

刘金林,王小德. 2 种楠木树种幼苗耐盐性综合评价[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):148-152.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.036

2 种楠木树种幼苗耐盐性综合评价

刘金林,王小德

(浙江农林大学风景园林与建筑学院,浙江临安 311300)

摘要:浙江楠(*Phoebe chekiangensis*)和刨花楠(*Machilus pauhoi*)是浙江省绿化造林首推的乡土珍贵树种,为探讨其耐盐性,以 1 年生的实生苗为试验材料,采用盆栽土培法,研究 4 个土壤盐分梯度(CK、0.2%、0.4%、0.6%)胁迫对 2 种楠木幼苗的生长形态和生理特性的影响。结果表明,盐胁迫抑制了 2 种楠木幼苗的生长,其株高相对生长量、地径相对生长量和生物量均显著低于对照;随着土壤含盐量的增加,叶绿素含量和叶片相对含水量降低,MDA 含量、细胞膜透性、脯氨酸含量和可溶性蛋白质含量均增加,SOD 活性呈先增加后减小的趋势。利用相关分析、主成分分析和隶属函数法对 2 种楠木幼苗进行耐盐性综合评价,结果表明其耐盐性大小为刨花楠>浙江楠,这与它们盐害症状表现出的耐盐性相一致。在轻度及以下盐渍化地区的绿化造林应用中建议优先选用刨花楠。

关键词:浙江楠;刨花楠;幼苗;耐盐性;综合评价

中图分类号: Q945.78;S792.240.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0148-04

浙江省地处我国东南沿海,大陆海岸线和海海岸线长达 6 500 km,拥有大量滩涂资源,全省共有盐碱地 90 047 hm²^[1]。由于长期受海潮浸渍,使得该地区土壤盐碱化急剧加重,进而造成其植被覆盖率低、适宜生长的树种匮乏,最终导致沿海滩涂地带基本处于荒芜状态,严重制约了这些地方的生态稳定和园林绿化建设,治理和改良盐碱滩涂成为当前亟待解决的问题。通过选育耐盐树种的方式来改良盐碱地是目前最有效的措施。因此,开展沿海滩涂耐盐性造林树种研究,建设优良的沿海防护林体系,对抵御台风、改善沿海围垦区的生态条件和环境景观、加快沿海滩涂资源的合理开发利用、推进海洋经济发展具有重要意义。

浙江楠(*Phoebe chekiangensis* C. B. Shang)和刨花楠(*Machilus pauhoi* Kanehira)分别为樟科楠木属和润楠属常绿大乔木,具有树形高大端庄、树冠雄伟、四季常青等特点,具有较高的观赏价值,是庭荫树、行道树及风景树的理想树种,其材质优良,是浙江省绿化造林首推的乡土珍贵树种。其中浙江楠是我国南方濒危保护树种,为国家二级重点保护植物。目前,关于浙江楠和刨花楠的研究主要集中在种群表型变异、容器苗生长以及光合生理等方面^[2-6],对其耐盐性评价未见报道。本研究以浙江楠和刨花楠 2 个树种为试验材料,对苗期进行耐盐性综合评价,为浙江楠等楠木树种耐盐评价及盐碱地应用提供理论依据。

1 材料与方法

收稿日期:2016-11-21

基金项目:浙江省林业重中之重一级学科研究生创新项目(编号:201533)。

作者简介:刘金林(1992—),男,湖北宜昌人,硕士研究生,主要从事园林植物景观设计与评价。E-mail:913183717@qq.com。

通信作者:王小德,博士,教授,主要从事园林植物引种与应用、植物造景和生态园林等研究。E-mail:wxd65@zafu.edu.cn。

1.1 试验材料

在浙江农林大学教学实习基地大棚中进行盆栽控盐试验。试验材料为 1 年生浙江楠和刨花楠实生苗,来源于浙江龙泉苗圃基地。试验材料于 2016 年 3 月定植到统一规格的栽培盆(上径口 18 cm×下径口 13 cm×高 16 cm)中进行基质栽培,土壤基质为泥炭、田园土、珍珠岩按 3:1:1 混合而成,每盆土壤干质量为 1 kg,每盆栽 1 株苗。于 2016 年 6 月 27 日至 2016 年 8 月 1 日期间选取 80 株无病虫害、生长健壮、长势基本一致的幼苗进行盐胁迫处理。

1.2 试验设计

试验设置了 4 种处理梯度,土壤 NaCl 质量分数分别为 CK(原土,不浇灌 NaCl 溶液)、0.2%、0.4%、0.6%,每个处理放置 20 株苗。采用浇灌盐水的方式 1 次性施盐,依据设置的含盐量每盆浇相应浓度的 NaCl 溶液,为防止土壤盐分流失,每个栽培盆下放置塑料托盘。胁迫期间进行正常浇水管理,用称质量法控制盆土含水量为田间持水量的 70%。盐胁迫处理 35 d 后,记录各树种的盐害症状并选取相同部位的功能叶片测定相关生理指标。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 生长指标测定 随机选取 5 株,在胁迫前后分别测定株高和地径,生长量=胁迫后测定值-胁迫前测定值。株高相对生长量=盐处理组株高生长量/对照组株高生长量;地径相对生长量=盐处理组地径生长量/对照组地径生长量。试验结束时,随机选取 3 株鲜样,放入烘箱 105℃下杀青 1 h,然后置于 80℃下烘干至恒质量,待自然冷却后称干质量。

1.3.2 生理指标测定 叶绿素含量采用 95%乙醇浸提法^[7]测定;叶片相对含水量采用饱和含水量法^[8]测定;细胞膜透性用相对电导率表示,采用 DDS-11A 电导仪^[8]测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法^[8]测定;超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑光化还原法^[8]测定;脯氨酸采用酸性茚三酮法^[8]测定;可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[8]测定。

1.4 数据处理

利用 Excel 2010、SPSS 19.0 软件进行试验数据的统计与分析,用 Origin 7.5 绘制图表。

2 结果与分析

2.1 2 种楠木幼苗在不同盐分梯度下的盐害症状表现

植物在受到 NaCl 胁迫后,其形态指标的表现能够直观地反映出盐胁迫下的伤害程度^[9]。从表 1 可知,2 种楠木幼苗的盐害症状均随胁迫程度的增加而逐渐加重,但 2 种楠木幼苗显现出的盐害症状有明显差异。当土壤含盐量为 0.2%

时,2 种楠木幼苗均表现出了盐害症状,浙江楠表现出顶端新叶萎蔫枯黄,叶尖稍有焦枯,而刨花楠生长正常,仅极少数叶尖变黄,说明刨花楠对 0.2% 土壤含盐量具有一定耐受性。当土壤含盐量达到 0.4 % 时,2 种楠木的受害症状较 0.2% 梯度加重,但两者之间存在一定的差异,浙江楠叶尖和叶缘焦枯程度加深,而刨花楠叶尖开始出现焦枯。当土壤含盐量增加至 0.6% 时,浙江楠大部分叶片焦枯,落叶明显,植株逐渐枯萎,而刨花楠仅表现出部分叶片叶缘焦枯,下层叶发黄,有少量叶片脱落。由此可以初步评定 2 个树种的耐盐能力为刨花楠 > 浙江楠。

表 1 盐胁迫下 2 种楠木幼苗的受害症状

树种	受害症状			
	CK	0.2% NaCl	0.4% NaCl	0.6% NaCl
浙江楠	叶片绿色,生长正常	顶端新叶卷曲焦枯,老叶叶缘稍发黄,叶尖有焦枯	约有 1/2 叶片的叶尖、叶缘焦枯	大部分叶片焦枯,落叶明显
刨花楠	叶片绿色,生长正常	生长正常,仅极少数叶尖变黄	叶尖、叶缘变黄,少数叶尖焦枯	叶尖、叶缘焦枯,下层叶片发黄,有少量叶片脱落

2.2 NaCl 胁迫对 2 种楠木幼苗生长指标的影响

盐胁迫对植物最显著的影响就是抑制其生长。从图 1 可知,盐胁迫下 2 种楠木幼苗的株高相对生长量、地径相对生长量和生物量均受到抑制,且呈随胁迫程度加重而逐渐降低的趋势。2 种楠木幼苗在 NaCl 胁迫下株高相对生长量均显著低于对照,这表明 NaCl 胁迫下 2 种楠木幼苗的株高生长受到明显的抑制作用,且随着胁迫加重,抑制效果更为明显,而在 2 种楠木之间的抑制效果存在差异。当土壤含盐量达到 0.6% 时,浙江楠的株高相对生长量与对照相比下降了 79%,

而刨花楠下降 52%,这说明盐胁迫对浙江楠株高影响程度更大。2 种楠木幼苗在 NaCl 胁迫下地径相对生长量也显著低于对照,当土壤盐浓度达到 0.2% 时,浙江楠幼苗地径相对生长量相比对照下降了 35.7%,刨花楠下降 19.8%;当土壤盐分增加至 0.6% 时,浙江楠下降 59%,刨花楠下降了 69%。从图 1 可知,NaCl 胁迫抑制了 2 种楠木幼苗总生物量的积累,当土壤含盐量为 0.2% 时,2 种楠木幼苗总生物量较对照降低但差异性不显著;当土壤盐分增加到 0.6% 时,浙江楠总生物量较对照减少 24%,刨花楠减少 18%。

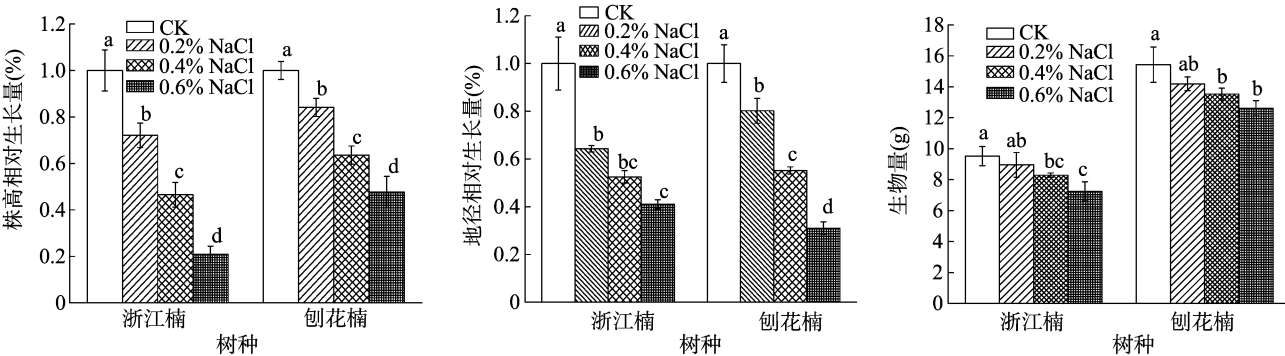


图1 NaCl 胁迫对 2 种楠木幼苗相对株高生长量(A)、相对地径生长量(B)和生物量(C)的影响

2.3 NaCl 胁迫对 2 种楠木幼苗生理指标的影响

植物在受到盐胁迫时,其体内生理生化指标会出现相应的变化,这些指标的变化可以在一定程度上反映植物的耐盐性^[10]。由表 2 可知,随着盐胁迫程度的加重,2 种楠木幼苗的叶绿素含量和叶片相对含水量均逐渐减少,且均显著低于对照。这表明盐分胁迫降低了植物的光合作用,破坏了植物叶片结构。盐胁迫会导致植物细胞膜受损,使膜透性增大,电解质大量外渗;MDA 作为膜脂过氧化作用的产物,其含量增加对细胞膜有较强的毒害作用。从表 2 可以看出,随着盐胁迫程度的加重,2 种楠木幼苗的膜透性和 MDA 含量都呈现逐渐升高的趋势,其中浙江楠的变化幅度大于刨花楠。脯氨酸含量和可溶性蛋白质含量作为渗透调节物质,其变化在 2 个树种中表现不一致。可以看出,2 种楠木幼苗的脯氨酸含量随

着盐胁迫程度的加重而升高;浙江楠的可溶性蛋白质含量呈现减少后增加,刨花楠则表现出先增加后减少再增加的趋势,但可溶性蛋白质含量在 2 个树种总体上呈增加的趋势。超氧化物歧化酶是植物体内重要的抗氧化酶,清除植物在胁迫下产生的活性氧自由基,防止其对膜系统的伤害。2 种楠木幼苗的 SOD 活性随着盐胁迫加重呈先上升后下降的趋势。浙江楠的 SOD 活性在土壤盐分为 0.4% 时达到最大,相比对照增加了 74.2%,而刨花楠在土壤盐分为 0.2% 时达到最大,相比对照增加了 20.7%。

2.4 耐盐性综合评价

2.4.1 单项指标的耐盐系数及相关性分析 从表 3 可见,2 种楠木幼苗在盐胁迫处理后的相对株高生长量(X_1)、相对地径生长量(X_2)、生物量(X_3)、叶绿素含量(X_4)、叶片相对含

表 2 NaCl 胁迫对 2 种楠木幼苗生理指标的影响

树种	盐浓度	叶绿素含量 (mg/g)	膜透性 (%)	叶片相对含 水量(%)	丙二醛含量 (μmol/g)	超氧化物歧化酶 活性[U/(g·FW)]	脯氨酸含量 (μg/g)	可溶性蛋白质 含量(mg/g)
浙江楠	CK	2.90 ± 0.17a	16.82 ± 1.22d	97.80 ± 0.62a	13.04 ± 1.25d	128.60 ± 5.96d	5.22 ± 0.52c	8.84 ± 0.34b
	0.2 %	2.33 ± 0.04b	26.62 ± 1.24c	91.95 ± 0.70b	19.43 ± 1.20c	175.15 ± 8.53b	8.48 ± 0.34b	6.84 ± 0.20c
	0.4 %	1.85 ± 0.12c	33.01 ± 2.42b	86.58 ± 0.73c	23.72 ± 1.51b	224.06 ± 5.96a	9.84 ± 1.16b	8.72 ± 0.37b
	0.6 %	1.51 ± 0.07d	44.74 ± 1.40a	76.37 ± 1.67d	30.41 ± 1.06a	152.27 ± 5.47c	11.59 ± 1.01a	10.13 ± 0.26a
刨花楠	CK	0.77 ± 0.00a	15.52 ± 0.84d	95.71 ± 0.60a	11.05 ± 0.47d	229.53 ± 10.48b	3.45 ± 0.30a	9.15 ± 0.92c
	0.2 %	0.58 ± 0.02b	22.01 ± 2.02c	93.11 ± 0.55b	16.34 ± 1.12c	276.96 ± 3.38a	4.11 ± 0.28b	12.00 ± 0.40b
	0.4 %	0.39 ± 0.08c	27.27 ± 1.19b	90.26 ± 1.85c	18.92 ± 0.37b	228.19 ± 4.84b	5.16 ± 0.42c	9.57 ± 0.45c
	0.6 %	0.35 ± 0.01c	30.12 ± 1.37a	87.68 ± 1.21d	22.16 ± 2.16a	236.69 ± 5.42b	6.54 ± 0.26d	13.98 ± 0.95a

水量(X_6)与对照相比均有所下降(耐盐系数 <1);2 种楠木幼苗的电导率(X_5)、丙二醛含量(X_7)、超氧化物歧化酶活性(X_8)、脯氨酸含量(X_9)与对照相比都有所增加(耐盐系数 >1);但可溶性蛋白质含量(X_{10})的变化趋势在 2 种楠木幼苗之间表现却不一致。从 2 种幼苗的耐盐系数值来看,各单项指标增加和降低的程度不同,因而用不同单项指标的耐盐系数

来评价其耐盐性,具有一定的片面性。
从表 4 可以看出,2 种楠木幼苗的 10 项生长和生理指标之间都存在不同程度的相关性,从而使各指标间所提供的信息发生交叉与重叠。同时,由于各单项指标在植物耐盐性评价中所起的作用也不尽相同,如果直接利用这些指标很难对植物耐盐性做出科学准确的评价。

表 3 NaCl 胁迫下 2 种楠木幼苗生长和生理指标的耐盐系数

树种	耐盐系数									
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
浙江楠	0.465	0.526	0.857	0.655	2.069	0.869	1.880	1.429	1.911	0.969
刨花楠	0.652	0.555	0.871	0.570	1.705	0.944	1.732	1.077	1.529	1.296

表 4 NaCl 胁迫下 2 种楠木幼苗生长和生理指标间相关性系数矩阵

指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
X_1	1.000									
X_2	0.918 **	1.000								
X_3	0.553	0.355	1.000							
X_4	0.154	0.316	-0.737 *	1.000						
X_5	-0.983 **	-0.848 **	-0.633	-0.051	1.000					
X_6	0.965 **	0.803 *	0.540	0.145	-0.982 **	1.000				
X_7	-0.984 **	-0.868 **	-0.656	-0.025	0.996 **	-0.966 **	1.000			
X_8	0.074	-0.110	0.718 *	-0.807 *	-0.174	0.129	-0.169	1.000		
X_9	-0.838 **	-0.655	-0.877 **	0.375	0.887 **	-0.831 *	0.896 **	-0.444	1.000	
X_{10}	-0.242	-0.393	0.408	-0.688	0.136	-0.202	0.162	0.516	-0.215	1.000

注:“*”“**”分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。

2.4.2 2 种楠木幼苗的耐盐指标的主成分分析 采用 SPSS 19.0 对 2 种楠木幼苗的 10 个耐盐指标进行主成分分析,将原来关系复杂的 10 个单项指标转换成了 2 个新的相互独立的综合指标,这 2 个综合指标的贡献率分别为 60.07% 和 31.03%,累计贡献率已经达到 91.10%(表 5),表明前 2 个综

合指标充分概括了原指标的绝大多数数据信息。根据各综合指标的贡献率大小可以知道它们的相对重要性,同时根据 10 个指标在不同盐浓度测定值的标准化值及各综合指标的指标系数求出每一树种在不同盐分梯度下的 2 个综合指标值。

表 5 各综合指标的系数及贡献率

指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	贡献率 (%)
$CI_{(1)}$	0.395	0.341	0.301	-0.037	-0.402	0.387	-0.404	0.116	-0.384	-0.027	60.07
$CI_{(2)}$	-0.137	-0.241	0.365	-0.548	0.071	-0.113	0.068	0.473	-0.166	0.465	31.03

2.4.3 综合评价 参照周广生等的方法^[11],计算出 2 种楠木幼苗各综合指标的隶属函数值;再依据主成分分析法获得的各指标的贡献率,确定各综合指标的权重,2 个综合指标的权重分别为 0.659、0.341。参照周广生等的方法^[11],根据已计算出的各综合指标的隶属函数值和权重,求出 2 种楠木幼

苗在不同盐浓度胁迫条件下的耐盐性综合评价值 D 。 D 值反映了 2 种楠木幼苗的综合耐盐能力大小, D 值越大,表明其耐盐能力越强。由表 6 可见,在相同盐浓度下,刨花楠的耐盐性综合评价值均要大于浙江楠,说明相同程度胁迫条件下,刨花楠的耐盐性要大于浙江楠,这与它们盐害症状表现出的耐盐

表 6 2 种楠木幼苗综合指标值、权重、隶属函数值和综合评价值

树种	盐浓度 (%)	综合指标值		隶属函数值		综合评价值 (<i>D</i>)
		$CI_{(1)}$	$CI_{(2)}$	$U_{(1)}$	$U_{(2)}$	
浙江楠	CK	2.047	-2.734	0.844	0	0.556
	0.2	-0.328	-1.931	0.533	0.156	0.404
	0.4	-1.849	-0.527	0.334	0.430	0.367
	0.6	-4.403	-0.374	0	0.460	0.157
刨花楠	CK	3.238	0.311	1.000	0.593	0.861
	0.2	1.851	1.706	0.818	0.864	0.834
	0.4	0.390	1.148	0.627	0.756	0.671
	0.6	-0.946	2.402	0.452	1.000	0.639

能力相一致。

3 结论与讨论

植物在盐胁迫下表现出的耐盐能力是受多种因素控制的,是一个极为复杂的生理过程^[12]。不同植物在不同的发育阶段和胁迫条件下表现出的耐盐性也有所不同,同时某一项指标在耐盐性评价中所起到的作用也会不同。2 种楠木幼苗的多项耐盐性指标间也存在显著或极显著的相关性,这说明它们对 NaCl 的耐受性不仅有单项指标的作用,更是多项指标之间的相互作用。因此,仅用单一指标不能科学准确地反映植物真实的耐盐能力,只有对这些指标进行综合分析,才能提高植物耐盐性评价的准确性,提高引种、筛选抗盐品种的可靠性。利用形态、生理和生化等多项指标对植物耐盐性进行综合耐盐性评价的方法,既能避免单一指标评价带来的片面性,又能全面、准确的评价植物的耐盐性,目前已经广泛应用于植物抗旱、抗寒、耐热、耐盐等逆境生理研究中,并取得了较好的效果^[13-19]。本研究以不同盐浓度胁迫下 2 种楠木幼苗的 10 项生长和生理指标作为衡量 2 种植物耐盐能力的指标,用主成分分析法将数量较多且复杂的指标转换成数量较少且彼此独立的综合指标;然后利用隶属函数值加权平均法得到不同盐分梯度下的耐盐性综合评价值 *D*,相同盐分梯度下 *D* 值越大,表示其耐盐性越强。根据所得的耐盐性综合评价值对 2 种楠木幼苗的耐盐能力进行排序:刨花楠 > 浙江楠。这个结果与 2 种楠木幼苗在盐胁迫下受害症状表现所得到的结果一致,这表明用耐盐性综合评价法评价 2 种楠木幼苗的耐盐性是准确、可行的。

沿海滩涂盐渍化是限制滨海地区绿化植物选择与种植的重要因素。浙江楠和刨花楠作为浙江省绿化造林首推的乡土珍贵树种,近年在浙江沿海等地区受到广泛关注,而对其耐盐性的研究报道较少,对其盐渍环境的适应能力目前仍不清楚。本试验通过不同程度的 NaCl 胁迫对 2 种楠木珍贵树种幼苗的耐盐性进行初步研究,发现在试验所设置的 3 个盐胁迫处理(0.2%、0.4%、0.6%)下,浙江楠叶片均受到不同程度胁迫,且随盐分梯度增大而逐渐加重,同时,各项生理指标发生显著变化,叶绿素含量和叶片相对含水量显著下降,膜透性和 MDA 含量显著增大,叶片保护酶活性先上升后逐渐降低,脯氨酸含量和可溶性蛋白质含量总体呈增大趋势。说明浙江楠对盐胁迫响应较为敏感,在 0.2% 土壤盐分下生长已受到严重抑制,不适合作为造林树种应用于沿海滩涂地。刨花楠在所设置的 3 个盐胁迫处理下,各项生理指标也发生显著变化,

但从叶片表现出的受害程度来看,刨花楠叶片仅在 0.4%、0.6% 的盐分梯度下表现出明显盐害症状,在 0.2% 的盐分梯度下生长正常,仅极少数叶片边缘变黄,未表现出明显的盐害症状。植物形态表现能直观地反映出对逆境的耐受能力,根据盐胁迫下盐害症状来看,刨花楠对轻度及其以下盐渍化土壤具有一定的适应能力。

根据土壤盐渍化程度的不同做到适地适树,对盐碱地的改良和开发利用是非常重要的。与刨花楠同属植物短序润楠(*M. breviflora*)的适宜生长土壤含盐量上限值为 0.4%,属于中度耐盐植物^[20];浙江润楠(*M. chekiangensis*)的适宜生长土壤含盐量上限值为 0.2%,是轻度耐盐植物^[21];薄叶润楠(*M. leptophylla*)的适宜生长土壤含盐量上限值为 0.1%,属于不耐盐植物^[21];红楠(*M. thumbergi*)在水培体系下,能忍受的 NaCl 质量浓度为 9 g/L,属于耐盐植物^[22]。同科不同属植物普陀樟(*Cinnamomum japonicum*)和舟山新木姜子(*Neolitsea sericea*)在水培体系下,均能忍受的 NaCl 质量浓度为 9 g/L,且 2 树种均为沿海及岛屿分布树种,在盐碱地生长情况良好,属于耐盐树种^[22]。由此建议刨花楠在轻度(0.2%)及以下盐渍化程度地区推广利用,可以丰富滨海地区林木种质资源和城市绿化资源。在中度(0.4%)以上盐渍化程度严重的地区,建议采用红楠、普陀樟和舟山新木姜子等沿海及岛屿分布的耐盐性树种。

参考文献:

- [1] 黄伟,毛小报,陈灵敏,等. 浙江省盐碱地开发利用概况及政策建议[J]. 浙江农业科学,2012(1):1-3.
- [2] 李因刚,柳新红,马俊伟,等. 浙江楠种群表型变异[J]. 植物生态学报,2014,38(12):1315-1324.
- [3] 王艺,王秀花,吴小林,等. 缓释肥加载对浙江楠和闽楠容器苗生长和养分库构建的影响[J]. 林业科学,2013,49(12):57-63.
- [4] 楚秀丽,王秀花,张东北,等. 基质配比和缓释肥添加量对浙江楠大规格容器苗质量的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2015,39(6):67-73.
- [5] 李冬林,向其柏. 光照条件对浙江楠幼苗生长及光合特性的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(5):27-31.
- [6] 钟全林,胡松竹,贺利中,等. 刨花楠不同种源主要光响应指标分析[J]. 林业科学,2008,44(7):118-123.
- [7] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 2 版. 广州:华南理工大学出版社,2006:24-26.
- [8] 李合生. 生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2002:167-169.
- [9] 李志萍,张文辉. NaCl 胁迫对栓皮栎幼苗生长及其生理响应[J]. 西北植物学报,2013,33(8):1630-1637.
- [10] 吴平,陈晓梅,丁宁. 4 种湿生植物苗期耐盐性综合评价[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):148-150.
- [11] 周广生,梅方竹,周竹青,等. 小麦不同品种耐湿性生理指标综合评价及其预测[J]. 中国农业科学,2003,36(11):1378-1382.
- [12] 隋德宗,王保松,施士争,等. 灌木柳无性系苗期耐盐性指标的筛选和综合评价[J]. 西北林学院学报,2011,26(1):61-64.
- [13] 李禄军,蒋志荣,李正平,等. 3 树种抗旱性的综合评价及其抗旱指标的选取[J]. 水土保持研究,2006,13(6):253-254,259.
- [14] 王宏辉,顾俊杰,房伟民,等. 10 个红掌品种的抗寒性与耐热性

姜宗庆,李成忠,余 乐,等. 外源 IBA 对薄壳山核桃嫩枝扦插及其生根过程中相关酶活性的调控效应[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):152-154.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.037

外源 IBA 对薄壳山核桃嫩枝扦插及其生根过程中相关酶活性的调控效应

姜宗庆¹, 李成忠¹, 余 乐¹, 汤庚国^{1,2}

(1. 江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院,江苏南京 210037)

摘要:以薄壳山核桃 2 年生实生苗嫩枝为试验材料,研究外源吲哚丁酸(IBA)对薄壳山核桃嫩枝扦插及其生根过程中相关酶活性的调控效应。结果表明,低浓度 IBA 浸泡处理薄壳山核桃插穗,其生根率、平均生根数、根长都比清水处理(CK)高,具体表现为 200 mg/L > 250 mg/L > 150 mg/L > 300 mg/L > 100 mg/L > 50 mg/L > CK,其中,200 mg/L IBA 浸泡处理的插条生根效果较好,生根率达 63.26%,平均生根数为 5.22 条,平均根长为 13.73 cm;高浓度 IBA 速蘸处理对薄壳山核桃扦插生根的调控效应明显,随 IBA 处理浓度的升高,薄壳山核桃扦插苗生根率、平均生根数、平均根长呈先上升后下降趋势,3 000 mg/L IBA 速蘸处理插条时的生根率为 58.36%,平均生根数为 4.35 条,平均根长为 11.83 cm,生根效果较好;200 mg/mL IBA 浸泡处理的插穗,其超氧化物歧化酶(SOD)活性要明显高于对照,可延缓插穗老化,为其不定根形成提供保障;200 mg/L IBA 浸泡处理的插穗,其过氧化物酶(POD)活性大幅上升,有利于插穗基部愈伤组织的形成,从而促进不定根根系的生长;200 mg/mL IBA 处理的薄壳山核桃插穗,其吲哚乙酸氧化酶(IAAO)活性在扦插后水平相对较低,这有利于不定根的生成。因此,采用浓度 200 mg/L 的 IBA 浸泡处理薄壳山核桃插条,可以促进薄壳山核桃扦插苗的生根,达到较好的生根效果。

关键词:吲哚丁酸(IBA);薄壳山核桃;嫩枝扦插;生根率;根长;超氧化物歧化酶(SOD)

中图分类号: S664.04⁺3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0152-03

薄壳山核桃(*Carya illinoensis* K. Koch)别称长山核桃、美国山核桃,为胡桃科山核桃属落叶乔木,原产美国或墨西哥,我国将其作为一种多用途树种将其引进种植。扦插是较普遍的一种植物无性繁殖方法,广泛应用于各类苗木的繁殖。薄壳山核桃扦插繁殖较为困难^[1-2],我国在这方面的研究报道相对较少,尚处于试验摸索阶段。有研究发现,植物插穗经植物生长调节剂处理,能促进其扦插生根^[3-5],而相关酶在植物扦插生根过程中会发挥重要的作用,与不定根关系密切的酶有超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、吲哚乙酸氧化酶(IAAO),但是研究结论不完全一致^[6-10]。因此,笔者通

过研究外源吲哚丁酸(IBA)对薄壳山核桃嫩枝扦插及其生根过程中相关酶活性的调控效应,以期对薄壳山核桃扦插繁育技术的推广及深入了解薄壳山核桃嫩枝扦插生根的有关生理调控机制提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料的准备

本试验于 2015 年 6 月 28 日在江苏农牧科技职业学院园林试验基地进行,选取 2 年生薄壳山核桃实生苗上长出的生长健壮、无病虫害、生长基本一致的半木质化枝条,剪成长 8~12 cm 的插穗,剪口上平下斜,上切口离顶部芽 1~2 cm,下切口离底部芽 1 cm 以内,留 1~2 张叶,保留顶芽,插穗基部保湿,备用。扦插基质选用珍珠岩、蛭石体积比为 1:1 进行混合,扦插前用 0.3% 高锰酸钾溶液对基质进行浇灌消毒。

1.2 试验方法

1.2.1 低浓度 IBA 浸泡处理 分别配制浓度为 50、100、

收稿日期:2016-11-23

基金项目:江苏省林业三新工程(编号:LYSX[2016]30);江苏省高等职业院校高级访问工程师计划(编号:2014FG035)。

作者简介:姜宗庆(1976—),男,江苏兴化人,博士,副教授,从事植物品质生理研究。E-mail:wheatjzq@126.com。

评价[J]. 植物资源与环境学报,2015,24(2):40-47.

[15] 张 耿,高洪文,王 赞,等. 偃麦草属植物苗期耐盐性指标筛选及综合评价[J]. 草业学报,2007,16(4):55-61.

[16] 魏秀君,殷云龙,芦治国,等. NaCl 胁迫对 5 种绿化植物幼苗生长和生理指标的影响及耐盐性综合评价[J]. 植物资源与环境学报,2011,20(2):35-42.

[17] 刘炳响,王志刚,梁海永,等. 盐胁迫对不同生境白榆生理特性与耐盐性的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(6):1481-1489.

[18] 张露婷,吴 江,梅 丽,等. 喜树种源耐盐能力评价及耐盐指标筛选[J]. 林业科学,2011,47(11):66-72.

[19] 杨 升,刘正祥,张华新,等. 3 个树种苗期耐盐性综合评价及指标筛选[J]. 林业科学,2013,49(1):91-98.

[20] 吴竹妍,蔡静如,钱璁璁,等. 盐胁迫下 5 种华南乡土植物的反应特性及耐盐性评价[J]. 江西农业学报,2015,27(12):19-24,28.

[21] 李胜强,冯志坚. 两种润楠属植物耐盐性研究[J]. 广东林业科技,2010,26(6):9-14.

[22] 张玲菊,黄胜利,周纪明,等. 常见绿化造林树种盐胁迫下形态变化及耐盐树种筛选[J]. 江西农业大学学报,2008,30(5):833-838.