

文章编号:1001-1498(2004)05-0641-05

# 无瓣海桑对乡土红树植物的化感作用

李 玫, 廖宝文, 郑松发, 陈玉军

(中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520)

**摘要:**以外来种无瓣海桑为供体,通过室内栽培实验探讨了无瓣海桑各器官水浸液的不同浓度(即0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g mL<sup>-1</sup>)对我国4个乡土红树植物的化感作用。结果表明:无瓣海桑对各乡土红树植物均存在化感作用,对胚轴萌发的影响大于对幼苗生长的影响;除最低浓度外,不同浓度的各器官水浸液均能明显抑制各乡土红树植物的萌发,且随着浓度增大抑制作用增强;所有水浸液均表现出高浓度下抑制幼苗生长,随着浓度的降低抑制作用减弱,甚至转为促进的规律;各器官的水浸液对各乡土红树植物的萌发和幼苗生长的抑制作用为:果>根>凋落叶;高浓度时,无瓣海桑的各器官水浸液对不同受体红树植物的幼苗生长抑制强度不同。

**关键词:**无瓣海桑;化感作用;乡土红树植物

**中图分类号:**S723.7      **文献标识码:**A

无瓣海桑(*Sonneratia apetala* Buxh Ham)是1985年由孟加拉国引进的红树植物,它具有速生、耐浸淹、抗逆性强等特性,广泛用作红树林的造林先锋树种<sup>[1~3]</sup>。由于外来种无瓣海桑有一定的扩散能力,是否会引发生物入侵值得关注<sup>[4]</sup>。植物间的化感作用是生物入侵机理之一<sup>[5]</sup>,研究无瓣海桑对我国乡土红树植物的化感作用有助于探讨该外来种对生态环境的影响,并为合理推广利用该树种以及我国红树林湿地的保护和可持续发展提供科学依据。目前国内有关红树植物之间化感作用研究的文献较少<sup>[6,7]</sup>,为此本文以无瓣海桑为供体植物,研究无瓣海桑的凋落叶、根和果的水浸液对乡土红树植物白骨壤(*Avicennia marina* Vierh.)、桐花树(*Aegiceras corniculatum* Blanco.)、木榄(*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lamk.)和秋茄(*Kandelia candel* (L.) Druce)的胚轴萌发和幼苗生长的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 无瓣海桑水浸液的制备

2002年8月从广东省湛江市高桥红树林保护站采集供体植物无瓣海桑(5年生)的根、果及凋落叶样品,洗净,称质量,将各器官剪碎(<2 cm)分别放入塑料桶中,按比例加蒸馏水配制成质量浓度为0.5 g mL<sup>-1</sup>的溶液,浸泡期间每隔12 h搅拌15 min,3 d后用双层纱布过滤2次制成母液,置于带盖的塑料桶中低温保存待用。

将无瓣海桑根、果及凋落叶的母液分别按比例加入蒸馏水配制成质量浓度为0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g mL<sup>-1</sup>的水浸液。制备水浸液的无瓣海桑根、果及凋落叶均未失水,即为鲜植物器官。

收稿日期:2003-11-19

基金项目:国家自然科学基金(30070144)和广东省自然科学基金(021582)的部分研究内容

作者简介:李玫(1971—),女,重庆人,助理研究员。

## 1.2 试验设计

受体植物白骨壤:将供体无瓣海桑的根、果、凋落叶的水浸液分别设置 5 个不同浓度处理组(见上节)和 1 个对照组,每组 3 盆,平行放置。盆内基质为沙(24%)、壤土(73%)、N、P 复合肥(3%)。胚轴萌发试验中每盆种植 10 支胚轴,每天每组分别加入相应浓度的水浸液 50 mL 盆<sup>-1</sup>,对照组则加入清水,萌发试验时间持续 15 d;幼苗生长影响的试验中,每盆种植 3 棵幼苗,每组每隔 15 d 加入相应浓度的水浸液 50 mL 盆<sup>-1</sup>,对照组加入清水,试验时间持续 6 个月。

受体桐花树、秋茄、木榄的试验设置与白骨壤的相同。

## 1.3 评价指标

以 Williamson<sup>[8]</sup>提出的化感效应敏感指数为评价指标,即  $RI = 1 - C/T(T - C)$ ,  $RI = C/T - 1(T < C)$ , 式中  $C$  为对照值,  $T$  为处理值。 $RI$  表示作用强度大小,正值表示促进效应,负值表示抑制效应,其绝对值大小反映化感作用的强弱。统计假设检验方法与方差分析均以  $RI$  值为原始数据进行,用 SPSS 统计分析软件处理<sup>[9]</sup>。

# 2 结果与分析

## 2.1 对乡土红树植物胚轴萌发的影响

由表 1 可知,用不同浓度的无瓣海桑各器官的水浸液处理白骨壤胚轴,除最低浓度 0.1 g mL<sup>-1</sup>外均极显著( $P < 0.01$ )抑制胚轴的萌发,而且随着浓度增大抑制作用逐渐增强。从  $RI$  绝对值比较看,各器官的水浸液对白骨壤胚轴萌发的抑制效果为果 > 根 > 凋落叶。无瓣海桑各器官水浸液对胚轴萌发的抑制强度不同,这可能与不同器官所释放的化感物质含量不同有关。酚类物质是化感物质之一<sup>[2]</sup>,单宁具有抗菌、拒食效应,也极有可能是红树植物的化感物质,但尚待进一步提取鉴定以证实。

表 1 无瓣海桑水浸液对乡土红树植物胚轴萌发的影响

器官	水浸液浓度/ (g mL <sup>-1</sup> )	平均萌发率的 $RI$ 值			
		白骨壤	桐花树	木榄	秋茄
凋落叶	0.0	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A
	0.1	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A
	0.2	- 0.033 b B	- 0.033 b B	- 0.033 b B	- 0.033 b B
	0.3	- 0.036 bc BC	- 0.035 b B	- 0.037 c BD	- 0.037 bc BC
	0.4	- 0.038 c BC	- 0.042 c C	- 0.039 c CD	- 0.039 c C
	0.5	- 0.042 d C	- 0.047 c C	- 0.042 d C	- 0.040 c C
根	0.0	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A
	0.1	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A
	0.2	- 0.035 b B	- 0.034 b B	- 0.034 b B	- 0.033 b B
	0.3	- 0.039 bc B	- 0.039 bc BD	- 0.038 bd BC	- 0.037 c BC
	0.4	- 0.042 c BC	- 0.043 c CD	- 0.040 cd BC	- 0.039 cd C
	0.5	- 0.047 d C	- 0.049 d C	- 0.043 c C	- 0.041 d C
果	0.0	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A
	0.1	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a A
	0.2	- 0.034 b B	- 0.037 b B	- 0.034 b B	- 0.034 b B
	0.3	- 0.042 bc BC	- 0.040 bc B	- 0.039 c BC	- 0.035 c BC
	0.4	- 0.045 c BC	- 0.044 c B	- 0.042 c C	- 0.041 c C
	0.5	- 0.051 c C	- 0.057 d C	- 0.052 d D	- 0.048 d D

注:同列数据中小写字母不相同的表示 Duncan 检验差异显著( $P < 0.05$ ),大写字母不相同的表示 Duncan 检验差异极显著( $P < 0.01$ ),以下同。

分别用不同浓度的无瓣海桑各器官的水浸液处理桐花树、木榄和秋茄的胚轴,其结果与受体白骨壤的相似(表1)。通过对  $RI$  绝对值的比较,无瓣海桑的各器官水浸液对不同受试植物萌发的抑制效果均表现为桐花树 > 白骨壤 > 木榄 > 秋茄。

## 2.2 对乡土红树植物幼苗生长的影响

表2、3表明,无瓣海桑凋落叶的水浸液浓度为  $0.5$ 、 $0.4 \text{ g mL}^{-1}$  时分别能极显著、显著抑制白骨壤苗高和生物量增长,其它浓度则均有不同程度的促进作用,且随着浓度降低促进作用增强,其中  $0.1$ 、 $0.2 \text{ g mL}^{-1}$  的促进作用达到极显著;无瓣海桑根的水浸液对白骨壤生长的影响也表现为“高抑低促”,即在浓度  $0.5$ 、 $0.4 \text{ g mL}^{-1}$  时能极显著抑制其生长,而浓度  $0.3 \text{ g mL}^{-1}$  时则起促进作用(与对照无显著差异), $0.2$ 、 $0.1 \text{ g mL}^{-1}$  时分别为显著和极显著地促进;无瓣海桑果的水浸液仅在  $0.1 \text{ g mL}^{-1}$  时促进白骨壤生长(与对照无显著差异), $0.2 \text{ g mL}^{-1}$  时起抑制作用(与对照无显著差异), $0.3 \sim 0.5 \text{ g mL}^{-1}$  时抑制作用均达到极显著。根据  $RI$  绝对值对无瓣海桑各器官水浸液的抑制效果进行比较,果的水浸液对幼苗生长的抑制作用最明显,其次依次是根、凋落叶。

用不同浓度的无瓣海桑各器官的水浸液处理桐花树的幼苗,实验结果与白骨壤的基本相似(表2、3)。2个受体的处理结果不同之处在于,无瓣海桑根的水浸液浓度为  $0.2 \text{ g mL}^{-1}$  时能极显著促进桐花树幼苗生长,显著地促进白骨壤幼苗生长;无瓣海桑果的水浸液  $0.2 \text{ g mL}^{-1}$  时显著抑制桐花树生长,对白骨壤的生长虽有抑制但不显著。根据  $RI$  绝对值比较,无瓣海桑各器官水浸液对桐花树幼苗生长抑制效果为果 > 根 > 凋落叶。

表2 无瓣海桑水浸液对乡土红树植物幼苗苗高的影响

器官	水浸液浓度/ ( $\text{g mL}^{-1}$ )	幼苗平均苗高的 $RI$ 值			
		白骨壤	桐花树	木榄	秋茄
凋落叶	0.0	0.000 a AC	0.000 a AD	0.000 a AD	0.000 a AD
	0.1	0.030 b B	0.029 b B	0.024 b B	0.010 b B
	0.2	0.024 b BD	0.020 b B	0.019 b B	0.006 bd AB
	0.3	0.011 a AD	0.006 a A	0.008 a AB	0.004 ad AB
	0.4	- 0.004 c A	- 0.013 c CD	- 0.012 cd CD	- 0.005 c CD
	0.5	- 0.016 c C	- 0.025 d C	- 0.021 c C	- 0.008 c C
根	0.0	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a AD	0.000 a A
	0.1	0.027 b B	0.027 b B	0.025 b B	0.012 b B
	0.2	0.019 bd AB	0.018 b B	0.017 bd B	0.007 bc BD
	0.3	0.006 ad AB	0.008 a A	0.009 ad A	0.004 c AD
	0.4	- 0.022 c C	- 0.015 c C	- 0.015 c CD	- 0.006 d C
	0.5	- 0.033 c C	- 0.030 d C	- 0.020 c C	- 0.010 d C
果	0.0	0.000 ad A	0.000 a AD	0.000 a AD	0.000 ac AB
	0.1	0.007 a A	0.010 a A	0.016 b A	0.007 b A
	0.2	- 0.018 bd A	- 0.013 b BD	0.007 ab AD	0.003 ab AB
	0.3	- 0.034 bc BC	- 0.038 c BC	- 0.011 c BD	- 0.004 c B
	0.4	- 0.045 c BC	- 0.049 c C	- 0.029 d BC	- 0.012 d C
	0.5	- 0.051 c B	- 0.055 c C	- 0.036 d C	- 0.015 d C

表 3 无瓣海桑水浸液对乡土红树植物幼苗生物量的影响

器官	水浸液浓度/ (g mL <sup>-1</sup> )	幼苗平均生物量的 <i>RI</i> 值			
		白骨壤	桐花树	木榄	秋茄
凋落叶	0.0	0.000 a AC	0.000 a AD	0.000 a AD	0.000 a AD
	0.1	0.054 b B	0.021 b B	0.013 b B	0.010 b B
	0.2	0.043 b BD	0.014 b B	0.009 b B	0.006 bd AB
	0.3	0.020 a AD	0.004 a A	0.004 a AB	0.004 ad AB
	0.4	- 0.008 c A	- 0.009 c CD	- 0.005 cd CD	- 0.005 c CD
	0.5	- 0.028 c C	- 0.018 d C	- 0.009 c C	- 0.008 c C
根	0.0	0.000 a A	0.000 a A	0.000 a AD	0.000 a A
	0.1	0.048 b B	0.019 b B	0.013 b B	0.012 b B
	0.2	0.035 bd AB	0.013 b B	0.009 bd B	0.007 bc BD
	0.3	0.012 ad AB	0.006 a A	0.005 ad A	0.004 c AD
	0.4	- 0.040 c C	- 0.010 c C	- 0.007 c CD	- 0.006 d C
	0.5	- 0.060 c C	- 0.021 d C	- 0.009 c C	- 0.010 d C
果	0.0	0.000 ad A	0.000 a AD	0.000 a AD	0.000 ac AB
	0.1	0.012 a A	0.007 a A	0.005 b A	0.007 b A
	0.2	- 0.033 bd A	- 0.009 b BD	0.002 ab AD	0.003 ab AB
	0.3	- 0.060 bc BC	- 0.027 c BC	- 0.004 c BD	- 0.004 c B
	0.4	- 0.080 c BC	- 0.035 c C	- 0.009 d BC	- 0.012 d C
	0.5	- 0.091 c B	- 0.039 c C	- 0.012 d C	- 0.015 d C

无瓣海桑的凋落叶水浸液对木榄幼苗生长的影响表现为“高抑低促”(表 2、3),浓度 0.5、0.4 g mL<sup>-1</sup>时分别极显著和显著抑制木榄幼苗苗高和生物量增长,0.3 g mL<sup>-1</sup>时则起促进作用(与对照无显著差异),浓度为 0.2、0.1 g mL<sup>-1</sup>时促进作用极显著;无瓣海桑根的水浸液对木榄幼苗生长的影响表现与凋落叶的相似,但从 *RI* 绝对值比较看,根的水浸液抑制效应比凋落叶的强;无瓣海桑果的水浸液 0.5、0.4 g mL<sup>-1</sup>时极显著抑制木榄幼苗生长,0.3 g mL<sup>-1</sup>时显著抑制,随着浓度降低抑制作用逐渐减弱,0.2、0.1 g mL<sup>-1</sup>时分别显著和极显著促进生长。根据 *RI* 绝对值比较,无瓣海桑各器官水浸液对木榄幼苗生长抑制效果为果 > 根 > 凋落叶。

用无瓣海桑各器官的水浸液处理秋茄幼苗,实验结果与木榄的基本相似(表 2、3)。无瓣海桑根的水浸液浓度为 0.4 g mL<sup>-1</sup>时极显著抑制秋茄幼苗生长,显著抑制木榄幼苗生长;无瓣海桑果的水浸液 0.2 g mL<sup>-1</sup>时促进秋茄的幼苗生长(与对照无显著差异),对木榄的生长则有显著的促进作用。根据 *RI* 绝对值比较,无瓣海桑各器官的水浸液对秋茄的幼苗生长抑制效果为果 > 根 > 凋落叶。

根据 *RI* 绝对值进行比较,高浓度时无瓣海桑的各器官水浸液对不同受试植物生物量增长的抑制效果大致表现为白骨壤 > 桐花树 > 秋茄 > 木榄;无瓣海桑的根水浸液对不同受试植物苗高增长的抑制强度为白骨壤 > 桐花树 > 木榄 > 秋茄,凋落叶水浸液对苗高增长的抑制强度为桐花树 > 木榄 > 白骨壤 > 秋茄,果的水浸液对苗高增长的抑制强度为桐花树 > 白骨壤 > 木榄 > 秋茄。

### 3 讨论

本文研究证实了无瓣海桑各器官的水浸液对 4 个乡土红树植物种存在一定的化感作用,不

同处理浓度对受试植物萌发和幼苗生长的影响大致为“高抑低促”,各器官的水浸液抑制作用为果 > 根 > 凋落叶,各受试植物的萌发和幼苗生长的受抑制程度基本表现为桐花树 > 白骨壤 > 木榄 > 秋茄。由于无瓣海桑存在自毒作用<sup>[3]</sup>、繁殖扩散能力低<sup>[1]</sup>,是低盐度中低潮滩的先锋红树植物,不会取代中高潮滩的原生乡土红树植物;无瓣海桑的种子是需光种子,幼苗是阳生性的,不能进行自我更新,也不能在原生红树林下生长而取代原生红树植物,只会在局部的适宜生境内扩散。至于今后无瓣海桑是否对乡土植物造成不利影响,将通过更多的实验和长期跟踪观察来确定。本文的实验是在室内条件下进行的,在野外情况将大不相同,由于受到潮水浸淹、波浪冲刷等外界环境因素影响,无瓣海桑的化感效应将被很大程度削弱。在红树林的经营管理过程中,可通过人为方法收集并移出无瓣海桑的果和凋落物以降低其化感作用。无瓣海桑的化感作用还有待于更深入的研究,包括野外实验、化感物质的分离鉴定以及作用机理等。

### 参考文献:

- [1] 廖宝文,李玫,郑松发,等. 外来种无瓣海桑种内、种间竞争关系研究[J]. 林业科学研究,2003,16(4):418~422
- [2] 李云,郑德璋,陈焕雄,等. 红树植物无瓣海桑引种的初步研究[J]. 林业科学研究,1998,11(1):39~44
- [3] 李云,郑德璋,廖宝文,等. 几种红树植物引种试验初报[J]. 林业科学研究,1998,11(6):652~655
- [4] 王伯荪,廖宝文,王勇军,等. 深圳湾红树林生态系统及其持续发展[M]. 北京:科学出版社,2002. 237~244
- [5] 孔垂华,胡飞. 植物化感(相生相克)作用及其应用[M]. 北京:中国农业出版社,2001. 20~30
- [6] 莫竹承,范航清. 木榄和秋茄的种间化感作用研究[J]. 广西科学,2001,8(1):61~62
- [7] 李玫,廖宝文,郑松发,等. 外来种无瓣海桑化感作用研究初报[J]. 生态科学,2002,21(3):197~200
- [8] Williamson GB. Bioassays for allelopathy: measuring treatment responses with independent control[J]. J Chem Ecol,1988,14(1):181~187
- [9] 卢纹岱. SPSS for Windows 统计分析[M]. 北京:电子工业出版社,2000. 284~297

## Allelopathic Effects of *Sonneratia apetala* Aqueous Extracts on Growth Performance of Some Indigenous Mangroves

LI Mei, LIAO Baowen, ZHENG Songfa, CHEN Yirjun

(Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

**Abstract:** Allelopathic effects of *Sonneratia apetala* on the germination and seedling growth of 4 native mangrove species were investigated in a greenhouse cultivation with five concentrations (i. e. 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 g · mL<sup>-1</sup>) of aqueous extracts from different organs of *S. apetala*. Results showed that (1) *S. apetala* had greater allelopathic effects on germination than on seedling growth of 4 test native mangroves; (2) all concentrations except the lowest significantly inhibited the germination of native mangroves, and the inhibitory effects increased with the increasing of concentration; (3) at high concentrations of aqueous extracts, seedling growth was significantly inhibited, and the inhibitory effects decreased with the decreasing of concentration, while seedling growth was stimulated at low concentrations; (4) the order of inhibitory effects of different organs of *S. apetala* was: fruit > root > deciduous leaves, while the inhibitory effects of *S. apetala* varied with different receptor species.

**Key words:** *Sonneratia apetala*; allelopathic; native mangroves