
根鲜重 Fresh root weight	0.568 **	0.766 **	0.224 **	0.315 **	0.198 *	1			
根干重 Root dry weight	0.650 **	0.724 **	0.246 **	0.316 **	0.204 **	0.807 **	1		
叶鲜重 Leaf fresh weight	0.232 **	0.066	0.544 **	0.493 **	0.478 **	0.051	0.125 *	1	
叶干重 Leaf dry weight	0.231 **	0.174 **	0.455 **	0.395 **	0.371 **	0.160 **	0.176 **	0.663 **	1

注: \*\* 表示在 0.01 水平显著相关; \* 表示在 0.05 水平显著相关。

Note: \*\* . Significant correlation at 0.01 level; \* . Significant correlation at 0.05 level.

表 3 盐胁迫下紫薇苗期耐盐性分类

Table 3 Classification of salt tolerance of crape myrtle seedlings under salt stress

盐浓度 Salt concen- tration//‰	级别 Grade	种类 Species
≥5	强耐盐	“纯白”
3~5	中度耐盐	“火红”、屋久岛紫薇、红叶紫薇
<3	轻度耐盐	“赤红”“绯红”“佳红”“火红 V <sub>2</sub> ”

## 参考文献

- 赵英, 王丽, 赵惠丽, 等. 滨海盐碱地改良研究现状及展望[J]. 中国农学通报, 2022, 38(3): 67-74.
- 江杰, 王胜. 我国盐碱地成因及改良利用现状[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(13): 85-87.
- 高倩, 卢楠. 盐碱地综合治理开发研究现状及展望[J]. 南方农机, 2021, 52(16): 153-155.
- 陈强, 王雪娇, 李娜, 等. 盐碱地改良技术[J]. 热带农业工程, 2020, 44

(2): 10-12.

- 甘小燕, 杨裕振, 兰晓桥. 紫薇品种选育、育苗、栽培与生理研究综述[J]. 湖北林业科技, 2021, 50(3): 59-63.
- 李常艳. 滨海盐碱地植物耐盐性的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2011.
- 陈燕, 李玉娟, 王莹, 等. 紫薇属植物研究进展[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(4): 7-9.
- 刘梦霜, 郭海峰, 陈观秀, 等. 不同水稻品种对 NaCl 胁迫的生理响应及耐盐性评价[J]. 热带作物学报, 2023, 44(2): 326-336.
- 温赛群, 袁光, 张智猛, 等. 花生品种苗期耐盐性评价与筛选[J]. 农学学报, 2021, 11(6): 29-35.
- 江钰娜, 方威, 吴瑜玮, 等. 盐胁迫对 15 种乔木柳插条表型和生理指标影响[J]. 西北林学院学报, 2021, 36(1): 117-125.
- 程方, 赵小军, 倪云, 等. 5 个南方型杨树无性系苗木耐盐性盆栽试验[J]. 林业科学研究, 2019, 32(3): 105-112.
- 王瀚祥, 李广存, 徐建飞, 等. 植物耐盐机理研究进展[J]. 作物杂志, 2022(5): 1-12.
- 梁敏, 许兴, 丁向真, 等. 盐胁迫下宁夏枸杞 Na<sup>+</sup>吸收及 Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup>转运蛋白与 H<sup>+</sup>-ATPase 基因表达的研究[J]. 核农学报, 2020, 34(4): 745-751.