

豚草和空心莲子草分布与区域减灾策略

周忠实¹, 郭建英¹, 李保平², 孟 玲², 傅建炜³, 陈红松¹, 马明勇⁴, 史梦竹³,
李 敏^{1,5}, 郭 薇¹, 罗 敏^{1,6}, 郑兴汶^{1,7}, 郑海燕¹, 罗源华⁴, 万方浩¹

¹中国农业科学院植物保护研究所,植物病虫害生物学国家重点实验室,北京 100193;²南京农业大学植物
保护学院,农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室,江苏 南京 210095;³福建省农业科学院植物
保护研究所,福建 福州 350013;⁴湖南省农业科学院植物保护研究所,湖南 长沙 410125;
⁵福建出入境检验检疫局,福建 福州 350001;⁶湖南省双峰县农业局,湖南 双峰 417700;
⁷江西省广昌县农科所,江西 广昌 344000

当今世界,生物入侵已成为与各国政治、经济、生态与文化紧密相关的热点问题。随着全球经济一体化的飞速发展,外来有害生物的入侵不断加剧。生物入侵给全世界带来的经济损失占全球 GDP 的 1.5%。因此,对外来入侵生物的有效防控与区域减灾成为全球共同面临的科学难题。我国是世界上受生物入侵危害最为严重的国家之一,尤其是入侵植物,对我国生物多样性和农林生态系统的破坏日益突出。豚草 *Ambrosia artemisiifolia* L. 和空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb 于 20 世纪 50 年代相继入侵我国亚热带区,80 年代中后期迅速扩散蔓延,暴发成灾。为了有效治理豚草和空心莲子草,本项目组在原国家科委(科技部)重点项目、国家自然科学基金、国家支撑计划和 973 计划等诸多项目的资助下,通过 20 余年的系统研究,在探明 2 种杂草在我国的分布及其在我国亚热带地区的发生规律和共性特点的基础上,针对不同立地条件,提出了适应区域减灾需求的持续治理技术体系。本文总结了技术成果的四个核心内容,具体如下。

1 豚草和空心莲子草在中国的分布与危害调查

项目组通过多年问卷和组织专人野外考查等形式,对豚草和空心莲子草在我国的具体分布、发生面积以及危害情况进行了全面调查。根据不同省多地域、多生境的调查和考查数据,计算各省的发生面积,估计其对经济造成的损失。并通过问询当地居民和医疗机构获取豚草花粉过敏率的第一手数据,从而计算由于豚草花粉过敏引起的医疗费用。

系统调查结果表明,豚草在我国 21 个省(市、自治区)的 1038 个县分布,发生面积达 0.0247 亿 hm²;空心莲子草分布于我国 18 个省(市、自治区)、687 个县,发生面积为 0.0153 亿 hm²(图 1)。2 种入侵杂草对农、林、渔业每年造成的直接经济损失约达 30.0 亿元;豚草花粉过敏的患者占豚草发生区总人口数的 2%~3%,每年累计过敏人数达 1450 余万人,按 100 元·人⁻¹的治疗费计算,每年豚草花粉引起的过敏症导致的医疗费用可达 14.5 亿元;此外,2 种杂草在入侵地形成优势群落,急剧降低生物多样性,导致的生态损失无法估算。在我国亚热带区,豚草和空心莲子草发生面积分别占各自总发生面积的 80% 和 95% 以上,约为 0.02 亿 hm² 和 0.0147 亿 hm²,其中两者交替与重叠发生的面积为 0.0113 亿 hm²,占两者亚热带区总面积的 32.7%,2 种入侵杂草在亚热带造成的直接经济损失约为 26.0 亿元。

2 豚草和空心莲子草发生规律与共性特点

调查发现,豚草和空心莲子草的生境适应性强,不同土质和地形的环境均可发生,且均能形成优势群落。豚草繁殖力极强,种子量最高可达 3 万粒·株⁻¹,一般在 5000~6000 粒·株⁻¹,种子呈现逐批萌发出土的特性。空心莲子草单株无性繁殖能力最高可达 1200 倍·年⁻¹,一般亦在 600~700 倍·年⁻¹。此外,2 种入侵杂草均具有快速传播扩散的特点,极易通过交通干线、水流、农事活动等途径远距离传播。在果园、农田及丢荒地等生境,时常可见 2 种杂草混杂发生(图 2)。

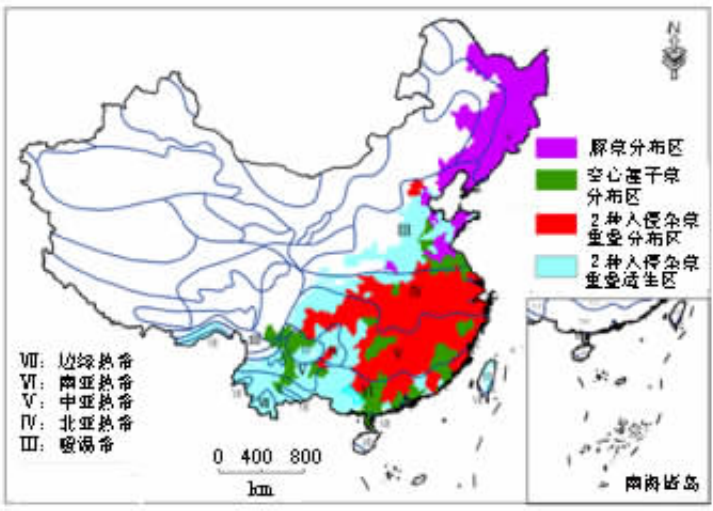


图 1 豚草和空心莲子草分布

Fig. 1 Distribution of *A. artemisiifolia* and *A. philoxeroides*



图 2 豚草和空心莲子草重叠发生

Fig. 2 Overlapping distribution of *A. artemisiifolia* and *A. philoxeroides*

3 豚草和空心莲子草天敌的规模化生产与释放技术

本项目在明确天敌昆虫广聚萤叶甲 *Ophraella communa* Lesage、豚草卷蛾 *Epiblema strenuana* Walker 和莲草直胸跳甲 *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt 规模化生产的环境参数的基础上,建立了 3 种天敌昆虫的 3 步简易规模化生产技术方案,广聚萤叶甲和莲草直胸跳甲冬季室内小规模饲养,初春室内扩繁 1 代,再转移进行大棚饲养;豚草卷蛾冬季在室内保护过冬,初春打破滞育,然后进行大棚饲养。广聚萤叶甲和莲草直胸跳甲亦可通过盆栽寄主进行室内规模化饲养。

3.1 广聚萤叶甲室内饲养

20 m² 的养虫室可摆放 12 个养虫架,每层架子上可摆放 4 个 50 cm × 35 cm × 15 cm 的白色塑料盆,养虫架分 2 层,即每个养虫架可容纳 8 个塑料盆。按此

技术规范饲养,每个养虫室每代可产出广聚萤叶甲:8 盆·架⁻¹ × 12 个 × 5 株·盆⁻¹ × (45 ~ 50) 头·株⁻¹ = 2.2 万 ~ 2.4 万头,1 ~ 6 月,室内可饲养 6 代。

3.2 莲草直胸跳甲室内饲养

每盆 51 ~ 88 株寄主植物,每盆平均产蛹 103 头,按 75% 的羽化率计算可产出成虫 78 头。20 m² 的人工气候室可摆放 4 排养虫架,放置 144 盆栽培育苗,经一个世代可生产出成虫约为 1.1 万头,1 ~ 6 月,室内可饲养 6 代。

3.3 广聚萤叶甲和豚草卷蛾大棚饲养

广聚萤叶甲和豚草卷蛾可分别饲养,也可进行立体式混合饲养,2 月初在一个简易的 240 m² 的塑料大棚内种植豚草约 10000 株,至 3 月底时开始饲养天敌,3 月底至 6 月中旬,可繁殖 3 代,每个大棚每个世代繁育的广聚萤叶甲和豚草卷蛾分别为 90 万 ~ 100 万头和 43.7 万 ~ 83.6 万头,最终每个大棚年产 270 万 ~ 300 万头广聚萤叶甲和 130 万 ~ 240 万头豚草卷蛾。

3.4 莲草直胸跳甲大棚饲养

在上述简易大棚顶部安装 2 条喷灌系统,以保持大棚内的湿度在 90% 以上。种植空心莲子草前,先将大棚分成 2 个畦(畦高约 30 m),2 月初将长约 30 m 的空心莲子草地面匍匐茎的下端埋入土中,埋入深度约 20 m,然后每天上、下午各喷灌 1 次,至 3 月底释放莲草直胸跳甲进行饲养,3 月底至 6 月中旬,可繁殖 3 代,每个大棚每个世代繁育的莲草直胸跳甲为 60 万 ~ 65 万头,每个大棚每年可生产莲草直胸跳甲 180 万 ~ 195 万头。

3.5 天敌昆虫繁殖基地的建立与生产能力

项目组在湖南长沙和湘潭、福建福州、海南海口、江西南昌、浙江温州等地建立天敌昆虫规模化生产基地6个。

莲草直胸跳甲生产能力:福州、海口、温州和湘潭4个基地用于饲养莲草直胸跳甲,其拥有48个240 m²的大棚和25间养虫室(共500 m²),大棚每年生产莲草直胸跳甲:(180万~195万)头·个⁻¹×48个=8640万~9360万头,室内每年生产莲草直胸跳甲(1~6月饲养6代):1.1万头·代⁻¹×6代×25=165万头;因此,本项目组每年可生产莲草直胸跳甲8805万~9525万头。

广聚萤叶甲和豚草卷蛾生产能力:长沙和南昌2个基地用于生产广聚萤叶甲和豚草卷蛾,拥有26个240 m²的大棚和8间养虫室,大棚每年生产广聚萤叶甲:(270万~300万)头·个⁻¹×26个=7020万~7800万头,室内每年生产广聚萤叶甲(1~6月饲养6代):(2.2万~2.4万)头·代⁻¹×6代×8=105.6万~115.2万头,因此,本项目组每年可生产广聚萤叶甲7125.6万~7915.2万头;大棚生产豚草卷蛾:(130万~240万)头·个⁻¹×26个=3380万~6240万头。

上述6个天敌昆虫繁殖基地每年生产3种天敌昆虫的能力最高可达23680.2万头。

3.6 天敌昆虫的释放技术与面积计算

根据亚热带不同的气候条件,针对豚草,南亚热带、中亚热带和北亚热带春季分别释放广聚萤叶甲和豚草卷蛾各1200、3000和4500头·hm⁻²;针对空心莲子草,南亚热带每公顷释放莲草直胸跳甲15000头,中、北亚热带每公顷释放莲草直胸跳甲30000头。天敌昆虫在释放区的自然扩散面积每年可达释放面积的4~6倍,夏季人工远距离助迁可使原来的控制面积扩大40~60倍。因此,年释放天敌昆虫对豚草和空心莲子草的控制面积=直接控制面积+天敌自然扩散面积+人工助迁面积。其中,直接控制面积=释放天敌昆虫数/每公顷释放天敌昆虫数;扩散面积=直接控制面积×扩散倍数(4~6);人工助迁面积=直接控制面积×扩大倍数(40~60)。

4 同立地条件下的区域减灾技术体系及其控制效果

农田与果园:采用以生物防治为主的方法控制豚草和空心莲子草。在一般发生区,主要采用天敌

昆虫的早春助增释放(南亚热带:广聚萤叶甲和豚草卷蛾各1200头·hm⁻²,莲草直胸跳甲15000头·hm⁻²;中亚热带:广聚萤叶甲和豚草卷蛾各3000头·hm⁻²,莲草直胸跳甲30000头·hm⁻²;北亚热带:广聚萤叶甲和豚草卷蛾各4500头·hm⁻²,莲草直胸跳甲30000头·hm⁻²)和夏季人工助迁;盛夏莲草直胸跳甲种群密度较低时,可施用莲子草假隔链格孢 *Nimbya alternantherae* (Holcomb & Antonopoulos) Simmons & Alcorn 控制空心莲子草。在空心莲子草重灾区,先喷施专用型除草剂水花生净等进行应急控制,再释放莲草直胸跳甲(表1)。

交通沿线与堤坝:以豚草危害为主。在交通沿线的豚草扩散前沿地带,层次性地种植观赏植物(紫穗槐、小冠花等)进行绿化与拦截,阻止豚草传播蔓延。在河滩和堤坝两侧的重灾区,种植具经济价值的牧草(杂交象草)进行生物多样性恢复。不便于进行替代植物拦截阻断的时期或地带,可通过释放天敌昆虫广聚萤叶甲和豚草卷蛾(各1200~3000头·hm⁻²)进行生物防治(表1)。

林地与荒地:针对空心莲子草,主要采用喷施专用型除草剂水花生净或莲子草假隔链格孢制剂,进行快速有效控制。针对豚草,可种植具经济价值的牧草(杂交象草)进行生物多样性恢复,辅以天敌昆虫的早春助增释放和夏季助迁释放,进行持续控制(表1)。

河道池塘与沟渠:以空心莲子草危害为主。一般发生区,于早春至夏初释放莲草直胸跳甲,盛夏施用莲子草假隔链格孢。重灾区,先喷雾专用型除草剂水花生净等进行应急控制,再释放莲草直胸跳甲(表1)。

风景区:针对豚草,以替代控制和生物防治为主。针对空心莲子草,以天敌昆虫和微生物制剂进行生物防治为主(表1)。

该技术体系已在湖南、湖北、福建、安徽、江苏、浙江、广东、广西、江西、四川、重庆等10多个省(市、自治区)进行大面积推广应用,取得了显著控制效果。

为了了解区域减灾技术在不同地区推广应用后,对豚草和空心莲子草的控制效果,项目组对湖南岳阳和江永、湖北武昌、江西南昌、广东韶关、广西来宾等地进行调查,结果发现,由各单项技术组合而成的区域减灾持续治理技术体系对豚草和空心莲子草具有显著的控制效果,在推广应用中心区域和边缘扩散区域,对豚草控制效率分别在95%和60%以上,对空心莲子草的控制效率分别在87%和47%以上(表2)。

表 1 不同立地条件下的区域减灾技术组合模式

Table 1 Integrated mode of the techniques for regional sustainable management under environmental conditions			
生境 Habitat	生物防治(早春助增释放 /夏季人工助迁/生防菌) Biological control(augmentation release in early spring/artificial migration in summer/biological control fungus)	替代控制(扩散前沿拦截 /重灾区修复) Replacement control(interception in the spread frontier/ecological restoration in the serious disaster area)	化学防治(专用型除草剂) Chemical control (special herbicide)
农田与果园 Farmland and orchard	★		◎
交通沿线与堤坝 Traffic lines and dam	★	☆	
林地与荒地 Forest lands and badlands	★	☆	
河道池塘与沟渠 Riverway, pond and ditch	★		◎
风景区 Landscaped areas	★	☆	◎

表 2 区域减灾技术体系推广应用效果

Table 2 Effect of regional sustainable management on <i>A. artemisiifolia</i> and <i>A. philoxeroides</i>									
释放地区 Release area	豚草 <i>A. artemisiifolia</i>					空心莲子草 <i>A. philoxeroides</i>			
	中心区域 Central region		扩散边缘区域 Spread edge region			中心区域 Central region		扩散边缘区域 Spread edge region	
	死亡率 Mortality/%	种子量 /(粒·株 ⁻¹) Seed biomass per plant	死亡率 Mortality/%	种子量 /(粒·株 ⁻¹) Seed biomass per plant	种子量 减少率 Reductive rate of seeds/%	死亡率 Mortality/%	数量/株 No.of plant per m ²	死亡率 Mortality/%	数量/株 No.of plant per m ²
湖南岳阳(果园 ¹ 、沟渠 ²) Hunan Yueyang (Orchard ¹ , ditch ²)	95.2	0	61.5	1102	78.4	93.2	6.4	61.7	38.1
湖南江永(农田) Hunan Jiangyong (Farmland)	97.6	0	64.5	1108	78.3	91.4	7.8	59.3	44.6
湖北武昌(荒地) Hubei Wuchang (Badlands)	94.4	0	63.7	1089	78.7	90.0	6.3	48.6	46.7
江西南昌(农田) Jiangxi Nanchang (Farmland)	96.4	0	60.2	1414	72.3	92.1	11.2	50.2	51.3
广东韶关(果园) Guangdong Shaoguan (Orchard)	98.2	0	67.4	974	80.9	89.4	13.8	47.6	50.8
广西来宾(荒地) Guangxi Laibin (Badlands)	99.3	0	70.4	897	82.4	87.5	8.2	51.8	49.8
对照 Control	—	5105	—	5105	—	—	186.4	—	186.4

¹ 仅控制豚草;² 仅控制空心莲子草。表中数据为 2009 ~ 2011 年的平均防治效果。
¹Only control *A. artemisiifolia*; ²Only control *A. philoseroides*. The datas in the table are average of control effect from 2009 to 2011.

5 总结与结论

本项目组对豚草和空心莲子草的发生与防控研究先后历时 20 多年,在“联合防控、区域减灾、持续治理”的策略指导下,研发了针对不同立地条件的 2 种天敌昆虫生态位互补生防技术、天敌昆虫与专用除草剂的协同控害技术与替代控制技术。这也

是国内外首次从大区域整体考虑,着重研发遏制豚草和空心莲子危害与蔓延、防止生态位被入侵杂草再占领的生物防治与生态修复技术,该技术已达到区域减灾与持续治理的效果,有效遏制了 2 种杂草的危害与蔓延,并取得了显著的经济、社会和生态效益。

(责任编辑:彭露)