

3 种木本地被植物耐盐性的研究

骆建霞, 史燕山, 吕松, 黄俊轩, 王丹, 李建科

(天津农学院园艺系, 天津 300384)

[摘要] 采用盆栽试验法, 分别用 2, 3, 4, 5, 6 $\mu\text{g/g}$ NaCl 溶液对亮叶忍冬 (*Lonicera nitida* 'Maigrun'), 红叶女贞 (*Ligustrum quihoni* Carr. f. *atropurea*) 和蔓生紫薇 (*Lagerstroemia indica* 'summer and summer') 进行了盐胁迫处理, 测定了试材的生长量、相对生长量、盐害指数、盐害率、叶片中游离脯氨酸含量等指标, 对这 3 种木本地被植物的耐盐性进行了研究。结果表明, 在盐胁迫下, 3 种供试植物的生长均受到明显抑制, 其中蔓生紫薇的相对生长量最小, 亮叶忍冬的最大; 盐害指数和盐害率表现为蔓生紫薇最高, 亮叶忍冬最低; 盐胁迫对 3 种植物的脯氨酸含量均有较大影响。综合各指标的分析可知, 参试 3 种植物的耐盐性差异较大, 其耐盐性的强弱表现为亮叶忍冬 > 红叶女贞 > 蔓生紫薇。

[关键词] 地被植物; 耐盐性; 相对生长量; 盐害指数; 脯氨酸含量

[中图分类号] S688.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)12-0121-04

天津地处渤海之滨, 盐碱化土壤较多, 夏季热、冬季冷, 加之干旱、多风, 使得园林绿化中所利用的植物种类较少, 尤其是地被植物更少。随着建设“绿色城市”、“生态城市”脚步的加快, 给园林绿化工作提出了更高要求, 即需要引进利用更加丰富多彩的地被植物。亮叶忍冬 (*Lonicera nitida* 'Maigrun')、红叶女贞 (*Ligustrum quihoni* Carr. f. *atropurea*)、蔓生紫薇 (*Lagerstroemia indica* 'summer and summer') 均是天津农学院园艺系地被植物课题组近年来引进的新型木本地被植物, 以期在天津地区推广种植, 丰富天津地区的园林植物种类, 但目前尚未见对其耐盐性的研究报道。本试验采用人工盐胁迫的方法, 对上述 3 种木本地被植物进行盐胁迫处理, 对其生长情况以及生化指标进行分析测定, 以评价其耐盐性差异, 旨在为不同立地条件下栽植植物种类的选择、相应栽培管理措施的制定及其抗逆性机理研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验材料为亮叶忍冬、红叶女贞和蔓生紫薇的 1 年生扦插苗。

1.2 试验方案与处理

选择规格相同的塑料花盆, 装入等量培养土, 将

各植物扦插苗移入盆中, 待植株新梢生长达一定长度 (亮叶忍冬 5~7 cm、红叶女贞 12 cm 左右、蔓生紫薇 7~8 cm) 后, 即各种植物苗木生长到一定大小, 能基本表现该种植物特征时, 选择每种植物生长发育程度基本一致 (长势、茎粗等) 的植株用于不同程度的盐胁迫处理。

以培养土的含盐量 0.9 $\mu\text{g/g}$ 为对照 (由天津农学院农业分析中心测定), 设置 2, 3, 4, 5 和 6 $\mu\text{g/g}$ 5 个 NaCl 盐溶液浓度。采用随机区组设计, 每小区 2 盆, 每盆 2 株, 重复 4 次。按照设计的盐溶液浓度, 向处理盆内浇入不同浓度的 NaCl 溶液, 以浇入等量清水为对照。为防止盆内盐分和水分流失, 每个盆下放置托盘, 将浇水时流出的溶液重新倒回盆内。共处理 3 周。

1.3 指标测定

1.3.1 生长量的测定^[1] 盐处理前和试验结束时分别测定新梢长度, 计算生长量和相对生长量, 其计算公式为:

生长量/cm = 处理后新梢平均长度 - 处理前新梢平均长度;

相对生长量/% = $\frac{\text{生长量}}{\text{对照生长量}} \times 100\%$ 。

1.3.2 盐害指数和盐害率的测定^[2] 对全部植株进行观察统计, 计算每种植物各处理的盐害指数和

[收稿日期] 2005-04-21

[基金项目] 天津市高等学校科技发展基金项目 (20031307)

[作者简介] 骆建霞 (1957-), 女, 河北涿州人, 副教授, 主要从事园艺植物资源及其适应性研究。e-mail: luojianxia@eyou.com

盐害率。盐害分级标准为 0 级:无盐害症状;1 级:轻度盐害,有少部分(约 1/5)叶片的叶尖、叶缘变黄;2 级:中度盐害,有约 1/2 叶片叶尖、叶缘变黄;3 级:重度盐害,大部分叶片叶缘、叶尖焦黄;4 级:极重度盐害,叶片焦枯脱落、枝枯,最终死亡。盐害指数及盐害率计算公式为:

$$\text{盐害指数}/\% = \frac{\sum(\text{盐害级值} \times \text{相应盐害级植株数})}{\text{总株数} \times \text{盐害最高级值}} \times 100\%;$$

$$\text{盐害率}/\% = \frac{\text{出现盐害症状株数}}{\text{总株数}} \times 100\%。$$

1.3.3 叶片中游离脯氨酸含量的测定^[3] 取各处理每种植物的代表性部位叶片 2 g,分为 2 份,1 份置于试管中用于脯氨酸含量测定,1 份进行烘干称重。脯氨酸用 3%磺基水杨酸加热提取,茚三酮染色。显色后用 UV-754 紫外可见分光光度计测定提取液消光值,然后依据制作好的标准曲线和脯氨酸含量计算公式,计算每种植物各处理叶片中的脯氨酸含量:

$$\text{脯氨酸含量}/(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}) = \frac{C \times V_T}{W \times V_1}$$

式中, C 为从标准曲线上查得的脯氨酸质量, μg ; V_T 为提取液总体积, mL ; W 为样品干重, g ; V_1 为测定时所取提取液的体积, mL 。

1.4 数据分析

对试验数据进行方差分析, SSR 法多重比较。

2 结果与分析

2.1 植株新梢生长量

参试的 3 种植物盐胁迫处理前新梢生长量的方差分析结果表明, 红叶女贞、亮叶忍冬、蔓生紫薇的 F 值分别为 0.781, 1.209, 1.471, 均未达显著水平 ($F_{0.05} = 2.90$), 说明各种植物用于盐胁迫处理的扦插苗生长发育状况基本一致。对盐胁迫处理后各种植物新梢平均生长量的方差分析结果见表 1。

表 1 不同盐浓度处理后 3 种植物生长量的差异比较

Table 1 Comparison of growth of three species with NaCl treatments

NaCl/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	平均生长量/cm Averaged growth		
	红叶女贞 <i>Ligustrum. quihoni</i> <i>Carr. f. atropurea</i>	蔓生紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 'summer and summer'	亮叶忍冬 <i>Lonicera nitida</i> 'Maigrun'
CK(0.9)	16.66	10.04	8.27
2.0	14.72	9.45	8.25
3.0	13.06	8.83	6.69
4.0	14.42	8.45	6.06
5.0	14.51	8.28	6.81
6.0	14.54	6.72	5.97
平均 Average	14.65 a A	8.63 b B	7.01 c C
相对生长量/% Relative growth	48.16	40.12	55.64

表 1 结果显示, 随盐浓度的增加, 供试植株新梢生长量减少; 盐浓度越高, 其对新梢生长的抑制作用越明显。方差分析表明, 3 种植物的平均生长量以红叶女贞最大, 亮叶忍冬最小, 相互间的差异达极显著水平。这种差异表现出不同植物对盐胁迫的反应不同, 主要是由于各种植物本身的生长特性不同所致。进一步比较相对生长量, 则可以消除植物种类不同对生长量差异的影响。盐胁迫处理下相对生长量越大的植物, 其耐盐性越强^[1~2]。由表 1 可见, 亮叶忍冬的相对生长量最大, 为 55.64%; 其次是红叶女贞, 为 48.16%; 蔓生紫薇的最小, 为 40.12%。

2.2 盐害指数和盐害率

不同植物盐害指数和盐害率的分析结果见表 2。从表 2 可以看出, 在盐胁迫下, 3 种植物的盐害指

数随盐浓度的增加而增加, 但增加的幅度有较大差异, 其中以蔓生紫薇的增加速度最快, 在 3 $\mu\text{g}/\text{g}$ 浓度盐处理时, 盐害指数为 57.81%, 而当 NaCl 浓度为 4 $\mu\text{g}/\text{g}$ 时, 其盐害指数高达 93.75%, 相比之下亮叶忍冬的增幅较小。从不同盐浓度下 3 种植物盐害指数的方差分析结果看, 其 F 值均随盐浓度的增加呈现出先增后降的趋势, 当 NaCl 浓度低于 4 $\mu\text{g}/\text{g}$ 时, 3 种植物的 F 值均逐渐增加, 在 3 $\mu\text{g}/\text{g}$ 时差异显著, 蔓生紫薇的盐害指数显著高于红叶女贞和亮叶忍冬; 当 NaCl 浓度为 4 $\mu\text{g}/\text{g}$ 时, 蔓生紫薇的盐害指数极显著地高于红叶女贞和亮叶忍冬, 而后两者之间的差异不显著; 但当盐浓度为 5 $\mu\text{g}/\text{g}$ 以上时, 3 种植物盐害指数的差异又表现不显著, 这是因为高盐浓度下, 红叶女贞和亮叶忍冬受害程度相对增加

较快所致。

从盐害率分析看,蔓生紫薇、红叶女贞、亮叶忍冬的盐害率分别在盐浓度为 3,5,6 $\mu\text{g/g}$ 时达到 100%。 F 测验结果表明,各种盐浓度下 3 种植物盐害率的差异均未达显著水平。对平均盐害率的方差

分析表明,亮叶忍冬极显著低于蔓生紫薇,显著低于红叶女贞,蔓生紫薇和红叶女贞间的差异不显著。综合盐害指数和盐害率的分析结果可以认为:3 种植物中,亮叶忍冬的耐盐性最强,蔓生紫薇最弱,红叶女贞介于二者之间。

表 2 不同盐浓度处理后 3 种植物的盐害指数和盐害率

Table 2 Salt injury indexes and salt injury rates for the plants with NaCl treatments

NaCl/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	盐害指数/% Salt injury indexes				盐害率/% Salt injury rates			
	蔓生紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 'summer and summer'	红叶女贞 <i>Ligustrum. quihoni</i> <i>Carr. f. atropurea</i>	亮叶忍冬 <i>Lonicera nitida</i> 'Maigrun'	F 值 F value	蔓生紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 'summer and summer'	红叶女贞 <i>Ligustrum. quihoni</i> <i>Carr. f. atropurea</i>	亮叶忍冬 <i>Lonicera nitida</i> 'Maigrun'	F 值 F value
CK	6.25	6.25	3.13	0.24	25.00	25.00	12.50	0.20
2	36.46	25.00	7.81	1.87	75.00	75.00	31.25	1.77
3	57.81a	21.88b	35.94b	9.38*	100.00	75.00	75.00	4.20
4	93.75aA	64.06bB	59.38bB	19.71**	100.00	93.75	93.75	1.00
5	86.98	62.50	45.31	5.00	100.00	100.00	75.00	2.42
6	93.75	79.69	76.56	1.33	100.00	100.00	100.00	0.00
平均 Average	62.50 aA	43.23 bB	38.28 bB		83.33 aA	78.13 aAB	64.58 bB	

注:“*”为显著;“**”为极显著。 $F_{0.05}=5.14$; $F_{0.01}=10.92$ 。

Note: “*”stand for significance and “**” for very significance. $F_{0.05}=5.14$; $F_{0.01}=10.92$ 。

盐害率和盐害指数是反映植株受害数量和受害程度的指标。从表 2 还可以看到,随着盐浓度的增加,盐害指数和盐害率随之增加。各供试植物在盐浓度为 2~3 $\mu\text{g/g}$ 时盐害率达 50%以上,而盐害指数在盐浓度为 3~4 $\mu\text{g/g}$ 时亦达 50%。因此,将这两个指标结合起来反映植株受盐胁迫为害时,结果将更加客观。另外,根据 logistic 方程求得亮叶忍冬、红

叶女贞、蔓生紫薇的盐害指数为 50%时的盐浓度分别为 4.464,4.066 和 2.809 $\mu\text{g/g}$ 。由此结果也可说明,3 种植物在耐盐性方面存在差别,即盐浓度高者耐盐性较强。

2.3 叶片中的游离脯氨酸含量

盐胁迫处理后各参试植物叶片中游离脯氨酸含量的测定结果见表 3。

表 3 不同盐浓度处理对 3 种植物叶片游离脯氨酸含量的影响

Table 3 Free Proline Content in the Leaves of three species with NaCl treatments

NaCl/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	亮叶忍冬 <i>Lonicera nitida</i> 'Maigrun'	红叶女贞 <i>Ligustrum. quihoni</i> <i>Carr. f. atropurea</i>	蔓生紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i> 'summer and summer'
CK	4.578	11.143	8.368
2	5.475	10.815	9.523
3	8.068	12.990	9.150
4	7.288	10.925	10.435
5	7.918	9.280	13.030
6	6.913	10.265	19.860

由表 3 可以看出,不同盐浓度处理后,3 种植物叶片中的游离脯氨酸含量的变化不同。当 NaCl 浓度为 0.9~3.0 $\mu\text{g/g}$ 时,3 种植物的脯氨酸含量基本均呈上升趋势,其中以亮叶忍冬增幅最大,较对照增加了 76.23%;其次为红叶女贞,较对照增加了

16.58%;蔓生紫薇最小,也较对照增加了 9.35%。当盐浓度为 4~6 $\mu\text{g/g}$ 时,亮叶忍冬和红叶女贞的脯氨酸含量呈下降趋势,而蔓生紫薇的脯氨酸含量仍维持着较高的增加水平,至 NaCl 浓度为 6 $\mu\text{g/g}$ 时仍比对照高 137%(为对照的 2.37 倍)。而此浓度

下,红叶女贞与亮叶忍冬的脯氨酸含量与对照相近。

2.4 参试植物出现盐害症状的时间与程度

不同浓度盐溶液处理后,对 3 种植物表现的观察结果显示,不同参试植物在盐处理后开始出现盐害的时间以及程度均有所不同。亮叶忍冬出现盐害的时间是处理后 72 h,且首先出现在较高盐浓度处理的植株上(5 $\mu\text{g/g}$ 以上);红叶女贞出现盐害的时间是处理后 60 h,在 4 $\mu\text{g/g}$ 以上盐浓度处理的植株上出现盐害症状;蔓生紫薇出现盐害时间最早,为 24 h,3 $\mu\text{g/g}$ 盐处理即可使植株表现出盐害症状。另外,从总体受害程度上看,也表现为亮叶忍冬较轻,红叶女贞其次,蔓生紫薇最重。这种观察结果也反映了 3 种植物在耐盐性方面的差异。

3 讨论与小结

逆境下,植株相对生长量的大小可以反映其抗逆性的强弱^[1~2],相对生长量愈大者忍受逆境的能力愈强。本试验中,盐胁迫下亮叶忍冬的相对生长量最大,蔓生紫薇的最小,红叶女贞居中,由此可以反映出其耐盐性的强弱。

逆境胁迫下,植物叶片中游离脯氨酸含量增加是一种普遍现象。关于脯氨酸含量增加的生理效应及其与植物抗逆性的关系,目前有多种解释^[1~9]。本试验中,供试 3 种植物在盐胁迫下的脯氨酸含量的变化规律表现出较大差异。当盐浓度为 0.9~3.0 $\mu\text{g/g}$ 时,3 种植物的脯氨酸含量总体呈上升趋势,

其中以亮叶忍冬的增幅最大,红叶女贞其次,蔓生紫薇最小;而当盐浓度为 4~6 $\mu\text{g/g}$ 时,亮叶忍冬和红叶女贞的脯氨酸含量下降,蔓生紫薇仍持续增加。总体上看,亮叶忍冬先快速增加而后下降,红叶女贞变化幅度不大,蔓生紫薇则一直上升,且在高盐浓度下增幅很大。由此可见,供试 3 种植物在不同盐浓度处理下的脯氨酸含量的变化趋势不同,说明不同植物在盐胁迫条件下,脯氨酸含量的变化情况是有差异的,且与植物耐盐性之间的关系可能是多样性的,其机理尚需进一步探讨。结合这 3 种植物其他试验指标的分析及实际表现,认为叶片中游离脯氨酸含量的变化是其针对盐胁迫逆境条件的一种响应特征^[7],故在进行亲缘关系较近、遗传基础较一致植物的耐盐性差异评价研究时,用脯氨酸含量变化指标较为合适^[2,8];而在对亲缘关系较远、遗传基础相差较大植物的耐盐性差异进行评价时,宜将脯氨酸含量与其他指标结合起来分析,不适宜采用单一的脯氨酸含量指标。

本试验采用盆栽法,在相对一致的试验条件下于培养土中添加不同浓度的 NaCl 溶液进行盐胁迫处理,根据植株盐处理后的生长表现以及相对生长量、盐害指数、盐害率、脯氨酸含量等指标的综合分析认为,参试 3 种植物的耐盐性存在差异,即亮叶忍冬>红叶女贞>蔓生紫薇。并初步认为,土壤含盐量为 3 $\mu\text{g/g}$ 以下时,这 3 种植物基本能正常生长。

[参考文献]

- [1] 杜中军,翟衡,罗新书. 苹果砧木耐盐性鉴定及指标判断[J]. 果树学报,2002,19(1):4-7.
- [2] 史燕山,骆建霞,张涛,等. 核果类果树砧木耐盐性差异的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(3):45-48.
- [3] 张治安,张美善,蔺荣海. 植物生理学实验指导[M]. 第1版. 北京:中国农业科学技术出版社,2004. 140-143.
- [4] 程金水. 园林植物遗传育种学[M]. 第1版. 北京:中国林业出版社,2000. 75-77.
- [5] 杨国会,马尧,李如升. NaCl 对甘草叶片脯氨酸含量以及质膜相对透性的影响[J]. 农业与技术,2000,(5):43-45.
- [6] 曹锐,郑慧莹. 松嫩平原碱化草甸朝鲜碱茅、獐毛耐盐碱特性的比较研究[J]. 植物生态学报,1996,20(4):322-329.
- [7] 束怀瑞. 果树栽培生理学[M]. 第1版. 北京:中国农业出版社,1993. 120-122.
- [8] 卢少云,陈斯萍,陈斯曼,等. 三种暖季型草坪草在干旱条件下脯氨酸含量和抗氧化酶活性的变化[J]. 园艺学报,2003,30(3):303-306.
- [9] 马宗仁. 短芒披碱草和老芒草在水分胁迫下游离脯氨酸积累的研究[J]. 中国草地,1991,(4):12-14.

(下转第 128 页)

- [31] 符亚儒,高保山,封文武. 陕北榆林风沙区防风固沙体系结构配置与效益研究[J]. 西北林学院学报,2005,20(2):18-23.
- [32] 王子玲,杨伟,石长春. 陕北榆林风沙区防风固沙体系结构优化研究[J]. 西北林学院学报,2005,20(2):7-12.
- [33] 杨保林. 沙地反季节造林灌木苗繁育技术[J]. 宁夏农林科技,2004,(6):12-13.
- [34] 赵珍. 长柄扁桃资源及其利用[J]. 内蒙古林业科技,2004,(12):17.

Advances of characteristic research of threatened long carpodium almond

GUO Chun-hui, LUO Meng, MA Yu-hua, MA Xiao-wei

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Long carpodium almond (*Amygdalus pedunculatus* Pall) is a threatened plant. The characteristics of biology, ecology, physiology, molecular biology, growth and distribution of long carpodium almond were reviewed. At the same time, some opinions concerning the planting of long carpodium almond in the north of China and some problems were indicated in this paper.

Key words: Aeolian sandy soil; endangered plant; *Amygdalus pedunculatus* Pall.; bioecological characteristics; growth law

(上接第 123 页)

Abstract ID:1671-9387(2005)12-0121-EA

Study on the salt tolerance of three woody ground cover plants

LUO Jian-xia, SHI Yan-shan, LU Song,

HUANG Jun-xuan, WANG Dan, LI Jian-ke

(Department of Horticulture, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China)

Abstract: Three woody ground cover plants, Yunnan honeysuckle (*Lonicera nitida* 'Maigrun'), Purpus privet (*Ligustrum. quihoni* Carr. f. *atropurea*) and Capemrtle (*Lagerstroemia indica* 'summer and summer') were studied to understand their salt tolerance when they were treated with NaCl solution in the concentration of 2, 3, 4, 5, 6 $\mu\text{g/g}$ respectively. Growth increments (G), relative growth increments (RG), salt injury index, salt injury rates and free proline content in the leaves were measured after the treatments to the potted plants. The results showed that, with salinity stress, plant growth was inhibited obviously; Yunnan honeysuckle had the biggest relative growth increments and Capemrtle had the smallest one of the three. Index and rate of salt injury reached highest in Capemrtle and smallest in Yunnan honeysuckle. According to multiple analysis of the total indexes, there were significant differences between the tested plants in the respect of salt tolerance; the order of salt tolerance for the testing plants were determined as follows: Yunnan honeysuckle > Purpus privet > Capemrtle.

Key words: ground cover plants; salt-tolerance; relative growth increments; salt injury index; free proline content