

中国—东盟重大农业入侵有害生物 预警与防控研究进展

田兴山¹, 齐国君¹, 胡学难², 符悦冠³, 谌爱东⁴, 曾涛⁵, 何自福¹, 吕利华^{1*}

¹广东省农业科学院植物保护研究所/广东省植物保护新技术重点实验室, 广东 广州 510640; ²广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心, 广东 广州 510623; ³中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 海口 571101; ⁴云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南 昆明 650205; ⁵广西壮族自治区农业科学院植物保护研究所, 广西 南宁 530007

摘要: 中国—东盟自贸区的建设和运行, 促进了东盟农产品特别是热带水果向中国的输入, 随之极大地提高了东盟农业有害生物入侵中国的风险。如何保障东盟农产品输入中国同时又能有效阻断农业有害生物的入侵是亟需解决的重大难题。为此, 2011年中华人民共和国科学技术部批准设立了国家国际科技合作重大专项“中国—东盟重大农业外来有害生物预警与防控平台”, 华南、云南地区及越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝、柬埔寨东盟6个国家的专家学者组建了联合攻关团队, 建立了中国—东盟重大农业入侵有害生物预警与防控技术支撑平台, 对东盟农业有害生物的基础数据库、风险评估、快速鉴定、口岸监测、检疫处理和应急防控等关键技术开展系统研究, 创建了以“境外监测与指导防控、口岸检验与检疫处理和境内应急防控”为核心的防控东盟农业有害生物入侵的技术体系, 并在中国—东盟自贸区内示范应用。

关键词: 东盟; 农业; 入侵有害生物; 预警; 防控

Advances on early-warning, prevention and control of major agricultural invasive pests in China and the ASEAN region

Xing-shan TIAN¹, Guo-jun QI¹, Xue-nan HU², Yue-guan FU³, Ai-dong CHEN⁴,
Tao ZENG⁵, Zi-fu HE¹, Li-hua LÜ^{1*}

¹Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection/Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China; ²Inspection and Quarantine Technology Center, Guangdong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou, Guangdong 510623, China; ³Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou, Hainan 571101, China; ⁴Institute of Agricultural Environment and Resource, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China; ⁵Institute of Plant Protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007, China

Abstract: Due to the establishment and operation of the China-ASEAN Free Trade Area, an increasing amount of agricultural goods, especially tropical fruits produced in ASEAN member countries, is being imported to China, increasing the risk of invasion by agricultural pests. To minimize risk but ensure trade with ASEAN countries, an international collaboration project "Early warning and prevention platform for major agricultural alien pests of China-ASEAN" was initiated by the Ministry of Science and Technology of China in 2011. Experts from the Chinese provinces of Guangdong, Hainan and Yunnan, the Guangxi Zhuang Autonomous Region, and the ASEAN countries of Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Laos, and Cambodia formed a joint research team, to develop an early-warning and prevention platform for major agricultural alien pests in China-ASEAN region. This included an alien pest database, techniques for rapid identification, port monitoring, quarantine treatments and eradication methods for major agricultural pests. The strategy and technique package for preventing and controlling major agricultural invasive alien pests from ASEAN coun-

收稿日期(Received): 2016-06-17 接受日期(Accepted): 2016-07-04

基金项目: 国家国际科技合作项目(2011DFB30040)

作者简介: 田兴山, 男, 研究员, 项目首席科学家。研究方向: 外来入侵生物。E-mail: xstian@tom.com

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

tries was put forward, which consisted of three defense lines for monitoring and control training and guidance abroad, inspection and quarantine treatment along border and port, and eradication methods.

Key words: ASEAN; agriculture; alien invasive pest; early-warning; prevention and control

东盟国家地处热带和亚热带地区,动植物资源十分丰富,盛产水果、水稻、蔬菜等多种农产品,为各种植物有害生物的生存、扩散和发生为害提供了适宜的气候和食物条件,是全球生物入侵最为严重的地区之一(李伟丰等,2008)。据统计,在我国2011年公布禁止进境的439种(属)植物检疫性有害生物中,东盟十国分布有107种(属),占24.4%(齐国君等,2015b)。我国是东盟农产品的主要输入国,随着2010年“中国—东盟自由贸易区”的建成,我国的东盟农产品输入量急剧增大,随之极大地提高了东盟农业有害生物入侵我国的风险。

我国是世界上遭受外来物种入侵最严重的国家之一(丁晖等,2011; Wan & Yang, 2016)。其中,地处热带、亚热带地区的广东、广西、海南、云南是我国外来物种入侵最严重的地区(齐艳红等,2004; 徐海根等,2004);由于与东盟频繁的国际贸易交往、相似的作物种类及气候环境,这些地区面临的外来有害生物入侵风险越来越大(顾渝娟等,2013c; 马兴莉等,2012)。如何保障东盟农产品输入我国同时又能有效阻断农业有害生物的入侵是亟需解决的重大难题,事关我国周边外交和国家农业生物安全及农业发展。

针对东盟输华农产品携带农业有害生物入侵风险日益升高、危害不断加重的问题,2011年中华人民共和国科学技术部(以下简称科技部)批准设立了国家国际科技合作重大专项“中国—东盟重大农业外来有害生物预警与防控平台”。项目由广东省农业科学院植物保护研究所、广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心、中国热带农业科学院环境与植物保护研究所、云南农业科学院农业环境资源研究所、广西农业科学院植物保护研究所、越南农业科学院植物保护研究所、泰国农业部植物保护研究与开发办公室、菲律宾大学作物保护系、缅甸农林牧渔业科学院、老挝国家农林研究中心以及柬埔寨农业研究与发展研究所共11家国内外单位参加,为期3年(2011—2013年)。项目组建了国内外100余名专家学者的联合攻关团队,构建了中国—东盟农业外来有害生物预警与防控科技合作

交流网络平台(<http://www.sagripest.org>),形成了多类型、多层次的中国—东盟农业科技交流合作机制,对东盟农业有害生物的基础数据库、风险评估、快速鉴定、口岸监测、检疫处理和应急防控等关键技术及环节开展了系统研究,创建了防控东盟农业有害生物入侵的技术体系并进行示范推广。现将项目取得的主要进展概述如下。

1 探明东盟高风险农业入侵有害生物种类,明确重点防控对象

1.1 东盟检疫性有害生物的组成及传入途径

2005—2011年,我国各口岸从东盟进口农产品中共截获检疫性有害生物19464批次。其中,泰国截获最多,达7914批次;马来西亚次之,为3574批次;缅甸第三,为2285批次;文莱最少,仅1批次(图1)。高传入风险的有害生物108种,其中昆虫、病原菌、杂草分别占71.30%、6.48%、9.26%(刘海军和胡学难,2015)。在检疫截获量最多的昆虫类群中,小蠹类占28.57%,实蝇类占27.27%,象甲类为15.58%,粉蚧类为6.49%,是我国高度关注的东盟国家入境农业有害生物类群(顾渝娟等,2013c; 马兴莉等,2012)。从越南、菲律宾、泰国等入境的香蕉、莲雾、菠萝、芒果等17种农产品是重要检疫性有害生物的主要传入载体,并以货物运输为主要传入途径(顾渝娟等,2013a, 2013b)。

1.2 东盟6个国家重要农业入侵有害生物种类

通过实地调查、文献资料收集与对比,明确了毗邻我国的东盟6个国家(越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝和柬埔寨)农业入侵有害生物的种类本底,分别为99、105、80、64、39和48种(表1)。危害严重的农业入侵有害生物共计166种,昆虫、病原菌和杂草比例为63.85%、23.49%和9.64%,其中实蝇类、粉蚧类和象甲类为东盟热带作物的重要入侵有害生物(刘海军和胡学难,2015)。发现新种 *Premna leaf curl virus* (She *et al.*, 2013), 东盟新纪录种 *Ageratum yellow vein China virus* (Li *et al.*, 2013; She *et al.*, 2015) 和 *Tomato yellow leaf curl Kanchanaburi virus* (Tang *et al.*, 2014)。

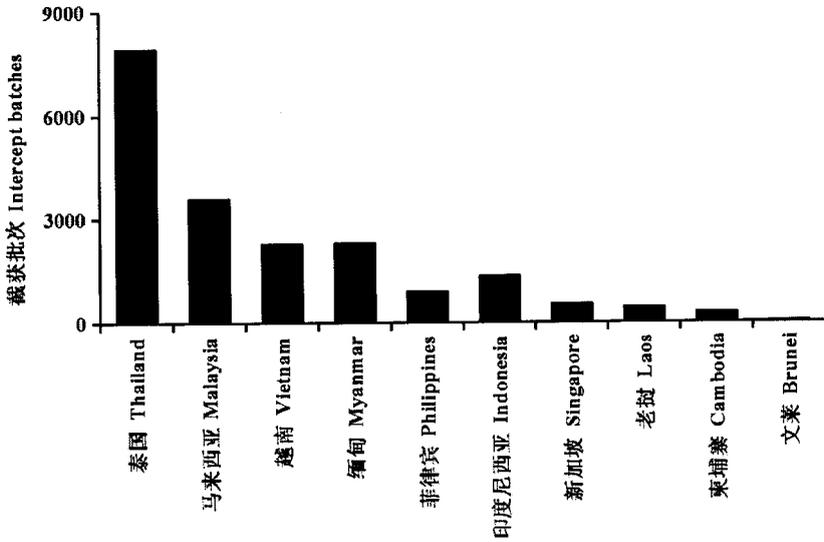


图1 2005—2011年我国各口岸截获东盟国家检疫性有害生物批次

Fig.1 The intercepted batches at Chinese ports, containing quarantine pests originating from ASEAN countries during the period from 2005 to 2011

表1 东盟6个国家重要农业入侵有害生物的物种数

Table 1 The number of known species of major agricultural alien invasive pests in six ASEAN countries

国家 Country	昆虫 Insect	病原菌 Pathogen	杂草 Weed	其他 Other	总数 Total
越南 Vietnam	71	12	13	3	99
泰国 Thailand	69	22	11	3	105
菲律宾 Philippines	58	9	9	4	80
缅甸 Myanmar	46	5	11	2	64
老挝 Laos	29	3	6	1	39
柬埔寨 Cambodia	26	13	8	1	48

1.3 华南、云南重要农业入侵有害生物的种类

广东、广西、海南和云南的重要农业入侵有害生物种类分别为65、66、105和49种(表2)。华南及云南4个省区的重要农业入侵有害生物共计191种(郭成林等,2013;申时才等,2012;岳茂峰等,2011),其中昆虫、病原菌和杂草的比例为36.13%、21.99%和39.27%。发现大戟刺粉虱 *Aleurocanthus euphorbiae* Jesudasan & David、长刺粉虱 *Aleurocanthus longispinus* Quaintance & Baker、三孔棒粉虱 *Aleuroclava tripori* (Dubey & Sundararaj)、番荔枝褶粉虱 *Aleurotrachelus anonae* Corbett(朱文静和符悦冠,2013)、椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker(吕宝乾等,2013)、瓜棍腹实蝇 *Dacus* (*Callantra*) *longicornis* (Wiedemann)、越南寡鬃实蝇 *Dacus mellesis satanas*(杜宇等,2012)、木瓜粉蚧 *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink(顾渝娟和齐国君等,2015)、木尔坦棉花曲叶病毒 *Cotton leaf curl Multan virus*(何自福等,2012;林林等,2011)、霸王花

褐腐病 *Neoscytalidium dimidiatum* (蓝国兵等,2014; Lan *et al.*,2012)、芒果枯梢病 *Fusarium decemcellulare* (Qi *et al.*,2013)等11种中国新纪录种。

表2 华南及云南地区重要农业入侵有害生物的物种数

Table 2 The number of known species of major agricultural alien invasive pests present in Guangdong, Guangxi, Hainan, and Yunnan Provinces

地区 Region	昆虫 Insect	病原菌 Pathogen	杂草 Weed	其他 Other	总数 Total
广东 Guangdong	32	9	22	2	65
广西 Guangxi	24	19	21	2	66
海南 Hainan	41	16	46	2	105
云南 Yunnan	12	9	26	2	49

1.4 东盟10种重要农业入侵有害生物的风险评估

根据东盟国家、华南及云南地区的重要农业入侵有害生物种类、分布调查及口岸疫情分析,利用Maxent、Climex、Garp等生态位模型,评估了番石榴实蝇 *Bactrocera correcta* (Bezzi)、辣椒实蝇 *B. latifrons* (Hendel) (Ma *et al.*,2011)、椰子织蛾(阎伟等,2013)、木尔坦棉花曲叶病毒、木薯绵粉蚧 *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero(曾宪儒等,2014)、大洋臀纹粉蚧 *Planococcus minor* Maskell、南洋臀纹粉蚧 *P. lilacinus* Cockerell(齐国君等,2015a)、木瓜粉蚧(顾渝娟和齐国君等,2015)、刺轴含羞草 *Mimosa pigra* L.(岳茂峰等,2013)和多花天胡荽 *Hydrocotyle umbellata* L.共10种危险性有害生物在我国的潜在适生范围,明确了其在我国的风险分布等级,为制定有害生物早期预警、检疫鉴定标准和

检疫措施提供了依据,也为农产品准入有害生物携带风险综合评估提供了极为重要的基础性信息。

1.5 我国应高度关注的东盟农业入侵有害生物种类

在口岸疫情分析和种类调查的基础上,综合考虑在传入、定殖、扩散中的可能性高低,潜在的经济影响程度及适生性风险等级,提出了对我国具有较大威胁的东盟农业入侵有害生物名单(表 3),包括番

石榴实蝇、辣椒实蝇、橘实锤腹实蝇 *Monacrostichus citricola* Bezzi、芒果果核象 *Sternochetus mangiferae* (Fabricius)、芒果果肉象 *S. frigidus* (Fabricius)、芒果果实象 *S. olivieri* (Faust)、新菠萝灰粉蚧 *Dysmicoccus neobrevipes* (Beardsley)、木薯绵粉蚧、大洋臀纹粉蚧、南洋臀纹粉蚧、椰子织蛾、木尔坦棉花曲叶病毒、多花天胡荽、刺轴含羞草共 14 种。

表 3 对我国具有较大威胁的东盟农业入侵有害生物名单

Table 3 A list of the agricultural invasive pests that constitute the highest risk for China

种类 Species	东盟分布 Distribution in ASEAN countries	中国分布 Distribution in China	寄主植物 Host	检疫性名录 Quarantine status
橘实锤腹实蝇 <i>Monacrostichus citricola</i>	泰国、菲律宾、马来西亚 Thailand, Philippines, Malaysia	无 No	柑橘属植物 <i>Citrus</i> plant	2007 年列入 Listed in 2007
木薯绵粉蚧 <i>Phenacoccus manihoti</i>	越南、泰国、老挝、柬埔寨 Vietnam, Thailand, Laos, Cambodia	无 No	木薯、大豆、柑橘等 Cassava, soybean and citrus	2011 年列入 Listed in 2011
南洋臀纹粉蚧 <i>Planococcus lilacinus</i>	越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝、柬埔寨、印度尼西亚、马来西亚 Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Laos, Cambodia, Indonesia, Malaysia	无 No	水果、林木及粮食作物 Fruit, forest and grain crop	2007 年列入 Listed in 2007
芒果果核象 <i>Sternochetus mangiferae</i>	越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝、柬埔寨、印度尼西亚、马来西亚 Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Laos, Cambodia, Indonesia, Malaysia	无 No	芒果 Mango	2007 年列入 Listed in 2007
多花天胡荽 <i>Hydrocotyle umbellata</i>	越南、泰国 Vietnam, Thailand	无 No	农田、湿地、路旁 Farmland, wetland and roadside	尚未列入 Not yet listed
芒果果肉象 <i>Sternochetus frigidus</i>	越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝、柬埔寨、印度尼西亚、马来西亚 Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Laos, Cambodia, Indonesia, Malaysia	云南 Yunnan	芒果 Mango	2007 年列入 Listed in 2007
芒果果实象 <i>Sternochetus olivieri</i>	越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝、柬埔寨、印度尼西亚、马来西亚 Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Laos, Cambodia, Indonesia, Malaysia	云南 Yunnan	芒果 Mango	2007 年列入 Listed in 2007
番石榴果实蝇 <i>Bactrocera correcta</i>	越南、泰国、缅甸、老挝、柬埔寨 Vietnam, Thailand, Myanmar, Laos, Cambodia	台湾、云南 Taiwan, Yunnan	水果、蔬菜类 Fruit and vegetable	2007 年列入 Listed in 2007
辣椒实蝇 <i>Bactrocera latifrons</i>	越南、泰国、菲律宾、缅甸、老挝、柬埔寨等 Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Laos, Cambodia, etc.	台湾、云南 Taiwan, Yunnan	水果、蔬菜类 Fruit and vegetable	2007 年列入 Listed in 2007
新菠萝灰粉蚧 <i>Dysmicoccus neobrevipes</i>	越南、泰国、菲律宾、柬埔寨、马来西亚、新加坡 Vietnam, Thailand, Philippines, Cambodia, Malaysia, Singapore	台湾、广东、广西、海南、云南 Taiwan, Guangdong, Guangxi, Hainan, Yunnan	水果、蔬菜及粮食作物 Fruit, vegetable and grain crop	2007 年列入 Listed in 2007
大洋臀纹粉蚧 <i>Planococcus minor</i>	越南、泰国、菲律宾、缅甸、柬埔寨、印度尼西亚、新加坡 Vietnam, Thailand, Philippines, Myanmar, Cambodia, Indonesia, Singapore	台湾、广东、海南、云南 Taiwan, Guangdong, Hainan, Yunnan	水果、林木和观赏植物及粮食作物 Fruit, forest, ornamental plant and grain crop	2007 年列入 Listed in 2007
刺轴含羞草 <i>Mimosa pigra</i>	越南、泰国、柬埔寨 Vietnam, Thailand, Cambodia	台湾、海南 Taiwan, Hainan	湿地、洪泛区 Wetland and flooded area	尚未列入 Not yet listed
椰子织蛾 <i>Opisina arenosella</i>	泰国、缅甸、印度尼西亚、马来西亚 Thailand, Myanmar, Indonesia, Malaysia	广东、广西、海南 Guangdong, Guangxi, Hainan	棕榈科植物、香蕉 Palmae plant and bananas	尚未列入 Not yet listed
木尔坦棉花曲叶病毒 <i>Cotton leaf curl Multan virus</i>	越南、菲律宾、老挝 Vietnam, Philippines, Laos	广东、广西、海南、云南 Guangdong, Guangxi, Hainan, Yunnan	棉花、锦葵科 Cotton and malvaceae	尚未列入 Not yet listed

2 研发快速检测鉴定技术及标准,奠定监测和预警技术基础

2.1 小型昆虫 GC-MS 进样针及快速鉴定技术

研制出一套小型昆虫的 GC-MS 直接进样装置(专利号:ZL201120060719.6),并建立了基于表皮碳氢化合物 GC-MS 指纹图谱的实蝇类昆虫快速鉴定技术(林涛等,2016)。该技术不仅可用于西花蓟马 *Frankliniella occidentalis* (Pergande) 等小型昆虫的种类鉴定及监测(陈婷等,2014;赵成银等,2011),而且可用于昆虫部分表皮或碎片的鉴定。利用实蝇足或翅为进样材料,获得了番石榴实蝇、橘小实蝇 *B. dorsali* (Hendel)、南瓜实蝇 *B. tau* (Walker)、木瓜实蝇 *B. papayae* Drew & Hancock、瓜实蝇 *B. cucurbitae* (Coquillett) 的表皮碳氢化合物指纹图谱(林涛,2015)。与分子生物学鉴定技术相比,该技术取样简便,样本污染小,还可鉴定分子生物学无法鉴定的旧标本,且鉴定时间只需 1 h,准确率达 95%,为我国检疫性昆虫鉴定提供了一项新技术。

2.2 形态难以鉴定的物种的分子标记鉴定技术

利用 cDNA 文库、mtDNA COI 标记、RT-PCR 等分子生物学技术,针对形态上难以鉴定的芒果象甲类、番茄环纹斑点病毒 *Tomato zonate spot virus*、扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 等对象,创建了准确可靠、易于操作的芒果果核象甲、芒果果肉象甲、芒果果实象甲的快速鉴定试剂盒 3 套(专利号:ZL201110379136.5)以及番茄环纹斑点病毒的 RT-LAMP 试剂盒 1 套,并利用 mtDNA COI 标记证实越南、菲律宾、老挝均有扶桑绵粉蚧发生(职小玲,2014),为探明我国入侵生物的来源提供了有力证据和方法。

2.3 重要入侵有害生物的形态学鉴定标准

利用传统分类学方法研究描述了橘实锤腹实蝇、褐纹甘蔗象 *Rhabdoscelus lineaticollis* (Heller)、黑丝盾蚧 *Ischnaspis longirostris* (Signoret)、椰子织蛾(吕宝乾等,2013)、刺轴含羞草、多花天胡荽等重要入侵有害生物的形态学特征,制定了橘实锤腹实蝇、褐纹甘蔗象、黑丝盾蚧的检疫鉴定行业标准 3 项。系统描述了 108 种东盟检疫性有害生物的形态鉴定特征,并编制了实用手册(刘海军和胡学难,2015),显著提高了口岸检疫、监测和预警能力。

3 创建监测、检疫处理与应急防控关键技术,阻断有害生物的传入和扩散

3.1 华南及东盟地区重要检疫对象的监测技术

开发出适用于华南、云南及东盟国家高温多雨地区的新型实蝇诱捕器(专利号:ZL201120414204.1),并筛选出外源激素类引诱剂 4 种,确定了寡毛实蝇类 *Bactrocera* spp.、按实蝇类 *Anastrepha* spp.、腊实蝇属 *Ceratitis* spp. 和饶实蝇属 *Rhagoletis* spp. 的诱捕器设置方案,建立完善了监测东盟实蝇入侵的技术体系。2011—2013 年,在广东、广西、海南、云南口岸及边境线每年设置 4000 个实蝇监测诱捕器,平均全年诱捕实蝇数量达 7.64 万头,鉴定出重要实蝇 45 种。在广东诱捕到 1 种我国高度关注的番石榴实蝇,并以密件形式汇报中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局(以下简称国家质检总局),农业部相关部门迅速采取措施,防止了该有害生物的扩散。

3.2 检疫性有害生物的口岸检疫处理新技术

针对东盟进口芒果、荔枝、莲雾、木瓜等重点水果,首创了大规模验证实蝇辐照检疫处理技术,研究建立了口岸橘小实蝇检疫辐照处理的最低剂量和技术要求(赵菊鹏,2011;赵菊鹏等,2010),还确定了番石榴实蝇、菠萝粉蚧 *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell)、新菠萝灰粉蚧、扶桑绵粉蚧等检疫辐照处理的技术指标(马骏等,2012;赵菊鹏等,2012),形成行业标准“芒果、荔枝中橘小实蝇检疫辐照处理最低剂量”和“莲雾、木瓜中橘小实蝇检疫辐照处理技术要求”。根据建立的实蝇监测网络和口岸应急防控技术,提出了出入境检验检疫行业标准“检疫性实蝇突发疫情处置指南”。

3.3 重要入侵生物的应急防控预案和防控技术

针对东盟发生严重、我国零星发生或未见分布的椰子织蛾、橘小实蝇、木薯绵粉蚧、芒果象甲、木尔坦棉花曲叶病毒、刺轴含羞草、多花天胡荽等制定了应急防控预案。同时,针对华南及云南地区快速扩散并暴发成灾的红火蚁 *Solenopsis invicta* Buren 等重大入侵生物制定了轻简化应急防控技术,并将技术辐射到其新发生地区。

4 构建“三道防线”组成的入侵生物新型阻截带,保障东盟农产品安全入境

以“预警外延、区域联控”为目标,集成各单项监测与防控关键技术,构建由“境外监测与指导防控、口岸检验与检疫处理、境内监测与应急防控”三道防线组成的防控东盟有害生物入侵的新型阻截带及其技术体系。该技术体系在三道防线广泛应用,在东盟国家对高风险有害生物进行监测与指导防控,在广东、深圳、珠海等省市口岸对重要检疫生物进行快速检测与检疫处理,在我国华南及云南对重要农业入侵有害生物进行监测与应急防控。

该技术体系的广泛应用有效地降低了东盟农业有害生物的入侵风险和在我国境内的传播速率,保障了东盟农产品安全入境,提高了我国口岸检疫中东盟有害生物检出率 15%~20%,并促成了国家质检总局发布 6 份警示通报;阻截了番石榴实蝇、辣椒实蝇、木薯绵粉蚧、南洋臀纹粉蚧等 4 种生物的传入,阻止了椰子织蛾、木尔坦棉花曲叶病毒、芒果果肉象、芒果果实象、新菠萝灰粉蚧、大洋臀纹粉蚧、扶桑绵粉蚧、刺轴含羞草等 8 种检疫性有害生物的进一步扩散;2012 年因传带实蝇,泰国莲雾被停止输华,该技术体系为恢复泰国莲雾输华提供了技术支持,也为我国政府调节东盟输华农产品市场准入制度提供了技术储备。

5 展望

中国—东盟自贸区涵盖 18 亿人口,贸易额达 1.23 万亿美元,是世界上由发展中国家组成的最大的自由贸易区。随着该自由贸易区的建成,东盟农产品的输入势不可挡,其携带的农业有害生物的入侵风险急剧增大。共同防控农业有害生物入侵,减少其对本国农林生产及生态环境的威胁是中国—东盟自贸区各个国家所面临的重要问题之一,如何应对是整个地区的共同问题。随着全球经济一体化发展,农产品贸易增多,入侵生物的跨境扩散机率剧增,区域内防控农业有害生物入侵是一项长期而又艰巨的任务。

一粒种子可以改变世界,同样,一条虫或一种病可以毁掉一个产业。早期预警和主动防御是应对生物入侵最有效的办法。本项目建立了中国—东盟重大农业入侵有害生物预警与防控支撑平台,在广泛调查和深入研究基础上明确了东盟 6 个国

家和毗邻东盟的我国 4 个省区农业入侵有害生物种类及分布的基础数据库,提出了我国政府应高度关注的来自东盟的农业入侵生物对象;形成的一系列监测技术、检疫处理技术、应急防控技术和产品,在三道防线上应用,显著提高了区域内重要入侵生物的防控技术水平。本研究使我国应对东盟农业有害生物入侵由“被动应付”变“主动应对”,同时为我国生物战略数据信息资源收集与采集提供了一个稳定的途径,进而为我国政府设置农产品贸易技术壁垒和开展科技援外提供了依据或选择的手段。此外,应继续加大与东盟国家国际合作资助的力度和连续性,充分发挥已建平台在入侵有害生物预警与防控中的作用,提高东盟国家农业有害生物的防控能力与水平,将来自东盟的入侵有害生物阻截在国境线以外。

由于农业外来入侵生物的调查和研究在世界各国都是敏感和相对保密的课题,涉及到国际贸易和经济社会的发展,在国际交流与实地调查过程中极易引起猜疑和误解。本研究虽通过联合调查与培训获得了较为完整的物种数据库信息,但境外实地调查仍不够完全和系统,且我国对重点关注的东盟国家入侵对象缺乏相关的基本知识,降低了我国应对关注对象的鉴定与防控能力。东盟国家大多地处“新海上丝绸之路”的十字路口和必经之地,随着 21 世纪海上丝绸之路的建设和推进,进一步明确中国—东盟外来有害生物的入侵现状和发生趋势,将为新海上丝绸之路沿线国家的入侵生物研究提供参考,也对维护区域内农业生物安全、贸易稳定、睦邻外交发挥重要作用。

致谢:感谢项目组全体参加人员的共同努力,感谢中国农业科学院吴孔明院士在项目执行过程中给予的指导,感谢科技部国际合作司、广东省科技厅科技合作交流处给予的经费及政策上的支持和帮助。

参考文献

- 陈婷, 齐国君, 高燕, 吕利华, 2014. 广州输入性花卉蓟马的种类组成及种群动态分析. *环境昆虫学报*, 36(3): 287-292.
- 丁晖, 徐海根, 强胜, 孟玲, 韩正敏, 缪锦来, 胡白石, 孙红英, 黄成, 雷军成, 乐志芳, 2011. 中国生物入侵的现状与趋势. *生态与农村环境学报*, 27(3): 35-41.

- 杜宇,肖枢,蒋小龙,周力兵,邓裕亮,刘忠善,2012. 东南亚寡鬃实蝇 (*Triphoridae*, *Dacinae*, *Dacus*) 记述. 植物检疫, 26(3): 52-58.
- 顾渝娟,陈克,刘海军,胡学难,2013a. 菲律宾输华产品植物有害生物疫情分析. 植物检疫, 27(2): 83-86.
- 顾渝娟,陈克,刘海军,胡学难,2013b. 进境泰国水果携带有害生物疫情分析及防控对策. 植物检疫, 27(1): 81-85.
- 顾渝娟,刘海军,何日荣,武目涛,陈克,胡学难,2013c. 东盟输华水果携带检疫性蚘类害虫疫情分析. 植物检疫, 27(5): 95-99.
- 顾渝娟,齐国君,2015. 警惕一种新的外来入侵生物——木瓜粉蚘 *Paracoccus marginatus*. 生物安全学报, 24(1): 39-44.
- 郭成林,马永林,马跃峰,覃建林,2013. 广西农业生态系统外来入侵杂草发生与危害现状分析. 南方农业学报, 44(5): 778-783.
- 何自福,余小漫,汤亚飞,2012. 入侵我国的木尔坦棉花曲叶病毒及其为害. 生物安全学报, 21(2): 87-92.
- 蓝国兵,何自福,罗方芳,汤亚飞,余小漫,杜振国,2014. 霸王花褐腐病的病原鉴定. 华南农业大学学报, 35(1): 60-63.
- 李伟丰,张君潮,金薇,陈开生,龚秀泽,2008. 东盟国家植物有害生物传入广西的风险. 植物检疫, 22(3): 174-176.
- 林林,蔡健和,罗恩波,秦碧霞,胡冬梅,蒙姣荣,陈保善,农恒志,2011. 南宁市朱槿曲叶病毒病原分子鉴定和寄主范围研究. 植物保护, 37(4): 44-47, 67.
- 林涛,2015. 基于 GC-MS 的 5 种检疫性实蝇鉴定技术研究. 硕士学位论文. 广州: 华南农业大学.
- 林涛,陈婷,何余容,胡学难,梁帆,雷妍圆,吕利华,2016. 一种可用于桔小实蝇表皮碳氢化合物分析的固体进样技术. 昆虫学报, 59(3): 278-291.
- 刘海军,胡学难,2015. 中国关注东盟农产品检疫疫情及有害生物. 广州: 广东科技出版社.
- 吕宝乾,严珍,金启安,温海波,符悦冠,李伟东,彭正强,2013. 警惕椰子织蛾 *Opisina arenosella* Walker(鳞翅目: 织蛾科) 传入中国. 生物安全学报, 22(1): 17-22.
- 马骏,赵菊鹏,林莉,胡学难,梁帆,李波平,陆永跃,2012. 扶桑绵粉蚘辐照处理研究. 植物检疫, 26(3): 13-16.
- 马兴莉,刘海军,李志红,胡学难,陈克,2012. 我国口岸截获东盟实蝇疫情分析. 植物检疫, 26(5): 82-87.
- 齐国君,陈婷,高燕,雷妍圆,吕利华,2015a. 基于 Maxent 的大洋臀纹粉蚘和南洋臀纹粉蚘在中国的适生区分析. 环境昆虫学报, 37(2): 219-223.
- 齐国君,高燕,田兴山,何自福,吕利华,2015b. 构建“21 世纪海上丝绸之路”区域内入侵有害生物防控技术体系: 机遇与挑战//中国农业科学院国际合作局. 中国农业科技国际合作理论与实践—2015. 北京: 中国农业科学技术出版社: 41-47.
- 齐艳红,赵映慧,殷秀琴,2004. 中国生物入侵的生态分布. 生态环境, 13(3): 414-416.
- 申时才,张付斗,徐高峰,李天林,吴迪,张玉华,2012. 云南外来入侵农田杂草发生与危害特点. 西南农业学报, 25(2): 554-561.
- 徐海根,强胜,韩正敏,郭建英,黄宗国,孙红英,何舜平,丁晖,吴海荣,万方浩,2004. 中国外来入侵物种的分布与传入路径分析. 生物多样性, 12(6): 626-638.
- 阎伟,吕宝乾,李洪,李朝绪,刘丽,覃伟权,彭正强,骆有庆,2013. 椰子织蛾传入中国及其海南省的风险性分析. 生物安全学报, 22(3): 163-168.
- 岳茂峰,樊蓓莉,田兴山,冯莉,周先叶,李伟华,2011. 广东省农业生态系统外来入侵植物的种类调查与危害评估. 生物安全学报, 20(2): 141-146.
- 岳茂峰,冯莉,田兴山,杨彩宏,2013. 基于 MaxEnt 的入侵植物刺轴含羞草的适生分布区预测. 生物安全学报, 22(3): 173-180.
- 曾宪儒,于永浩,韦德卫,龙秀珍,曾涛,2014. 木薯绵粉蚘入侵广西的风险分析. 南方农业学报, 45(2): 214-217.
- 赵成银,何余容,钟锋,高燕,齐国君,邵晓迎,吕利华,2011. 西花蓟马表皮碳氢化合物成份分析. 应用昆虫学报, 48(3): 536-541.
- 赵菊鹏,2011. 辐照对桔小实蝇检疫除害及酶活性影响的研究. 博士学位论文. 广州: 华南农业大学.
- 赵菊鹏,胡学难,梁帆,梁广勤,罗于艺,邹伟权,林莉,胡美英,吴佳教,2010. 桔小实蝇、木瓜实蝇辐照检疫除害处理试验研究. 植物检疫, 24(6): 6-9.
- 赵菊鹏,马骏,梁帆,林莉,胡学难,邹伟权,梁广勤,胡美英,蒋小龙,杜宇,2012. 番石榴实蝇 3 龄幼虫辐照处理试验研究. 植物检疫, 26(4): 19-22.
- 职小玲,2014. 基于微卫星标记的扶桑绵粉蚘亚洲地理种群遗传多样性研究. 硕士学位论文. 广州: 华南农业大学.
- 朱文静,符悦冠,2013. 海南岛粉虱科昆虫种类及中国四新纪录种记述(半翅目, 胸喙亚目). 动物分类学报, 38(3): 647-656.

- Lan G B, He Z F, Xi P G and Jiang Z D, 2012. First report of brown spot disease caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on *Hylocereus undatus* in Guangdong, Chinese Mainland. *Plant Disease*, 96(11): 1702.
- Li Z B, Qin B X and Cai J H, 2013. First report of *Ageratum yellow vein China virus* infecting *Zinnia elegans* in Vietnam. *Plant Disease*, 97(3): 431.
- Ma X L, Li Z H, Ni W L, Qu W W, Wu J J, Wan F H and Hu X N, 2011. The current and future potential geographical distribution of the solanum fruit fly, *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) in China // Li D L and Chen Y Y. *Computer and Computing Technologies in Agriculture V*. Berlin; Springer: 236-246.
- Qi Y X, Pu J J, Zhang X, Zhang H, Lu Y, Yu Q F, Zhang H Q and Xie Y X, 2013. First report of dieback of mango caused by *Fusarium decemcellulare* in China. *Journal of Phytopathology*, 161(10): 735-738.
- She X M, He Z F and Brown J K, 2013. A new, previously undescribed monopartite begomovirus infecting *Premna serratifolia* in Vietnam. *Archives of Virology*, 158(11): 2425-2428.
- She X M, He Z F, Yin G H, Du Z G, Tang Y F and Lan G B, 2015. A new alphasatellite molecule associated with *Ageratum yellow vein China virus* in the Philippines. *Journal of Phytopathology*, 163(1): 54-57.
- Tang Y F, He Z F, Du Z G and Lu L H, 2014. First report of *Tomato yellow leaf curl Kanchanaburi virus* infecting eggplant in Laos. *Plant Disease*, 98(3): 428.
- Wan F H and Yang N W, 2016. Invasion and management of agricultural alien insects in China. *Annual Review of Entomology*, 61(1): 77-98.

(责任编辑: 杨郁霞)