

大湄公河次区域薇甘菊的防控技术

张付斗^{1*}, 郭晋², 徐高峰¹, 申时才¹, 岳英^{2*}, 木霖^{2*}, 张玉华¹

¹云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南昆明 650205;

²云南省农业环境保护监测站, 云南昆明 650034

摘要: 薇甘菊是大湄公河次区域的重要恶性入侵杂草, 其种群跨境入侵扩张备受区域各国政府的高度重视和社会广泛关注。2011年以来在我国相关农业科研机构、团队和专家的科技支撑下, 中国云南与周边五国科研机构成立“大湄公河次区域植物保护工作组”。本文简要介绍工作组围绕该入侵杂草在生态异质性条件下种群扩展与灾变过程的预警监测、阻截防控带建设、替代控制与选择性除草剂协同应用取得的阶段性成效, 为积极主动融入国家“一带一路”倡议的实施, 服务于中国云南的经济国境线、绿色国境线和生态国境线发挥建设性作用。

关键词: 大湄公河次区域; 入侵杂草; 薇甘菊; 持续治理; 显著成效

The prevention and control technologies of *Mikania micrantha* in Greater Mekong subregion

ZHANG Fudou^{1*}, GUO Jin², XU Gaofeng¹, SHEN Shicai¹, YUE Ying^{2*},
MU Lin^{2*}, ZHANG Yuhua¹

¹Agricultural Environment and Resource Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China; ²Yunnan Agricultural Environmental Protection and Monitoring Station, Kunming, Yunnan 650034, China

Abstract: *Mikania micrantha* is a major alien invasive species in the Lang Cangjiang-Mekong River subregion. The cross-border invasion and expansion of *M. micrantha* have attracted great attention of governments and society in the region. Since 2011, with the technical support of relevant agricultural scientific research institutions, teams and experts from Yunnan, China, and five surrounding countries have rapidly established the "Greater Mekong Subregion Plant Protection Working Group". This paper briefly introduces the achievements of the working group on the early warning and monitoring of population expansion and impacts of *M. micrantha* in various environmental conditions, the development of quarantine and control zones, and the synergistic application of alternative controls and selective herbicides. This work is consistent with the implementation of the national "the Belt and Road Initiative", and plays a constructive role in supporting economic, and ecological development in Yunnan, China.

Key words: Greater Mekong subregion; alien invasive weed; *Mikania micrantha*; sustainable governance; remarkable results

大湄公河次区域 (Greater Mekong subregion, GMS) 包括中国云南、缅甸、柬埔寨、老挝、泰国和越南。由于共同具有的湄公河贯穿这 6 个国家和地区, 成为中国连接东南亚最重要的国际经贸大通道, 且中国云南与缅甸、老挝和越南边境相连, 与柬埔寨和泰国距离也较近, 因而也成为中国—东盟合作的基础。澜沧江—湄公河区域具有丰富的生物多样性

和生态多样性, 其生态环境保护备受国际关注, 并上升为 GMS 合作体的战略性合作目标 (大湄公河次区域经济合作领导人第四次会议通过《内比都宣言》)。然而, 紫茎泽兰 *Eupatorium adenophora* Spreng.、飞机草 *Eupatorium odoratum* L. 和薇甘菊 *Mikania micrantha* H.B.K. 等恶性入侵杂草种群在中国云南和周边国家跨境扩张, 加上复杂多样的入侵地域生态环境

收稿日期 (Received): 2018-09-13 接受日期 (Accepted): 2018-10-26

基金项目: 云南省应用基础研究重点项目 (2018FA024)

作者简介: 张付斗, 男, 研究员。研究方向: 入侵植物。E-mail: fdzh@vip.sina.com; 岳英, 女, 推广研究员。研究方向: 农业环境保护。E-mail: ynyueying@126.com

* 同等贡献作者 (The two authors contributed equally to this work)

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: ynaep@sina.com

条件,使得这些入侵杂草日益成为区域各国确保生物安全和生态安全的共同难题。

薇甘菊是一种世界性的农林恶性杂草 (Michael *et al.*, 2016; Mini & Abraham, 2005)。20 世纪 60 年代入侵印尼后,迅速波及亚洲热带、亚热带地区 (Zhang *et al.*, 2009)。薇甘菊在入侵地广泛生长于林地、农田、果园、荒地,以及公路、湖泊、河流、沟渠和池塘边缘等多种生境 (Rajesh *et al.*, 2012; Yu *et al.*, 2008),具有性繁殖和无性繁殖,且 2 种方式产生后代个体的能力惊人,具有极强的生命力和耐受性 (Li *et al.*, 2013; Macanawai *et al.*, 2015)。薇甘菊在异质生境中具有显著的有性生殖和克隆繁殖倾向性和可塑性 (徐高峰等, 2014; Hu & Li, 2014; Zhang *et al.*, 2009),在乔木、灌木和草本植物群落中的有性和营养繁殖能力差异很大 (Hu & Li, 2014),不同入侵群落采集的薇甘菊克隆体在同质条件下的种间竞争能力也有很大差异 (张付斗等, 2011),这种生态异质性可能对其种群扩展与灾变过程具有重要影响。

云南省作为中国面向南亚、东南亚开放的技术辐射中心,边境线长达 4060 km,有 8 个地州(市)、26 个边境县(市)与越南、老挝和缅甸毗邻,已成为影响我国西南阻截与防控农业重大外来有害生物入侵的重要前沿和关键区域。云南省农业科学院与缅甸、老挝、柬埔寨、泰国和越南相关国家科研机构于 2011 年建立大湄公河次区域农业科技合组——植物保护工作组,旨在共同行动、协同防控农业重大有害生物的跨境传播,特别提升对重大入侵物种扩张暴发的防控能力。经过团队的长期努力,对薇甘菊等重大恶性杂草的持续治理取得了重要进展,为积极主动融入国家“一带一路”战略的实施,服务于中国云南面向南亚、东南亚技术辐射发挥了建设性作用。

1 薇甘菊种群扩张与灾变过程的预警监测

云南省复杂的生态地理条件导致薇甘菊种群的入侵扩展过程极其复杂,为掌握其在异质生境条件下的扩散特点,云南省入侵杂草薇甘菊防控团队自 2010 年以来,针对云南省 516 个薇甘菊预警监测点开展科学观测,包括农田、果园、林地、荒地、公路边和河岸等入侵生境,设置样带和样方调查。通过入侵的生境基质指数、群落生态位特征、有性生殖和无性繁殖指数、危害现状指数等研究,掌握了薇甘菊在异质生境下的综合扩散指数情况。研究发现,在保护与管理较好自然植被生态系统(天然林)和农田生

态系统,薇甘菊的扩散较为困难,而在次生林、荒地、河岸和路边,综合扩散指数较高,尤其是河岸和荒地极其严峻,综合扩散指数分别为 1.3248 和 1.4721。

监测结果表明,较强的生态适应性、表型可塑性和繁殖高效性是薇甘菊种群扩展的内在本质,而入侵地域光、温、水肥的异质性是外因。由于内外因素交互,造成该种群生态位重叠与交错分布的格局。根据入侵的生境及其繁殖表型监测结果,对生境的基质指数、繁殖指数和危害指数等 7 个指标定性、定量分析,计算出各生境的风险值 (R) 进行综合性评价;采用 auologistic 回归构建薇甘菊在异质生境的扩散的预测分析模型。模型预测结果表明,正确预测薇甘菊入侵点占 83.8%,正确预测其未入侵点占 81.4%,而误诊率(实际未入侵而模拟为入侵的情况)和漏诊率(实际入侵而模拟为未入侵的情况)分别为 16.2%、18.6%,整体准确度为 82.6%,为阻截防控带的建设及其预警监测点的设置提供了科学依据。

2 云南省阻截防控带建设

薇甘菊传播扩散快、生物生长量大、再生能力强,防除后容易复发,为巩固和扩大防控成果,云南省在薇甘菊发生区域周边、交通沿线、不同行政区域相邻的乡镇等敏感区域 1624 km 的范围,建立了防控阻截带,阻截薇甘菊的传播蔓延。其中,德宏州在过境的 320 国道、腾瑞公路、芒那公路等沿线 417 km 的范围,保山市在五县区与缅甸、德宏、临沧、大理和怒江等接壤的乡镇,以及县与县之间相连接的 21 个乡镇 532 km 的范围,临沧市在与保山、大理、普洱交界及过境公路 214 国道及孟龙(耿马孟定到镇康与龙陵)、沧施(沧源到施甸)公路、临景(临翔到景谷)公路沿线 675 km 的范围,建立薇甘菊防控阻截带。云南省共建立了 6 条防控阻击带,在 39 个县(区)布设薇甘菊防控监测点,设立标志牌,各监测点及其区域每月开展监测调查一次,一旦发现薇甘菊入侵,立即组织灭除。在德宏、保山、临沧、怒江、普洱、西双版纳 6 州(市)的 18 个县,海拔 510~1730 m 的范围内,调查发现薇甘菊新发生点 262 个,面积 474877 m²。各地都及时采取了防除措施,控制了薇甘菊的入侵、扩散,达到了早发现、早防除、早控制的目的。

3 替代控制与选择性除草剂协同应用

3.1 薇甘菊替代物种的筛选及其控制效果

替代控制是一种安全、持久控制薇甘菊入侵的

理想途径,但存在效果缓慢、成本较高等局限。项目组在薇甘菊入侵生境收集 12 个竞争物种与薇甘菊的竞争平衡指数,测定发现,红薯 *Ipanoea batatas* L.、云南菟丝子 *Cuscuta reflexa* Roxb、皱叶狗尾草 *Setaria plicata* (Lam.) T. Cooke、艾蒿 *Artemisia argyi* H. Lévl. & Vaniot 和粗毛耳草 *Hedyotis mellii* Tutch 5 个物种与薇甘菊混种的所有处理中,薇甘菊的竞争指数 CB 均显著大于 0,尤其在早期竞争中较为显著,最大为 1.55。尽管云南菟丝子和粗毛耳草对薇甘菊的竞争能力较强,但存在较大生态风险和危害性,而红薯、艾蒿和有皱叶狗尾草表现较好的生态效益和经济效益,在薇甘菊苗前或幼苗期播种,对薇甘菊的替代控制效果分别达到 85.0%、83.7% 和 81.6% (Michal *et al.*, 2016; Shen *et al.*, 2016)。

3.2 薇甘菊选择性除草剂的筛选及其配方研发

化学除草剂应用简便、高效和经济,是防除薇甘菊大面积发生的重要措施。由于化学除草剂尤其是灭生性除草剂的大量应用,造成对本地物种的药害、环境污染、残效等生物安全和生态安全。为此,项目持续通过选择性除草剂的筛选和应用技术研发,极大地提高了化学除草剂对薇甘菊的防效、选择性和安全性,获得 3 个国家发明专利授权。如通过氟草烟与莠灭净 1 : 7.5~15.0 配比混用防治薇甘菊,具有明显的增效作用,对薇甘菊的防治效果提高了 5.25%~14.25%。该除草剂配方不仅可防治生长期间的薇甘菊,而且对根部萌发和种子萌发的薇甘菊潜在种群具有较好作用,实现茎叶处理和土壤封闭处理的双重功效。可适合施药的时期长,在薇甘菊幼苗期至开花现蕾期均可应用,解决了其他除草剂只能在薇甘菊萌发前或者只能在生长期应用的局限性(张付斗等,2011);利用 2,4-D 与氟草烟 1.8~2.7 : 0.8~1.2 防治薇甘菊的复配除草组合物及其制备方法,通过工艺生产出二元复配,降低除草剂用量 30% 以上的苗后茎叶处理除草剂商品(张付斗等,2010);由氟草烟与 2 种助剂乙氧基改性三硅氧烷和十二烷基二苯醚双磺酸盐按一定质量比例混合而成的除草剂组合物显著提高了除草剂氟草烟防治薇甘菊的作用效果和速度,并提高了药剂的持效期和耐雨水冲刷能力,适合防治不同生育阶段的薇甘菊植株(徐高峰等,2012)。

3.3 替代控制与选择性除草剂的协同应用

为建立高效、安全与持久控制薇甘菊的技术体

系,项目通过替代控制物种与本地物种对化学肥料、除草剂的敏感性和选择性的差异研究,进一步发明出协同应用防治薇甘菊的技术模式。利用施肥技术提高红薯替代控制薇甘菊的肥料及其应用,对薇甘菊的替代控制防效提高 15.0%~20.0% (张付斗等,2018)。申时才等(2013)采用植物种间竞争关系研究,筛选获得对薇甘菊具有较强竞争能力的替代控制物种,应用除草剂的毒力和选择性测定结果,筛选出选择性强的除草剂并明确其对安全和高效的剂量范围,利用替代控制的安全和持久优点,结合了化学防治所具有的见效快、活性高和成本低的优点。

4 小结

薇甘菊为我国重点管理的外来入侵物种之一。入侵地域突现严重危害性、迅速扩展性和难以根除性,对云南省的生物多样性和生态系统造成严重威胁。由于入侵生境的多样性和复杂性,通过其生态适应性、表型可塑性和繁殖对策性研究,阐明了其种群扩展及其灾变过程的成因及其机制,为持续治理提供了重要的科学基础。

本着预防为主、综合防治的原则。一方面对薇甘菊的发生区域的采取综合防除,另一方面防范其向其他区域扩张。通过预测预报和风险分析技术,将云南省薇甘菊的适生区域划分为暴发区,包括德宏、保山和临沧 3 个地级州市,怒江、西双版纳、普洱、红河和文山为薇甘菊种群入侵扩张的风险防范区,建立阻截防控区,沿水陆交通沿线建立阻截带。采取农产品携带检疫,防范大面积扩展;同时对风险防范区域的高风险生境建立预警监测,尽早发现和及时根除尚未建立的种群。有效阻截了其向 5 个高风险地级州市的大面积扩张。

基于薇甘菊在生境多样性条件下的发生危害特点,项目发明适应于不同生境的替代控制和除草剂应用技术,防治效果、选择性和安全性与现有技术相比具有突出的优点,满足了因地制宜、科学防控的生产实际需求。替代植物与选择性除草剂的协同应用,取长补短地实现高效、安全与持久控制的效果,最终建立以农业、生态控制为核心,辅助应用化学防治的综合防治技术体系。

参考文献

申时才,张付斗,徐高峰,李天林,金桂梅,2013. 一种利用

- 替代控制结合除草剂应用防治薇甘菊的方法: 2012105330865. 2013-03-13.
- 徐高峰, 申时才, 张付斗, 2014. 异质环境下入侵植物薇甘菊的适应性及繁殖特性. *生态环境学报*, 23(8): 1258-1264.
- 徐高峰, 张付斗, 申时才, 李天林, 2012. 一种防治薇甘菊的含有氟草烟的除草组合物及其制备方法: 201110445685.7. 2012-05-09.
- 张付斗, 李天林, 徐高峰, 吴迪, 2010. 一种防治薇甘菊的复配除草组合物及其制备方法: 200910094786.7. 2010-01-13.
- 张付斗, 岳英, 季梅, 申时才. 2015. 薇甘菊在云南省的入侵危害及其防控. 昆明: 云南科技出版社.
- 张付斗, 李天林, 徐高峰, 吴迪, 张玉华, 2011. 薇甘菊不同生长方式下的繁殖特征比较. *植物学报*, 46(1): 59-66.
- 张付斗, 徐高峰, 李天林, 2011. 氟草烟与莠灭净混用防治薇甘菊的方法: 201010275608.7. 2011-01-19.
- 张付斗, 申时才, 徐高峰, 岳英, 刘树芳, 杨君, 张玉华, 2018. 一套提高红薯替代控制薇甘菊效果的肥料及其应用: 201410751784.1. 2018-01-23.
- HU L, LI M G, 2014. Climbing capacity of the invasive vine *Mikania micrantha* Kunth on vertical artificial poles. *Biological Invasions*, 16: 295-302.
- LI X X, SHEN Y D, HUANG Q Q, FAN Z W, HUANG D D, 2013. Regeneration capacity of small clonal fragment of the invasive *Mikania micrantha* H.B.K.: effect of burial depth and stolon internode length. *PLoS ONE*, 8(12): 1-8.
- MACANAWAI A R, DAY M D, ADKINS S W, 2015. Effects of age, length and pattern of burial on survival of *Mikania micrantha* stem sections. *Pacific Science*, 69: 95-102.
- MICHAL D D, DAVID R C, CBRITINE G, WILMOT K A D, SENARATNE, SHEN S C, LESLIE A W, ZHANG F D, 2016. Biology and impacts of Pacific islands invasive species *Mikania micrantha* Kunth. *Pacific Science*, 70(3): 257-285.
- MINI A, ABRAHAM C T, 2005. Biology of mile-a minute weed (*Mikania micrantha* H.B.K), an alien invasive weeds in Kerala. *Indian Journal of Weeds Science*, 37(2): 153-154.
- RAJESH K R, MADAN S, RAJAN S, 2012. Controlling *Mikania micrantha* H.B.K: how effective manual cutting is? *Journal of Ecology and Field Biology*, 35(3): 235-242.
- SHEN C C, XU G F, DAVID R C, JIN G M, LIU S F, YANG Y X, CHEN A D, ZHANG F D, HISASHI K D, 2016. Suppression of reproductive characteristics of the invasive plant *Mikania micrantha* by sweet potato competition. *BMC Ecology*, 16: 2-9.
- YU H, YU F H, MIAO S L, DONG M, 2008. Holoparasitic *Cuscuta campestris* suppresses invasive *Mikania micrantha* and contributes to native community recovery. *Biological Conservation*, 141: 2653-2661.
- ZHANG L L, WEN D Z, FU S L, 2009. Responses of photosynthetic parameters of *Mikania micrantha* and *Chromolaena odorata* to contrasting irradiance and soil moisture. *Biologia Plantarum*, 53(3): 517-522.
- (责任编辑:郭莹)
-
- (上接第 278 页)
- 邹军锐, 任顺祥, 2006. 胡瓜钝绥螨对西花蓟马的功能反应和数值反应. *华南农业大学学报*, 27(3): 35-38.
- 钟锋, 吕利华, 高燕, 何余容, 李小玺, 张金强, 李世茂, 2009. 西花蓟马的危害及生物防治研究进展. *广东农业科学* (8): 120-123.
- 邹运鼎, 耿继光, 陈高潮, 孟庆雷, 王公明, 1996. 异色瓢虫若虫对麦二叉蚜的捕食作用. *应用生态学报*, 7(2): 197-200.
- DORAMACI M, KAKKAR G, KUMAR V, CHEN J, ARTHURS A S, 2014. Swirski mite (suggested common name) *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae). *Entomology & Nematology*, 565: 1-5.
- FATHIPOUR V, BONAKDAR A, MOHSENI H, 2017. Advances on sensitive electron-injection based cameras for low-flux, short-wave-infrared applications. *Frontiers in Materials*, 3: 1-16.
- HASSELL M P, VARLEY G C, 1969. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control. *Nature*, 223: 1133-1137.
- KAKKAR G, 2010. *Frankliniella schultzei* (Trybom), an invasive flower thrips attacking vegetable crops in southeastern florida identification: distribution and biological control. Gainesville: University of Florida.
- (责任编辑:郑姗姗 郭莹)