

◆植物科学◆

广西外来入侵植物的现状及研究进展^{*}

唐赛春,李象钦,韦春强,潘玉梅,吕仕洪

(广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西喀斯特植物保育与恢复生态学重点实验室,广西桂林 541006)

摘要:外来入侵植物威胁生物多样性,造成巨大的生态和经济损失。近10多年来,广西新归化植物和外来入侵植物种类日益增多,分布范围不断扩大,对广西生物多样性和生态安全的影响日益严重。本文介绍了广西外来入侵植物发生的原因、基本特点、发展趋势、对生物多样性和农林牧渔各产业等的影响以及各专家学者对广西外来入侵植物的研究进展,探讨了广西外来入侵植物防控存在的问题和挑战,并提出了一些基本的防控措施建议,为更好地实施国家近年来发布的《中华人民共和国生物安全法》等提供基本依据。

关键词:外来入侵植物;生态安全;危害;防控;研究进展

中图分类号:Q948.1 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2023)02-0146-10

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20230517.012

随着经济和社会的发展,许多植物被人类有意或无意地引入其自然分布区外,其中一些种类由于适应了新的环境,形成归化植物,但少数种类种群不断扩散、暴发,成为入侵植物,给生态系统的结构和功能带来严重的负面影响^[1]。外来植物入侵及其引起的问题已受到各国政府、专家和学者的广泛关注。我国近两年发布和实施了《中华人民共和国生物安全法》(以下简称《生物安全法》)和《外来入侵物种管理办法》,要求加强对外来入侵物种的调查、监测、预警和控制等工作,防范外来物种入侵,保护生物多样性,保障农林牧渔各产业可持续发展。相关学者则致力于阐明外来入侵植物的入侵机制以及入侵植物的控制技术研究等,为有效管理外来入侵植物提供重要依据和技

术支撑。

近10多年来,广西新归化植物和外来入侵植物种类增多,且多数物种分布范围不断扩大,给广西生物安全带来严重的威胁和破坏。本文根据广西的气候条件和地理位置,结合外来入侵植物自身的生物生态学特性和易受外来植物入侵的生境特性等方面分析了广西外来入侵植物发生的原因,并对广西外来入侵植物的基本特点、发展趋势及其对生物多样性和农林牧渔各产业等的影响进行阐述,全面概述了广西外来入侵植物在调查、入侵机制和防治等领域的研究进展,同时对广西外来入侵植物防控存在的问题和挑战进行探讨,为实施《生物安全法》相关内容——防范外来物种入侵和保护生物多样性提供基本依据。

收稿日期:2023-01-30

修回日期:2023-03-20

^{*}国家自然科学基金项目(32260336)和广西科学院基本科研业务费项目(CQZ-E-1914,2019YJJ1010)资助。

【第一作者简介】

唐赛春(1973-),女,研究员,主要从事外来入侵植物研究,E-mail:tangs0448@sina.com。

【引用本文】

唐赛春,李象钦,韦春强,等.广西外来入侵植物的现状及研究进展[J].广西科学院学报,2023,39(2):146-155.

TANG S C, LI X Q, WEI C Q, et al. Current Status and Research Progress of Alien Invasive Plants in Guangxi [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2023, 39(2): 146-155.

1 广西外来植物入侵的原因

1.1 特殊的气候条件和地理位置利于外来入侵植物传入和定居

广西属亚热带季风气候,年平均气温16-22℃,雨量丰富,年降水量1200-1800mm,雨热同季,无霜期长,是中国气候条件最优越的省区之一。优越的气候条件为外来入侵植物的定居和扩散提供了适宜条件。从地理位置上来看,广西西南与越南交界,西与云南省毗邻,西北靠贵州省,东北接湖南省,东连广东省,南临北部湾,是华南经济圈、西南经济圈和东盟经济圈的结合部。广西现已形成以铁路为骨干,港口为门户,公路四通八达,民航和海上、内河航运相配套的综合交通网,是中国西南出海大通道。特殊的地理位置和发达的交通为外来植物的入侵提供了便利条件,例如入侵植物紫茎泽兰[*Ageratina adenophora* (Sprengel) R. M. King & H. Robinson]、肿柄菊(*Tithonia diversifolia* A. Gray.)可从与云南交界的那坡县、隆林各族自治县通过自然途径传入,飞机草[*Chromolaena odorata* (Linnaeus) R. M. King & H. Robinson]可从与越南、云南省交界处传入,薇甘菊(*Mikania micrantha* Kunth)可从与广东省交界处传入。

1.2 外来入侵植物的生物生态学特性提高其入侵的风险

相对于非入侵植物,外来入侵植物一般具有以下特征。

生态适应能力强:外来入侵植物适应的生态幅较广,如喜旱莲子草[*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.],不仅能生活在水中,而且在陆地上也能良好生长。

生长发育迅速:多数入侵植物能在短时间内完成营养生长并繁殖成熟。如银胶菊(*Parthenium hysterophorus* L.),发芽后生长20多天就能开花结实,产生的种子可不经休眠就直接萌发,产生大量的幼苗和植株,排挤其他物种。

繁殖能力强:有的入侵植物既能进行有性繁殖,也能进行无性繁殖,如紫茎泽兰、互花米草(*Spartina alterniflora* Lois.)、薇甘菊等;有的入侵植物如白花鬼针草(*Bidens alba* L.)、银胶菊和假臭草(*Praxelis clematidea* R. M. King et H. Rob.)等,虽然仅能进行有性繁殖,但是其种子产量大,且萌发率极高。

传播能力强:入侵植物种子具有冠毛或刺等特殊

结构,易被风传播或黏附在载体上传播,如鬼针草属(*Bidens* L.)种子具刺,极易黏附在行李、衣服和动物皮毛等载体上传播;飞机草、薇甘菊、紫茎泽兰等种子细小且有冠毛,除能黏附在载体上传播外,还能被风和水流等传播。

分泌有毒化学物质:多数入侵植物如紫茎泽兰、飞机草、薇甘菊等能分泌化感物质,不仅能使昆虫拒食,而且还能抑制本地植物的生长,排挤本地植物。有些入侵植物如紫茎泽兰,其化感物质即使在清除植株后也能在土壤中保留一段时间,影响其他植物的生长^[2]。

竞争能力强:与本地同属种相比,多数入侵植物具有较强的竞争能力,抑制和排挤本地植物,并且在高养分条件下竞争能力更强。

潜伏期长:由于生境的差异和种群数量等原因,外来植物在引入之初常受本土相关物种的排斥。入侵植物能够依赖其较长的生命跨度,以及能够长期保持活力的器官或实体,包括根、茎、种子等来固守其新的领地,一旦环境发生变化,就会迅速发展、壮大、蔓延。

1.3 生境变化增加外来入侵植物定居和暴发的风险

除上述特征外,外来植物的入侵往往和被入侵的生态系统密切相关,即生境的可入侵性。容易被入侵的生态系统一般有以下特征:具有足够的可利用资源;缺乏自然控制机制;人类引入的频率高。在理论上,越多样化的生态系统越能彻底地利用资源,从而减少对潜在入侵种的资源供给,不易被入侵。近年来,随着社会的发展,农民进城务工或经商,许多耕地无人栽种和管理,闲置成为撂荒地,具有充足的水分、养分和空间等资源,入侵植物的种子或根茎等繁殖体一旦传入,其快速的生长和繁殖能力使得该植物种群密度快速增加,个体数量增多,排挤本地植物。此外,城镇空地也极易引起外来植物的入侵。贾桂康^[3]对飞机草在广西的入侵生境因子进行了分析,发现荒地和弃耕地人为干扰大、植被较少、郁闭度低,易被飞机草入侵。而高本土植物覆盖度和丰富度、人为干扰少、稳定性强的群落能有效抑制飞机草的入侵^[4]。

2 广西外来入侵植物的基本特点和发展趋势

2.1 广西外来入侵植物的基本特点

根据各类资料文献,广西有报道的入侵植物已超过300种^[5-11]。不过,一些种类如叶子花(*Bougainvillea spectabilis* Willd.)不产生种子,无性繁殖也是

需要人工辅助才能成功,偶有逸生但不具入侵性,此类建议排除。其他一些种类如木薯(*Manihot esculenta* Crantz)、麻风树(*Jatropha curcas* L.)、桉(*Eucalyptus robusta* Smith)、龙牙花(*Erythrina coral-lodendron* L.)有重要的经济价值,即使偶有逸生,也未产生危害,此类也建议排除。因此,目前广西真正具有入侵风险的外来入侵植物有180-200种。破坏性强或者风险较高的种类大多集中于菊科、苋科和禾本科等,如菊科植物飞机草、紫茎泽兰、薇甘菊,苋科植物喜旱莲子草、刺苋(*Amaranthus spinosus* L.),禾本科植物互花米草、铺地黍(*Panicum repens* L.)等。其中,紫茎泽兰、飞机草、薇甘菊、马缨丹(*Lantana camara* L.)等同时也是林草生态系统和农业生态系统外来入侵植物的重点调查对象。

由于地理位置不同,不同地区外来入侵植物的种类和数量不同。飞机草主要分布在桂南、桂西南、桂东南,银胶菊、小蓬草(*Erigeron canadensis* L.)、刺苋、白花鬼针草等在全区均有分布,互花米草则分布在北海、钦州等北部湾沿海海岸。在性状上,入侵植物大部分是草本,灌木和藤本较少,乔木更少。几乎每个县(市、区)都有外来入侵植物,并且分布生境多样,城市内空地、绿化带、路旁、耕地、弃耕地、草地、人工林、天然林甚至自然保护区内均有分布,如飞机草、银胶菊、水茄(*Solanum torvum* Swartz)等在弄岗国家级自然保护区内有分布,紫茎泽兰在金钟山国家级自然保护区有分布。

统计表明,广西的外来入侵植物来源于美洲的最多,来源于亚洲、非洲和其他地区的相对较少^[5,6]。外来植物主要通过3条途径传入广西并扩散,一是人类的有意引入,如阔叶丰花草(*Spermacoce alata* Aubl.)最初是作为饲料在龙州引入,马缨丹、长春花[*Catharanthus roseus* (L.) G. Don]等则是作为观赏植物引入;二是随人类活动无意传入,广西作为旅游大区,有些外来入侵植物随交通工具及旅游者的行李等黏附进入,如白花鬼针草瘦果具刺,极易黏附在人畜和货物上到处传播;三是借助自然力量传入,如紫茎泽兰、飞机草、假臭草等,种子很轻且有冠毛,易顺风从边境进入。交通工具是外来入侵植物传播的主要载体,路边是外来入侵植物分布较为集中的地带。总的来看,多数外来入侵植物的传入都与人的活动有关。

2.2 广西外来入侵植物的发展趋势

通过查阅广西植物研究所和国内其他一些重要

的标本馆如中国科学院植物研究所植物标本馆(PE)、中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)和中国科学院昆明植物所标本馆(KUN)等馆藏的标本,统计可知广西外来入侵植物的标本信息约2800份,共31科106种。其中,20世纪20年代的标本记录大约为9科13种,50年代记录有19科38种,至80年代记录有31科62种。除种类增加外,外来入侵植物分布区也在扩大,如银胶菊从50年代到80年代的标本记录仅在百色市、河池市、来宾市、崇左市、南宁市、北海市和贵港市部分县(区)有分布,而现在几乎全区都有分布;飞机草在50年代到80年代的标本记录仅在百色市、北海市部分县(区)有分布,但现在在桂西南、桂南、桂东、桂中、桂东南等地均有分布;薇甘菊2008年左右主要分布在与广东相邻的玉林市陆川县,随后扩散到该市的博白县、北流市,之后10年不到的时间就已在南宁市、玉林市、贵港市、防城港市、钦州市、北海市、梧州市、崇左市、百色市等地有分布。

近10多年来,交通运输、旅游、贸易等各种因素的飞速发展提高了外来入侵植物传入和扩散的概率,全国入侵植物种类增加,分布区不断扩大。广西外来入侵植物也呈现出传入种类增多、频率加快、分布范围扩大、发生危害加剧、经济损失加重的趋势。在文献记录上,10多年前广西外来入侵植物约100种^[5,6],而目前常见的种类已达180种左右^[11],居于全国前列。近10年来新入侵的种类主要有南假马鞭(*Stachytarpheta australis* Mold.)、银花苋(*Gomphrena celosioides* Mart.)、红毛草[*Melinis repens* (Willd.) Zizka]、墨苜蓿(*Richardia scabra* L.)、翼茎阔苞菊[*Pluchea sagittalis* (Lamarck) Cabrera]、丝毛雀稗(*Paspalum urvillei* Steud.)、长芒苋(*Amaranthus palmeri* S. Watson)等^[8,9,12-14]。

3 广西外来入侵植物的影响

3.1 对生物多样性的影响

生态系统是一个有机的整体,正常情况下保持着稳定的动态平衡,外来种的入侵可能会打破这种平衡。外来入侵植物生态适应性和竞争能力强,又摆脱了原产地天敌的控制,常通过种间竞争和化感作用排斥本地种,成为群落中的优势种。一旦形成优势种群,将不断排挤本地植物并最终导致本地植物灭绝,破坏生物多样性,使物种单一化,导致生态系统的结构和功能发生改变,最终彻底破坏整个生态系统。例如,入侵植物薇甘菊攀上乔木和灌木后,能迅速形成

覆盖层,使乔木和灌木因光合作用等受影响而死。有专家预言,如此发展下去,林窗面积将扩大,大面积的森林将变成草地,生态环境将会更加恶化^[15]。互花米草在北海入侵沿海滩涂,分布面积不断扩大,侵占红树林的生存空间,严重威胁红树林和其他本地植物的生存。在北海西村港,互花米草入侵显著降低了大型底栖动物群落的多样性^[16]。肿柄菊从路旁逐渐向山坡、山腰扩散,入侵到自然生态系统中,排挤本地植物并形成优势群落,影响物种多样性和生态景观。飞机草在桂西南石漠化地区入侵并大面积扩散,常形成优势群落,排挤本地植物,使石漠化地区脆弱的生态环境更加恶化,水土流失更加严重,物种多样性更加简单^[4]。上述入侵植物中,紫茎泽兰和飞机草对入侵生境的植物多样性影响较大。在紫茎泽兰入侵样方中,植物多样性指数如 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数比无紫茎泽兰入侵的样方分别低 43.65%、55.13%和 55.68%;在飞机草入侵的样方中,上述指数比无飞机草入侵的样方分别低 33.55%、37.78%和 17.79%^[17]。桂西南喀斯特地区飞机草入侵人工疏林、弃耕地和荒山灌丛的研究也表明,飞机草入侵影响生物多样性,当飞机草重要值大于 0.51 时,样方物种丰富度随重要值的增加而减小^[18]。综上所述,外来植物入侵给生物多样性和生态系统带来了严重的灾难。

3.2 对农林牧渔各产业的影响

外来入侵植物对农林牧渔各产业都具有严重的影响和危害。例如,飞机草在广西的危害面积超过 8.33 万公顷^[17],入侵农田、耕地,使农作物大面积减产;侵占草场,使载畜量下降,有的乡村农户甚至出现无草放牧现象^[19];在百色市,飞机草入侵耕地,与甘蔗等农作物竞争养分、水分,引起农作物减产,农民每年还要花费人力和财力除草 2-3 次;在玉林市,飞机草疯狂入侵经济林地如桉树(*Eucalyptus* spp.)林,与桉树竞争水分和养分,使桉树生长缓慢。紫茎泽兰导致的桂西地区经济林投产推迟而造成的年经济损失达 5%^[20]。最近 10 多年,国际性大毒草银胶菊在广西暴发,几乎全区均有分布,其在放牧地生长,不断增多,侵占草地,影响放牧;入侵耕地如玉米地、菜地等,影响作物产量。豚草(*Ambrosia artemisiifolia* L.)入侵耕地,可造成作物每公顷减产 300-500 kg,玉米甚至不能形成雌蕊,导致绝收。喜旱莲子草入侵耕地,与农作物抢水抢肥,可使红薯、茼蒿和水稻等大幅度减产。水葫芦[*Eichhornia crassipes* (Mart.)

Solms]和大藻(*Pistia stratiotes* L.)使水质富营养化,导致大量的经济鱼类因缺氧而死亡,并且每年还要花费大量的打捞费用。

有些外来入侵植物还会威胁人类健康,如豚草花粉是人类过敏性变态反应症的主要病原之一,能导致过敏性鼻炎、花粉症或皮炎^[21];银胶菊花粉能引起皮肤过敏以及鼻炎、哮喘、支气管炎等^[22];刺苋植株长刺,不但能刺伤人,而且其花粉也能引起人的皮肤过敏^[22]。有些外来入侵物种如喜旱莲子草等还为蚊、蝇等卫生害虫提供了良好的生存环境,而且不少新型传染病就是通过人类有意或无意引进外来动植物传染的。可见,外来入侵物种对人类社会具有极其严重的威胁。

4 广西外来入侵植物的研究现状

相对于国际和国内其他省区,广西开展外来入侵植物相关的研究起步较晚。早期的研究大多数关注外来入侵植物的种类、分布和危害等方面。随着外来入侵植物对生物安全威胁的日益加剧,一些科研院所和高校学者开始关注和重视外来入侵植物相关的生物安全问题,积极开展外来入侵植物的基础理论研究和防治研究。

4.1 广西外来入侵植物的调查研究

根据全区范围的调查^[5,6]和区域性调查的文献资料^[8,23-32],目前广西发现的外来入侵植物有 180-200 种^[10-11]。各区域报道的入侵植物种类数量不同,例如广西十万大山国家级自然保护区有 99 种^[23]、九万山自然保护区有 16 种^[24]、北部湾经济区(南宁市、北海市、钦州市、防城港市)有 87 种^[8]、南友高速公路有 46 种^[25]、湿地有 16 种^[26]、中越边境有 121 种^[27]。在市级地区上,不同市报道的入侵植物种类数量也不同,例如,桂林市有 69 种^[28]、南宁市有 72 种^[29]、梧州市有 27 种^[30]、百色市有 90 种^[31]、来宾市有 85 种^[32]。此外,广西农业生态系统外来入侵植物种类多、数量大,有 67 种全区均有分布^[33]。除了种类数量的调查外,针对某些重要入侵植物如紫茎泽兰^[34]、飞机草^[34]、薇甘菊^[35]等的分布,也有相关的资料报道。目前已有的研究大多针对种类和分布的调查,而对外来入侵植物的危害则较少有具体的评估和研究。尽管如此,这些调查研究为广西外来入侵植物的管理和控制提供了最重要的基本资料,因为要预防和控制外来入侵植物,必须先了解入侵植物的种类和分布状况。最近两年,林业、农业、生态环境等部门正在开展

外来入侵植物相关的调查和监测,力争到 2025 年查清广西外来入侵植物的种类数量、分布范围、发生面积和危害程度等基本情况。

4.2 广西重要外来入侵植物的入侵性及其影响因素研究

与本地植物相比较,外来入侵植物往往具有较高的表型可塑性^[36]、较强的繁殖能力^[37]和竞争能力^[38,39],有的入侵植物具有很强的化感作用,能抑制本地植物的萌发和生长^[40]。目前,对广西外来入侵植物入侵性的研究主要集中在菊科入侵植物白花鬼针草、大狼把草(*Bidens frondosa* L.)、银胶菊、飞机草和禾本科入侵植物互花米草等少数危害严重的物种上。

不同学者从生长、繁殖、竞争以及化感作用等方面开展外来入侵植物入侵性的研究。入侵植物大狼把草、三叶鬼针草(*Bidens pilosa* L.)对光照和水分具有较高的表型可塑性,其生长和生物量分配特征提高了植物对资源的捕获和利用能力,使其既能耐受不利的环境,又能在有利的条件下提高适合度^[41]。相对于本地种,大狼把草对水分和养分也具有较高的表型可塑性^[42]。银胶菊在不同生境中具有较高的表型可塑性^[43];在一定范围内,随氮养分水平的提高其种子产量增高,随磷养分水平的提高其种子质量(千粒重)提高^[44],并且不同种群银胶菊在遗传上具有明显差异,在我国存在多个传入途径^[45];山东种群与南部种群(桂林、湛江和厦门)在株高、茎直径、节间长和叶面积等形态上具有显著差异^[46]。互花米草在泥沙质的生境中长势最好,土壤透气性及养分含量影响其形态和生物量^[47];并且,互花米草繁殖器官的生物量分配较小,克隆繁殖萌蘖和根状茎快速生长促进其繁殖与扩散^[48]。繁殖期持续时间长和种子产量高是白花鬼针草和三叶鬼针草有别于本地植物金盏银盘[*Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff]的重要入侵性状^[49]。紫茎泽兰水提液对萝卜种子发芽和幼苗生长表现出抑制作用,银胶菊水提液对萝卜幼苗生长则表现出“低促高抑”的作用,小蓬草对萝卜种子萌发和幼苗根长有抑制作用,但对其苗高和鲜重有促进作用^[50]。不同浓度的阔叶丰花草水提液对萝卜、西瓜、水稻、辣椒和番茄等种子发芽率、幼苗茎长和根长均有较强的化感影响,且化感效应随水提液浓度的升高而增加^[51]。

人为干扰与飞机草的盖度、多度呈极显著正相关关系,人为干扰活动能促进飞机草入侵^[52]。在不同

稳定性群落下,飞机草采取克隆繁殖、有性繁殖的策略和繁殖能力不同^[53]。在干旱贫瘠的岩溶石山,飞机草常形成单优势种群落,或与黄荆条形成黄荆条-飞机草混合群落,或与类芦-蔓生莠竹伴生,在不同类型群落中均能产生大量种子,具有强大的繁殖能力^[54]。光照和温度对大狼把草异型瘦果和飞机草的萌发具有显著影响^[55,56]。氮沉降增加能提高大狼把草的生长和竞争能力^[57]。紫茎泽兰的生长与繁殖在不同群落间具有显著的差异,其地上生物量在开阔地和桉树林下显著高于马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)林、白栎(*Quercus fabri* Hance)-黄檀(*Dalbergia hupeana* Hance)混交林中,并且开阔地紫茎泽兰的繁殖分配也最高^[58]。此外,在氮和降水丰富的亚热带本地群落中,降水增加扩大了氮增加对入侵植物定居和生长表现的影响^[59]。

4.3 广西重要外来入侵植物防治研究

广西是外来入侵植物发生的重灾区之一,但相关的预防和控制研究及实践却较少。覃盈盈等^[60]分析了互花米草引入的历史和入侵现状,从加强管理、社区防治、物理防除、化学防治、生物防治和生物替代等方面提出了防范对策。韦春强等^[61]根据薇甘菊的生物学特性、潜在风险性及管理控制难度等,评估了薇甘菊在广西传播、定植和扩散的风险,计算出薇甘菊在广西的总风险值达 83.5 分,属于风险极高的入侵植物。李象钦等^[62]评估飞机草的入侵风险,认为飞机草的综合风险数为 74.5,属于高风险外来植物。

化感作用是入侵植物入侵的主要机制之一,入侵植物常通过释放化感物质来抑制或排挤本地植物。然而,一些本地植物能够耐受这种化感物质从而与入侵植物并存,甚至抑制入侵植物的生长。利用对入侵植物的化感作用具有耐受性的本地植物替代入侵植物,是一种有效防治入侵植物的方法,也是修复被破坏生态系统的有效途径。黄荆条(*Vitex negundo* L.)叶原液对飞机草种子萌发有显著的抑制作用,在黄荆条叶原液处理下,飞机草发芽率仅为对照的 20.75%,但飞机草不同浓度的水提液对黄荆条种子萌发和生长无明显的抑制作用,说明黄荆条能耐受飞机草的化感作用^[63]。相反,黄荆条的水提液对飞机草的形态、生长和光合作用有抑制作用^[64]。从生态效益和经济效益考虑,黄荆条可选作岩溶地区生物替代控制飞机草的目标植物。林春蕊等^[65]发现,除高浓度叶水提液外,其较低浓度和飞机草其余各部位、各浓度水提液对任豆(*Zenia insignis* Chun)的种子

萌发和幼苗生长均无明显的抑制作用,任豆对飞机草的化感作用具有较强的耐受性,可用来替代防治飞机草。潘玉梅等^[66]通过研究本地植物假地豆(*Desmodium heterocarpon*)和白饭树[*Flueggea virosa* (Roxb. ex Willd.) Voigt]种子萌发对入侵植物飞机草的化感耐受性以及它们与飞机草的竞争关系,探讨了假地豆和白饭树对飞机草的替代控制潜力。潘玉梅等^[67]通过盆栽实验,研究了假地豆、狗尾草[*Setaria viridis* (L.) Beauv.]和南酸枣[*Choerospondias axillaris* (Roxb.) B. L. Burtt & A. W. Hill] 3种本地植物与紫茎泽兰的竞争关系,并评估了添加活性炭、杀真菌剂和活性炭+杀真菌剂对竞争关系的影响,发现紫茎泽兰与不同植物竞争时,添加活性炭和杀真菌剂对植物的影响不同,需要根据具体目标物种来确定是否需要添加去除紫茎泽兰化感作用和降低其竞争作用的活性炭和杀真菌剂。针对紫茎泽兰具有很强的化感作用、能够改变土壤中真菌群落从而利于自身生长且竞争能力强的特性,Tang等^[68]测试了抑制紫茎泽兰生长、削弱其化感抑制作用和降低其竞争能力的植物源抑制剂+活性炭+杀真菌剂的复合制剂,筛选出对紫茎泽兰影响较大且能提高本地植物生长速度的最佳复合制剂比例。

唐赛春等^[69]研究了割草结合植树替代综合控制对喀斯特石漠化地区飞机草的控制效果,朱金方等^[70]比较了不同替代控制年份对广西喀斯特地区飞机草的控制效果和入侵地生态恢复状况的影响。对滨海湿地危害严重的入侵植物,赵相健等^[71]在北海市铁山港区青山头海滩,研究了单纯刈割、刈割加遮阴处理对互花米草生长和存活的影响,认为从考虑费用、所需时间和治理效果的角度来看,刈割后加1层遮阴是控制互花米草经济、有效的方法。

潘玉梅等^[72]在岩溶地区开展了飞机草的化学防治研究,发现各浓度(0.25%、0.5%和1%)百草枯的药效均高于草甘膦、草甘膦+2,4-D,并对飞机草的土壤种子库有明显影响,可用在飞机草单优势种群落中防治飞机草;较高浓度的草甘膦和草甘膦+2,4-D可防除大部分飞机草,对土壤中种子影响较小,可在飞机草为伴生植物的耕地、果园等生境中使用。马永林等^[73]测定了草甘膦异丙胺盐、百草枯、草铵膦和二甲四氯钠4种除草剂对柑橘园入侵植物阔叶丰花草的防除效果,前3种药剂对阔叶丰花草成株具有较好的防除效果。郭成林等^[74]测定了百草枯、草铵膦、莠去津等30种除草剂对盆栽豚草和薇甘菊的防除效果,

发现百草枯600 g/hm²、草铵膦540 g/hm²和灭草松1440 g/hm²对豚草和薇甘菊防效较好,药后30 d豚草和薇甘菊鲜重防效分别达100%和98%以上。梁晨等^[75]对林地薇甘菊进行了化学防治研究,建议以防治薇甘菊为目的的林地,在薇甘菊营养期用1500倍紫薇清防治;以结合清除杂灌为目的的林地,在薇甘菊营养期用100倍草舒+2000倍紫薇清防治;在林地或有其他经济植物的区域,在薇甘菊花期用1500倍紫薇清防治。

5 广西外来入侵植物防控存在的问题与挑战

对外来入侵植物,预防显得尤为重要。在外来入侵植物暴发前进行有效的预防和管理,不仅可避免其带来的危害和造成的损失,而且也可避免高额的防治费用。但是许多入侵植物被认识的普遍性较低,除了自然传入和人为无意识引入外,目前仍有一些具有入侵风险的外来花卉如南美蟛蜞菊[*Sphagneticola trilobata* (Linnaeus) Pruski]、马缨丹和秋英(*Cosmos bipinnatus* Cavanilles)等在公路绿化、园林绿化中普遍使用,这些植物一旦逃逸到自然生态系统中,可能会影响本地的生物多样性和生态环境,但该情况较少有人关注,缺乏合理的管理。对外来入侵植物的预防和控制涉及农业、林业、环保、科研等多部门,希望各部门加强沟通与合作,采取切实行动加强外来入侵植物的预防和控制。

目前,对于什么样的生物学特性使外来入侵植物成为入侵种以及什么样的生态系统最容易被入侵这两个入侵生物学的基本问题缺乏共识,仍存在争议。只有掌握不同外来入侵植物的生理生态学、种群遗传学、繁殖生物学等特性,掌握外来植物入侵的生态系统特征,阐明与外来植物入侵相关的各种生物生态学特性及生态系统的特点,才能正确揭示外来植物入侵的机制,为外来植物的预防、管理、监测和控制等提供依据,从而采取有效措施预防、管理和控制外来入侵植物。另外,不同外来入侵植物在不同区域可采取的、适宜的防治措施必定会有差异,因此,针对不同区域应进行不同的防治基础研究和技术开发应用研究。作为外来物种入侵较为严重的省区之一,广西相关的研究仍落后于我国其他省区,开展的基础理论研究和防治技术研究均较少。研究和技术的落后是制约广西外来入侵植物防治的主要因素。由于缺乏稳定的经费支持和完善的配套设施,广西外来入侵植物防控研究出现了人才流失、研究队伍不稳定等一系列长期而

严峻的问题,导致研究落后、基础性资料缺乏,更谈不上控制技术的应用研究与实践。

随着各种贸易活动、交通运输、旅游业等的发展,外来物种被有意或无意引进的机会更大,在全球变化的趋势下,更容易发展成为入侵种。如何有效预防、管理和控制外来入侵物种,是保障广西生物安全所面临的巨大挑战。虽然我国对外来入侵物种的研究取得了较大成就,但是尚未建立起科学有效的防治措施和协调管理机制,在引进外来物种时普遍没有进行入侵风险评估,而且多数民众对外来入侵物种及其危害缺乏认知。广西需要重点开展外来入侵植物对生物多样性和生态环境影响的研究,以及入侵植物的监测预警和风险评估,加大相关部门和地方对外来入侵植物的防控力度,加强对外来入侵植物及其危害的宣传,让普通民众参与外来入侵植物的防控。

6 广西外来入侵植物防控建议

治理外来入侵植物最常用的方法有物理、化学和生物控制。广西地形复杂,生态系统多样,在不同生境和生态系统中宜根据实际情况采取合适的控制措施。(1)加强检疫和科普宣传:首先,广西各市应加强对外来入侵植物的检疫,防止尚未发生的种类传入本市;其次,加强对普通民众的科普教育,让他们了解外来入侵植物的危害,人类哪些行为会导致外来植物入侵的发生,在各种活动中应尽可能避免人为引起的外来植物入侵。(2)物理防治:对小面积发生或新发生的外来入侵植物,宜直接采取人工拔除或铲除的方式控制。(3)化学防治:对发生面积大且生长时间较久的外来入侵植物,可根据实际情况采用对环境影响较小的除草剂进行化学防除。(4)生物防治:该方法包括引入天敌控制和利用本地植物进行替代控制,引入天敌控制是一个漫长的过程,引入天敌后是否会对引入地带来新的危害,需要进行风险评估;替代控制是根据植物群落演替的自身规律,利用有经济价值或生态价值的本地植物取代外来入侵植物的一种生态防治技术。

物理和化学控制主要针对控制入侵植物本身,一旦停止控制,入侵植物又会复发并形成二次入侵,缺乏长期的可持续控制效果。相对而言,替代控制常被认为是一种更有效、经济、生态并且持久的方法。它不仅可以避开化学防治和引入天敌等风险,而且作为一种生态控制方法,替代控制植物一旦定植便可长期控制入侵植物,不必连年防治。此外,替代植物还能

够保持水土,改良土壤,提高环境质量。目前,在广西平果县一些石漠化地区利用本地植物替代控制飞机草已获得成功,相关的替代控制技术建议在全区相似生态系统中推广应用。

参考文献

- [1] RAI P K, SINGH J S. Invasive alien plant species: their impact on environment, ecosystem services and human health [J]. *Ecological Indicators*, 2020, 111: 106020.
- [2] TIAN Y H, FENG Y L, LIU C. Addition of activated charcoal to soil after clearing *Ageratina adenophora* stimulates growth of forbs and grass in China [J]. *Tropical Grasslands*, 2007, 41(4): 285-291.
- [3] 贾桂康. 外来入侵植物飞机草在广西的入侵生境因子分析[J]. *江苏农业科学*, 2012, 40(1): 116-119.
- [4] 钟军弟, 李先琨, 向悟生, 等. 桂西南喀斯特区域不同稳定性群落下飞机草种群结构特征分析[J]. *南方农业学报*, 2012, 43(7): 971-976.
- [5] 谢云珍, 王玉兵, 谭伟福. 广西外来入侵植物[J]. *热带亚热带植物学报*, 2007, 15(2): 160-167.
- [6] 唐赛春, 吕仕洪, 何成新, 等. 广西的外来入侵植物[J]. *广西植物*, 2008, 28(6): 775-779, 815.
- [7] 石亮成, 石钢, 易巧玲, 等. 柳州市外来入侵植物调查及防除对策研究[J]. *广西科学院学报*, 2009, 25(3): 178-182.
- [8] 林建勇, 温远光, 韦洁. 广西北部湾经济区外来入侵植物[J]. *广西林业科学*, 2011, 40(4): 281-287.
- [9] 李象钦, 韦春强, 潘玉梅, 等. 广西三种新记录归化植物及其入侵性分析[J]. *广西植物*, 2017, 37(6): 806-810.
- [10] 马金双, 李惠茹. 中国外来入侵植物名录[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [11] 唐赛春, 韦春强, 吕仕洪, 等. 广西外来入侵植物研究[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2019.
- [12] 刘明超, 韦春强, 唐赛春, 等. 中国马鞭草科一新归化种: 南假马鞭[J]. *植物科学学报*, 2011, 29(5): 649-651.
- [13] 林春蕊, 沈晓林, 黄渝松, 等. 广西外来种子植物新记录[J]. *广西植物*, 2012, 32(4): 446-449.
- [14] 曾宪锋. 广西3种新记录外来入侵植物[J]. *华南农业大学学报*, 2013, 34(3): 443-444.
- [15] 王勇军, 胥启杰, 王彰九, 等. 入侵杂草薇甘菊的化学防除[J]. *生态科学*, 2003, 22(1): 58-62.
- [16] 赵彩云, 柳晓燕, 白加德, 等. 广西北海西村港互花米草对红树林湿地大型底栖动物群落的影响[J]. *生物多样性*, 2014, 22(5): 630-639.
- [17] 贾桂康, 薛跃规. 紫茎泽兰和飞机草在广西的入侵生境植物多样性分析[J]. *生态环境学报*, 2011, 20(5): 819-823.

- [18] 蒲高忠, 唐赛春, 潘玉梅, 等. 不同生境中飞机草的群落结构及其生物多样性[J]. 草业科学, 2012, 29(3): 447-452.
- [19] 贾桂康, 薛跃规. 外来入侵植物飞机草对生态系统的危害和防除[J]. 杂草科学, 2010, (4): 12-15.
- [20] 吴志红. 广西外来入侵生物发生为害特征和扩散机制[J]. 中国植物导刊, 2005, 25(6): 41-44, 14.
- [21] MÖLLER H, SPIRÉN A, SVENSSON Å, et al. Contact allergy to the Asteraceae plant *Ambrosia artemisiifolia* L. (ragweed) in sesquiterpene lactone-sensitive patients in southern Sweden [J]. Contact Dermatitis, 2002, 47(3): 157-160.
- [22] 孟光, 李春林, 蔡琼香, 等. 海口地区热带植物花粉致敏性调查[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志, 2005, 19(22): 1044-1045.
- [23] 叶铎, 李先琨, 温远光, 等. 广西十万大山自然保护区外来植物的初步研究[J]. 广西农业生物科学, 2008, 27(4): 445-450.
- [24] 高珂晓, 李飞飞, 柳晓燕, 等. 广西九万山国家级自然保护区外来入侵和本地草本植物多样性垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2019, 27(10): 1047-1055.
- [25] 和太平, 李玉梅, 陆山风, 等. 广西南友高速公路路域外来入侵植物调查研究[J]. 广西林业科学, 2011, 40(4): 277-280.
- [26] 贾洪亮, 农日升, 魏国余. 广西湿地外来入侵植物调查初报[J]. 南方农业学报, 2011, 42(12): 1493-1496.
- [27] 李象钦, 唐赛春, 韦春强, 等. 广西中越边境的外来入侵植物[J]. 生物安全学报, 2019, 28(2): 147-155.
- [28] 陈秋霞, 韦春强, 唐赛春, 等. 广西桂林外来入侵植物调查[J]. 亚热带植物科学, 2008, 37(3): 55-58, 66.
- [29] 胡刚, 张忠华. 南宁的外来入侵植物[J]. 热带亚热带植物学报, 2012, 20(5): 497-505.
- [30] 马多, 和太平, 郑羨. 梧州市外来入侵植物调查研究[J]. 广西林业科学, 2012, 41(2): 155-158.
- [31] 贾桂康. 广西百色地区主要外来入侵植物的初步研究[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 339-342.
- [32] 林春华, 唐赛春, 潘玉梅, 等. 广西来宾市外来入侵植物的调查研究[J]. 杂草科学, 2015, 31(1): 38-44.
- [33] 郭城林, 马永林, 马跃峰, 等. 广西农业生态系统外来入侵杂草发生与危害现状分析[J]. 南方农业学报, 2013, 44(5): 778-783.
- [34] 贾桂康. 广西外来物种紫茎泽兰、飞机草的入侵生态学特征研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2005.
- [35] 韦春强, 潘玉梅, 唐赛春, 等. 入侵植物薇甘菊在广西的分布与危害[J]. 广西植物, 2014, 34(6): 816-820.
- [36] SCASTA J D, ENGLE D M, FUHLENDORF S D, et al. Meta-analysis of exotic forages as invasive plants in complex multi-functioning landscapes [J]. Invasive Plant Science and Management, 2015, 8(3): 292-306.
- [37] YAN X H, ZHOU B, YIN Z F, et al. Reproductive biological characteristics potentially contributed to invasiveness in an alien invasive plant *Bidens frondosa* [J]. Plant Species Biology, 2016, 31(2): 107-116.
- [38] SCHULTHEIS E H, MACGUGAN D J. Competitive ability, not tolerance, may explain success of invasive plants over natives [J]. Biological Invasions, 2018, 20(10): 2793-2806.
- [39] KOŁODZIEJEK J. Growth and competitive interaction between seedlings of an invasive *Rumex confertus* and of co-occurring tow native *Rumex* species in relation to nutrient availability [J]. Scientific Reports, 2019, 9(1): 3298.
- [40] XIAO T, YU H, SONG Y B, et al. Nutrient enhancement of allelopathic effects of exotic invasive on native plant species [J]. PLoS ONE, 2019, 14(1): e0206165.
- [41] 潘玉梅, 唐赛春, 韦春强, 等. 不同光照和水分条件下鬼针草属入侵种与本地种生长、光合特征及表型可塑性的比较[J]. 生物多样性, 2017, 25(12): 1257-1266.
- [42] WEI C Q, TANG S C, PAN Y M, et al. Plastic responses of invasive *Bidens frondosa* to water and nitrogen addition [J]. Nordic Journal of Botany, 2017, 35(2): 232-239.
- [43] 蒲高忠, 唐赛春, 潘玉梅, 等. 入侵植物银胶菊在不同生境下表型可塑性和构件生物量[J]. 广西植物, 2010, 30(5): 641-646, 625.
- [44] 唐赛春, 韦春强, 潘玉梅, 等. 入侵植物银胶菊对不同氮、磷水平的繁殖适应性[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(2): 213-217.
- [45] TANG S Q, WEI F, ZHENG L Y, et al. Multiple introductions are responsible for the disjunct distributions of invasive *Parthenium hysterophorus* in China: evidence from nuclear and chloroplast DNA [J]. Weed Research, 2009, 49(4): 373-380.
- [46] 唐绍清, 耿宇鹏, 张启伟, 等. 入侵种银胶菊不同地理种群的生长特性比较[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2012, 30(3): 257-262.
- [47] 覃盈盈, 蒋潇潇, 李峰, 等. 互花米草在不同生境中的形态可塑性与生物量分配[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(6): 657-659, 667.
- [48] 覃盈盈, 蒋潇潇, 李峰, 等. 山口红树林区互花米草有性繁殖期的生物量动态[J]. 生态学杂志, 2008, 27(12): 2083-2986.
- [49] 刘明超, 韦春强, 唐赛春, 等. 不同土壤养分水平下2种外来鬼针草和近缘本地种的比较研究[J]. 生物安全学

- 报,2012,21(1):32-40.
- [50] 李富荣,黄莹,梁士楚,等. 几种菊科入侵植物和非入侵植物的化感作用比较[J]. 生态环境学报,2011,20(5):813-818.
- [51] 马永林,马跃峰,郭成林,等. 阔叶丰花草水浸提液对5种作物的化感作用[J]. 种子,2016,35(10):32-35.
- [52] 钟军弟,李先琨,吕仕洪,等. 桂西南喀斯特区域群落主要环境因子及稳定性对飞机草入侵的影响[J]. 生态环境学报,2011,20(12):1819-1826.
- [53] 钟军弟,李先琨,袁长春,等. 不同稳定性群落下飞机草种群繁殖特性分析[J]. 湛江师范学院学报,2012,33(3):72-77.
- [54] 韦春强,刘明超,唐赛春,等. 广西岩溶石山飞机草种群的繁殖特征[J]. 热带亚热带植物学报,2011,19(4):333-338.
- [55] 周超群,唐赛春,潘玉梅,等. 光照和温度对入侵植物大狼把草异型瘦果萌发的影响[J]. 热带亚热带植物学报,2015,23(6):662-668.
- [56] 韦春强,刘明超,唐赛春,等. 光照和温度对飞机草种子萌发的影响[J]. 广西植物,2012,32(4):527-530.
- [57] PAN Y M, TANG S C, WEI C Q, et al. Effects of global risks-nitrogen additions on growth and competitive relations among invasive and native congeneric species - *Bidens frondosa* [J]. Polish Journal of Ecology, 2016, 64(4): 443-452.
- [58] 韦春强,唐赛春,潘玉梅,等. 紫茎泽兰在不同群落中的生长与繁殖特征[J]. 杂草学报,2017,35(3):1-6.
- [59] LI X Q, TANG S C, PAN Y M, et al. Increased precipitation magnifies the effects of N addition on performance of invasive plants in subtropical native communities [J]. Journal of Plant Ecology, 2022, 15(3): 473-484.
- [60] 覃盈盈,梁士楚. 外来种互花米草在广西海岸的入侵现状及防治对策[J]. 湿地科学与管理,2008,4(2):47-50.
- [61] 韦春强,潘玉梅,唐赛春,等. 入侵植物薇甘菊入侵广西壮族自治区的风险评估[J]. 杂草科学,2015,33(1):32-37.
- [62] 李象钦,韦春强,王云波,等. 入侵植物飞机草的风险评估[J]. 林业科技,2017,42(5):59-62.
- [63] 潘玉梅,唐赛春,蒲高忠,等. 岩溶区土著植物黄荆条和红背山麻杆水浸提液对入侵植物飞机草萌发的影响[J]. 中国岩溶,2008,27(2):97-102.
- [64] 潘玉梅,唐赛春,韦春强,等. 土著植物黄荆条水提取液对飞机草生长和光合特性的化感效应[J]. 生态学杂志,2013,32(2):351-357.
- [65] 林春蕊,陈秋霞,潘玉梅,等. 飞机草水提取液对任豆种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 林业科技,2008,33(5):13-15,24.
- [66] 潘玉梅,唐赛春,韦春强,等. 两种本地植物种子萌发对飞机草的化感耐受性及其相互竞争[J]. 生态学报,2019,39(19):7302-7310.
- [67] 潘玉梅,唐赛春,韦春强,等. 3种本地植物与入侵植物紫茎泽兰的竞争[J]. 生态学报,2022,42(6):2394-2404.
- [68] TANG S C, PAN Y M, WEI C Q, et al. Testing of an integrated regime for effective and sustainable control of invasive Crofton weed (*Ageratina adenophora*) comprising the use of natural inhibitor species, activated charcoal, and fungicide [J]. Weed Biology and Management, 2019, 19(1): 9-18.
- [69] 唐赛春,吕仕洪,潘玉梅,等. 广西喀斯特地区割草结合植树方法对飞机草的控制效果[J]. 应用生态学报,2011,22(7):1944-1948.
- [70] 朱金方,赵彩云,李飞飞,等. 不同替代修复年限对飞机草种群和本土植物群落结构的影响[J]. 环境科学研究,2020,32(12):2848-2855.
- [71] 赵相健,李俊生,柳晓燕,等. 刈割加遮荫对互花米草生长和存活的影响[J]. 广西植物,2017,37(3):303-307.
- [72] 潘玉梅,唐赛春,岑艳喜,等. 岩溶地区飞机草化学防治研究[J]. 中国岩溶,2011,30(1):53-58.
- [73] 马永林,覃建林,马跃峰,等. 4种除草剂对柑桔园杂草阔叶丰花草的防除效果[J]. 中国南方果树,2013,42(3):57-58.
- [74] 郭成林,马跃峰,覃建林,等. 30种除草剂对豚草和薇甘菊的防效初步评价[J]. 植物保护,2014,40(2):179-183.
- [75] 梁晨,刘涛,彭家昆,等. 林地薇甘菊防治研究[J]. 中国森林病虫,2017,36(5):1-4.

Current Status and Research Progress of Alien Invasive Plants in Guangxi

TANG Saichun, LI Xiangqin, WEI Chunqiang, PAN Yumei, LÜ Shihong

(Guangxi Key Laboratory of Plant Conservation and Restoration Ecology in Karst Terrain, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: Alien invasive plants threaten biodiversity and cause huge ecological and economic losses. In the past 10 years, the species of new naturalized plants and alien invasive plants in Guangxi have been increasing and the distribution range has been expanding, which has an increasingly serious impact on biodiversity and ecological security in Guangxi. This article introduced the causes, basic characteristics, development trends, impacts on biodiversity and agriculture, forestry, animal husbandry and fishing of alien invasive plants in Guangxi, as well as the research progress of experts and scholars on alien invasive plants in Guangxi. The problems and challenges in the prevention and control of alien invasive plants in Guangxi were discussed, and some basic prevention and control measures were proposed to provide a basic basis for better implementation of the Biosecurity Law of the People's Republic of China issued by the state in recent years.

Key words: alien invasive plants; eco-security; negative effect; prevention and control; research progress

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkxyxb@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch>