

# 原产地和入侵地飞机草化感作用比较

王 锐, 陈 曦, 丁 国 华

(哈尔滨师范大学 生命科学与技术学院, 黑龙江省高等院校植物学重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150025)

**摘 要:**利用培养皿滤纸法研究了来自原产地(墨西哥)和入侵地(西双版纳)的飞机草叶片的水浸提液对紫羊茅、紫花苜蓿、黑麦草和甘蓝 4 种受体植物种子萌发的化感效应。结果表明:飞机草叶片水浸提液对 4 种受体植物均有化感作用,但作用程度(敏感指数)因受体植物不同而不同,表现为紫花苜蓿>紫羊茅>黑麦草>甘蓝,且差异显著。不同浓度水浸提液的化感作用强度不同,总体呈现浓度越高化感作用越强。比较 2 种生态型飞机草的化感效应,显示二者之间差异不显著,说明化感作用在飞机草入侵时可能不是其主要效力。

**关键词:**飞机草;化感作用;种子萌发;入侵

**中图分类号:**S 451 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)10-0066-04

生物入侵改变了原有的生物地理分布和自然生态系统的结构与功能,对环境产生了很大的影响。外来植物入侵后经常形成广泛的生物污染,危及土著群落的生物多样性并影响农业生产,造成巨大的经济损失<sup>[1]</sup>。化感作用(Allelopathy)是植物通过向环境中释放化学物质,而对周围植物包括微生物产生间接或直接的有害或有利的作用<sup>[2]</sup>。外来植物为了争取更多的阳光、营养、水分和空间,不断地向环境释放化感物质,抑制邻近植物生长<sup>[3]</sup>,扩张自己领地,使得土著植物种群数量减少萎缩,成为外来植物入侵的途径之一<sup>[4]</sup>。

飞机草(*Chromolaena odorata*)属菊科泽兰属丛生型的多年生草本或亚灌木,又名香泽兰,原产中、南美洲,主要分布从位于北部的美国佛罗里达到中部的墨西哥、西印度群岛再到南部的巴西,最南可达阿根廷的北部及巴拉圭,可以看出墨西哥是飞机草的重点分布区域之一,因此选择了原产地墨西哥生态型飞机草为该试验的材料<sup>[5-7]</sup>。目前飞机草已广泛分布于我国的云南、海南、贵州、广西和四川等很多地区,并以很快的速度向北推移,因传播速度太快,故名飞机草。其对许多宝贵的生物资源构成了巨大威胁,大批当地的野生名贵中药材因此失去了生存环境,2003 年国家林业局正式将飞机草列

为对林业危害最严重的 16 种有害入侵植物之一<sup>[8]</sup>。

20 世纪 80 年代就有研究表明,飞机草具有较明显的化感作用<sup>[9]</sup>。何衍彪等<sup>[10]</sup>通过试验发现,飞机草乙醇提取物对豇豆(*Vigna unguiculata*)、萝卜(*Raphanus sativus*)、菜心(*Brassica parachinensis*)、小白菜(*Brassica chinensis*)、大白菜(*Brassica perkinensis*)、籼稻(*Oryza sativa*)等有较强的化感作用。Gill 等<sup>[11]</sup>研究比较了飞机草的根、茎、叶的水提物对豇豆的生长有抑制作用,其中叶片水浸提物的抑制作用最为明显。但迄今尚鲜有研究证明飞机草的化感作用是其入侵的途径之一,也鲜见开展对原产地和入侵地飞机草化感作用的比较研究。该试验选取原产地(墨西哥)和入侵地(西双版纳)飞机草为材料,通过生物试验法检测 4 种受体植物对其化感效应的敏感程度,分析比较了 2 种飞机草化感作用的差异,探讨化感作用与飞机草入侵之间的关系。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供体植物飞机草[*Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Compositae)]为原产地墨西哥和入侵地西双版纳 2 种生态型,种子由中国科学院西双版纳热带植物园冯玉龙研究员提供。受试植物为草坪草紫羊茅(*Festuca rubra*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)、黑麦草(*Lolium perenne*)和甘蓝(*Brassica oleracea*),甘蓝种子购自蔬菜种子商店,其余种子购自哈尔滨和平绿化公司。

### 1.2 试验方法

1.2.1 供体植物水浸液的制备 分别选取飞机草新鲜植株,将叶片分离,在室温条件下阴干,剪碎各部分,称取 25 g 干物质置于 500 mL 蒸馏水中室温浸提 48 h,间歇搅拌。浸提液经二重过滤,先用双层纱布过滤 1 次,

**第一作者简介:**王锐(1987-),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,研究方向为植物抗逆生理与分子生物学。E-mail:331300644@qq.com.

**责任作者:**丁国华(1963-),男,山东梁山人,博士,教授,研究方向为植物抗逆生理与分子生物学。E-mail:hsdddgh@hrbnu.edu.cn.

**基金项目:**国家自然科学基金重点资助项目(30830027);黑龙江省高校科技创新团队研究计划资助项目(KJTD-2011-2);哈尔滨师范大学科技发展预研资助项目。

**收稿日期:**2013-01-28

再用滤纸过滤 1 次后即得浓度为 0.05 g/mL 的原液, 4℃ 保存备用。在试验中分别用蒸馏水将原液稀释为 0.010、0.005 和 0.001 g/mL 3 个浓度待用。

1.2.2 种子萌发试验 采用培养皿滤纸法<sup>[12]</sup>进行种子萌发试验。紫羊茅和紫花苜蓿种子预先用 0.5% 的次氯酸钠溶液浸泡 15 min, 用蒸馏水冲洗 3 次。选取籽粒饱满、大小均一的受体植物种子置于铺有 2 层滤纸的培养皿中, 滤纸和培养皿预先经过高压灭菌。每皿放置 20 粒受试种子, 分别加入一定量(以淹没种子的 1/3 为准)各浓度墨西哥生态型飞机草、西双版纳生态型飞机草的叶片提取液(分别为 0.050、0.010、0.005 和 0.001 g/mL, 以蒸馏水为对照), 以后每天定时添加蒸馏水保持滤纸湿润, 以免干燥影响发芽。在 25℃、光照周期为 16 h 光照/8 h 黑暗的条件下进行培养, 每个处理 3 次重复。2 种草坪草发芽结束天数不同, 该试验依照“牧草种子检验规程”相关规定执行<sup>[13]</sup>, 根据具体试验情况略有改动, 每天记录发芽种子的数量, 但在具体实施过程中, 与规定略有差异。

### 1.3 数据分析

根据公式分别计算各受体植物种子的发芽指数和化感效应敏感指数。发芽指数  $GI = \sum (Gt/Dt)$ , 式中  $Gt$  为在第  $t$  天种子的发芽数,  $Dt$  代表相应的发芽天数。化

感效应敏感指数( $RI$ )采用 Willamson 等<sup>[14]</sup>的方法,  $RI = 1 - C/T$  (当  $TC$  时) 或  $T/C - 1$  (当  $T < C$  时), 其中  $C$  为对照组的发芽指数,  $T$  为处理组的发芽指数,  $RI > 0$  时为促进作用,  $RI < 0$  时为抑制作用, 绝对值的大小代表作用强度的大小。

数据的方差分析使用 SPSS Statistics 19.0 进行, 图表使用 Excel 2007 绘制。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度飞机草叶片水浸液的化感效应比较

由表 1 可以看出, 不同浓度飞机草叶片浸提液对 2 种受体植物的化感效应敏感指数的影响差异显著 ( $P < 0.05$ ), 个别浓度水浸提液处理达到极显著 ( $P < 0.01$ )。低浓度叶片水浸提液对紫羊茅和紫花苜蓿种子发芽的抑制作用不明显, 其中 0.001 g/mL 浓度的西双版纳生态型飞机草叶片浸提液可促进紫羊茅种子发芽, 而其余水浸提液浓度则抑制发芽, 随着浓度的增加其抑制作用逐渐增强, 化感作用也越强。飞机草叶片水浸提液处理的紫花苜蓿种子在 0.050 g/mL 浓度下不发芽, 化感作用过于强烈。最终选取 0.005、0.010 g/mL 的标准处理浓度作为化感强弱的试验处理浓度, 用来比较原产地和入侵地飞机草的化感作用情况。

表 1 飞机草叶片水浸液对受体植物的化感效应(敏感指数)

Table 1 The influence of aqueous leaf extracts of *Chromolaena odorata* on the index of allelopathic effect in two herbaceous species(RI)

水浸液浓度 Water extracts concentration /g · mL <sup>-1</sup>	墨西哥生态型 Mexico ecotype		西双版纳生态型 Xishuangbanna ecotype	
	紫羊茅 <i>Festuca rubra</i>	紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	紫羊茅 <i>Festuca rubra</i>	紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>
0.001	-0.14 ± 0.05aA	-0.32 ± 0.16aA	0.06 ± 0.11aA	-0.48 ± 0.09abA
0.005	-0.16 ± 0.06aA	-0.39 ± 0.06abA	-0.27 ± 0.08bA	-0.37 ± 0.17aA
0.010	-0.41 ± 0.11bB	-0.60 ± 0.10bA	-0.29 ± 0.17bA	-0.70 ± 0.07bAB
0.050	-0.92 ± 0.05cC	-1.00 ± 0.00cB	-0.72 ± 0.12cB	-1.00 ± 0.00cB

注: 同一列数据后不同小写字母表示差异达显著水平 ( $P < 0.05$ ), 大写字母表示差异达极显著水平 ( $P < 0.01$ )。下同。

Note: Values with different lowercase letters in a column mean differences ( $P < 0.05$ ), capital letters mean significant differences ( $P < 0.01$ ). The same below.

### 2.2 2 种生态型飞机草化感作用的比较

2.2.1 0.005 g/mL 飞机草水浸提液的化感作用 由图 1 可知, 墨西哥生态型和西双版纳生态型飞机草叶片水浸提液对 4 种受体植物种子化感效应敏感指数的影响有差异, 但 2 种飞机草之间除黑麦草外其它受体植物间均不显著 ( $P > 0.05$ ); 水浸液浓度在 0.005 g/mL 时, 对紫羊茅、紫花苜蓿和黑麦草种子发芽率均表现出抑制的效应 ( $RI < 0$ ), 对甘蓝种子萌发却有促进作用 ( $RI \geq 0.15$ )。不同受体植物种子对飞机草化感效应的敏感程度不同, 紫花苜蓿最明显 ( $|RI| \geq 0.35$ ), 甘蓝最弱 ( $|RI| \leq 0.025$ ), 且受体植物之间差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

2.2.2 0.010 g/mL 飞机草水浸提液的化感作用 由图 2 可知, 0.010 g/mL 浓度处理结果与 0.005 g/mL 飞机草叶片水浸提液处理的结果基本一致。与墨西哥生态

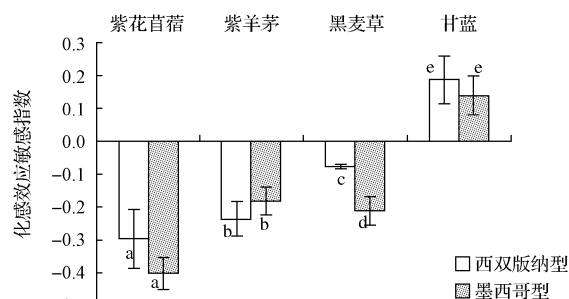


图 1 2 种生态型飞机草叶片水浸液 (0.005 g/mL 浓度) 的化感效应

Fig. 1 Allelopathic effects of aqueous leaf extracts of two ecotypes of *Chromolaena odorata*

型相比,西双版纳生态型飞机草叶片水提液对 4 种受体植物种子化感效应敏感指数的影响均不显著( $P>0.05$ )。在该浓度下 2 种生态型飞机草叶片水浸提液对甘蓝种子的萌发起促进作用( $RI>0$ ),其余均为抑制作用( $RI<0$ )。

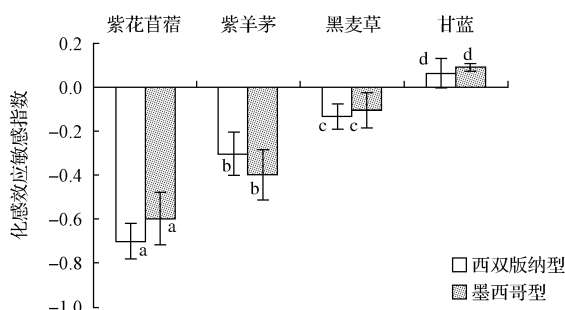


图 2 2 种生态型飞机草叶片水浸液 (0.010 g/mL 浓度) 的化感效应

Fig. 2 Allelopathic effects of aqueous leaf extracts of two ecotypes of *Chromolaena odorata*

### 3 讨论与结论

植物的根、茎、叶、花、花粉、种子、果实等各器官中都含有化感物质,这些物质主要通过雨露淋溶、茎叶挥发、根系分泌和植株分解 4 种途径释放到环境中<sup>[15]</sup>。自然界中,水溶性的化感物质主要通过雨水和雾滴等的淋溶而进入土壤发生化感作用<sup>[16]</sup>。自飞机草在我国逐渐成为入侵种以来,对其研究就从未停止过,凌冰等<sup>[17]</sup>研究结果显示,飞机草挥发油对植物、真菌和昆虫生长均有不同程度的影响;另有研究表明,施用除草剂会引起飞机草的化感作用规律及强度发生很大变化,尤其高浓度的除草剂会刺激飞机草在较短时间内产生大量的化感物质<sup>[18]</sup>。因此,飞机草释放这些化感物质可能是一种自我保护机制,并间接促进其入侵。该研究选择西双版纳生态型飞机草作为飞机草的入侵种,是因为西双版纳是 1934 年飞机草从中缅、中越边境传入我国云南南部的首先入侵地,有较长的入侵历史,对西双版纳地区生态环境造成了较严重的破坏,以该地区的飞机草作为入侵种具有典型代表性。

该试验使用飞机草叶片的水浸提液处理受体种子,结果显示来自 2 种生态型飞机草的叶片水提取液均可以降低紫羊茅、紫花苜蓿、黑麦草种子的发芽率,而且随浸提液浓度的升高效果也越明显,但对甘蓝种子的发芽有促进作用。方差分析显示 2 种生态型飞机草的水浸液之间的化感效应(敏感指数)无显著差异,但对 4 种受体植物之间的化感效应(敏感指数)存在显著差异,说明 2 种生态型飞机草针对 4 种受体植物都存在较明显的化感效应,但作用强度在 2 种飞机草之间没有差别。虽然何衍彪等<sup>[10]</sup>用飞机草乙醇提取液证实飞机草存在强烈

的化感作用,祖元刚等<sup>[8]</sup>从多方面研究了飞机草的入侵机理,但都没有得出化感作用是飞机草入侵的主要途径的结论,该试验结果与此相一致,可以推测飞机草在入侵时化感作用没有发挥主要效力。

该试验所用供体植物飞机草是用水培的方法在实验室中培养的,并没有在其原产地墨西哥和入侵地西双版纳直接取材,排除了生态环境因素对飞机草化感作用可能存在的影响。课题组还将进一步在飞机草的生长地直接采样,考察在各自生境下生长的飞机草的化感作用是否存在差异,考量化感作用在飞机草入侵过程中发挥作用的程度。

### 参考文献

- [1] 李博,马克平. 生物入侵:中国学者面临的转化生态学机遇与挑战[J]. 生物多样性,2010(18):529-532.
- [2] Rice E L. Allelopathy[M]. New York:Academic Press,1974.
- [3] Callaway R M,Aschehong E T. Invasive plants versus their new and old neighbors;a mechanism for exotic invasion[J]. Science,2000,290:521-523.
- [4] 沈浩,黄红娟,叶万辉. 外来入侵种的化感作用[A]. 徐汝梅,叶万辉. 生物入侵—理论与实践[M]. 北京:科学出版社,2004:26-46.
- [5] Witkowski E T F,Wilson M. Changes in density,biomass,seed production and soil seed banks of the non-native invasive plant,*Chromolaena odorata*, along a 15 year chronosequence[J]. Plant Ecology,2001,152:13-27.
- [6] Ye W H,Mu H P,Cao H L,et al. Genetic structure of the invasive *Chromolaena odorata* in China[J]. European Weed Research Society Weed Research,2004,44:129-135.
- [7] 余香琴,冯玉龙,李巧明. 外来入侵植物飞机草的研究进展与展望[J]. 植物生态学报,2010,34(5):591-600.
- [8] 祖元刚,杨逢建. 林业有害植物飞机草的入侵机理[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [9] Ambika S R,Jayachandra. Suppression of plantation crops by *Eupatorium* weed[J]. Current Science,1980,49:874-875.
- [10] 何衍彪,张茂新,何庭玉,等. 飞机草化感作用的初步研究[J]. 华南农业大学学报(自然科学版),2002,23(3):60-62.
- [11] Gill L S,Anoliefo G O,Iduozu U V. Allelopathic effects of aqueous extract from Siam Weed on the growth of cowpea[A]. In:Prasad U K,Muniappan R,Ferrari P,Aeschliman J P,de Foresta H eds. Proceedings of the Third International Workshop on Biological Control and Management of *Chromolaena odorata*[C]. Abidjan,Ivory Coast,1993.
- [12] 曾任森. 化感作用研究中的生物测定方法综述[J]. 应用生态学报,1999,10(1):123-126.
- [13] 国家质量技术监督局发布. 牧草种子检验规程[S]. 中华人民共和国国家标准 GB/T2930. 1-2930. 11-2001.
- [14] Williamson G B,Richardson D. Bioassays for allelopathy: Mersuring treatment responses with independent controls[J]. J Chem Ecol,1988,14(1):181-187.
- [15] 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,2001:124-143.
- [16] Tukey H B J. Leaching of metabolites from above-ground plant parts and its implications[J]. Bulletin of the Torrey Botanical Club,1966,93:385-401.
- [17] 凌冰,张茂新,孔垂华,等. 飞机草挥发油的化学组成及其对植物、真菌和昆虫生长的影响[J]. 应用生态学报,2003,14(5):744-746.
- [18] 李光义,邓晓,侯宪文,等. 除草剂对飞机草化感作用的影响研究[J]. 中山大学学报(自然科学版),2009,48(3):93-101.

# 无果悬铃木规模化嫁接繁育技术

许 林, 杨守坤, 刘先葆, 徐冬云, 王爱新, 陈卫东

(武汉市林业果树科学研究所, 湖北省园林植物工程技术中心, 湖北 武汉 430075)

**摘 要:**以悬铃木无果品系为接穗, 研究了其规模化嫁接生产技术。结果表明:在无果悬铃木苗圃建设初期, 以尚未栽植的胸径 4~6 cm 的独干悬铃木为砧木, 采用砧木树干覆膜保湿处理和在地面上进行嫁接后再进行栽植的关键技术, 实现了“先嫁接后栽植”的技术流程, 减少了架梯高接的繁琐操作, 缩短了单株嫁接时间, 大大提高了工作效率。砧木成活率可达 96.67%, 比树干不覆膜的砧木成活率提高了 53.33 个百分点; 嫁接成活率可达 94.78%, 比树干不覆膜提高了 52.51 个百分点。

**关键词:**无果悬铃木; 砧木覆膜; 规模化嫁接

**中图分类号:**S 687.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)10-0069-03

悬铃木(*Platanus acerifolia* Willd.) 属悬铃木科悬铃木属落叶乔木, 又名二球悬铃木、英国梧桐, 冬姿夏荫、枝干秀丽、冠形优美, 是全球广泛应用的园林树种, 享有“行道树之王”的美誉。在我国长江流域及黄河流域的绝大多数城市, 悬铃木是最主要的行道及庭荫树

种, 在城市园林绿化中起着十分重要的作用, 是城市绿化中不可缺少且无法替代的园林树种。

悬铃木的果实由若干蒴果组成球果, 每个蒴果都被有一层细小的果毛, 每年春夏之交, 大量干枯的球果被风吹散, 落果及飞毛极易造成空气及环境污染, 影响车辆行驶, 细小的飞毛容易引起市民上呼吸道感染和皮肤疾病, 给城市环境和市民的身心健康造成了严重的不利影响<sup>[1-2]</sup>。因此, 悬铃木落果飞毛的问题在很大程度上制约了该优良树种在城市园林中的进一步广泛利用。悬铃木是湖北省乃至整个长江及黄河流域地区最主要的行道树, 选育无果悬铃木或者对其进行遗传改良, 不

**第一作者简介:**许林(1979-), 女, 博士, 高级工程师, 现主要从事园林植物育种与林业生态研究工作。E-mail: xulin\_xulin@yahoo.com.cn.

**基金项目:**国家“十二五”农村领域科技计划资助项目(2012BAD01B0405); 武汉市农科院创新资助项目(CX201232)。

**收稿日期:**2013-01-25

## Comparison of the Allelopathic Effects Between Native and Invasive *Chromolaena odorata*

WANG Rui, CHEN Xi, DING Guo-hua

(Key Laboratory of Plant Biology of Heilongjiang Province, College of Life Science and Technology, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025)

**Abstract:** The allelopathy of two kinds of *Chromolaena odorata* blade aqueous extracts on seeds germination of *Festuca rubra*, *Medicago sativa*, *Lolium perenne* and *Brassica oleracea* were investigated by means of petri dishes and filter papers. One of those two kinds *Chromolaena odorata* comes from original country (Mexico) and the other comes from invaded area (Sipsongpanna). The results showed that the allelopathy of blade aqueous extracts were different among those tested plants, with *Medicago sativa* being the most effected, *Festuca rubra* being more effected than *Lolium perenne* and *Brassica oleracea* being the least effected. It also showed that the concentrations of aqueous extracts were proportional to the strength of allelopathy. By comparing the allelopathy of original with invasion, it found that there was no significant difference between those two kinds *Chromolaena odorata*, which indicated that the allelopathy wouldn't play an important role in fragrant eupatorium herb's invasion.

**Key words:** *Chromolaena odorata*; allelopathy; seed germination; invasion