

秦红杰, 张志勇, 刘海琴, 等. 凤眼莲天敌——地老虎[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(6): 217–219.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.06.059

凤眼莲天敌——地老虎

秦红杰, 张志勇, 刘海琴, 王 岩, 张迎颖, 闻学政, 严少华

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏南京 210014)

摘要:在阐述凤眼莲入侵史、危害及常见防治措施, 分析当前引入外来物种水葫芦象甲 (*Neochetina eichhorniae*) 作为天敌利弊及潜在风险的基础上, 初步探讨了国内新发现、可啃食凤眼莲的地老虎的取食特点, 较详尽剖析利用地老虎作为天敌控制凤眼莲的应用前景及目前存在的问题, 为今后国内对凤眼莲的生物防治提供一定的理论基础与实践参考。

关键词:凤眼莲; 生物防治; 天敌; 地老虎; 水葫芦象甲

中图分类号: S476.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)06-0217-03

凤眼莲 (*Eichhornia crassipes*) 别称水葫芦, 雨久花科多年生单子叶水生草本植物^[1], 根生于淤泥中^[2], 原产于南美洲亚马逊河流域, 具有超强的适应和无性繁殖能力^[3]。截至 2010 年, 凤眼莲已入侵包括欧洲、亚洲、非洲及北美在内的至少 62 个国家^[4]。据报道, 凤眼莲植株在适宜条件下每 5 d 可增加 1 倍^[5]。Herfjord 等研究表明, 凤眼莲可在一个生长季度由几株繁殖至近 200 万株, 并覆盖约 10 000 m² 的水面^[6], 正是这种爆炸式的扩繁速度, 凤眼莲被列入“世界十大害草”之一, 排名第 8^[7], 中国国家环保局 2003 年把它列为首批最危险的 16 种外来入侵物种之一。凤眼莲一旦入侵新的水域, 会以惊人的速度扩繁, 并大量堆积于水体表面而阻碍航运、灌溉及渔业^[1], 妨碍休闲及娱乐活动等^[8], 对入侵地区的生态

和社会经济效益造成显著影响^[9]。

1 凤眼莲中国入侵史

1901 年, 凤眼莲作为花卉被引入中国台湾^[10], 20 世纪 30 年代进入中国大陆地区^[11]。20 世纪 50—70 年代, 为解决国家粮食问题, 凤眼莲作为“三水饲料”在中国大陆得到推广^[12], 后不慎逃逸进入自然生境而泛滥成灾。截至 2004 年, 凤眼莲已入侵我国南方 17 个省、市、自治区, 并导致生态破坏^[13], 被称为“水上绿魔”、水域“癌细胞”^[14-15]。

2 凤眼莲的防治措施

为应对凤眼莲的入侵, 不少国家及地区实施了相应的控制及治理措施, 主要包括物理措施、化学措施及生物措施^[1], 这 3 种防治措施各有优、缺点, 详见表 1。物理措施主要包括机械或人工打捞、水上建造控养围栏防其飘移等^[10,16]; 化学措施主要是施用 2,4-二氯苯氧乙酸 (2,4-D)、草甘膦等除草剂^[17]; 生物措施是通过生物间的相互作用来控制凤眼莲, 主要包括利用昆虫、真菌、植物化感等^[2,18-19]。丁义等认为, 协调应用物理、化学和生物措施, 可较好地控制凤眼莲。

收稿日期: 2015-05-06

基金项目: 国家“十二五”滇池水专项 (编号: 2012ZX07102-004-6、2013ZX07102005); 云南省社会发展项目 (编号: 2009CA034)。

作者简介: 秦红杰 (1984—), 男, 河南安阳人, 博士, 助理研究员, 主要从事水体生态修复研究。E-mail: hongjieqin111@126.com。

通信作者: 严少华, 研究员, 主要从事水污染治理研究。E-mail: shy-an@jaas.ac.cn。

广阔的市场前景^[11]。生防菌 XM-10 可以抑制多种植物病原菌, 具有较为广泛的抑菌谱^[7], 有希望开发成广谱的活体制剂。但需在其田间的定殖能力、抗药能力、菌种稳定性等方面做进一步的研究, 为该菌株开发为安全、有效、环境友好型的生物活体制剂打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] 翟茹环. 枯草芽孢杆菌 G8 抗菌物质的理化性质分析及分离纯化 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2008.
- [2] 胡燕梅, 杨 龙. 利用微生物防治植物病害的研究进展 [J]. 中国生物防治, 2006 (增刊 1): 190–193.
- [3] Baker K F. Evolving concepts of biological control of plant pathogens [J]. Annual Review of Phytopathology, 1987, 25: 67–85.
- [4] 惠 明, 窦丽娜, 田 青, 等. 枯草芽孢杆菌的应用研究进展 [J].

安徽农业科学, 2008, 36(27): 11623–11624, 11627.

- [5] 王金生. 细菌素在植物细菌病害生防中的应用 [J]. 生物防治通报, 1985, 1(2): 36–40.
- [6] 彭灯水. 枯草芽孢杆菌 12-041 和 12-059 对玉米纹枯病生物防治的研究 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2009.
- [7] 张雪辉, 唐 蕊, 徐立实, 等. 生防菌 XM-10 抑菌活性的测试及鉴定 [J]. 吉林农业科学, 2014, 39(4): 39–42.
- [8] 夏觅真, 蒋 颂, 罗薇薇, 等. 土壤放线菌 FX05 发酵培养基及发酵条件的优化 [J]. 微生物学杂志, 2009, 29(4): 49–52.
- [9] 陈丽红, 惠友为. 链霉菌 NW136 菌株发酵条件的研究 [J]. 陕西林业科技, 2008(1): 1–3.
- [10] 赵晓宇, 孟利强, 沙长青. 生防菌防治土传真菌病害现状及抗性物质的研究进展 [J]. 国土与自然资源研究, 2013(5): 95–96.
- [11] 姜 钰, 董怀玉, 徐秀德, 等. 放线菌在植物生防中的研究进展 [J]. 杂粮作物, 2005, 25(5): 329–331.

表 1 3 种不同凤眼莲防治措施的优缺点比较

防治措施	优点	缺点
物理措施	见效快,不破坏水体生态系统	劳动强度大,治理成本高,缺乏持续性
化学措施	见效快	效果不持久,易造成二次污染
生物措施	无污染,成本低,效果持久	见效慢

3 凤眼莲天敌的研究现状

在众多的生物防治措施中,利用天敌控制凤眼莲疯长、缓解其快速入侵带来的破坏性影响而备受青睐。美国早在 20 世纪 60 年代就开始了有关凤眼莲天敌的调查及研究^[20],随后其他被凤眼莲入侵的国家及地区也纷纷开展这项研究工作,截至 20 世纪末,阿根廷、巴西、印度、特立尼达和多巴哥、乌拉圭及美国佛罗里达等国家及地区共发现 70 余种可采食凤眼莲的昆虫、无脊椎动物、海牛和草鱼^[20-21]。昆虫类鞘翅目 (Coleoptera)、鳞翅目 (Lepidoptera)、半翅目 (Heteropterfi)、双翅目 (Diptera)、同翅目 (Homoptera) 及螨类 (Acarina) 均有凤眼莲天敌的报道^[10],其中,防治较好的天敌主要有水葫芦象甲 (*Neochetina eichhorniae* Warner)、水葫芦螟蛾 (*Niphograpta albiguttalis* Warren) 和叶 螨 (*Orthogalumna terebrantis* Wallwork)^[22]。

目前,国内外研究应用最多的是水葫芦象甲^[2]。不同国家与地区利用多种植物测定水葫芦象甲的寄主范围,结果表明,水葫芦象甲具有寄主专一性,不取食凤眼莲以外的植物^[23-24]。1995 年,水葫芦象甲首次引入中国,先后在浙江省梧田等 4 个镇、昆明市大观河及滇池等进行试验研究,结果表明,投放象甲后,凤眼莲繁殖率明显降低,光照活性受到抑制,植株茎叶及根系等受到破坏,用象甲控制凤眼莲具有一定的效果^[2,25]。但是,也存在一些突出问题:首先,象甲在中国始终是以害虫身份出现,如稻田象甲,成虫取食范围较广,水葫芦象甲作为一个外来引入物种,目前研究结果较为乐观,认为其具有取食专一性,然而随着气候和环境的改变,其食性是否会受到影响、是否会造成新的生态灾难不得而知;其次,象甲在温度低于 0℃ 时往往会被冻死,其适用范围受到一定限制^[2];第三,投放水葫芦象甲防治凤眼莲,需较长时间建立持久稳定的天敌种群方能见效^[25],甚至需要持续地释放才能见效,工作非常繁琐。

4 凤眼莲天敌地老虎

地老虎 (*Agrotis ipsilon* Hufnagel) 别称土蚕、地蚕、切根虫

等,属节肢动物门昆虫纲鳞翅目夜蛾科,其生活史一般为卵、幼虫、蛹、成虫共 4 个阶段。有报道指出,地老虎可危害玉米、蔬菜、烟草、棉花等农作物,是一种多食性害虫^[26-27]。到目前为止,国内鲜有土著生物作为凤眼莲天敌的报道,而一般来讲,在某一生物生存环境的周围可找到与其相生相克的其他物种。2014 年 7 月,在昆明市西山区西园隧道旁,笔者通过模拟自然水体研究凤眼莲与蓝藻相互关系时,偶然在 200 L 的 PVC 桶 (试验装置) 中发现可啃食凤眼莲的“地老虎” (图 1),该虫已发育至大龄幼虫,虫体已钻入凤眼莲膨凸的茎部且长势健壮,叶片被蚕食呈锯齿状 (图 2),幼虫钻入凤眼莲膨凸的茎内取食,向外排泄大量虫粪,造成膨凸的茎内因污染而引起腐烂。从凤眼莲被地老虎啃食的情况来看,利用地老虎控制凤眼莲存在一定的可行性和良好的应用前景,主要体现在:一是地老虎为土著物种,没有外来物种所带来新的生态灾难风险;二是地老虎可以啃食并消化利用凤眼莲的茎叶;三是地老虎对凤眼莲的破坏程度较重,叶片被大面积啃食并可钻入膨凸茎内部取食,直接阻断凤眼莲营养化物的上下疏导与转运,同时其代谢废物又可引起茎部腐烂,进而加大对植株体的损伤力度。



图1 地老虎的形态特征



A—叶片被地老虎蚕食呈锯齿状; B—膨凸的茎部被虫体钻孔; C—虫体在膨凸茎的内部
图2 地老虎啃食凤眼莲的情况

尽管地老虎对凤眼莲的破坏性已被证实,但把地老虎作为凤眼莲的天敌加以应用还有大量工作需要开展。一方面,凤眼莲在我国南部地区一般4—5月萌发抽叶,6—9月为主要的生长扩张期,10月后凤眼莲茎叶开始枯萎死亡,其在我国南方天然水体可自行越冬,而在北方遇霜冻或降大雪时会被冻死,需搭棚保暖方能安全过冬^[28-29];另一方面,地老虎的年发生代数会随气候不同而异,愈往南地老虎的年发生代数愈多,长江以南往往以蛹或幼虫越冬,另外,不同种类地老虎如小地老虎(*Agrotis ypsilon* Rottemberg)、大地老虎(*Agrotis tokionis* Butler)和黄地老虎(*Agrotis segetum* schiffmuller)的生活史及生活习性存在差异,小地老虎在东北烟区2~3代、华南烟区5~7代,而大地老虎在全国各地均为1年发生1代。因此,在不同地域投放地老虎控制凤眼莲时,需综合考虑当地地老虎的生活习性,并结合当地气候寻求投放地老虎控制凤眼莲的最佳时段,利用气候周期性变化防治地老虎成虫的迁移,以免对其他作物造成破坏。此外,在投放地老虎取食凤眼莲后期,可结合对夜蛾科成虫的常规防治,以控制失控下地老虎成虫的远距离迁移。

总之,大规模原位采用地老虎控制凤眼莲疯长、预防凤眼莲对水体生态的破坏尽管还有大量的工作亟待开展,但国内发现土著生物地老虎可破坏性取食凤眼莲仍振奋人心,可避免引入外来物种所带来的潜在生态风险。

致谢:非常感谢辽宁省抚顺市环境监测中心站史玉强教授和江苏省农业科学院植物保护研究所张志春老师在虫体鉴定方面给予的指导与帮助。

参考文献:

- [1] Patel S. Threats, management and envisaged utilizations of aquatic weed *Eichhornia crassipes*: an overview [J]. Reviews in Environmental Science and Biotechnology, 2012, 11(3): 249–259.
- [2] 丁义, 褚建君. 水葫芦的生物防治[J]. 杂草科学, 2005(3): 1–5.
- [3] Tipping P W, Center T D, Sosa A J, et al. Host specificity assessment and potential impact of *Megamelus scutellaris* (Hemiptera: Delphacidae) on waterhyacinth *Eichhornia crassipes* (Pontederiales: Pontederiaceae) [J]. Biocontrol Science and Technology, 2010, 21(1): 75–87.
- [4] Shanab S M M, Shalaby E A, Lightfoot D A, et al. Allelopathic effects of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) [J]. PLoS One, 2010, 5(10): e13200.
- [5] Perkins B D. Proceedings tall timbers conference on ecological animal control by habitat management [M]. London: British Ecological Society, 1973: 53–64.
- [6] Herfjord T, Osthaugen H, Saelthun N R. The water hyacinth [M]. Oslo, Norway: Norwegian Agency for Development Cooperation, 1994.
- [7] Reddy K R, Sutton D L. Water hyacinths for water quality improvement and biomass production [J]. Journal of Environmental Quality, 1984, 13(1): 1–8.
- [8] Khaket T P, Singh M, Dhanda S, et al. Biochemical characterization of consortium compost of toxic weeds *Parthenium hysterophorus* and *Eichhornia crassipes* [J]. Bioresource Technology, 2012, 123: 360–365.
- [9] Fan S F, Liu C H, Yu D, et al. Differences in leaf nitrogen content, photosynthesis, and resource-use efficiency between *Eichhornia crassipes* and a native plant *Monochoria vaginalis* in response to altered sediment nutrient levels [J]. Hydrobiologia, 2013, 711(1): 129–137.
- [10] 胡新军, 张古忍. 水葫芦及其自然天敌[J]. 昆虫天敌, 2005, 27(1): 32–37.
- [11] 胡廷尖, 王雨辰, 练青平. 水葫芦危害现状与控制对策研究[J]. 水产科技, 2009(6): 27–30.
- [12] 刘元复. 水草之宝——水葫芦[J]. 农业环境保护, 1994(2): 88.
- [13] 黄斌, 郭莹, 宋菁, 等. 水葫芦防治的现状与展望[J]. 武夷科学, 2004, 20(1): 149–154.
- [14] 王一专, 吴竞仑. 中国水葫芦危害、防治及开发利用[J]. 杂草科学, 2004(3): 6–9.
- [15] 李斌, 黄庭钧, 徐清扬. 水域“癌细胞”——水葫芦[J]. 环境导报, 2003(1): 16–17.
- [16] Malik A. Environmental challenge vis a vis opportunity: the case of water hyacinth [J]. Environment International, 2007, 33(1): 122–138.
- [17] Jadhav A, Hill M, Byrne M. Identification of a retardant dose of glyphosate with potential for integrated control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms – Laubach [J]. Biological Control, 2008, 47(2): 154–158.
- [18] Williams A E, Hecky R E, Duthie H C. Water hyacinth decline across Lake Victoria – Was it caused by climatic perturbation or biological control? A reply [J]. Aquatic Botany, 2007, 87(1): 94–96.
- [19] Tessmann D J, Charudattan R, Preston J F. Variability in aggressiveness, cultural characteristics, cercosporin production and fatty acid profile of *Cercospora piaropi*, a biocontrol agent of water hyacinth [J]. Plant Pathology, 2008, 57(5): 957–966.
- [20] 陈志群. 国外水葫芦生物防治研究概况 [J]. 中国生物防治, 1996(3): 50–52.
- [21] Cordo H A. Recommendations for finding and prioritizing new agents for biocontrol of water hyacinth [M] // Charudattan R, Labrada R, Center T D. Strategies for water hyacinth control. University of Florida, 1995: 181–185.
- [22] Julien M H, Griffiths M W. Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds [M]. 4th edition. Wallingford, Oxford: CAB International, 1999: 223.
- [23] Harley K S. The role of biological control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes* [J]. Biocontrol News and Information, 1990, 11(1): 11–22.
- [24] 丁建清, 陈志群, 付卫东, 等. 葫芦象甲的生物学及其寄主专一性 [J]. 中国生物防治, 2002, 18(4): 153–157.
- [25] 赵维钧. 引进天敌象甲控制水葫芦研究 [J]. 西南农业学报, 2006, 19(5): 900–905.
- [26] 胡坚. 烟田地老虎的发生及防治 [J]. 农业与技术, 2006, 26(3): 140–142.
- [27] 高艳玲, 吴丽梅, 郭博智, 等. 小地老虎 β -N-乙酰葡萄糖胺糖苷酶基因 cDNA 序列的克隆及 mRNA 组织特异性表达 [J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(6): 1496–1502.
- [28] 张志勇, 张迎颖, 刘海琴, 等. 滇池水域凤眼莲规模化种养种群扩繁特征与水质改善效果 [J]. 江苏农业学报, 2014, 30(2): 310–318.
- [29] 张正光. 水葫芦的培植技术及渔用 [J]. 科学养鱼, 1994(12): 19–20.