

文章编号:1001-4810(2008)02-097-06

岩溶区土著植物黄荆条和红背山麻杆水浸提液 对入侵植物飞机草萌发的影响

潘玉梅¹,唐赛春¹,蒲高忠¹,李先琨¹,陈秋霞^{1,2},韦春强^{1,2}

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 广西师范大学生命科学学院, 广西 桂林 541004)

摘要:黄荆条和红背山麻杆是广西岩溶地区常见的土著植物,在这两种土著植物较多的群落中,飞机草的入侵受到影响。本文通过分析发芽率、发芽速率和化感效应敏感指数等指标,研究了黄荆条和红背山麻杆的根、茎、叶三个部位不同浓度的水提液对飞机草种子萌发的影响,以检验这两种土著植物是否对飞机草具有化感作用。结果表明,与对照相比,红背山麻杆各部位不同浓度的水提液以及黄荆条的根、茎不同浓度的水提液对飞机草种子萌发有微弱的影响,整体表现出低促高抑的现象;但黄荆条的叶原液对飞机草种子萌发抑制作用显著,在黄荆条叶原液处理下,飞机草发芽率仅为对照的20.75%,化感效应敏感指数为-3.8191。从生态效益和经济效益考虑,黄荆条可作为岩溶地区生物替代防治飞机草的优选植物。

关键词:黄荆条;红背山麻杆;外来入侵植物;飞机草;岩溶区

中图分类号:Q146 **文献标识码:**A

飞机草 *Eupatorium odoratum* L. 是菊科泽兰属植物,为多年生草本或亚灌木,原产南美安底斯山^[1],自20世纪30年代传入我国以来,迅速扩散、蔓延,侵占牧场、农田、果园,危害多种作物^[2],给入侵地造成巨大经济损失。目前在云南、广西、海南、贵州、四川等地均有分布,并仍以每年30km的速度向我国东北方向传播^[3],被列入国家环保局和中国科学院公布的首批入侵种名单,位列第7^[4]。目前飞机草已入侵广西多个岩溶区如平果、百色、弄岗等,占据了本来就很少的可耕地,使当地农业生产受到威胁,同时其具有的毒性也给当地牲畜健康带来危害。有关飞机草的研究,多见生理生态、分布、危害等方面的报道^[5~9]。对其化感作用的研究,仅见于何衍彪^[10]等利用飞机草乙醇提取物和Rafiqul Hoque^[11]等利用飞机草水提取物对白菜 *Beassica chinesis* L.、水稻 *Oryza sativa* L.、萝卜

Raphanus sativus L.、黄瓜 *Cucumis sativus* L. 等农作物或蔬菜化感作用的报道。

植物化感作用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作用^[12],普遍存在于自然界植物间。关于外来入侵植物与其它植物的化感作用研究已有较多报道^[13~16],但它们都是关于外来入侵植物对白菜、萝卜、小麦 *Triticum aestivum* L. 等人工栽培作物的化感影响的研究。关于野生本土植物对外来入侵植物的化感影响的研究还较为鲜见。

在飞机草已有10年入侵历史的广西岩溶山区,土著植物黄荆条 *Vitex negundo* L. 和红背山麻杆 *Alchornea trewioides* (Benth.) Muell. Arg. 与其伴生,在随机抽查的样方中,当黄荆条覆盖度为50%、红背山麻杆覆盖度为8%时,飞机草的覆盖度仅为15%,表

基金项目:中国科学院“西部之光”人才培养计划资助项目(科发人数字[2005]404)、广西科学基金资助(桂科基0575116号)、广西科技攻关项目(桂科攻0719005)、国家科技支撑计划课题(2006BAC01A10)

第一作者简介:潘玉梅(1981-),女,硕士,从事外来入侵植物的研究。

通讯作者:唐赛春, E-mail: tangs@gxib.cn.

收稿日期:2008-01-18

明了飞机草的入侵可能受到了两种土著植物的抵御。外来入侵植物与土著植物之间除了竞争水分、光照、养分外,还能通过分泌化感物质,抑制土著植物的生长,而土著植物也会做出一些相应的反应,有的土著植物也能够分泌化感物质,抑制外来入侵植物的种子萌发和生长。本文通过研究上述两种土著植物的水浸提液对飞机草种子萌发的影响,一方面探讨它们对飞机草的种子萌发是否具有化感作用;另一方面,如果它们对飞机草的萌发有抑制作用,那么该研究便可以为岩溶山区生物替代防治飞机草提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体为 2007 年 8 月采自广西桂林岩溶山地的土著植物黄荆条 *Vitex negundo* L. 和红背山麻杆 *Alchornea trewoides* (Berlth.) Muell. Arg. 分别隶属于马鞭草科和大戟科,二者抗旱力强,分布范围广,是岩溶地区常见的土著灌木,并形成优势群落,对山地水土保持有重要价值。受体植物飞机草 *Eupatorium odoratum* L. 种子于 2006 年 12 月采于广西百色地区平果县岩溶山地。供体与受体的地理、气候条件相似。

1.2 试验方法

1.2.1 黄荆条和红背山麻杆浸提液的制备及溶液的配制方法

将供体植物各部位(根、茎、叶)分离、风干、剪碎,分别用蒸馏水进行活性物质浸提 48 h,水浸提浓度为 1:10(即相当于 1g 植物材料浸于 10g 水中),用双层纱布过滤,作为原液保存备用。在试验中分别用蒸馏水将原液稀释为相当于原液的 100%、10% 和 1% 3 个浓度^[17]。置于阳光充足、温度 25~30℃ 的室内进行发芽试验。

1.2.2 种子萌发试验

发芽器皿为上口直径 15 cm,下口直径 10 cm,高 11 cm 的塑料杯,以沙为基质,塑料杯和基质均用 0.15% 的福尔马林溶液灭菌,每杯装沙量为杯的三分之二。用以上配好的不同浓度的溶液各 20 ml 分别进行淋溶,选取颗粒饱满的飞机草种子,种植在已淋溶过的塑料杯中,每杯种植 30 颗种子。发芽期间每天分别用黄荆条和红背山麻杆的根、茎、叶的 100%、10% 和 1% 的稀释液做浇灌处理,以蒸馏水作对照处理,每个处理设三个重复。每天记录各杯发芽种子数,至末期连续几天没有种子发芽时试验结束。

发芽率 = (发芽种子总数 / 供试种子总数) × 100%

发芽率化感效应敏感指数(RI)

$RI = 1 - C/T (T \geq C)$, 或者 $RI = T/C - 1 (T < C)$ 式中 C 为对照值, T 为处理值。 RI 表示化感作用强度大小,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^[18]。

1.3 数据分析方法

采用 SPSS13.0 统计软件的 One-way ANOVA 分别分析在不同处理条件下飞机草种子的发芽率的差异性。

2 结果与分析

发芽率、发芽速率和化感效应敏感指数是衡量化感作用强弱的重要指标。本文主要通过分析这几个指标研究黄荆条和红背山麻杆水提取液对飞机草萌发的影响。

2.1 黄荆条和红背山麻杆根的水提取液对飞机草萌发的影响

统计结果表明,在黄荆条不同浓度根提取液处理下飞机草发芽率的大小顺序表现为 1% > 10% > 对照 > 根原液;在红背山麻杆不同浓度根提取液处理下,飞机草发芽率的大小顺序表现为: 1% = 对照 > 10% > 根原液。但 ANOVA 分析显示两种植物根的水提取液处理后的飞机草的种子发芽率均与对照无明显差异 ($P > 0.05$),且不同浓度的根提取液处理间也无明显差异 ($P > 0.05$) (图 1)。化感效应敏感指数也表明黄荆条不同浓度的根提取液对飞机草种子发芽率影响比较微弱,不同浓度的提取液对发芽率的化感效应敏感指数由低浓度到高浓度依次为 0.102、0.019 和 -0.082。而红背山麻杆 1% 的根提取液对飞机草发芽率无影响,化感效应敏感指数为 0; 10% 的根提取液和根原液对飞机草发芽率有比较微弱的抑制作用(图 2),化感效应敏感指数分别为 -0.128 和 -0.205。发芽速率曲线图显示(图 3), 1% 黄荆条根提取液处理后的种子发芽速率略高于 10% 的,且二者均高于对照;根原液处理的种子发芽速率低于对照的,与不同处理对发芽率的影响趋势相似,即 1% 和 10% 的根提取液与对照相比表现出微弱的促进作用,根原液表现出微弱的抑制作用。在红背山麻杆不同浓度根提取液处理下,飞机草发芽速率大小顺序表现为 1% > 对照 > 10% > 根原液,与对发芽率的影响趋势基本一致(图 3)。

2.2 黄荆条和红背山麻杆茎的水提取液对飞机草萌发的影响

ANOVA 分析表明这两种植物茎提取液处理后的飞机草种子发芽率与对照无明显差异 ($P > 0.05$),不同浓度的茎提取液处理间也无明显差异 ($P >$

0.05)(图1)。不同浓度的黄荆条的茎提取液处理下,飞机草发芽率由低浓度到高浓度分别是对照的98.12%、107.54%和77.36%。红背山麻杆的茎提取液处理后的飞机草种子发芽率由低浓度到高浓度分别是对照的92.44%、98.12%和90.56%,与黄荆条茎提取液的影响趋势一致。化感效应敏感指数表明两种植物茎提取液对飞机草发芽率影响也较微弱。不同浓度的黄荆条茎提取液对飞机草发芽率的化感效应敏感系数由低浓度到高浓度分别是-0.019 2、0.070 1和-0.292 6;红背山麻杆茎提取液对飞机草发芽率的化感效应敏感指数分别是-0.081 7、-0.019 2和-0.104 3。上述结果说明它们虽然对飞机草萌发有抑制作用,但抑制效果比较微弱。发芽速率曲线图显示,在不同浓度黄荆条的茎提取液处理下,飞机草发

芽速率大小表现为10%>对照>1%>茎原液,与其对发芽率的影响趋势一致;而在不同浓度红背山麻杆的茎提取液处理下,飞机草发芽速率在初期大小表现为对照>茎原液>1%>10%,在后期表现为1%>10%>对照>茎原液。

2.3 黄荆条和红背山麻杆叶的水提取液对飞机草萌发的影响

ANOVA 分析表明黄荆条1%的叶提取液对飞机草发芽有促进作用,发芽率为对照的107.54%,但与对照无明显差异($P>0.05$);10%的叶提取液对飞机草发芽有抑制作用,发芽率为对照的69.81%,与对照也无明显差异($P>0.05$);而叶原液对飞机草发芽有显著的抑制作用($P<0.05$),发芽率仅为对照的

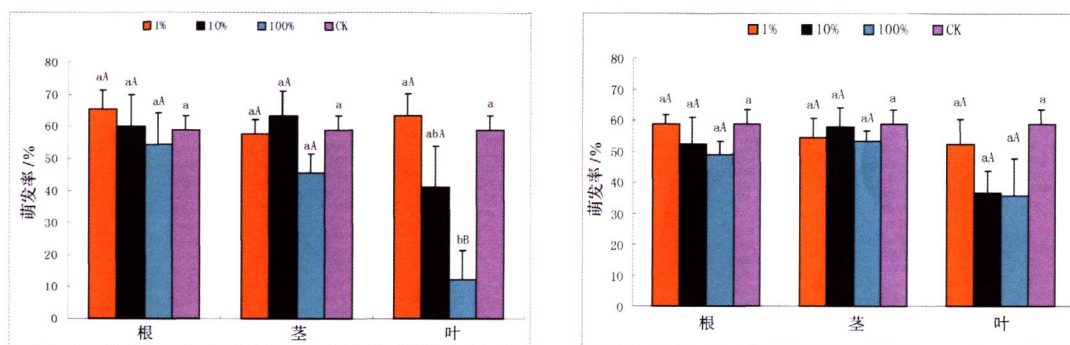


图1 黄荆条(左)和红背山麻杆(右)浸提液对飞机草萌发率的影响

(a, b 表示相同部位不同处理及对照间的差异性, $P<0.05$; A, B 表示不同部位相同处理间的差异性, $P<0.05$; 数据为3次重复平均萌发率正负标准误差)

Fig. 1 Effect of aqueous extracts of *Vitex negundo* L. (Left) and *Alchornea trewioides* (Right) on the germination rate of *Eupatorium odoratum* (a, b indicate significant difference at $P<0.05$ among different treatment of the same part and control; A, B indicate significant difference at $P<0.05$ among the same treatment of different parts. Data are mean ($\pm$ S.E) of three replicates of different treatments)

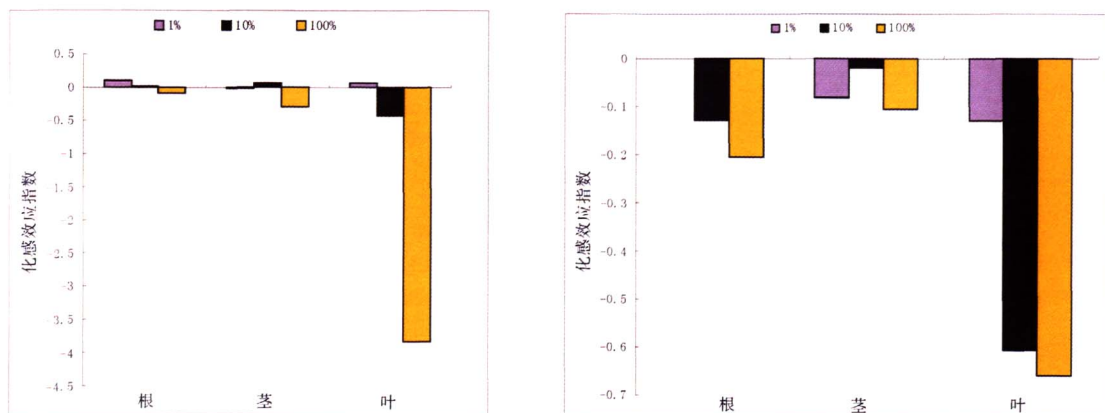


图2 黄荆条(左)和红背山麻杆(右)根、茎、叶提取液对飞机草发芽率影响的化感效应指数

Fig. 2 The index of allelopathic effect of aqueous extracts from root, stem and leaf of *Vitex negundo* L. (Left) and *Alchornea trewioides* (Right) on the seed germination rate of *Eupatorium odoratum*

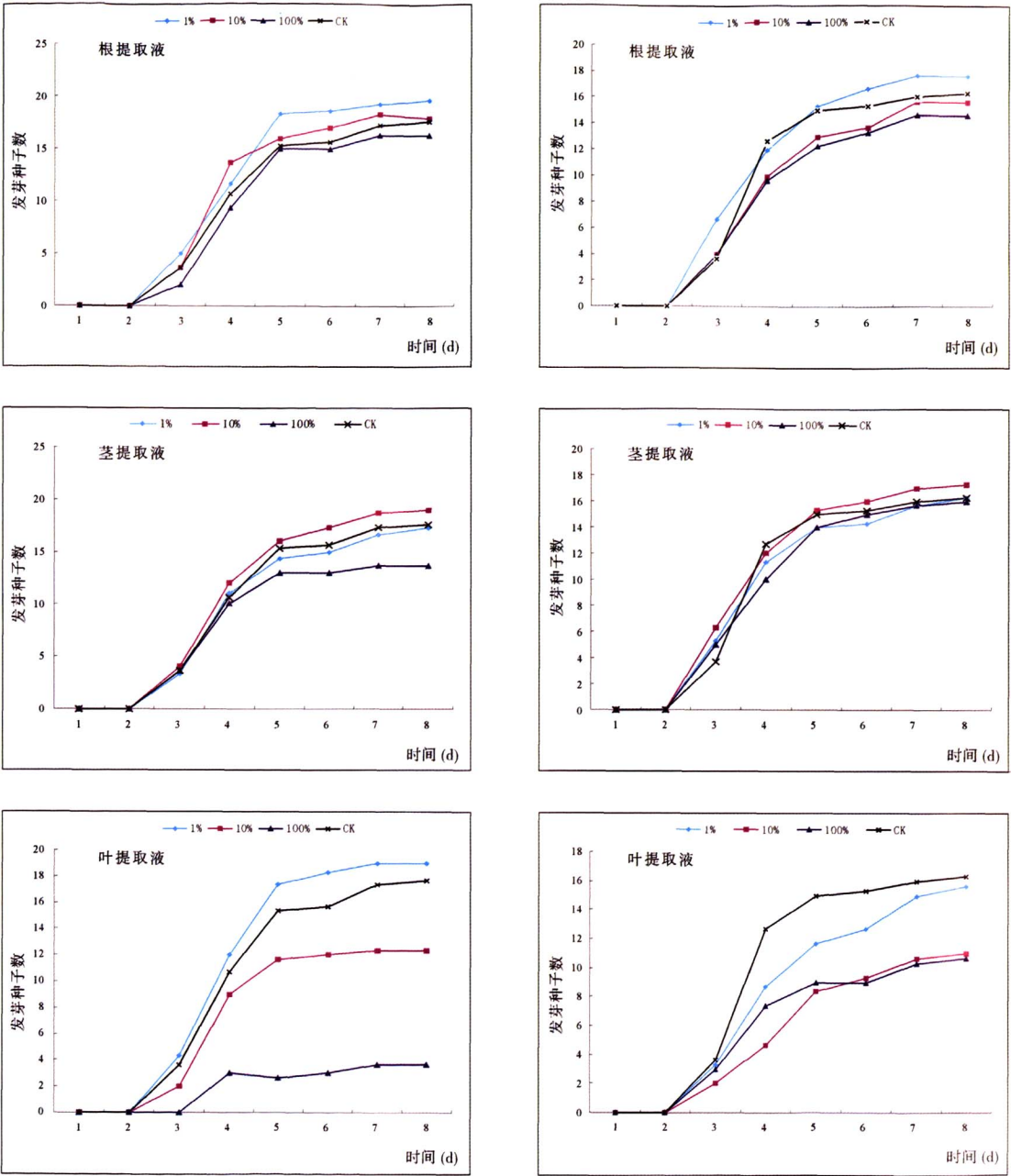


图3 黄荆条(左)和红背山麻杆(右)根、茎、叶提取液对飞机草发芽速率的影响
Fig. 3 Effect of aqueous extract from root, stem and leaf of *Vitex negundo* L. (Left) and *Alchornea trewioides* (Right) on the seed germination speed of *Eupatorium odoratum*

20.75%，且在叶原液处理下的发芽率显著低于1%叶提取液处理下的发芽率($P<0.05$)(图1左)。红背山麻杆不同浓度的叶提取液对飞机草发芽均有抑制作用，但不显著($P>0.05$)，其发芽率由低浓度到高浓度分别为对照的88.67%、62.27%和60.38%(图1

右)。化感效应敏感指数表明黄荆条1%和10%的叶提取液对飞机草发芽率有微弱的影响作用，其敏感指数分别为0.0701和-0.4325；而叶原液对飞机草发芽有较大的抑制作用，其敏感指数为-3.8191。与对发芽率的影响趋势一致。根据化感效应敏感指数，不同

浓度的红背山麻杆叶提取液对飞机草发芽有抑制作用,其敏感指数由低浓度到高浓度分别为 -0.1277 、 -0.6059 和 -0.6561 。发芽速率曲线图显示,在不同浓度的黄荆条叶提取液处理下,飞机草发芽速率表现为 $1\% > \text{对照} > 10\%$,而叶原液比它们滞后一天发芽,且发芽种子数较少,虽然初始时发芽速率较大,但在发芽第四天已达到最大值,之后发芽速率趋于平衡,且远低于对照及 1% 和 10% 的叶提取液;在红背山麻杆不同浓度叶提取液处理下,飞机草发芽速率初始时表现为 $\text{对照} > 1\% > \text{叶原液} > 10\%$,中后期 10% 处理的发芽速率逐渐增大,但仍小于对照和 1% 的,而叶原液处理的发芽速率变小,因此后期飞机草发芽速率表现为 $\text{对照} > 1\% > 10\% > \text{叶原液}$ (图3)。

ANOVA 分析还表明,黄荆条根、茎、叶之间在 1% 和 10% 时对飞机草的发芽率影响无显著差异,而在叶原液处理下,飞机草的发芽率显著低于根原液和茎原液;红背山麻杆不同部位在相同浓度下对飞机草发芽率影响均无显著差异(图1)。

3 讨论

本研究结果显示,根据发芽率、发芽速率和化感效应敏感指数等衡量指标,黄荆条 1% 和 10% 的根提取液、 10% 的茎提取液以及 1% 的叶提取液与对照相比,均对飞机草的萌发有微弱的促进作用,但效果不明显;黄荆条根原液和茎原液对飞机草萌发有微弱的抑制作用;黄荆条的叶原液对飞机草的萌发有显著的抑制作用($P < 0.05$),在其处理下,飞机草的发芽率仅为对照的 20.75% (图1),这与其它研究结果,即植物间化感作用具有低促高抑的特点相似^[19]。

不同浓度的红背山麻杆的根、茎、叶提取液与对照相比,对飞机草的萌发均有微弱的抑制作用,其中叶提取液对其抑制作用较大,在其处理下飞机草的发芽率由低浓度到高浓度分别为对照的 88.67% 、 62.27% 和 60.38% ,但与对照间的差异均不显著($P > 0.05$)。

近年来随着我国外来入侵植物种类逐渐增加,危害的范围越来越广,造成的损失越来越严重,防治外来入侵植物的危害迫在眉睫,但目前防治外来入侵植物常见的方法有机械法、化学防治法、生物防治或生物替代法和综合治理^[20, 21],其中生物替代法是较优的选择。它既可以避免化学防治法造成的土壤污染,又可以在除掉外来入侵植物的同时恢复生态系统多样性,甚至还可以使生态系统发挥更大的功能。

化感作用的研究结果表明,黄荆条和红背山麻杆对飞机草均有一定的抑制作用,与我们在广西岩溶地

区观察到的现象是相符的,即黄荆条和红背山麻杆形成优势群落、植株生长旺盛的地方,飞机草的入侵受到影响,当然,这也可能和这两种土著植物与飞机草对水分、养分、光照的竞争有关,因为这两种伴生土著植物都是在岩溶地区常见的灌木,它们比较适应岩溶地区干旱贫瘠的生境。

生物替代防治外来入侵植物作为一项长期有效的工程,不仅要考虑其可行性,还要考虑替代物种是否对生态系统功能的发挥有影响。黄荆条具有较好的生态效益,如其发达的根系和粗壮的茎秆能有效控制山地水土流失;其叶能产生大量的腐殖质;灌丛能创造最佳育林环境;是较好的公路绿化树种。同时它 also 具有较大的经济效益,是最好的蜜源植物、上佳的条编材料和优良的制肥原^[22];在工业上对其挥发油成分的研究也取得一定的进展^[23~25]。目前黄荆条在我国基本上都为野生,人工培育较少,但也有一些学者如张洁明等^[26]、陈金法等^[27]、段中奎等^[28]、张春霞等^[29]、王晓蓓等^[30]对其相关的生物学特性及引种驯化进行了一定的研究。尽管黄荆条和红背山麻杆都是土著植物,但根据它们对飞机草的影响作用、生态系统功能发挥的长期性以及可行性等方面,在岩溶石山地区,利用黄荆条替代防治飞机草可能效果更佳。

4 结语

飞机草是国际性大毒草,给全世界造成巨大经济损失,近年来国内外学者对其防治和管理方面展开大量研究,但一直没找到比较有效可行的解决方法。黄荆条是岩溶地区土著灌木,具有生长繁殖快、抗旱力强等生物学特性,并且具有经济、生态等多方面利用价值,根据其叶水提取液对飞机草萌发的显著抑制作用,在岩溶山区大量栽培该植物,可以在较短的时间内降低飞机草的种子萌发,防止飞机草的蔓延扩张,甚至在一定的时间内可以逐渐消除飞机草。同时,黄荆条自身的功能价值也可以给岩溶山区当地人们带来经济效益和生态效益。因此,利用黄荆条替代防治飞机草是可行的,而且也会取得一定的成效的。

参考文献

- [1] Hooker J D. Rubiaceae [C]//Flora of British India Vol. 3. Reprint, Kent L. Reeve and Co. Ltd, 1822: 224.
- [2] 李振宇, 解森主编. 中国外来入侵种[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 165.
- [3] 李志刚, 郑启恩, 黎桦, 等. 广西隆安屏山石灰岩山地飞机草群落特征分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2006, 14(3): 196-201.
- [4] 国家环境保护总局, 中国科学院. 国务院公报[R], 2003, 23, 42-43.

- [5] 吴仁润, 张德银, 卢新石. 紫茎泽兰和飞机草在云南省的分布、危害与防治[J]. 中国草原, 1984, 2: 17-21.
- [6] 王满莲, 冯玉龙. 紫茎泽兰和飞机草的形态、生物量分配和光合特性对氮营养的响应[J]. 植物生态学报, 2005, 29(5): 697-705.
- [7] 冯玉龙, 王跃华, 刘元元, 等. 入侵物种飞机草和紫茎泽兰的核型研究[J]. 植物研究, 2006, 26(3): 356-360.
- [8] 鲁萍, 桑卫国, 马克平. 外来入侵种飞机草在不同环境胁迫下抗氧化酶系统的变化[J]. 生态学报, 2006, 26(11): 3578-3585.
- [9] 曹洪麟, 葛学军, 叶万辉. 外来入侵种飞机草在广东的分布与危害[J]. 广东林业科技, 2004, 20(2): 57-59.
- [10] 何衍彪, 张茅新, 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] Rafiqul Hoque ATM, Romel A, Uddin MB, et al. Allelopathic effects of different concentration of water extracts of *Eupatorium odoratum* leaf on germination and growth behavior of six agricultural crops [J]. Online journal of biological sciences, 2003, 3 (8): 741-750.
- [12] Rice E L. Allelopathy[M]. New Yoke: Academic Press, 1974: 1-50.
- [13] 曾任森, 林象联, 骆世明, 等. 螵蛄菊的生化他感作用及生化他感作用物的分离鉴定[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 20-27.
- [14] 王大力. 豚草属植物的化感作用研究综述[J]. 生态学杂志, 1994, 14(4): 48-53.
- [15] 周凯, 郭维明, 徐迎春. 菊科植物化感作用研究进展[J]. 生态学报, 2004, 24 (8): 1780-1788.
- [16] 方芳, 郭水良, 黄华, 等. 开花期加拿大一枝黄花水浸提液对 3 种作物种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 植物研究, 2007, 27 (5): 569-573.
- [17] 于兴军, 于丹, 马克平. 不同生境条件下紫茎泽兰化感作用的变化与入侵力关系的研究[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 773-780.
- [18] Williamson GB, Richardson D. Bioassays for allelopathy, Mersuring treatment responses with independent controls [J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14 (1): 181-187.
- [19] 姜丽, 孙立文, 刘景安. 分葱对黄瓜、萝卜和白菜的化感作用[J]. 中国农学通报, 2007, 23(2): 263-266.
- [20] 马瑞燕, 王韧, 丁建清. 利用传统生物防治控制外来杂草的入侵[J]. 生态学报, 2003, 23(12): 2677-2687.
- [21] 向言词, 彭少麟, 任海, 等. 植物外来种的生态风险评估和管理[J]. 生态学杂志, 2002, 21(5): 40-48.
- [22] 邢渤庶, 丁春雷, 梁洪勇. 荆条资源及其保护[J]. 国土绿化, 2006, 2: 43.
- [23] 谢建春, 孙宝国, 余敏. 芳香植物荆条叶、枝的挥发性成分分析[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(7): 100-103.
- [24] 谢建春, 孙宝国, 郑福平, 等. 固相微萃取/气-质联机分析荆条叶、枝的头香香气[J]. 食品科技, 2006, 10: 260-262.
- [25] 潘炯光, 徐植灵. 杜荆、荆条、黄荆和荩荆叶挥发油的GCMS 分析[J]. 中国中药杂志, 1989, 14(6): 37-39.
- [26] 张洁明, 孙景宽, 刘宝玉等. 盐胁迫对荆条、白蜡、沙枣种子萌发的影响[J]. 植物研究, 2006, 26(5): 595-599.
- [27] 陈金法, 刘占朝, 王团容. 荆条软化剂研制试验[J]. 河南林业科技, 1997, 17(1): 33-34.
- [28] 段中奎, 杨元保, 王秋生. 野生荆条人工繁殖试验及效益研究[J]. 中国水土保持, 1988. (7): 27-29.
- [29] 张春霞, 赵芳莹, 张慧琴. 水土保持灌木—荆条的种子萌发特性初步研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 449-451.
- [30] 王晓蓓, 韩烈保, 刘春霞. 优良水土保持灌木—野生荆条种子发芽实验研究[J]. 辽宁林业科技, 2007, 4: 30-32.

Effect of water extracts of *Vitex negundo* L. and *Alchornea trewioides* in karst area on the germination of invasion plant *Eupatorium odoratum*

PAN Yu-mei¹, TANG Sai-chun¹, PU Gao-zhong¹, LI Xian-Kun¹,

CHEN Qiu-xia^{1,2}, WEI Chun-Qiang^{1,2}

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Chinese Academy of sciences, Guilin, Guangxi 541006, China; 2. College of Life Science, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract: *Vitex negundo* L. and *Alchornea trewioides* are common native plants in Guangxi karst area. The invasion of *Eupatorium odoratum* is influenced by those two aboriginal plants. In the community which they are abundant, the coverage of *E. odoratum* is lower. In order to test if there is the allelopathic function from the two aboriginal plants on *E. odoratum*, the effects of the aqueous extracts of different concentration from their root, stem and leaf on seed germination of *E. odoratum* are studied. The results reveal that different concentrations of aqueous extracts of the root, stem and leaf of *A. trewioides* and the root and stem of *V. negundo* had faint influences on the seed germination rate and speed of *E. odoratum* and exhibit accelerating in low concentration and inhibiting in high concentration. The seed germination rate is 20.75% of the contrast and the index of allelopathic effect is -3.819 1 under the treatment with leaf aqueous extracts, which proves that *Vitex negundo* L. has significant inhibitory effect on seed germination of *Eupatorium odoratum*. Taking into account ecologic and economic benefit, *V. negundo* should be one of the best plants to biological substitute against *E. odoratum*.

Key words: *Vitex negundo* L.; *Alchornea trewioides*; alien invasion plant; *Eupatorium odoratum* L.; karst area