

假臭草水浸提液对 4 种作物的化感作用

马永林, 马跃峰, 郭成林, 王彦辉, 覃建林*

广西农业科学院植物保护研究所/广西作物病虫害生物学重点实验室, 广西南宁 530007

摘要:【背景】假臭草是近几年来入侵我国南方的外来杂草, 目前已成功侵占海南、福建、广东等省沿海的大部分果园、草地、农田等农业生态系统, 给当地农业生产造成极大的危害。【方法】采用室内生物测定方法研究不同浓度的假臭草水浸提液(0.010、0.025、0.050 g·mL⁻¹)对 4 种作物(西瓜、水稻、萝卜和辣椒)种子萌发和幼苗生长的化感作用。【结果】各浓度的假臭草水浸提液对 4 种作物种子萌发和幼苗生长都有较强的化感作用, 并且随着浸提液浓度的增大, 化感效应显著增强。当浓度为 0.050 g·mL⁻¹时, 4 种受体作物的化感综合效应顺序为西瓜>萝卜>水稻>辣椒。【结论与意义】明确假臭草对不同供试作物的化感作用, 能够为该入侵杂草的科学防治提供理论依据。

关键词: 假臭草; 入侵植物; 浸提液; 化感作用

Allelopathic inhibitory effect of the *Eupatorium catarium* extract on four crops

Yong-lin MA, Yue-feng MA, Cheng-lin GUO, Yan-hui WANG, Jian-lin Qin*

Plant Protection Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Guangxi Key Laboratory of Biology for Crop Diseases and Insect Pests, Nanning, Guangxi 530007, China

Abstract:【Background】*Eupatorium catarium* Veldkamp is an invasive exotic weed in south China, registered from the coast of Hainan, Fujian, Guangdong, and other coastal provinces. Its presence in most orchards, grassland, and farmland caused great harm to the local agricultural production.【Method】Allelopathic effect of watery extract (0.010 g·mL⁻¹, 0.025 g·mL⁻¹, 0.050 g·mL⁻¹) from *E. catarium* was tested on four crops, watermelon *Citrullus lanatus*, rice *Oryza sativa*, radish *Raphanus sativus* and bell pepper *Capsicum annuum* under laboratory conditions.【Result】The results showed that increasing concentrations of *E. catarium* had significant increasing allelopathic inhibition on seed germination and seedling growth of the four plants. At the extract concentration of 0.050 g·mL⁻¹, the sensitivity rank of the four crops was: *C. lanatus*>*R. sativus*>*O. sativa*>*C. annuum*.【Conclusion and significance】Understanding the allelopathic effect of *E. catarium* on different crops can provide scientific basis for prevention and control of this weed.

Key words: *Eupatorium catarium*; alien invasive plant; extract; allelopathy

植物的化感作用是指一个活体植物向环境中释放化学物质, 从而影响周围植物生长和发育的现象, 它包括促进和抑制 2 个方面的作用(孔垂华和胡飞, 2001; An *et al.*, 2003)。植物能通过淋溶、挥发、残体分解和根系分泌等途径向环境释放次生代谢物质(关亚丽等, 2011; 胡飞和孔垂华, 1997)。其中, 有些次生代谢物具有化感作用, 可以间接或直接地影响周围植物(包括微生物)的生长, 从而

影响植物群落组成和演替变化(韩利红和冯玉龙, 2007; 孔垂华和胡飞, 2001)。目前, 植物化感作用是化学生态学中最活跃的研究领域之一, 其中化感物质在杂草防控和农业可持续发展中的应用已成为一个新的研究热点(周凯等, 2004)。

假臭草 *Eupatorium catarium* Veldkamp 为菊科泽兰属一年生草本植物, 又名猫腥菊(吴世捷和高力行, 2002; Corlett & Shaw, 1995), 原产于南美洲。

收稿日期(Received): 2016-06-03 接受日期(Accepted): 2016-07-13

基金项目: 国家国际科技合作项目(2011DFB30040); 广西自然科学基金项目(2015GXNSFAA139058); 广西作物病虫害生物学重点实验室项目(14-045-50-ST-05); 广西农业科学院基本科研业务专项(2015YT41)

作者简介: 马永林, 男, 助理研究员。研究方向: 外来入侵生物与农田杂草防控。E-mail: mayonglin_208@163.com

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: qinjianlin948@163.com

20 世纪 80 年代假臭草在我国香港首次被发现,但一直被误认为熊耳草 *Ageratum houstonianum* Miller (Corlett & Shaw, 1995), 20 世纪 90 年代才被重新鉴定。近 10 年假臭草在海南、台湾、广东、广西等地先后有分布记录(秦新生等, 2004; 王真辉等, 2006), 被列入《海南岛外来入侵危险性动植物名录(一)》(王伟等, 2007)。假臭草在华南地带能迅速覆盖整个果园的地面, 对土壤水分和肥力的吸收力强, 能够破坏土壤可耕性, 严重影响果树的生长。当其入侵牧场后, 能分泌一种有毒的恶臭味, 影响家畜的觅食(陈伟等, 2007; 李振宇和解焱, 2002), 对入侵地区生物的生存构成威胁。近年来, 假臭草在我国南方地区迅速生长并扩张蔓延, 特别是对人类活动频繁的农田、墓地、非耕地、果园等生境危害严重, 应当引起重视。目前, 有关假臭草的化感作用(李光义等, 2007; 李勤奋等, 2010; 林成俊等, 2008; 王真辉等, 2011)、化学成分(邓世明等, 2009)、化学防控(阚丽艳等, 2008; 马永林等, 2013)等均有报道。本研究试图探明假臭草水浸提液对几种测试植物种子萌发和幼苗生长是否有化感作用, 以期为该入侵植物的科学防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供体植物: 假臭草(开花期生长健壮的植株)于 2014 年 10 月 30 日采于广西武鸣县大帽岭村(北纬 23°9'8", 东经 108°11'56", 海拔高度 51 m)。受体植物: 西瓜种子为黑美人, 由广西农业科学院园艺研究所提供; 水稻种子为 TN₁, 由广西农业科学院植物保护研究所提供, 萝卜、辣椒(线椒)种子由广西农业科学院蔬菜研究所提供。

1.2 试验方法

1.2.1 假臭草水浸提液的制备 割取营养生长期健壮的假臭草新鲜植株, 用封口袋封好并带回实验室, 迅速刷干净灰土, 剔除枯黄叶和干枝(花和茎叶分开)。将茎叶剪切为 5 mm 左右的小段, 按照质量比 1:10(新鲜材料:蒸馏水)加入蒸馏水, 20~25 °C 室温下浸泡 48 h, 每隔 12 h 摇动 5 min, 然后过滤得到浓度为 0.1 g·mL⁻¹ 的浸提液母液。将母液用无菌蒸馏水配制成 0.010、0.025、0.050 g·mL⁻¹ 后保存于 4 °C 冰箱中备用。

1.2.2 生物测定 (1) 种子萌发。选择颗粒饱满、大小均匀的受体种子, 用 10% H₂O₂ 消毒 5 min, 再用无菌蒸馏水冲洗干净, 均匀排列于培养皿(ϕ = 9 cm, 铺 2 层滤纸)内, 每皿 30 粒, 加 5 mL 水浸提液, 上盖, 用封口膜封住边缘, 置于 25 °C 恒温箱中(李雪枫等, 2010)。以无菌蒸馏水为对照。每天补充 2 mL 水浸提液或无菌蒸馏水 1 次, 并检测发芽数, 胚根突破种皮 2 mm 即视为萌发。每个处理 3 次重复, 当连续 2 d 检测无种子发芽时, 定为发芽结束。

(2) 幼苗生长。选择颗粒饱满、大小均匀的受体种子做催芽处理, 选取同期发芽(胚根突破种皮 2 mm)的种子, 均匀排列于准备好的培养皿(ϕ = 9 cm, 铺 2 层滤纸)中, 每皿 30 粒, 加 5 mL 浸提液, 上盖, 用封口膜封住边缘, 置于 20~25 °C (20 °C 时黑暗 16 h, 25 °C 时光照 8 h)光照培养箱中。以无菌蒸馏水为对照。每天补充 2 mL 水浸提液或蒸馏水 1 次, 每个处理 3 次重复, 第 7 天测量幼苗根长、苗高和鲜重(李睿玉等, 2014; 李雪枫等, 2010)。

1.2.3 数据处理 根据测定结果计算萌发率、根长、苗高和鲜重的化感指数(response index, RI)(李雪枫等, 2010)。

$$\text{萌发率} = \frac{\text{发芽种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100\%$$

$$\text{RI} = 1 - C/T (T \geq C) \text{ 或 } \text{RI} = T/C - 1 (T < C)$$

式中: C 指对照值; T 指处理值; $\text{RI} > 0$ 表示促进作用, $\text{RI} < 0$ 表示抑制作用, RI 绝对值的大小与化感作用强度相对应。

$$\text{综合化感效应指数 (synthesis effect index, SE)} = (\text{萌发率 RI} + \text{苗高 RI} + \text{根长 RI} + \text{鲜重 RI}) / 4$$

式中: $\text{SE} > 0$ 表示促进作用, $\text{SE} < 0$ 表示抑制作用, 其绝对值大小与作用强度相对应(罗杨等, 2011; 陶文琴等, 20014; Hierro & Callaway, 2003)。

采用 Excel 2010 和 Dps 14.5 软件对数据进行处理分析并作图(用 Duncan's 法比较处理组间的差异性, 显著水平 $p = 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 假臭草水浸提液对作物种子萌发率的影响

由图 1 可知, 假臭草水浸提液对水稻、西瓜、萝卜和辣椒种子萌发率有一定影响。其中, 0.010 g·mL⁻¹ 水浸提液对萝卜种子萌发具有轻微的促进作用; 浓度升高后对其种子萌发表现出了轻微的抑制作用,

但无显著差异($p>0.05$)。不同浓度的水浸提液对水稻、西瓜和辣椒均表现出了一定的抑制作用。其中,对西瓜种子萌发的抑制作用最显著,随着浓度的升高作用增强,0.025 与 0.010 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 处理之间存在显著差异($p<0.05$);对水稻种子萌发的抑制作用随着供试浓度的升高而降低;随着水浸提液浓度的升高,辣椒种子的萌发率降低,但差异不显著($p>0.05$)。

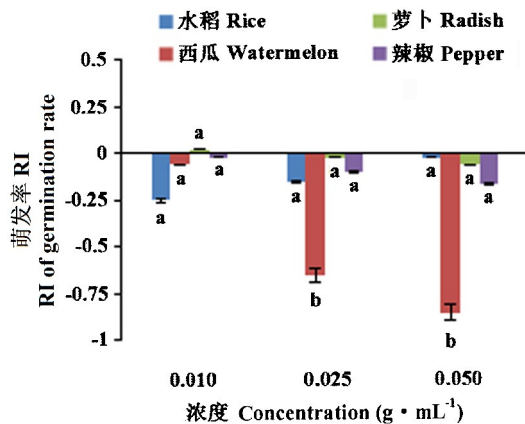


图1 假臭草水浸提液浓度对受试作物种子萌发率化感指数(RI)的影响

Fig.1 Effect of the concentrations of *E. catarium* extract on the response index (RI) of germination rate of rice, watermelon, radish and pepper seeds

不同字母表示同种作物不同处理浓度之间差异显著($p<0.05$)。
The different letters indicate significant difference among the different concentrations at $p<0.05$.

2.2 假臭草水浸提液对作物苗高的影响

假臭草水浸提液对萝卜和辣椒苗的生长有促进作用(图2),且该作用随着浓度的增大而增强,但差异不显著($p>0.05$)。不同浓度的水浸提液对水稻和西瓜苗的生长均有一定的抑制作用,且随着浓度的升高,抑制作用增强;但对西瓜苗生长的抑制作用不显著($p>0.05$);水浸提液浓度为0.010和0.050 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,水稻苗高差异显著($p<0.05$)。

2.3 假臭草水浸提液对作物根长的影响

由图3可知,假臭草水浸提液在供试浓度下对西瓜、萝卜和辣椒根长的影响表现为抑制作用。其中,对西瓜和辣椒根生长的抑制作用随着浓度升高而增强,但西瓜根长差异显著($p<0.05$);对萝卜根生长的抑制作用随着浓度升高而减弱,但差异不显著($p>0.05$)。0.010 $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 水浸提液对水稻根生长有轻微的抑制作用,浓度升高后表现出轻微的促进作用,但差异不显著($p>0.05$)。

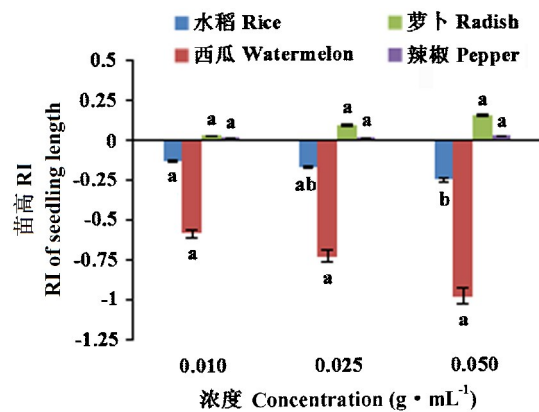


图2 假臭草水浸提液浓度对受试作物苗高化感指数(RI)的影响

Fig.2 Effect of the concentrations of *E. catarium* extract on the response index (RI) of length of rice, watermelon, radish and pepper seedlings

不同字母表示同种作物不同处理浓度之间差异显著($p<0.05$)。
The different letters indicate significant difference among the different concentrations at $p<0.05$.

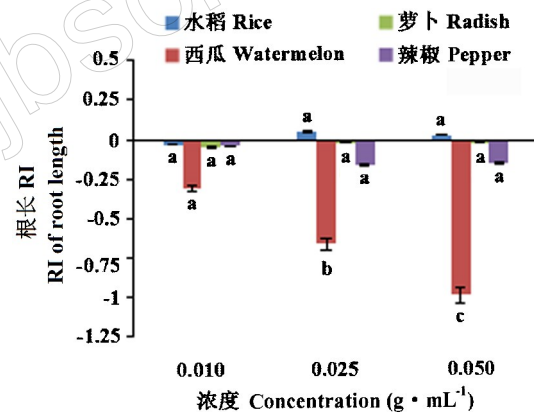


图3 假臭草水浸提液浓度对受试作物根长化感指数(RI)的影响

Fig.3 Effect of the concentrations of *E. catarium* extract on the response index (RI) of root length of rice, watermelon, radish and pepper seedlings

不同字母表示同种作物不同处理浓度之间差异显著($p<0.05$)。
The different letters indicate significant difference among the different concentrations at $p<0.05$.

2.4 假臭草水浸提液对作物鲜重的影响

假臭草水浸提液对4种受体作物鲜重的影响见图4。其中,对水稻、萝卜和辣椒鲜重表现为促进作用,且随浓度的升高对萝卜和辣椒鲜重的促进作用增强,但差异不显著($p>0.05$);随着浓度的升高对水稻鲜重的促进作用有轻微减弱;对西瓜鲜重表现出明显的抑制作用,且随着浓度的升高抑制作用显著增强($p<0.05$)。

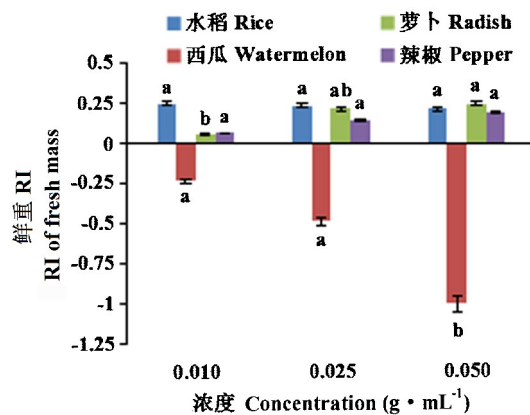


图 4 假臭草水浸提液浓度对受试作物鲜重化感指数 (RI) 的影响

Fig.4 Effect of the concentrations of *E. catarium* extract on the response index (RI) of fresh mass of rice, watermelon, radish and pepper seedlings. Different letters indicate significant difference among the different concentrations at $p < 0.05$.

2.5 综合化感效应

从表 1 可以看出,3 种浓度的假臭草水浸提液对不同作物表现出了不同的化感作用。其中,0.010 g·mL⁻¹ 水浸提液对萝卜有轻微的抑制作用,随着浓度的升高表现出了一定的促进作用;低浓度水浸提液对水稻有轻微的促进作用,当浓度升高为 0.050 g·mL⁻¹ 时,对水稻表现出轻微的抑制作用,但各个处理之间差异不显著 ($p > 0.05$);各浓度水浸提液对西瓜和辣椒均有抑制作用,且随着浓度的升高,抑制作用有不同程度的增强,其中不同浓度水浸提液对西瓜的抑制作用差异显著 ($p < 0.05$),对辣椒的抑制作用无显著差异 ($p > 0.05$)。0.050 g·mL⁻¹ 假臭草水浸提液对 4 种受试作物的综合化感效应顺序为西瓜>萝卜>水稻>辣椒。

表 1 假臭草水浸提液对供试作物的综合化感效应指数 (SE)

Table 1 Synthetic effect index (SE) of *E. catarium* extracts on rice, watermelon, radish and pepper seedlings

作物 Crop	浓度 Concentration (g·mL ⁻¹)	SE
水稻 Rice	0.010	0.022±0.001a
	0.025	0.017±0.000a
	0.050	-0.025±0.002a
西瓜 Watermelon	0.010	-0.303±0.010a
	0.025	-0.639±0.005b
	0.050	-0.953±0.023c
萝卜 Radish	0.010	-0.008±0.000a
	0.025	0.067±0.011a
	0.050	0.084±0.020a
辣椒 Pepper	0.010	-0.007±0.001a
	0.025	-0.027±0.003a
	0.050	-0.023±0.000a

3 讨论

综上所述,假臭草水浸提液对不同受体作物的种子萌发和幼苗生长发育均有一定的影响。植物的化感作用受多种因素的影响,表现出来的化感强度与受体植物有关(黄高宝等,2005)。相关研究已经证实假臭草存在化感效应(李光义等,2007;李勤奋等,2010;林希昊等,2010),本研究也证明假臭草具有比较强的化感作用。

本试验对假臭草的化感作用进行了初步探讨,假臭草水浸提液对不同作物具有不同的化感效应,同时对同一作物的不同部位也表现出了不同程度的抑制或促进作用。整个试验过程是在光照培养箱中完成,与自然环境条件下的化感效应有一定的差异,有待进一步探究。

参考文献

- 陈伟,兰国玉,安锋,蒋菊生,王真辉,陈秋波,吴新民,2007. 海南外来杂草——假臭草群落生态位特征研究. 西北林学院学报, 22(2): 24-27.
- 邓世明,杨先会,王宁,汤丽昌,2009. 外来入侵植物假臭草的黄酮类成分研究. 西北植物学报, 29(12): 2548-2550.
- 关亚丽,丁朝,刘婉华,2011. 银胶菊水浸液对蔬菜种子萌发和幼苗生长的影响. 安徽农业科学, 39(14): 8265-8267, 8286.
- 韩利红,冯玉龙,2007. 发育时期对紫茎泽兰化感作用的影响. 生态学报, 27(3): 1185-1191.
- 胡飞,孔垂华,1997. 胜红蓟化感作用研究 I. 水溶物的化感作用及其化感物质分离鉴定. 应用生态学报, 8(3): 304-308.
- 黄高宝,柴强,黄鹏,2005. 植物化感作用影响因素的再认识. 草业学报, 14(2): 16-22.
- 阚丽艳,谢贵水,安锋,肖爱选,陈炫,2008. 海南省入侵植物假臭草种子萌芽分析及其防治对策. 广西农业科学, 39(1): 46-50.
- 孔垂华,胡飞,2001. 植物化感(相生相克)作用及其应用. 北京:中国农业出版社.
- 李光义,陈贞蓉,邓晓,喻龙,李勤奋,2007. 假臭草对南方几种常见大田杂草的化感作用. 中国农学通报, 23(5): 425-427.
- 李勤奋,李光义,张桂花,2010. 假臭草植株不同分解阶段的化感作用动态变化. 中国生态农业学报, 18(2): 360-364.
- 李睿玉,王跃华,马丹炜,江明珠,徐文俊,2014. 夹竹桃水浸提液对 4 种植物的化感作用. 种子, 33(8): 44-47.

(下转第 307 页)

- K, 2000. Crustacean haemocytes and haematopoiesis. *Aquaculture*, 191: 45–52.
- Lorenzon S, Francese M, Smith V J and Ferrero E A, 2001. Heavy metals affect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans*. *Fish and Shellfish Immunology*, 11 (6): 459–472.
- Rodríguez-Ramos T, Espinosa G, Hernández-López J, Gollas-Galván T, Marrero J, Borrell Y, Alonso M E, Bécquer U and Alonso M, 2008. Effects of *Echerichia coli* lipopolysaccharides and dissolved ammonia on immune response in southern white shrimp *Litopenaeus schmitti*. *Aquaculture*, 274(1): 118–125.
- Tseng I T and Chen J C, 2004. The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* under nitrite stress. *Fish & Shellfish Immunology*, 17(4): 325–333.
- Wang F I and Chen J C, 2006. Effect of salinity on the immune response of tiger shrimp *Penaeus monodon* and its susceptibility to *Photobacterium damsela* subsp. *damsela*. *Fish & Shellfish Immunology*, 20(5): 671–681.
- Wang W N, Wang A L, Zhang Y J, Li Z H, Wang J X and Sun R Y, 2004. Effects of nitrite on lethal and immune response of *Macrobrachium nipponense*. *Aquaculture*, 232: 679–686.
- Wang W N, Zhou J, Wang P, Tian T T, Zheng Y, Liu Y, Mai W J and Wang A L, 2009. Oxidative stress, DNA damage and antioxidant enzyme gene expression in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* when exposed to acute pH stress. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, 150 (4): 428–435.
- Xian J A, Wang A L, Chen X D, Gou N N, Miao Y T, Liao S A and Ye C X, 2011. Cytotoxicity of nitrite on haemocytes of the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, using flow cytometric analysis. *Aquaculture*, 317: 240–244.
- Zhou J, Wang L, Xin Y, Wang W N, He W Y, Wang A L and Liu Y, 2010. Effect of temperature on antioxidant enzyme gene expression and stress protein response in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Thermal Biology*, 35 (6): 284–289.

(责任编辑:郭莹)

(上接第278页)

- 李雪枫,王坚,许文博,王堃,2010. 冷蒿对三种禾本科植物种子萌发和幼苗生长的化感作用. *应用生态学报*, 21 (7): 1702–1708.
- 李振宇,解焱,2002. 中国外来入侵种. 北京:中国林业出版社.
- 林成俊,郭焕佳,庞淇尹,2008. 入侵植物假臭草化感物质的分离及鉴定. *安徽农业科学*, 36(9): 3497–3498.
- 林希昊,陈秀龙,杨礼富,李传军,陈秋波,王真辉,2010. 假臭草浸提液对玉米根系活力的影响. *热带作物学报*, 31(5): 867–870.
- 罗杨,廖蓉苏,宋洋,2011. 小花棘豆对几种植物种子萌发的化感作用. *广东农业科学* (22): 109–113.
- 马永林,覃建林,马跃峰,郭成林,莫仁甫,周其峰,劳水兵,2013. 几种除草剂对柑橘园入侵性杂草假臭草防除效果. *农药*, 52(6): 444–446.
- 秦新生,严岳鸿,陈红锋,邢福武,2004. 海南植物增补(VIII). *华南农业大学学报(自然科学版)*, 25(1): 122–123.
- 陶文琴,许镇健,黄丽宜,缪绅裕,杨礼香,王厚麟,陈健辉,2014. 阔叶丰花草对茄科作物的化感效应. *贵州农业科学*, 42(10): 91–94.
- 王伟,张先敏,沙林华,程立生,2007. 海南岛外来入侵危险性动植物名录(一). *热带农业科学*, 27(4): 58–64.
- 王真辉,安锋,陈秋波,2006. 外来入侵杂草——假臭草. *热带农业科学*, 26(6): 33–37.
- 王真辉,陈文庆,杨礼富,袁坤,陈秋波,2011. 假臭草水浸提液化感作用研究. *热带农业科学*, 32(1): 55–60.
- 吴世捷,高力行,2002. 不受欢迎的生物多样性——香港的外来植物物种. *生物多样性*, 10(1): 109–118.
- 周凯,郭维明,徐迎春,2004. 菊科植物化感作用研究进展. *生态学报*, 24(8): 1776–1784.
- An M, Liu D L, Johnson I R and Lovett J V, 2003. Mathematical modelling of allelopathy: II. The dynamics of allelochemicals from living plants in the environment. *Ecological Modelling*, 161(1/2): 53–66.
- Corlett R T and Shaw J C, 1995. *Praxelis clematidea*: yesterday South America, today Hong Kong, tomorrow the World. *Memoirs of the Hong Kong Natural History Society*, 20: 235–236.
- Hierro J L and Callaway R M, 2003. Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant and Soil*, 256: 29–39.

(责任编辑:杨郁霞)