

农业外来物种生态风险与阻控途径

郑富海^{1#}, 乐家诚^{1, 2#}, 胡钧铭¹, 李婷婷¹, 周凤珏², 张俊辉¹, 俞月凤¹, 李宇翔¹

(¹广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所/广西耕地保育重点实验室;

²广西大学农学院, 南宁 530004)

摘 要: 农业外来物种为非本地生物种, 科学评估农业外来物种生态风险与阻控安全利用途径, 有助于防控外来物种入侵和保护生态系统。基于生物安全背景下, 通过查阅国内外相关研究文献及农业外来物种入侵相关案例, 研究农业外来物种的来源、种类、分布、传入方式及生态风险, 分析我国对外来物种阻截防控措施和痛点。农业外来物种入侵给农林业带来较大生态风险, 严重威胁生物安全 and 国家安全; 农业外来物种的阻控需从源头预上加强监管、完善相关法律法规、构建风险评估机制、综合治理等; 我国农业外来物种阻控仍有较多不足, 亟待完善。阻控农业外来物种利于抵御预警农业生态系统环境风险。

关键词: 生物安全; 外来物种; 环境风险; 预警; 阻控

中图分类号: S-1

文献标志码: A

0 引言

党的二十大报告还指出, 必须坚定不移贯彻总体国家安全观。生物安全作为非传统安全与公众健康安全、科技安全、生态安全和公共卫生安全息息相关, 是国家安全的重要组成部分。过去的几十年里, 各国外来物种的引进和入侵呈现出持续增长的趋势^[1], 外来物种的入侵给生态系统和生物多样性造成了严重的损害, 我国的生物安全也面临着巨大挑战。随着二十大报告明确指出“加强生物安全管理, 防治外来物种侵害”, 近年来外来物种入侵的危害越来越得到社会的重视, 因此, 研究外来物种的各种特征和阻控途径具有重大意义。早在十九世纪, 查尔斯达尔文就已经在其著作中提到了“入侵生物”。而查尔斯埃尔顿在 1948 年出版的《动植物的入侵生态学》中, 首次给出了“生物入侵”的定义, 即自然分布范围以外的物种传入和扩散至新的地区并造成破坏, 至此, 国外开始了入侵生物学的研究, 20 世纪 80 年代开始

SCOPE 开始引用埃尔顿的学说, 开始了物种入侵的研究^[2]。20 世纪 90 年代以后, 对外来物种入侵的研究日益增强, 出现了多种假说: 繁殖压力假说、内在优势假说、竞争力加强的进化假说、天敌释放假说、入侵崩溃假说等^[1]。我国对于生物入侵相关研究有外来物种风险评估方面, 外来物种防治法律方面^[3], 有从生态学、林学、农学、环境学等自然科学角度展开的研究, 也有从生态哲学方面展开的研究^[2]。本研究基于生物安全, 通过研究外来物种的分布格局、起源地、类别、传入我国的方式、给生物多样性和生态系统造成的破坏, 针对其存在的特点, 利用不同的防控方法对外来物种进行阻控, 保护生物安全, 确保国家安全。本文通过查阅国内外相关研究文献, 系统分析外来物种的分布、类别、传入途径、生态风险, 指出外来物种的阻控需从源头预防、加强监管、普查摸底、监测预警、综合防治, 并分析外来物种的阻控痛点以及未来展望。

基金项目: 广西“新世纪十百千人才工程”专项资金(2018221); 广西科技基地和人才专项(2022AC18008); 广西农业科学院创新团队项目(桂农科 2021YT040); 广西特色作物试验站专项(TS202106)。

第一作者简介: 郑富海, 男, 1991 年出生, 山东滨州, 工程师, 硕士, 研究方向为农业资源与环境。通信地址: 530007 广西南宁市大学东路 174 号, 广西壮族自治区农业科学院农业资源与环境研究所, Tel: 0771-3245043, E-mail: fuhaizheng110@126.com。#为并列第一作者。

通讯作者简介: 胡钧铭, 男, 1974 年出生, 江苏宿迁, 研究员, 博士, 主要研究方向为农业有机资源利用与生境调控及逆境生态。E-mail: jmhu06@126.com, 中国农学会会员号: A011300044M。

1 生物安全

1.1 生物安全背景

生物安全是对各类生物因子、生物技术误用滥用及相关活动引起的生物性危害的检测、评价、监测、防范和治理的科学技术体系,使自身安全与利益相对处于没有危险和不受危险胁迫的状态以及持续保持安全的能力与行为^[4]。狭义上指人类生命健康、生物的正常生存以及生态系统的正常结构和功能受现代生物技术研发应用活动的现实损害或潜在风险,如基因技术、操作病原体、生物入侵等所造成的危害;广义上指致病微生物、外来入侵生物和现代生物技术及其应用对生物、生态系统的正常生存以及人类生命健康的现实损害或潜在风险^[4]。生物安全与公众健康安全、科技安全、生态安全和公共卫生安全息息相关^[5]。党的二十大报告要求统筹“传统安全和非传统安全”。生物安全问题具有联动性、跨国性和多样性,如果安全问题不加以有效制止就容易蔓延至全球性风险,甚至是产生全球性安全危机^[6],秉持合作与可持续安全观对应人类生物安全挑战具有重要意义。

1.2 生物安全应用

生物安全作为非传统安全也是国家安全的重要组成部分,而科技则是国家生物安全的重要战略支撑^[7]。“十三五”期间,科技部启动“生物安全关键技术研发”重点专项,取得了许多成就。如建立生物安全特种资源库,囊括动植物种质资源、入侵生物标本资源、微生物资源、人类遗传信息资源等;建立生物安全监测预警防控网络,大幅提升对未知外来物种的监测、鉴定和紧急处理能力;国际上领先的基因合成与编辑技术,以基因编辑为代表的突破性生物技术,在生物安全、国家安全等领域展现出巨大的应用前景;完善外来入侵物种监控体系,在外来生物入侵防控措施与防治技术方面取得了显著进展,为入侵生物的风险评估、预测预报、检验检疫、综合防治打下良好基础^[7];外来物种治理上的创新,小龙虾曾经肆虐我国水域,现利用的“稻虾连作”技术在确保国家粮食安全生产的基础上,实行生态环保的管理制度,所生产的水产品和水稻都是无公害绿色食品,具有很高的社会、生态和生产价值^[8]。

1.3 生物安全管理

生物安全属国家安全范畴,本质上必须以国家

的整体实力为依托^[9]。目前,国际上的生物安全管理可分为以下几点。从法律层面进行监管,有国家只对特殊生物制剂和毒素进行法律监管,也有对生物技术研究各个阶段进行全面法制管理的国家^[10];设定特定的安全管理机构或专家委员会,由不同领域内的专家组成,作为生物安全政策的顾问、监管机构以及执行者^[10],给一系列国家生物安全事宜提供技术、资讯以及指导^[11];建立生物安全风险管控制度,根据生物安全形成的危害等级采用分级管理,对生物技术研究开发活动的潜在风险程度,分为一般风险、较高风险和高风险三个等级,对农业转基因生物给人类、动植物、微生物和生态环境造成的危险程度,分为I、II、III、IV四个等级;许多跨国性、全球性的机构和组织实行超国家治理,由强国帮助弱国,进行超国家的管理,体现全球化时代全球联动的本质与趋势^[11]。

2 外来物种

2.1 外来物种分布

我国地域辽阔,气候、地形复杂多样,生态系统的种类多,大部分的外来物种都可以找到适宜生存的生长繁殖地。全国 31 个省市均有外来物种入侵产生危害,发生面积超过 0.25 亿 hm^2 ,大多数地区都分布有外来物种,涉及到的生态系统包括森林、草原、荒漠、淡水、农田、湿地、岛屿、城市等,其中 80%以上的入侵物种出现在农田等人为活动频繁的生态系统中^[12]。大部分的外来物种分布在低海拔地区及热带岛屿生态系统,那里气候湿热、物种丰富,非常适宜外来物种的生存,如华南、华中等地区的外来物种分布较多,而东北、西北等地区天气寒冷、干旱,外来物种较少。外来入侵植物其分布整体上呈现由南向北、由东向西风险等级递减的趋势,安徽、福建、浙江、江苏、广东、台湾、四川和云南的入侵植物最多,风险最高;而吉林、黑龙江、甘肃、新疆、内蒙古、陕西、青海、宁夏和西藏的入侵植物最少,面临的风险最低;外来入侵动物在山东、福建、江苏、广东和广西这些地区分布较多,这些城市所面临的风险较大;甘肃、山西、宁夏、内蒙古、吉林、黑龙江、青海和西藏的入侵动物较少,所面临的风险较低^[1]。

2.2 外来物种来源

引入我国的外来物种主要来源于美洲、欧洲、

亚洲、非洲以及大洋洲等, 其中大部分的外来物种起源于北美洲, 南美洲其次, 再次是亚洲, 欧洲排第四, 最后是非洲和大洋洲, 起源于这两个洲的外来物种比较少, 特别是大洋洲^[13]。中国外来入侵微生物原产于北美洲的物种最多, 亚洲其次, 再次是欧洲, 接下来是南美洲、大洋洲和非洲^[13], 分布我国省份最多的外来入侵动物物种来源于南美洲, 分布我国省份数最多的外来入侵植物物种则来源于欧洲和亚洲^[1]。原因可能是我国与欧洲和其他亚洲国家的地理距离最近, 这些外来入侵植物也更便于传播到我国, 这些外来入侵物种可以更容易的在我国找到适宜的栖息地。而南美洲和亚洲的生物链相对独立, 从这些地方引进的生物基本上都没有天敌, 在我国找到适宜的栖息地后大肆生长繁殖, 破坏当地生态系统和生物多样性。例如毒麦、黑麦草、苦苣莒等起源于亚洲或欧洲国家的外来入侵植物分布在我国一半以上的省份^[1]。

2.3 外来物种分类

我国生态系统种类复杂多样, 拥有多种环境, 适合绝大部分的外来物种生存, 遭受外来物种入侵造成的危害损失也非常严重。根据生态环境部发布的《2020 中国生态环境状况公报》, 全国已发现 660 多种外来入侵物种, 从入侵物种的种类上来看, 入侵植物有 461 种、入侵动物有 57 种、入侵的真菌有 20 种、入侵病毒有 12 种、入侵的昆虫有 93 种、入侵的细菌有 11 种、入侵的线虫有 8 种、以及入侵藻类 9 种; 从入侵物种入侵我国的时间上来看, 21 世纪传入我国的有 152 种、20 世纪传入的有 416 种、20 世纪以前传入的有 76 种、传入时间不详的有 27 种; 从入侵途径上来看, 通过有意引进的外来物种有 255 种、自然传入的物种有 47 种、无意引进的物种有 234 种、传入方式不详的物种有 135 种^[14]。外来入侵植物物种中最大科为禾本科^[13], 而菊科植物在城市园林绿化中占据了很大的席位^[15,16], 我国大部分省市地区林业外来物种中, 菊科植物一直名列前茅^[17,18,19]。根据文献资料综合分析判断, 世界 100 种恶性外来入侵物种已有 82 种在我国大陆地区发生或产生危害, 包括本地种 33 种、外来入侵种 32 种、外来非入侵种 16 种, 以及未明确在我国入侵状态 1 种, 即樟疫霉^[20]。

3 外来物种侵害

3.1 自然入侵

这种入侵方式没有人为因素参与, 而是微生物、植物种子或繁殖体、动物的幼虫或卵从原来的分布地区通过风、水流或者昆虫、鸟类等自然因素扩散到新的地区并形成生物危害的入侵方式^[21]。例如紫茎泽兰就是上世纪四十年代, 从中缅边境的缅方一侧自然入侵到我国的, 紫茎泽兰在我国找到合适的栖息地后到处疯长, 种子有随风飘摇, 到处传播扩散, 而且它对于环境的要求不是很严格, 不怕旱涝, 在哪里都可以生长^[1]; 草地贪夜蛾原产于美洲, 2016 年扩散至非洲和东南亚地区, 2019 年侵入我国云南等省区^[22], 迁飞能力很强, 每晚可以迁飞约 100 km^[23], 其主要通过迁飞途径在全球扩散。近年来, 外来入侵物种如草地贪夜蛾给玉米产业带来了巨大威胁^[24,25], 给我国农林业造成很大的损失。这种对我国农林业威胁巨大的外来物种的扩散受到多种因素影响, 包括气候、有害生物的组成、贸易量和运输载体等^[26], 当地气候地理条件和有害生物组成甚至可以通过改变寄主的品质来影响外来有害生物的传入^[27,28,29]。还有薇甘菊、美洲斑潜蝇、飞机草等物种侵入我国的方式都是自然传播。

3.2 有意引种

有意引种是外来物种被人为有意引进的入侵方式, 本用做发展农林牧渔业、改善生态环境、用于观赏娱乐、作为宠物等而引入的外来物种, 因对这些物种的认识不全面, 再加后面管理不到位, 最后演变成生物入侵物种给我国造成危害^[1]。这是我国外来生物入侵的最主要的渠道, 由于缺乏全面综合的风险评估制度, 我国在引进优良品种的同时, 不能对所有物种进行风险评估, 引进了大量的有害生物^[21]。很多有意引种的行为都是和人类的利益息息相关的, 例如作为牧草或饲料、观赏植物、药用植物、改善环境植物、作为食物、作为宠物、引进对抗害虫的天敌、异地放生等^[3]。水葫芦原产于巴西, 最早作为观赏植物引进栽培, 后作为养猪材料, 因其适应性强、繁殖快速的特点, 迅速生长传播, 限制水体流动, 大量消耗水中溶解氧, 水体富营养化加剧, 危害日趋严重^[30]。有人认为放生动物可以为自己、家人和朋友祈福, 2020 年就有人在长荡湖

放生了 2.5 万斤的鲇鱼来祈福^[31],但没有了解确认被放生动物的习性、数量、健康状况与放生环境相协调,反而放生的动物对人类生命、生活或放生地生态安全造成较大威胁。

3.3 无意引种

无意引种是物种利用人类的活动或铁路、航道等运输系统为媒介进入到新生境的入侵方式^[3]。无意引种引入外来物种的途径既复杂又广泛,其隐蔽性很强,不容易被发现,一方面是人们自己没有意识到可能会携带和传播外来物种;另一方面是对于相关知识掌握的不够丰富,难以识别外来物种。外来物种会随着各种各样的载体被无意的引进到新环境中,例如货架上的商品货物、在植株上的病原体、家畜携带的寄生虫、粮食中夹带的杂草种子、木材上寄居的有害昆虫、附着在人类的交通工具、航船中的压载水、入境旅客带的水果、粘连在人类衣服帽子甚至鞋底等被带入新的环境中。许多废弃塑料物和其他垃圾漂浮在海洋上,海洋生物可以通过这些载体漂浮到世界任何地方,这是外来物种海洋漂流传播的新途径^[1]。

4 外来物种生态风险

4.1 影响生物多样性

生物多样性包括物种多样性、遗传多样性以及生态系统多样性^[2]。生物入侵是继栖息地被破坏导致生物多样性下降的第二大威胁^[13,32]。由外来物种入侵形成的生物危害日益严重,改变了生物分布的格局,甚至给当地的物种带来灭顶之灾。外来物种入侵新的生态环境后,由于缺乏天敌的制约,生长迅速,大量繁殖,与本地物种竞争有限的食物和空间,形成优势种群,继而排挤本地物种,改变生态系统组成结构,甚至使得当地物种濒危灭绝^[3],大大降低了物种多样性。外来物种入侵到本地生态系统后,可以与当地的近亲物种发生交配繁殖行为,导致外来基因整合进入本地物种的遗传基因库中,造成的结果就是本地生物物种基因遗传信息被污染,纯合子减少,杂合子增加,改变当地生物种群的遗传信息,破坏了当地的遗传多样性^[2]。生态系统多样性指的是一个特定地区生态的多样化,外来物种入侵后会改变系统内的生态位,进而影响生态系统内的能量流动、物质循环,最后改变生态系统的多样性^[2]。

4.2 威胁生态系统

生态系统由生物群落和无机环境组成,不同类型的生态系统具有不同的结构和功能^[33]。外来物种入侵后,很容易就导致生态系统中的物种组成、种群结构、食物链结构、水土流失控制、土壤营养循环、生态环境、生物多样性受到影响,亦有可能给当地水土、气候等带来一系列负面影响^[34]。生态系统的土著种对于生态系统来说是很重要的,对于其稳定性起着决定性的作用,但外来物种通过各种机制入侵生态系统,与当地土著种进行竞争,当土著种灭绝时,会对生态系统的内的生产能力和分解能力造成重大影响,进而破坏生态系统的结构和功能^[35]。其次,外来物种入侵后,快速繁殖的同时,还会对所在的生态环境造成极大威胁。例如水葫芦的生长速度极快,疯长成灾,布满水面后,不仅限制水体流动,造成河道阻塞,还会导致水体得不到光照并影响流动性,容易造成水质和环境的污染^[30]。还有澳大利亚入侵我国的薇甘菊,这种植物会大量吸收土壤内的水分造成土壤极其干燥,不利于水土的保持,还能够分泌化学物质抑制其他植物的生长^[36]。

4.3 破坏生态平衡

在一个相对稳定生态系统中,各种组分都是趋向于平衡的,一定时间内,该生态系统内部都处于相对稳定的状态,物种与物种、物种与环境之间通过物质循环、能量流动和信息传递等功能来维持制约这个状态,使得该生态系统不断延续下去^[2]。当外来物种入侵后,不管是影响物种多样性,还是破坏生态环境,都会打破这个平衡和谐的状态,使得生态系统紊乱,各种功能都会下降甚至丢失。外来物种侵入到新的生态系统后,一般具有生存能力强、繁殖速度快和传播能力强的特点,很容易对本土生物形成威胁^[37]。许多入侵植物又具有影响环境的能力,如薇甘菊大量吸收土壤水分造成土壤极其干燥^[21]。此外,外来入侵物种还可以影响当地生态系统的碳、氮等物质循环、能量流动以及信息传递。例如昆虫是比较常见的外来入侵物种,它不仅破坏农作物和粮食,还破坏基础设施以及森林,增加温室气体的排放量,影响气候变化,破坏生态系统的功能。故而,外来物种可以轻而易举的破坏生态平衡。

5 外来物种阻控

5.1 源头预防, 加强监管

随着我国商品贸易和人员往来日益频繁, 各国的生物物种随着国际贸易、国际大型活动、国际旅游等传入传出的频率不断增加, 外来入侵物种扩散途径更加多样化、隐蔽化, 只要有国际贸易和人类活动, 就会有生物入侵^[38]。检疫防控是外来物种防控最经济有效的措施。海关作为口岸检疫把关部门, 应进一步建立健全境外风险预警和应急处理机制, 从源头预防、监测预警、加强检疫、加强监管, 加强口岸检疫防控工作^[14]。首先加强境外动植物疫情和外来入侵物种信息搜集和分析, 结合历史口岸截获数据开展风险研判; 其次强化口岸 CT 机等先进设施设备配备, 提升口岸的查发能力; 然后加大对快件、包裹、行李等非贸途径的物品查验力度, 开展打击非法引进外来物种和种子苗木的“国门绿盾”、“跨境电商寄递‘异宠’综合治理”等专项行动^[50,51]。

5.2 预警监测, 构建风险评估体系

在现代社会背景下, 对生态环境进行风险预防要远比进行损害救济更加具有现实意义^[39]。我国外来物种入侵风险防控机制存在许多问题, 风险管理缺乏整体性、风险评估独立性不足、风险沟通具有形式性等, 需要进一步完善^[40]。我国生物入侵的物种数量、分布区域、扩散态势、危害水平等这些本底数据严重缺乏, 农业农村部、自然资源部、生态环境部、海关总署联合签发 2022 年第 4 号令, 发布《外来入侵物种管理办法》, 于 8 月 1 日起施行^[38]。而《外来入侵物种管理办法》在监测预警方面做出了进一步规定, 提出每十年组织一次全国普查^[41], 摸清我国外来物种的种类、分布、危害程度, 形成我国外来入侵物种种质资源库和信息共享平台, 为进一步完善我国外来入侵物种风险监测预警体系、国家应急管理体系、生物安全保障体系及协调指挥体系做好铺垫, 还可以结合入侵地环境及实际发展情况, 提出合理的防控措施以及科学的管理利用建议^[42,43]。依据普查的结果, 建立完善的风险评估机制, 风险管理提供科学依据和技术支撑^[44]。利用风险评估体系, 确定每个地区外来物种的入侵性和风险等级, 对引种管理显得特别重要^[45]。

5.3 综合治理

开展作物、水产等农业种质资源引入风险评估, 做好红火蚁、梨火疫病菌等重大危害种植业生产的外来物种阻截防控, 建立区域监测网络, 在关键区域布设阻截带, 建立综合防控示范区^[14]。对于那些刚刚传入、还没有大面积扩散的入侵物种, 可以依靠人力来阻截, 捕捉外来害虫或拔除外来植物。对已经传入且大面积发生的入侵物种, 通过各种防控措施, 控制降低发生与危害, 阻截扩散。在治理方面, 目前最好的办法是利用生物生态的手段治理外来生物入侵^[46], 其次可以采用人工物理防治和化学防治。生物防治是利用生物来对外来入侵物种进行防治, 也就是利用天敌来防治。一般来说, 外来物种入侵到当地生态系统里是没有天敌的, 我们可以从外来有害生物的原产地引进食性专一的天敌将有害生物的种群密度控制在生态和经济危害阈值之内。人工物理防治是依靠人力和机械设备来对外来物种进行防治的方式, 把那些外来动物或植物捕捉或者拔除, 并清除其幼虫和繁殖体等等; 化学防治就是利用化学药剂来治理外来入侵物种, 但大肆使用化学药剂会使得这些外来物种产生抗药性, 我们需要不断的对化学药剂进行研发更新, 而且使用太多化学药剂会对环境产生破坏。

6 外来物种阻控痛点

6.1 防控体系不完善

我国缺少系统的外来物种入侵管理体系, 在外来生物入侵的管理职责、监督体制、风险评估、应急处置、责任追究等方面存在大量的空白^[47]。我国防治外来物种入侵管理责任的政府部门包括环保、动植物检疫、海洋、草原、农、林、牧、渔、海洋、卫生、畜牧、兽医等, 涉及到的部门太多, 因为管理体制的不完善, 各部门之间的分工也不明确, 互相之间协调度低。此外, 对于外来生物在作为新品种引入我国后缺少有效的跟踪监测体系, 不能够实时监测外来物种在新生境中的发展情况, 导致一些有意引入的物种由于监管不力对自然生境造成严重危害。

6.2 民众防范意识差

有调查结果显示, 公众对浅层次的外来入侵物种的认知较为广泛, 可以识别水葫芦、薇甘菊、小龙虾等外来物种, 但对外来物种入侵将造成的生物

灾害了解较少;公众对一般性的防治外来物种入侵的措施了解不多,因此有些人在野外地区随意放生动物,却不管这些动物会不会为当地生态系统和生物带来灭顶之灾;公众对现行法律设置的安全防范措施也知之甚少^[48],有人随意放生、在宠物市场随意买卖外来物种、非法走私、携带植株苗木等,殊不知这些行为已经触犯了法律而不自知。外来物种的入侵途径分为自然因素和人为因素,其中绝大部分的外来物种都是靠着人类传播进来的,由于缺乏防控意识,引进的物种成为入侵者,入侵物种没有被禁卖,随意买卖增加了许多风险^[49],或有意或无意引进的外来物种对我们的生态环境造成了很大的影响。

6.3 立法分散

在应对外来物种入侵方面,我国制定了许多法律法规与规范性文件,主要有《环保法》、《海洋保护法》、《农业法》、《渔业法》、《进出境动植物检疫法》等,虽然看起来有许多,但这些法规并不是直接以防治外来物种为目的的,这些法规过于分散,不成体系,针对性和操作性都不强,存在目的偏差、规定范围不完整、监管制度不健全等方面的问题,导致对外来物种入侵监管不到位^[34]。例如《环保法》看上去涉及到环境保护的问题,但也只是对于外来物种入侵这方面提了一下,并没有如何详细的说明如何去防治外来物种入侵。

7 未来展望

7.1 建立完善的外来物种防控体系

我国应该建立系统的外来物种防控管理体系,主要包括建立完善的外来入侵物种法律体系、构建风险评估和预警体系与追踪监测和快速反应管理系统、完善中国外来入侵物种跨部门管理机制、建立信息发布和公众参与制度及加强科普知识和法律法规的宣传普及。有了完善的外来物种防控管理体系,我们可以从容的面对外来物种入侵,在引进外来物种时利用风险评估体系快速的评估出该物种进入当地生态环境后的风险等级,从而判断该物种适不适合引进,引进之后还要利用追踪监测系统跟随该物种在当地生态系统里的发展,看其有无形成生物危害的趋势。可以说,有了系统的外来物种防控管理体系,可以更好、更方便、更快捷的保障生物安全与国家安全。

7.2 加强宣传教育

人民引进外来物种很多原因都是他们对于外来物种的概念、危害等认知较少,从而形成造成物种入侵,社会、政府应当加强这方面的宣传,首先将在我国成功入侵并造成重大危害的外来物种以图片和视频的形式大力宣传,让普通民众可以知晓并识别。其次宣传这些外来物种对人体健康的危害、对生态环境的危害以及对生物多样性的危害,使得民众知晓这些外来物种的危害之大。最后还应该宣传这些外来物种的入侵方式,还有故意引进外来物种、非法放生等行为所应当承担的法律行为,约束民众的自身行为。除了线下宣传之外,我们可以利用当前火热的网络平台、微信公众号、小视频等方式来宣传外来物种防控知识,普及民众。

7.3 建立健全完善的法律法规体系

我国外来物种入侵引起的问题越发严重,没有完善的法律法规体系来针对外来物种,亟需制定相关的基本法,以防治外来物种入侵为直接目的,保障国家安全。针对物种入侵各环节,建立一套完备的法律法规体系,从源头预防,海关部门应当严格检疫,加强监管,一旦发现个人或组织非法走私、携带、引进外来动植物种质资源、寄递种子苗木等行为,都应当严肃处理;后面外来物种的阻截扩散和综合治理方面,都应当利用法律或法规的方式来约束促使社会和民众,明确不同部门之间应该负的责任,约束人类自身的行为,禁止人们非法放生、非法引进。

参考文献

- [1] 陈菁.中国外来入侵物种的分布格局及主要影响因素[D].南京林业大学,2022.
- [2] 符建伟.外来物种入侵的生态哲学研究[D].苏州科技大学,2019.
- [3] 陈潇潇.外来物种入侵侵权责任研究[D].华南理工大学,2014.
- [4] 朱康有.21世纪以来我国学界生物安全战略研究综述[J].人民论坛·学术前沿,2020(20):58-67.
- [5] 于文轩,孙昭宇.论生物安全损害赔偿责任的规则建构[J/OL].甘肃社会科学:1-11[2023-03-23].
- [6] 肖军,姚珣珣.贯彻践行党的二十大精神:共建“一带一路”生物安全保障体系[J/OL].北京警察学院学报:1-12[2023-03-23].
- [7] 田金强,何蕊,陈洁君,潘子奇.我国生物安全科技工作成就与展望[J].生物安全学报,2019,28(02):111-115.
- [8] 朱为娟.小龙虾稻田生态健康养殖技术[J].农业工程技术,2022,42(29):83-84.
- [9] 刘杰,任小波,姚远,褚鑫,易轩,苏荣辉.我国生物安全问题的现状分析及对策[J].中国科学院院刊,2016,31(04):387-393.
- [10] 王莹,刘静,张鑫,孙燕荣.国际生物技术研究开发安全管理现状与启

- 示[J].科技管理研究,2020,40(07):230-233.
- [11] 王小明.生物安全时代:新生物科技变革与国家安全治理[J].国际安全研究,2020,38(04):109-135+159-160.
- [12] 陈宝雄,孙玉芳,韩智华,黄宏坤,张宏斌,李奎奎,张国良,刘万学.我国外来入侵生物防控现状、问题和对策[J].生物安全学报,2020,29(03):157-163.
- [13] 张吉平.中国主要外来入侵物种多样性分布格局及其影响因素[D].内蒙古大学,2022.
- [14] 周明华,丁志平,王明生等.我国外来物种入侵防控工作现状综述[J].植物检疫,2023,37(02):1-7. [5]陈博,应文婷,邓超凡,吴早保.小龙虾稻田连作养殖技术要点[J].江西水产科技,2022(06):40-42.
- [15] 蚁跃琼.汕头市风景园林绿化工程中菊科植物的应用[J].花卉,2018,(16):1-2.
- [16] 王德艳,张大才,胡世俊,等.云南菊科入侵植物入侵机制及其利用研究进展[J].生物安全学报,2017,26(04):259-265.
- [17] 陈新光.蔷薇科植物在德州市城市绿地系统中的应用研究[D].合肥:安徽农业大学,2020.
- [18] 李国平,林,张剑,等.武夷山市入侵植物的调查与分析[J].热带作物学报,2014,35(04):794-800.
- [19] 李净,赵娟娟,陈珊珊,等.厦门市城市外来植物的种类构成[J].生态环境学报,2017,26(01):20-26.
- [20] 洗晓青,王瑞,陈宝雄,张宏斌,李奎奎,万方浩,张桂芬,刘万学.“世界100种恶性外来入侵物种”在我国大陆的入侵现状[J].生物安全学报,2022,31(01):9-16.
- [21] 杨正平,王立如.21世纪初我国外来生物入侵的现状分析及对策[J].科技资讯,2011,No.281(32):248+250.
- [22] Wu QL,Jiang YY,Liu J,Hu G,Wu KM.2021.Trajectory modeling revealed a southwest-northeast migration corridor for fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) emerging from the North China Plain.Insect Science,28(3):649-661.
- [23] Westbrook JK,Nagoshi RN,Meagher RL,Fleischer SJ,Jairam S.2016.Modeling seasonal migration of fall armyworm moths.International Journal of Biometeorology,60(2):255-267
- [24] 姜玉英,刘杰,谢茂昌,李亚红,杨俊杰,张曼丽,邱坤.2019年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测[J].植物保护,2019,45(06):10-19.
- [25] 吴孔明.中国草地贪夜蛾的防控策略[J].植物保护,2020,46(02):1-5.
- [26] 李维薇,刘佳妮,桂富荣,和淑琪,陈泉燕,何桂武,陈斌.中国面临外来生物入侵挑战与防控对策研究——以草地贪夜蛾为例[J].中国农学通报,2020,36(12):120-126.
- [27] 赵紫华,苏敏,李志红,惠苍.外来物种入侵生态学[J].植物保护学报,2019,46(01):1-5.
- [28] 丁子玮,宋昱东,杨益芬,高峰,赵紫华.温带国家与热带国家外来入侵动物比较分析[J].植物保护学报,2021,48(04):921-922.
- [29] 彭硕,李志红,赵紫华.中国外来动物物种组成及跨境风险[J].生物安全学报,2021,30(04):275-281.
- [30] 张为,余婵,金海洋等.水葫芦治理技术及资源化利用研究进展[J/OL].三峡生态环境监测,2023,1-8.
- [31] 丁国锋,罗莎莎.祈福放生的2万余斤鲇鱼竟是外来物种[N].法治日报,2023-02-08(006).
- [32] Rai P K,Singh J S.Invasive alien plant species:their impact on environment,ecosystem services and human health[J].Elsevier Public Health Emergency Collection,2020,111-113.
- [33] 杨成.贵州外来物种入侵的种类、危害、防治现状及其未来发展趋势[J].农业灾害研究,2020,10(04):144-148+150.
- [34] 丁声俊.外来物种侵入对粮食安全的影响及其防控防治措施[J].粮食问题研究,2022(06):4-8.
- [35] 史梦竹,李建宇,郭燕青,胡大鹏,郑丽祯,傅建伟.福州市公园外来入侵植物初步调查与分析[J].生物安全学报,2020,29(03):229-234.
- [36] 李志勇,吴柳君.薇甘菊的发生现状及防治措施研究[J].种子科技,2023,41(03):100-102.
- [37] 丁声俊.“大国粮安”视域下加强生物安全保障体系建设研究[J].中州学刊,2022,No.301(01):21-28.
- [38] 孙双艳,李建军,周明华.如何有效防范外来物种传入[J].中国海关,2022,No.400(07):76-77.
- [39] 曹明德,马腾.风险社会中生态环境法律体系的变迁[J].国外社会科学,2021,No.345(03):58-70+159.
- [40] 刘梦,史海涛.我国外来物种入侵风险防控机制的完善[J].阜阳职业技术学院学报,2023,34(01):97-101.
- [41] 苏展,严京东,黄迪.桂林开展外来入侵物种大清查[N].桂林日报,2022-08-08(003).
- [42] 朱峻耀,胡云飞,欧丹燕,等.浙江普陀山林业外来物种组成及危害现状[J].浙江农林大学学报,2020,37(04):737-744.
- [43] 徐鸿雁,王海,孙奎等.青海省林业外来物种调查分析及入侵风险评价[J].青海农林科技,2022,No.128(04):23-31.
- [44] Sheila Jasanoff,Joel R. Primack. The Fifth Branch: Science Advisors as Policymakers[J]. Physics Today,2008,44(9).
- [45] 李叶,张川红,郑勇奇,等.外来树种生态经济综合评价指标体系[J].生态学报,2010,29(05):1039-1046.
- [46] 周军.谨防外来物种入侵[J].防灾博览,2023,No.128(01):66-69.
- [47] 王瑞,黄宏坤,张宏斌,张艳萍,薛琳,陈宝雄,杨念婉,郭建英,刘万学,万方浩.中国外来入侵物种防控法规和管理机制空缺分析[J].植物保护,2022,48(04):2-9.
- [48] 谢玲.应对外来物种入侵应优先构建公众参与机制[J].经济与社会发展,2009,7(03):86-90.
- [49] 张守坤.大量外来物种入侵防治困难重重[N].法治日报,2022-12-06(004).
- [50] 单瑞.加强生物安全管理 防治外来物种侵害[N].华兴时报,2023-01-31(003).
- [51] 王慧峰.加强源头预防 提升生物安全管理水平[N].人民政协报,2023-01-10(003).