

盐雾胁迫对舟山海岛 7 个造林树种存活和生长的影响

赵颖, 王国明^①, 叶波, 张玲, 王美琴, 邱海啸

(舟山市农林科学研究院, 浙江 定海 316000)

摘要:以普陀樟 [*Cinnamomum japonicum* var. *chenii* (Nakai) G. F. Tao]、舟山新木姜子 [*Neolitsea sericea* (Bl.) Koidz.]、红楠 [*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.]、全缘冬青 [*Ilex integra* Thunb.]、石栎 [*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai]、厚叶石斑木 [*Raphiolepis umbellata* (Thunb.) Makino] 和滨柃 [*Eurya emarginata* (Thunb.) Makino] 7 个舟山海岛造林树种为研究对象, 用浓度 $18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 盐水通过盐雾发生装置每日喷雾 0.0 (对照)、0.5、1.0 和 2.0 h, 并连续喷雾 35 d, 对翌年生长季各树种的形态特征、存活率和不同部位的干质量进行测定, 并据此确定各树种的耐盐雾性。结果表明: 随盐雾日处理时间及胁迫天数的延长, 7 个树种幼苗均表现出不同的受害症状并逐渐加重, 但各树种的受害程度有差异。盐雾日处理 0.5、1.0 和 2.0 h 石栎幼苗的存活率, 以及盐雾日处理 2.0 h 红楠、舟山新木姜子和滨柃幼苗的存活率均显著低于对照, 但不同盐雾日处理时间对普陀樟、全缘冬青和厚叶石斑木幼苗的存活率均无显著影响。与对照相比, 每日短时间的盐雾处理对普陀樟和全缘冬青幼苗的苗高和地径无显著影响, 但随盐雾日处理时间延长二者的苗高和地径显著下降; 盐雾日处理 0.5、1.0 和 2.0 h, 红楠、舟山新木姜子和滨柃幼苗的苗高总体上显著下降, 厚叶石斑木幼苗的苗高则显著高于对照, 但它们的地径总体上与对照无显著差异。每日短时间盐雾处理对普陀樟和滨柃幼苗单株的叶、根、茎干质量及总干质量均无显著影响, 但随盐雾日处理时间的延长, 二者单株的不同部位干质量及总干质量均逐渐下降; 盐雾处理可导致舟山新木姜子、红楠、全缘冬青和石栎幼苗单株的不同部位干质量及总干质量显著或极显著下降, 且降幅总体上随盐雾日处理时间的延长而增大, 其中石栎幼苗单株的不同部位干质量及总干质量均最低; 盐雾处理对厚叶石斑木幼苗生长则有一定的促进作用, 使其单株的不同部位干质量及总干质量不同程度增加, 但随盐雾日处理时间的延长增幅减小。盐雾处理对供试各树种叶、茎和根的质量比以及根冠比有不同的影响效应, 其中盐雾胁迫造成各树种不同程度落叶, 使多数树种根冠比增大, 但全缘冬青和厚叶石斑木的根冠比则有所下降。根据实验结果, 结合供试树种在舟山海岛的生长环境, 初步确定厚叶石斑木的耐盐雾性最强, 全缘冬青、普陀樟和滨柃的耐盐雾性次之, 红楠和舟山新木姜子的耐盐雾性较弱, 石栎的耐盐雾性在 7 个树种中最弱。

关键词: 盐雾胁迫; 造林树种; 形态特征; 存活率; 生长指标; 耐盐雾性

中图分类号: Q948; S728.6; X173 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2016)03-0036-09

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2016.03.05

Effect of salt fog stress on survival and growth of seven afforestation tree species in Zhoushan islands ZHAO Ying, WANG Guoming^①, YE Bo, ZHANG Ling, WANG Meiqin, QIU Haisheng (Zhoushan Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Dinghai 316000, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2016, 25(3): 36-44

Abstract: Taking seven afforestation tree species of *Cinnamomum japonicum* var. *chenii* (Nakai) G. F. Tao, *Neolitsea sericea* (Bl.) Koidz., *Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc., *Ilex integra* Thunb., *Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai, *Raphiolepis umbellata* (Thunb.) Makino and *Eurya emarginata* (Thunb.) Makino in Zhoushan islands as researched objects, by means of device of generating salt mist, daily spraying $18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ salt solution for 0.0 (the control), 0.5, 1.0 and 2.0 h, and continuously spraying for 35 d, morphological characteristics, survival rate and dry weight of different parts of all tree species

收稿日期: 2015-09-08

基金项目: 浙江省重大科技专项重点农业项目(2010C12024); 浙江省森林生态科技创新团队(2011R50027)

作者简介: 赵颖(1981—), 女, 辽宁锦州人, 硕士研究生, 主要从事林木抗逆性及育种研究。

^①通信作者 E-mail: km521@21cn.com

in growing season of the next year were measured, and accordingly, salt fog resistance of all tree species were determined. The results show that with prolonging of daily treating time of salt fog and stressing day, seven tree species seedlings appear different injury symptoms and the damage increasing gradually, but injury degree of different tree species is various. Survival rate of *L. glaber* seedling in daily treatment of salt fog for 0.5, 1.0 and 2.0 h, and survival rates of *M. thunbergii*, *N. sericea* and *E. emarginata* seedlings in daily treatment of salt fog for 2.0 h are significantly lower than those of the control, but different daily treating times of salt fog have no significant effect on survival rate of *C. japonicum* var. *chenii*, *I. integra* and *R. umbellata* seedlings. Compared with the control, short daily treating time of salt fog has no significant effect on height and basal diameter of *C. japonicum* var. *chenii* and *I. integra* seedlings, while with prolonging of daily treating time of salt fog, their heights and basal diameters decrease significantly. Daily treatment of salt fog for 0.5, 1.0 and 2.0 h, height of *M. thunbergii*, *N. sericea* and *E. emarginata* seedlings totally decreases significantly, and height of *R. umbellata* seedling is significantly higher than that of the control, but their basal diameters totally have no significant difference with those of the control. Short daily treating time of salt fog has no significant effect on dry weights of leaf, root, stem and total seedling per plant of *C. japonicum* var. *chenii* and *E. emarginata*, while with prolonging of daily treating time of salt fog, their dry weights of different parts and total seedling per plant decrease gradually. Salt fog treatment can significantly or extremely significantly reduce dry weights of different parts and total seedling per plant of *N. sericea*, *M. thunbergii*, *I. integra* and *L. glaber*, and their decreasing ranges totally increase with prolonging of daily treating time of salt fog, in which, dry weights of different parts and total seedling per plant of *L. glaber* is the lowest. While salt fog treatment has a certain promotion effect on growth of *R. umbellata* seedling, and leads to increasing of dry weights of different parts and total seedling per plant with different degrees, while their increasing ranges reduce with prolonging of daily treating time of salt fog. Salt fog treatment has different effects on weight ratios of leaf, stem and root and root/shoot ratio of all tree species tested, in which, salt fog stress induces defoliation of all tree species with different degrees, so, it makes root/shoot ratio of most tree species increase, but root/shoot ratio of *I. integra* and *R. umbellata* slightly decreases. Based on experiment result and combined with growth environment of tree species tested in Zhoushan islands, it is determined preliminarily that salt fog resistance of *R. umbellata* is the strongest, that of *I. integra*, *C. japonicum* var. *chenii* and *E. emarginata* is the second, that of *M. thunbergii* and *N. sericea* is weaker, and that of *L. glaber* is the weakest among seven tree species.

Key words: salt fog stress; afforestation tree species; morphological character; survival rate; growth index; salt fog resistance

自然界的盐雾是由含有盐分的微细液滴分散于大气之中所构成的一个弥散系统,是气候环境因素中的主要因素之一。一般来说,距海岸越近,大气中的盐浓度越高;海面上的风力越大,大气中的含盐量越高^[1-2]。舟山群岛地处东海海域,常年海风强度大,年均大风日 120~180 d;秋冬季偏北大风强劲频繁,且干旱少雨,盐雾危害严重;热带气旋期间,风大浪高,导致海水泡沫增多,大气中盐分含量高,强风裹挟着浪花直接泼溅至面海山坡,并在风力和重力的作用下远离海岸沉降于树木枝叶上,造成植物生理性脱水,严重时引起海煞现象。在强台风过后不久,面海山坡的乔木和灌木常出现大面积枯焦、落叶等现象,但有些树种的受害症状较轻甚至无症状,从外观上直接反映出不同树种耐盐雾性的差异。受热带气旋、盐雾和海潮等自然灾害影响,加之土壤瘠薄和干旱少雨等特

定条件限制,导致海岛植被单调,树种单一且生长慢,水源涵养和水土保持能力差;另外,多年来岩质海岸上松林受松材线虫病危害,植被受到严重破坏,因此,筛选抗盐雾性强的树种,是恢复面海山坡植被及丰富海岸物种多样性的基础工作之一。

关于盐雾(或盐风、盐尘)对植物生长的影响以及森林防治盐雾危害已有相关的研究报道,盐雾导致针叶坏死,并抑制植物的生长及其在海边的分布^[3-6];而沿海森林植被可吸附和阻滞盐尘。Draaijers等^[7]研究了森林对大气中各种离子沉降的影响,认为越靠近林缘盐离子沉降量越大,林缘的盐离子沉降量是林中的5倍;王述礼等^[2]也认为林带对大气盐尘有吸附和截留作用。目前,有关植物耐盐性的研究大多集中在土壤盐渍化与树种的关系,以及NaCl溶液处理对树木生长的影响、树木的耐盐生理与机制、耐盐碱树种

筛选和评价等方面^[8-12]。陈顺伟等^[13-14]以杜英 (*Elaeocarpus decipiens* Hemsl.)、马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 和湿地松 (*Pinus elliottii* Engelm.) 等为材料,采用饱和 NaCl 溶液模拟盐雾胁迫处理叶片和芽,结果显示阔叶树的耐盐雾性强于针叶树,而阔叶树种中杨梅 [*Myrica rubra* (Lour.) Sieb. et Zucc.] 和木荷 (*Schima superba* Gardn. et Champ.) 的耐盐雾性最强,枫香树 (*Liquidambar formosana* Hance) 的耐盐雾性最弱;卞阿娜等^[15]研究了 NaCl 喷雾胁迫对盐生植物榄仁 (*Terminalia catappa* Linn.) 幼苗生长及 5 种矿质元素和灰分在幼苗不同叶龄叶片和叶片各部分分布的影响,结果显示盐雾胁迫条件下榄仁幼苗的叶、茎、根生长较对照缓慢,盐分较易集中在叶尖和叶缘。上述研究多关注根系受到盐胁迫时植物的响应,且盐雾胁迫研究采用叶片直接喷雾法,与天然的盐雾环境有较大差别。目前,对舟山海岛乃至浙江沿海主要造林树种耐盐雾性的研究尚不多见,通过人工造雾法模拟自然界盐雾环境以筛选耐盐雾性强的树种,对沿海岩质海岸绿化造林以及面海植被的恢复具有重要意义。

作者采用模拟盐雾喷雾方法,对普陀樟 [*Cinnamomum japonicum* var. *chenii* (Nakai) G. F. Tao]、舟山新木姜子 [*Neolitsea sericea* (Bl.) Koidz.]、红楠 (*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.)、全缘冬青 (*Ilex integra* Thunb.)、石栎 [*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai]、厚叶石斑木 [*Raphiolepis umbellata* (Thunb.) Makino] 和滨柃 [*Eurya emarginata* (Thunb.) Makino] 7 个舟山海岛造林树种进行盐雾胁迫盆栽实验,并分析其形态特征、存活率及相关生长指标,研究不同树种对盐雾胁迫的响应,旨在为沿海岩质海岸植被恢复适生树种的选择提供基础实验数据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试树种包括乔木树种普陀樟、舟山新木姜子、红楠、全缘冬青和石栎,灌木树种滨柃和厚叶石斑木,均为常绿树种。其中,普陀樟、舟山新木姜子、石栎、滨柃和厚叶石斑木播种容器苗为近 2 年生,红楠播种容器苗为 2.5 年生,全缘冬青播种容器苗为 3 年生,均种植于口径 18 cm、高 18 cm 的软塑料营养钵内;普陀樟、舟山新木姜子、红楠、全缘冬青、石栎、滨柃和厚叶石斑木的平均苗高分别为 21.7、14.7、17.8、

72.7、18.5、19.0 和 14.9 cm,平均地径分别为 4.97、3.93、4.58、8.64、3.12、3.97 和 4.27 mm。栽培基质为普通圃地土,土壤中全氮、有效磷、速效钾和有机质含量分别为 $1.85 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $62.68 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $80.00 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $30.40 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,土壤 pH 4.88。

1.2 方法

1.2.1 盐雾发生装置制作及盐水配制 根据“盐雾主要由氯化物、钠离子和硫酸盐离子构成,90% 以上盐雾颗粒均小于 $5 \mu\text{m}$ ^[1]”的特点,自主研发由储水罐、水处理系统、高压装置、耐高压输送管道、造雾喷头、控制系统及密封大棚组成的盐雾发生装置,喷雾压力 4 MPa,产生的雾粒直径 2 ~ 10 μm ,形成的自然雾气类似于台风期间强风裹挟着海水微小的水滴形成的雾气,并自由沉降在植株上。根据舟山市境海域水文特征,按舟山海域西侧海水含盐量月平均值 (13 ~ 23 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) 的均值 (18 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) 配制实验用盐水,并用日晒一级盐配制而成。

1.2.2 实验设计及处理 供试 7 个树种均选取生长正常、无病虫害且长势一致的容器苗,置于采用塑料薄膜密封并安装造雾喷头的大棚中,大棚面积 240 m^2 ,分隔成独立的 4 个区域,分别进行 4 个盐雾处理,即盐雾日处理时间分别为 0.0、0.5、1.0 和 2.0 h。采取完全随机区组设计,每小区 5 株,每个树种 3 个小区,视为 3 个重复;盐雾处理从每天 9:00 开始,处理结束后及时通风至 15:00,然后密封大棚。根据舟山海岛秋冬季多偏北大风的实际情况,于 2012 年 11 月 2 日开始喷雾处理,连续喷雾 35 d;喷雾期间大棚内的日间平均温度为 19.4 $^{\circ}\text{C}$,夜间平均温度为 15.3 $^{\circ}\text{C}$ (较累年 11 月平均气温高 3 $^{\circ}\text{C}$ ~ 4 $^{\circ}\text{C}$),自然光照,每隔 7 d 揭去容器苗基部的塑料薄膜并浇透水,保证苗木正常生长。

1.2.3 生长指标测定 于 2013 年 7 月 (即处理后的次年 7 月初) 分别测量各树种的苗高和地径,其中,苗高用钢卷尺 (精度 0.1 cm) 测量,地径用游标卡尺 (精度 0.01 mm) 测量,同时统计存活株数,按照公式“存活率 = (存活株数/供试株数) \times 100%”计算存活率。测量完成后将各树种的各处理组所有存活植株分别取出,洗净并吸干表面水分,置于 65 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱内烘干至恒质量,用天平 (精度 0.01 g) 分别称量叶、茎和根的干质量,并计算单株总干质量,结果取平均值。分别按照公式“叶质量比 = (单株叶干质量/单株总干质量) \times 100%”、“茎质量比 = (单株茎干质量/单株总干

质量) $\times 100\%$ ”、“根质量比=(单株根干质量/单株总干质量) $\times 100\%$ ”及“根冠比=单株根干质量/(单株叶干质量+单株茎干质量)”计算叶质量比、茎质量比、根质量比和根冠比。

1.3 数据处理

采用 EXCEL 2003 和 SPSS 17.0 统计分析软件对实验数据进行处理和分析。

2 结果和分析

2.1 盐雾胁迫对舟山海岛7个造林树种幼苗形态特征的影响

观察结果(图略)显示:随盐雾日处理时间和胁迫天数的延长,供试7个树种植株的受害症状均逐渐加深,但各树种存在较大差异。

普陀樟的受害症状从部分植株叶尖转褐、或新叶卷曲、或老叶逐渐枯焦开始,一般在胁迫15 d左右受害症状渐趋普遍,并随盐雾日处理时间和胁迫天数的延长,出现个别新芽转黑褐、老叶普遍枯焦落叶等状况;胁迫处理停止后受害症状继续加剧。

舟山新木姜子的受害症状从老叶逐渐枯焦开始,发展到叶尖或叶缘转褐,受害症状渐趋明显,或老叶基本枯焦落叶,最后成熟叶片斑状或块状失绿转褐;在胁迫处理停止1个月后,随盐雾日处理时间延长所有植株的叶片1/2至全部变褐。

红楠的受害症状从少量叶片的叶尖和叶缘转褐、卷曲开始,发展到基部老叶逐渐枯焦、脱落,后期叶尖黄褐色面积明显扩大,落叶严重;胁迫处理停止1个月后,受害症状进一步蔓延,甚至整株叶片枯焦,随盐雾日处理时间延长叶片枯焦程度逐渐加剧。

全缘冬青的受害症状从个别植株或个别新叶卷曲开始,在胁迫过程中有个别植株少量叶片叶缘局部转褐脱落残缺,或嫩叶和嫩芽转黑褐色并下垂枯死,且各处理组的病叶均明显脱落;胁迫处理停止1个月后,各处理组的植株受害症状基本无变化。

石栎的受害症状从较多植株的基部叶片叶尖转黄开始,迅速发展的大量叶片转黄,黄斑面积迅速扩大,且从逐步落叶到大量落叶;胁迫处理停止1个月后,除盐雾日处理时间0.5 h的处理组中个别植株叶片未完全枯焦外,其他处理组的所有植株叶片均枯萎,部分植株甚至完全落叶。

厚叶石斑木的受害症状从个别植株叶片叶尖转

褐、卷曲开始,迅速发展多数甚至所有植株顶端叶片叶尖和叶缘转褐、破损且明显卷曲,以及基部老叶转红褐色并脱落,但在胁迫后期所有植株的受害症状并未进一步加重,但随盐雾日处理时间延长,老叶脱落现象更加严重,个别植株的新叶呈褐色;盐雾胁迫处理停止1个月后,各处理组植株的受害症状基本无变化。

滨柃的受害症状从叶尖和叶缘转褐、卷曲开始,发展到部分植株顶端叶片枯焦且明显卷曲,落叶增多;盐雾胁迫处理停止后,随盐雾日处理时间延长个别至大多数植株的1/3至1/2或全部叶片枯萎。

2.2 盐雾胁迫对舟山海岛7个造林树种幼苗存活率、苗高和地径的影响

每日盐雾胁迫0.0、0.5、1.0和2.0 h持续处理35 d对舟山海岛7个造林树种存活率、苗高和地径的影响见表1。结果显示:盐雾处理停止后并经过翌年春季的生长,供试各树种的存活率、苗高和地径差异明显。

盐雾日处理时间延长对普陀樟和全缘冬青幼苗存活率无显著影响,二者的存活率分别在80.0%和93.3%以上,但苗高和地径受到明显抑制。盐雾日处理0.5 h,普陀樟和全缘冬青的苗高和地径较对照(盐雾日处理0.0 h)有所下降但无显著差异。盐雾日处理1.0和2.0 h,普陀樟和全缘冬青的苗高和地径均低于对照,且差异总体上达显著或极显著水平,其中,普陀樟的苗高分别较对照下降6.23%和16.85%,地径分别较对照下降16.37%和10.04%;全缘冬青的苗高分别较对照下降14.30%和15.82%,地径分别较对照下降14.63%和18.90%。

随盐雾日处理时间的延长,舟山新木姜子、红楠和滨柃幼苗的存活率均逐渐降低;盐雾日处理0.5和1.0 h,3个树种幼苗的存活率均可达到80%以上;盐雾日处理2.0 h,3个树种幼苗的存活率分别只有46.7%、26.7%和60.0%,显著或极显著低于对照。随盐雾日处理时间的延长,舟山新木姜子、红楠和滨柃幼苗的苗高逐渐下降,且总体上显著或极显著低于对照;与对照相比,盐雾日处理0.5、1.0和2.0 h,舟山新木姜子幼苗苗高分别下降35.47%、40.12%和51.74%,红楠幼苗苗高分别下降16.15%、31.15%和59.23%,滨柃幼苗苗高分别下降11.79%、17.47%和27.07%。随盐雾日处理时间的延长,3个树种的地径均较对照略有下降,但无显著差异。

表1 盐雾胁迫对舟山海岛7个造林树种幼苗存活率、苗高和地径的影响¹⁾Table 1 Effect of salt fog stress on survival rate, height and basal diameter of seedlings of seven afforestation tree species in Zhoushan islands¹⁾

树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的存活率/% Survival rate of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	93.3Aa	80.0Aa	86.7Aa	80.0Aa
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	93.3Aa	80.0Aa	80.0Aa	46.7Ab
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	100.0Aa	80.0Aa	80.0Aa	26.7Bb
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	100.0Aa	100.0Aa	100.0Aa	93.3Aa
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	93.3	26.7	6.7	0.0
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	100.0Aa	100.0Aa	100.0Aa	93.3Aa
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	100.0Aa	93.3Aa	86.7Aa	60.0Ab

树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的苗高/cm Height of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	27.3Aa	27.7Aa	25.6Aab	22.7Ab
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	17.2Aa	11.1Bb	10.3Bb	8.3Bb
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	26.0Aa	21.8ABab	17.9BCbc	10.6Cc
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	92.3Aa	84.7ABab	79.1Bb	77.7Bb
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	26.1	13.5	4.8	—
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	16.0Ab	19.6Aa	21.1Aa	19.6Aa
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	22.9Aa	20.2ABab	18.9ABbc	16.7Bc

树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的地径/mm Basal diameter of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	5.68Aa	5.51Aab	4.75Bc	5.11ABbc
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	4.33Aa	3.77Aa	4.14Aa	4.14Aa
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	5.61Aa	4.83Aa	5.00Aa	5.36Aa
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	11.96Aa	11.14ABab	10.21Bbc	9.70Bc
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	4.33	3.39	4.00	—
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	5.07Aa	5.30Aa	5.43Aa	4.85Aa
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	4.78Aa	4.65Aa	4.25Aa	4.30Aa

¹⁾ 同行中不同的大写和小写字母分别表示不同盐雾日处理时间同一指标在0.01和0.05水平上的差异显著性 Different capitals and small letters in the same row indicate the difference significance of the same index among different daily treating times of salt fog at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

²⁾ 经盐雾处理后石栎存活率太低,无重复数据,故不能进行方差分析 Survival rate of *Lithocarpus glaber* after treated by salt fog is so low without repeated data, so, variance analysis cannot be proceeded.

随盐雾日处理时间的延长,石栎幼苗的存活率和苗高均大幅度降低,但地径的降幅不大。盐雾日处理0.5和1.0 h,其幼苗存活率仅为26.7%和6.7%;而盐雾日处理2.0 h,其幼苗均死亡。

随盐雾日处理时间的延长,厚叶石斑木幼苗的存活率无显著变化,盐雾日处理0.5、1.0和2.0 h,其存活率分别为100.0%、100.0%和93.3%。盐雾日处理0.5、1.0和2.0 h,其苗高均显著高于对照,分别较对照增加22.50%、31.88%和22.50%。盐雾日处理0.5和1.0 h,其地径均高于对照,而盐雾日处理2.0 h,其地径则略低于对照,但与对照无显著差异。

2.3 盐雾胁迫对舟山海岛7个造林树种幼苗不同部位单株干质量及质量比的影响

每日盐雾胁迫0.0、0.5、1.0和2.0 h持续处理35 d对舟山海岛7个造林树种单株的叶、茎、根干质量和总干质量及质量比的影响见表2。

由表2可见:短时间盐雾胁迫对普陀樟和滨柃单株的叶、根、茎干质量及总干质量均无显著影响,但随盐雾日处理时间的延长,这2个树种的生长受抑制且枝叶枯死脱落,导致单株的不同部位干质量以及总干质量逐渐下降。其中,盐雾日处理0.5 h,普陀樟的单株总干质量与对照差异不显著;但盐雾日处理1.0和

2.0 h,其单株总干质量分别较对照下降 21.10% 和 39.45%,差异达显著或极显著水平。盐雾日处理 0.5 和 1.0 h,滨柃的单株总干质量均略低于对照但差异不显著;盐雾日处理 2.0 h,其单株总干质量较对照下降 46.19%,差异达极显著水平。经每日不同时间的盐雾处理后,普陀樟幼苗的叶质量比均较对照有所下降,根质量比则均较对照有所上升;其茎质量比在盐雾日处理 0.5 和 1.0 h 时低于对照,在盐雾日处理 2.0 h 时则显著高于对照。滨柃的叶质量比在盐雾日处理 0.5 和 1.0 h 时高于对照,在盐雾日处理 2.0 h 时则极显著低于对照;而根质量比在盐雾日处理 0.5 和 1.0 h 时低于对照,在盐雾日处理 2.0 h 时则高于对照,但差异均不显著;其茎质量比在盐雾日处理 0.5 和 1.0 h 时低于对照,在盐雾日处理 2.0 h 则极显著高于对照。此外,盐雾胁迫导致普陀樟和滨柃幼苗大量落叶造成其地上部分干质量减少,从而导致二者的根冠比总体上有所提高。

由表 2 可见:盐雾胁迫对舟山新木姜子、红楠和全缘冬青幼苗的生长有明显的抑制作用,使这 3 个树种幼苗单株的不同部位干质量及总干质量显著或极显著下降,且降幅总体上随盐雾日处理时间的延长而

增大。盐雾日处理 0.5、1.0 和 2.0 h,舟山新木姜子、红楠和全缘冬青的单株总干质量分别较各自的对照下降 44.75%、43.58% 和 58.37%,33.05%、55.24% 和 46.98%,25.64%、39.18% 和 57.24%,差异达显著或极显著水平。经每日不同时间的盐雾处理后,舟山新木姜子和红楠的叶质量比总体上显著或极显著低于对照,而根质量比则总体上显著或极显著高于对照,茎质量比总体上与对照无显著差异;盐雾胁迫导致舟山新木姜子和红楠幼苗大量落叶,造成二者地上部分干质量明显减少,因而,使二者的根冠比也大幅度高于对照。全缘冬青的叶质量比和茎质量比总体上高于对照,但差异不显著;其根质量比和根冠比均明显低于对照。

经每日不同时间的盐雾处理后,石栎幼苗多数枯死,残存的植株多为枝叶枯死后的萌生枝,因此其幼苗单株的不同部位干质量及总干质量均极低,叶质量比和茎质量比也极低,导致其根冠比异常升高。

由表 2 还可见:盐雾胁迫对厚叶石斑木幼苗生长有一定的促进作用,使其单株的不同部位干质量及总干质量不同程度增加,但随盐雾日处理时间的延长,增幅减小。盐雾日处理 0.5、1.0 和 2.0 h,厚叶石斑

表 2 盐雾胁迫对舟山海岛 7 个造林树种幼苗不同部位单株干质量及质量比的影响¹⁾

Table 2 Effect of salt fog stress on dry weight per plant and weight ratio of different parts of seedlings of seven afforestation tree species in Zhoushan islands¹⁾

树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的单株叶干质量/g Leaf dry weight per plant of seedling at different daily treating times of salt fog				不同盐雾日处理时间幼苗的叶质量比/% Leaf weight ratio of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
	普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	3.60Aa	3.36Aab	2.78ABb	1.80Bc	49.70Aa	44.68ABab	48.14ABa
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	1.02Aa	0.40Bb	0.37Bb	0.28Bb	39.63Aa	25.28Bb	22.76Bb	19.76Bb
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	3.18Aa	2.16ABab	1.02Bb	1.09ABb	37.22Aa	34.31Aab	20.10Bc	23.32ABbc
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	15.35Aa	12.91Aab	9.80ABbc	6.21Bc	22.79Aa	27.16Aa	24.59Aa	22.11Aa
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	3.36	0.64	0.06	—	44.27	18.09	3.77	—
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	2.41Bb	4.69Aa	3.51ABab	2.43Bb	35.35ABbc	43.78Aa	36.95ABab	28.90Bc
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	1.24Aa	1.55Aa	1.34Aa	0.34Bb	26.00Ab	33.92Aa	29.65Aab	14.02Bc
树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的单株茎干质量/g Stem dry weight per plant of seedling at different daily treating times of salt fog				不同盐雾日处理时间幼苗的茎质量比/% Stem weight ratio of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
	普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	1.89Aa	1.90Aa	1.40Bb	1.33Bb	26.24ABb	26.12ABb	24.82Bb
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	0.75Aa	0.44Bb	0.38Bb	0.32Bb	29.73Aa	28.66Aa	26.02Aa	30.33Aa
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	2.03Aa	1.43ABb	1.12Bb	1.17ABb	26.02Ab	29.58Aab	32.93Aa	27.48Aab
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	28.45Aa	21.40Bb	17.33Bbc	14.09Cc	46.27Ab	45.95Ab	46.68Ab	51.93Aa
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	1.26	0.69	0.23	—	17.27	22.51	14.47	—
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	1.67Bb	2.46Aa	2.33ABa	2.11ABab	26.33Aa	24.07Aa	27.26Aa	25.84Aa
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	1.97Aa	1.78ABab	1.63ABab	1.32Bb	43.92Bb	40.27Bb	40.45Bb	53.33Aa

续表 2 Table 2 (Continued)

树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的单株根干质量/g Root dry weight per plant of seedling at different daily treating times of salt fog				不同盐雾日处理时间幼苗的根质量比/% Root weight ratio of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	1.75ABab	2.10Aa	1.55Bbc	1.26Bc	24.06Ab	29.20Aa	27.04Aab	29.24Aa
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	0.79Aa	0.59ABbc	0.70ABab	0.46Bc	30.63Bb	46.05Aa	51.23Aa	49.92Aa
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	2.90Aa	1.84Bb	1.50Bb	2.04ABab	36.76Bb	36.11Bb	46.97Aa	49.20Aa
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	19.62Aa	12.85Bb	11.44BCbc	6.82Cd	30.94Aa	26.89Ab	28.73Aab	25.96Ab
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	2.87	1.78	1.30	—	38.46	59.39	81.76	—
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	2.34Bb	3.27ABa	3.08ABab	3.68Aa	38.32Bb	32.14Bc	35.79Bbc	45.27Aa
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	1.38Aa	1.15ABab	1.27ABa	0.80Bb	30.09Aab	25.81Ab	29.90Aab	32.65Aac

树种 Tree species	不同盐雾日处理时间幼苗的单株总干质量/g Total dry weight per plant of seedling at different daily treating times of salt fog				不同盐雾日处理时间幼苗的根冠比 Root/shoot ratio of seedling at different daily treating times of salt fog			
	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	0.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
普陀樟 <i>Cinnamomum japonicum</i> var. <i>chenii</i>	7.25Aa	7.36Aa	5.72ABb	4.39Bc	0.32Ab	0.42Aa	0.38Aab	0.42Aa
舟山新木姜子 <i>Neolitsea sericea</i>	2.57Aa	1.42Bb	1.45Bb	1.07Bb	0.44Bb	1.04Aa	1.17Aa	1.12Aa
红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	8.11Aa	5.43ABb	3.63Bb	4.30ABb	0.61Bb	0.59Bb	1.01Aa	0.98ABab
全缘冬青 <i>Ilex integra</i>	63.42Aa	47.16ABb	38.57BCbc	27.12Cc	0.45Aa	0.37Ab	0.41Aab	0.36Ab
石栎 ²⁾ <i>Lithocarpus glaber</i> ²⁾	7.49	3.11	1.59	—	0.65	1.55	4.48	—
厚叶石斑木 <i>Raphiolepis umbellata</i>	6.41Bb	10.42Aa	8.92ABa	8.22ABab	0.66Bb	0.48Bc	0.57Bbc	0.85Aa
滨柃 <i>Eurya emarginata</i>	4.59Aa	4.48Aa	4.24Aa	2.47Bb	0.44Aab	0.35Ab	0.44Aab	0.50Aa

¹⁾ 同行中不同的大写和小写字母分别表示不同盐雾日处理时间同一指标在 0.01 和 0.05 水平上的差异显著性 Different capitals and small letters in the same row indicate the difference significance of the same index among different daily treating times of salt fog at 0.01 and 0.05 levels, respectively.

²⁾ 经盐雾处理后石栎存活率太低,无重复数据,故不能进行方差分析 Survival rate of *Lithocarpus glaber* after treated by salt fog is so low without repeated data, so, variance analysis cannot be proceeded.

木单株总干质量分别较对照上升 62.56%、39.16% 和 28.24%,其中,盐雾日处理 0.5 和 1.0 h,其单株总干质量分别极显著或显著高于对照。随盐雾日处理时间的延长,厚叶石斑木幼苗的叶质量比呈逐渐下降趋势,而根质量比和根冠比呈逐渐上升趋势,茎质量比则与对照无显著差异。

3 讨论和结论

上述实验结果显示:用含盐量 $18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 的盐水模拟自然界盐雾对舟山海岛 7 个造林树种进行盐雾胁迫处理,7 个树种的外观形态均表现出不同程度的盐害症状,且随盐雾日处理时间和胁迫天数的延长受害症状逐渐加深,从叶尖和叶缘变黄、变褐及卷曲开始,这些症状通常首先出现在新叶、老叶、病叶及破损叶上,然后逐渐蔓延至生长正常的成熟叶和枝条上,直至叶片枯焦、脱落,枝条干枯,甚至幼苗死亡。但供试 7 个造林树种表现出的受害程度各不相同,各树种的存活率也各异;其中,盐雾胁迫对全缘冬青、厚叶石斑木和普陀樟幼苗的存活率无显著影响,但对滨柃、

舟山新木姜子和红楠等树种的存活率有一定的影响,对石栎幼苗的存活率则有极显著影响。因此,根据外观形态和幼苗存活率可较为直观地判断不同树种对盐雾的耐性。

随盐雾日处理时间的延长,全缘冬青、普陀樟、红楠、滨柃、舟山新木姜子和石栎幼苗的苗高总体上递减,但不同树种间的降幅存在较大差异;在盐雾日处理时间较长时,仅石栎、普陀樟和全缘冬青幼苗的地径受到明显抑制,其他树种幼苗的地径与对照均无显著差异,说明盐雾胁迫主要抑制这 6 个树种的高生长。在供试的 7 个树种中,厚叶石斑木较为特殊,随盐雾日处理时间的延长其苗高呈递增趋势,表明其对一定时间和一定程度的盐雾胁迫具有耐受性,属于适应盐雾胁迫的树种。盐雾胁迫对供试 7 个树种幼苗干物质积累的影响与苗高和地径类似。经每日不同时间的盐雾处理后,舟山新木姜子、红楠和全缘冬青幼苗的单株总干质量均显著下降,而石栎的单株总干质量的下降幅度更大;但较短的盐雾日处理时间对普陀樟和滨柃幼苗的单株总干质量无显著影响,而随盐雾日处理时间延长,二者的单株总干质量也下降;同

样的盐雾处理条件下,厚叶石斑木幼苗的单株总干质量则显著上升。研究结果显示:不同程度的盐雾胁迫对供试7个树种的根冠比有不同的影响效应。普陀樟等供试树种根冠比的增加,与其幼苗生长受到抑制以及枝叶枯死脱落后地上部分干质量降低有关,表明盐雾胁迫对这些树种地上部分的抑制作用大于根系^[9];但对全缘冬青而言,盐雾胁迫对其地下部分的抑制作用则大于地上部分;而经每日不同时间的盐雾处理后,虽然厚叶石斑木的老叶脱落,但由于盐雾胁迫对其幼苗地下部分生长无明显抑制作用,加之适度盐雾胁迫还促进了其幼苗地上部分的生长,因此,厚叶石斑木幼苗的根冠比小于对照。

对不同树种耐盐雾能力的评价是海岛绿化树种选择的前提。Black^[16]依据植物在海岸带的生长位置和盐害程度确定植物的耐盐雾能力,并提出了植物耐盐雾能力等级的划分标准。根据此标准判定,主要生长在浪花飞溅区的厚叶石斑木、全缘冬青、普陀樟和滨柃等应具有较强的耐盐雾能力,生长在面海山坡林内的红楠和舟山新木姜子耐盐雾能力中等,主要分布在内陆山坡的石栎耐盐雾性较弱,与本研究结果基本一致,表明植物在海岸带生长的位置与其耐盐雾能力有直接关系。除此之外,植物抗逆性评价通常还可利用生长和生理等指标并采用综合评价法进行评价^[8,11,17],也可通过植株受害症状和生长指标来评定抗性等级^[9]。因此,在本研究中,结合盐雾胁迫时各树种的形态特征、存活率和生长指标,可将供试7个树种的耐盐雾能力初步划分为4个等级:厚叶石斑木的耐盐雾性最强,全缘冬青、普陀樟和滨柃的耐盐雾性较强,红楠和舟山新木姜子的耐盐雾性较弱,石栎的耐盐雾性在7个树种中最弱。在实际应用中,厚叶石斑木、全缘冬青、普陀樟和滨柃等树种适宜用于海岸带、面海山坡甚至浪花飞溅区的造林或园林绿化,红楠和舟山新木姜子适宜于林下补植,而石栎只能应用于远离海岸的山坡造林。

植物的耐盐雾能力与其耐(土壤)盐能力也具有一定的相关性。一般情况下,耐盐雾能力强的树种对高盐土壤也有一定的耐性,耐盐雾能力较弱的树种对盐渍土的耐性也较弱。相关研究结果^[18-19]表明:在水培条件下,厚叶石斑木可耐受质量浓度 $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的NaCl胁迫,其新梢和新根均可正常生长;而滨柃只能耐受质量浓度 $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl胁迫,当NaCl质量浓度达到 $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时其生长明显受到抑制。王慰等^[20]的

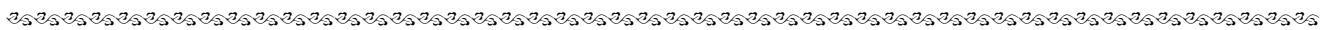
研究结果显示:1年生舟山新木姜子也能耐受质量浓度 $6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl胁迫,质量浓度 $9\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl胁迫对其株高和地径生长有显著抑制作用。李影丽等^[21]将1年生舟山新木姜子栽培在蛭石、珍珠岩和沙配制的混合基质中进行盆栽胁迫实验,结果表明舟山新木姜子能耐受质量浓度 $5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl胁迫,在质量浓度 $7\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl胁迫条件下其苗高生长显著受抑制。王月英等^[22]的大田栽培实验结果表明:将厚叶石斑木种植在含盐量 $6.7\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 的土壤中,其植株成活率可达88.2%,且生长良好并能开花结果。将滨柃种植在含盐量 $5\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 的土壤中,其成活率达83%;但在含盐量 $7\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 的土壤中,其成活率仅10%^[23]。综上所述,不同树种对土壤耐盐性的强弱与其耐盐雾能力基本一致,但叶片耐盐雾水平更高,因此,耐盐雾性强或较强的厚叶石斑木、全缘冬青、普陀樟和滨柃还可以种植在含盐量低于 $5\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 的土壤中。

参考文献:

- [1] 徐国葆. 我国沿海大气中盐雾含量与分布[J]. 环境技术, 1994(3): 1-7.
- [2] 王述礼, 孔繁智, 关德新, 等. 沿海防护林防海煞危害初探[J]. 应用生态学报, 1995, 6(3): 251-254.
- [3] GRIFFITHS M E, ORIANS C M. Salt spray effects on forest succession in rare coastal sandplain heathlands: evidence from field surveys and *Pinus rigida* transplant experiments[J]. The Journal of the Torrey Botanical Society, 2004, 131: 23-31.
- [4] GRIFFITHS M E. Salt spray and edaphic factors maintain dwarf stature and community composition in coastal sandplain heathlands[J]. Plant Ecology, 2006, 186: 69-86.
- [5] OGURA A, YURA H. Effects of sandblasting and salt spray on inland plants transplanted to coastal sand dunes[J]. Ecological Research, 2008, 23: 107-112.
- [6] 薄井五郎. 海风环境下における天然生树木の生態と砂防的应用[R]. 北海道: 北海道林业试验场, 1990: 16-19.
- [7] DRAAIJERS G P J, REMCO VAN E K, BLEUTEN W. Atmospheric deposition in complex forest landscapes[J]. Boundary-Layer Meteorology, 1994, 69: 343-366.
- [8] 孙海菁, 王树凤, 陈益泰. 盐胁迫对6个树种的生长及生理指标的影响[J]. 林业科学研究, 2009, 22(3): 315-324.
- [9] 张华新, 刘正祥, 刘秋芳. 盐胁迫下树种幼苗生长及其耐盐性[J]. 生态学报, 2009, 29(5): 2263-2271.
- [10] 杨升, 张华新, 刘涛. 16个树种盐胁迫下的生长表现和生理特性[J]. 浙江农林大学学报, 2012, 29(5): 744-754.
- [11] 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.
- [12] 张忠辉, 林士杰, 吕忠明, 等. 树木耐盐碱性研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(28): 9-14.

- [13] 陈顺伟,高智慧,岳春雷,等. 杜英等树种对盐雾胁迫的反应及其生理特性研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2001, 27(4): 398-402.
- [14] 陈顺伟,高智慧,岳春雷,等. 盐雾胁迫下杜英等树种生理特性的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(5): 11-14.
- [15] 卞阿娜,林 鸣,王文卿. 盐雾胁迫对榄仁幼苗生长及体内矿物质元素分布的影响[J]. 生态环境学报, 2014, 23(11): 1752-1758.
- [16] BLACK R J. Salt-tolerant plants for Florida[R/OL]. [2015-08-31]. http://hos.ufl.edu/sites/default/files/faculty/gdliu/Salt-TolerantPlants_FL_Blank_03_0.pdf.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 裘丽珍,黄有军,黄坚钦,等. 不同耐盐性植物在盐胁迫下的生长与生理特性比较研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2006, 32(4): 420-427.
- [20] 王 慰,黄胜利,丁国剑,等. 盐胁迫下舟山新木姜子1年生苗形态变化及生理反应[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(2): 168-172.
- [21] 李影丽,汪奎宏,许利群,等. 舟山新木姜子盐胁迫下生长变化及生理反应[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(2): 48-51.
- [22] 王月英,卢 翔,刘洪见,等. 盐分胁迫对厚叶石斑木苗木生长影响试验初报[J]. 林业实用技术, 2011(6): 29-30.
- [23] 崔心红,有祥亮,张 群. 长三角滨海城镇园林绿化植物耐盐性试验研究[J]. 中国园林, 2011(2): 93-96.

(责任编辑:张明霞)



欢迎订阅 2017 年《植物资源与环境学报》

全国中文核心期刊
中国科学引文数据库核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE 中国核心学术期刊(A)

《植物资源与环境学报》系江苏省中国科学院植物研究所和江苏省植物学会共同主办的学术期刊,国内外公开发行。本刊为 BA、CA、CAB、Elsevier's、中国生物学文摘、中国环境科学文摘、中国科学引文数据库、万方数据——数字化期刊群、中国学术期刊(光盘版)、超星期刊域出版平台和中文科技期刊数据库等国内外著名刊库收摘,并被 Ulrich's 期刊指南等所收录。2013 年荣获首届“江苏省首届新闻出版政府奖——报刊奖”;2014 年荣获“江苏省精品科技期刊”称号;2015 年荣获“第六届江苏省科技期刊金马奖——精品期刊奖”和“江苏省精品科技期刊”称号。

本刊围绕植物资源与环境两个中心命题,报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性保护,自然保护区与植物园的建设和管理,植物在保护和美化环境中的作用,环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。凡从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工和环境保护等

领域的科研、教学、技术人员及决策者均可以从本刊获得相关学科领域的研究进展和信息。

本刊为季刊,大 16 开本,全铜版纸印刷;国内统一连续出版物号 CN 32-1339/S,国际标准连续出版物号 ISSN 1674-7895。每期定价 20 元,全年定价 80 元,全国各地邮局均可订阅,邮发代号 28-213。若错过征订时间或需补齐 1992 年至 2016 年各期者,请直接与编辑部联系邮购。1992 年至 1994 年每年 8 元,1994 年至 2000 年每年 16 元,2001 年至 2005 年每年 24 元,2006 年至 2008 年每年 40 元,2009 年至 2011 年每年 60 元,2012 年至 2016 年每年 80 元(均含邮资),如需挂号另付邮挂费。

编辑部地址:江苏省南京市中山门外 江苏省中国科学院植物研究所内(邮编 210014);电话:025-84347014;E-mail:zwzybjb@163.com;QQ:2219161478。投稿网址:<http://www.cnbg.net/Tg/Contribute/Login.aspx>。

欢迎订阅! 欢迎投稿!