

重庆地区香根草引种生物入侵风险评价

李彬¹ 周宏波² 彭秀¹ 耿养会¹

(1. 重庆市林业科学研究院, 三峡库区森林生态保护与恢复重庆市市级重点实验室, 重庆 400036;
2. 重庆市风景园林技工学校)

摘要: 为了防控引种可能带来的危害, 对已引物种应进行生态入侵风险评估, 建立相应监控对策。本文通过查阅资料、实地调研和专家咨询等方法, 应用外来种入侵的风险评估体系及风险评价标准, 对重庆地区香根草引种生物入侵的风险性进行了分析。结论为: 在重庆地区, 香根草属于具有一定风险的外来种, 需要进一步地获取相关信息或采取防范监控措施。

关键词: 香根草; 生物入侵; 风险评价; 重庆地区

中图分类号: S722.7 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2014)02-0052-05

Evaluation on Biological Invasion Risk of the Introduction of *Vetiveria zizanioides* in Chongqing Area

LI Bin¹ ZHOU Hong-bo² PENG Xiu¹ GENG Yang-hui¹

(1. Chongqing Academy of Forestry, Chongqing Key Laboratory of The Three Gorges Area Forest Ecology Protects and Restores, Chongqing 400036;
2. Changqing Technical School of Landscape and Garden, Chongqing 400036, China)

Abstract: In order to prevent detriments from the introduction of species, the ecological invasion risk should be analyzed and the corresponding control measures should be established after the introduction of species. In this article, through such methods as referring to information, field investigation and expert consultation, and by applying the invasion risk evaluation system of alien species and the invasion risk standard, analysis is made of the ecological invasion risk of introducing *Vetiveria zizanioides* in chongqing area. The results have shown that *Vetiveria zizanioides* belongs to an alien species with a certain risk in Chongqing area, need to refer to more relevant information or take the precaution and control measures.

Key words: *Vetiveria zizanioides*, Biological invasion, Risk evaluation, Chongqing area

生物入侵是指生物由原生存地经自然的或人为的途径侵入到另一个新环境, 对入侵地的生物多样性、农林牧渔业生产以及人类健康造成经济损失或生态灾难的过程^[1]。近年来, 随着国际贸易和旅游业的发展, 越来越多的物种被引入, 外来物种入侵的机率大大增加, 生物入侵已逐渐成为制约城市、区域经济和社会可持续发展的主要障碍。香根草(*Vetiveria zizanioides*)又名岩兰草, 为禾本科多年生草本植

物, 热带非洲至印度、斯里兰卡、泰国、缅甸、印尼、马来西亚一带广泛种植, 我国江苏、浙江、福建、台湾、广东、广西、海南、四川及重庆等地均有引种。香根草适应性广、抗逆性强, 可在贫瘠、紧实、强酸或强碱的土壤中生长, 且易种植、易成活、易管理、极少滋生或传播病虫害^[2]。由于其在水土保持、海滩、河岸固沙、污染治理、工程防护、鱼畜饲料、菌草及工艺编织品开发利用、造纸和燃料使用等方面存在巨大的

收稿日期: 2013-11-18

基金项目: 重庆市科委攻关项目“香根草在三峡库区消落带边坡防护及生物入侵评价试验研究”CSTC 2007AC7059。三峡库区森林生态保护与恢复重庆市市级重点实验室(CSTC 2007CA1001)资助。

作者简介: 李彬(1978-)男, 四川威远人, 高级工程师, 主要从事森林培育和森林生态学的研究。

应用潜力和价值。20 世纪末被国际评估委员会确认为世界上 71 项持续发展技术中最为优秀的项目,并荣获 John Franz 持续奖,受到各国政府、科学家和生产者的高度重视,被广泛应用于多个国家(地区)和多种领域。香根草根系十分发达并对土壤有强穿透力和强剪切力,是一种保持水土、恢复地力最为理想的植物,同时,香根草具有很好的抗旱性、很强的耐水淹能力,将其应用于缺水干旱、水土流失严重的石漠化地区和水陆交替出现的消落带都具有十分广阔的前景。香根草于 2002 年被引入重庆,已在石漠化及库区消落带开展了引种适应性研究,其适应性、抗逆性均表现较好,有广泛的应用前景,但是,香根草作为一个新引进的物种,是否会对引入地造成生物入侵的危险,需要经过生物入侵风险评价才能知晓,目前相关研究还未见有报道。因此,本文通过查阅资料、实地调研、专家咨询等方法,应用外来种入侵的风险评估体系及风险评价标准,开展了重庆地区香根草引种生物入侵的风险性分析,以期对香根草在重庆地区的安全推广应用提供理论依据。

1 香根草在重庆地区的分布及生长情况

香根草在重庆的沙坪坝区、璧山县、綦江区、巫山县等 4 个区、县有栽培,海拔高度在 165 m ~ 500 m 之间,土壤以紫色土、黄壤、石灰岩土为主,pH 值在 6.0 ~ 8.3 之间。试验研究表明,香根草既耐旱又耐涝,在连续干旱几个月的情况下能保持生长,在部分茎叶被水淹的条件下也能生长发育,它甚至可在海拔 2 600 m 的地区生长;在三峡库区消落带(巫山地区),香根草有很好的保持水土、护坡作用。在极端破坏环境中,例如巫山废弃矿山地区,香根草也能适应生长,是很好的群落恢复植被。调查发现,1 a 生香根草的平均分蘖数为 14,2 a 生香根草的平均分蘖数为 24。香根草在自然条件下很少结实,没有

根茎或匍伏茎,分蘖成丛生长,香根草能适应各种土壤环境,强酸强碱、重金属和干旱、渍水、贫瘠等条件下都能生长。

2 生态风险分析方法

2.1 理论基础

由于外来物种入侵具有危害大,并且一旦暴发成害根除可能性很小的特点,因而研究哪些物种会成为入侵种,一旦入侵会在哪些地方造成危害以及造成什么样的危害就显得至关重要^[3]。防止外来物种造成危害的关键是要阻止可能会成为入侵种的外来生物的传入。因此,对外来物种进行生物入侵风险评价十分必要。外来物种风险评估是通过对外来物种各种特性、环境因素和人为因素的分析,评价和预测外来物种对本地人体健康、经济活动、生态环境和社会活动等产生的影响^[4]。

2.2 重庆地区香根草风险评估体系的建立

生物入侵是一个复杂的链式过程,一般可分为引入阶段、定植与建群阶段(时滞阶段)、扩散与危害阶段^[5]。在入侵的不同阶段,其入侵行为及表现出来的特征并不相同。不同的阶段有着各自不同的入侵成功概率,最终物种是否入侵成功是几个概率的累计结果。本文综合外来物种入侵风险评价方面的研究成果,提出了重庆地区香根草入侵风险评价的指标体系框架与方法。整个指标体系由 7 个一级指标、22 个二级指标构成,体系各级指标的权重采用“层次分析法”(Analysis Hierarchy Process)加以确定,整个指标体系评价总分为 100 分,按不同的权重赋予各级指标不同的分值;评价体系对 22 个指标层指标进行了详细的分级描述,对相应的描述等级规定了不同的评价分值^[6~12]。具体的评价方法见表 1。

表 1 重庆地区香根草入侵风险评估表

| 评价指标(权重) | 二级指标分级描述及分值 |
|--|--|
| 1 繁殖特性(10%) | <input type="checkbox"/> 未明显表现出上述的繁殖特性或略微表现出以上一、二种繁殖特性(1分) |
| 1) 繁殖方式:兼营有性(种子)繁殖和无性(营养)繁殖; | <input type="checkbox"/> 明显具有上述一种繁殖特性(2分) |
| 2) 1年中可多于一次进行繁衍,花果期较长; | <input type="checkbox"/> 明显具有上述二种繁殖特性(4分) |
| 3) 产生大量种子,每个植株可产生超过1000个种子; | <input type="checkbox"/> 明显具有上述三种繁殖特性(6分) |
| 4) 比其他植物具有较快的生长率,可较快达到成熟繁殖期; | <input type="checkbox"/> 明显地表现出上述四种繁殖特性(8分) |
| 5) 可在枝节处生长根茎或匍匐枝,被切割后的残体容易生成新的植株; | <input type="checkbox"/> 强烈地表现出上述多于四种的繁殖特性(10分) |
| 6) 具有较强的抗逆性,对生长环境要求不严格; | |
| 7) 种子可以特定方式度过不利阶段,如:在土壤中保持较长的活性(大于1年)。 | |

(续表 1)

| 评价指标(权重) | 二级指标分级描述及分值 |
|--|---|
| 2 传播和扩散(25%) | |
| 2.1 可利用的传播媒介与传播距离(5%) | <input type="checkbox"/> 无法利用上述传播媒介,难以长距离扩散(1分) <input type="checkbox"/> 可利用上述媒介其中一种传播繁殖体,可以进行较长距离传播(2分) <input type="checkbox"/> 可利用上述媒介其中二种传播繁殖体,可以进行较长距离传播(3分) <input type="checkbox"/> 扩散范围大,可利用上述二种以上的媒介传播繁殖体,进行远距离传播(5分) |
| 1) 风力传播 | |
| 2) 水流传播 | |
| 3) 动物携带或取食传播 | |
| 2.2 扩散的趋势(3%) | <input type="checkbox"/> 本地区其适宜的生境或可能扩散的区域面积较小;(1分) <input type="checkbox"/> 本地区存在一些适宜其入侵或与已入侵区域类似的生境未予入侵;(2分) <input type="checkbox"/> 本地区仍有较大面积的适宜其入侵或与已入侵区域类似的生境未予入侵。(3分) |
| 2.3 天敌的情况(2%) | <input type="checkbox"/> 本地区存在有效的天敌(0分) <input type="checkbox"/> 存在天敌,但作用不明显(1分) <input type="checkbox"/> 本地区没有有效的天敌(2分) |
| 2.4 人为有意传播的可能性(4%) | <input type="checkbox"/> 没有有意引入的可能(0分) <input type="checkbox"/> 可能通过人为有意引入(2分) <input type="checkbox"/> 有已证实的有意引入行为(4分) |
| 2.5 人为无意传播的可能性(3%) | <input type="checkbox"/> 不易被人为无意传播(1分) <input type="checkbox"/> 有可能借助人类运输工具传播(2分) <input type="checkbox"/> 有已证实的无意传播行为或极易为运输工具所携带(3分) |
| 2.6 目前传入途径的管理现状(4%) | <input type="checkbox"/> 已列入现行检疫或控制对象,有较为完备的控制程序或措施,可以很好地预防其传入(1分) <input type="checkbox"/> 已列为控制对象,检验鉴定难度不大,现行的管理手段可能将其截获(2分) <input type="checkbox"/> 未列入控制对象,有一定的检验鉴定难度,但现行的管理手段有可能将其截获(3分) <input type="checkbox"/> 未列入控制对象,在现有外来物种管理手段下允许其引入(4分) |
| 2.7 该物种引入次数及引入的数目(4%) | <input type="checkbox"/> 一次性或有限次数的引入,引入的数量很小(1分) <input type="checkbox"/> 有限次数的引入,但数量很大或可能多次引入,但一次引入数量较小(2分) <input type="checkbox"/> 可能多次引入,且一次引入数量较大(4分) |
| 3 遗传特点(10%) | |
| 3.1 当地野外是否有亲缘相关的杂草或害虫物种?(3%) | <input type="checkbox"/> 否(0分) |
| 3.2 当地野外是否有紧密亲缘关系的,具有珍贵生物多样性价值的物种?(3%) | <input type="checkbox"/> 是(3分) <input type="checkbox"/> 否(0分) |
| 3.3 能否与当地农产品或野生物种进行交叉授粉或繁殖?(4%) | <input type="checkbox"/> 是(3分) <input type="checkbox"/> 否(0分) <input type="checkbox"/> 可能(4分) |
| 4 危害与影响(30%) | |
| 4.1 对生态系统过程或系统生态因子的影响(10%) | <input type="checkbox"/> 对改变或破坏生态系统演化过程或对系统生态因子没有影响(0分) <input type="checkbox"/> 略微表现出上述影响能力,能改变或破坏生态系统演化过程或系统生态因子,但作用较缓和或不很明显(4分) <input type="checkbox"/> 显著地表现为上述一种影响能力(7分) <input type="checkbox"/> 显著地表现为上述二种影响能力(8分) <input type="checkbox"/> 强烈地表现为上述二种以上的影响能力或能造成不可逆地改变(10分) |
| 1) 提高当地火灾的发生率; | |
| 2) 通过沉积、腐蚀作用改变当地的地貌; | |
| 3) 通过快速的蒸腾作用消耗湿地的水,改变水文特征,减少可利用的生境空间; | |
| 4) 影响养分的可获取程度; | |
| 5) 形成荫蔽,改变生境透光强度; | |
| 6) 改变生境中的矿物质元素、盐度、碱度或 pH | |
| 4.2 对本地物种的影响(10%) | <input type="checkbox"/> 能轻微表现出以上一种或几种影响方式,影响很小或不造成影响(1分) <input type="checkbox"/> 能通过上述一种方式对本地物种产生一定影响(3分) <input type="checkbox"/> 能通过上述二种方式对本地物种产生影响,影响其 50% 左右的个体(6分) <input type="checkbox"/> 能通过上述三种方式对本地物种产生影响,影响其 50% 左右的个体(8分) <input type="checkbox"/> 能通过上述多于三种的方式对一种或多种本地物种产生严重影响,影响大于 50% 左右的个体(10分) |
| 1) 能与本地某一特有物种产生强烈竞争; | |
| 2) 植株体或任何部分有毒或有刺,对人、畜有害; | |
| 3) 具有化感作用,能分泌生物毒素; | |
| 4) 能攀援或高密度占领生境; | |
| 5) 能与本地特有物种杂交,污染本地物种遗传多样性(珍稀的物种); | |
| 6) 是病虫害的寄主。 | |
| 4.3 对经济及其他方面(潜在)的影响(10%) | <input type="checkbox"/> 对本地区经济及其他方面无明显影响(1分) <input type="checkbox"/> 对上述其中一个方面略微造成影响(4分) <input type="checkbox"/> 对上述其中一个方面产生显著影响(6分) <input type="checkbox"/> 对上述其中二个方面产生显著影响(8分) <input type="checkbox"/> 明显地对上述二个以上方面造成显著的影响(10分) |
| 1) 能严重影响当地农、林、渔业至少一种经济物种; | |
| 2) 改变当地物种群落结构,改变其原有的生态作用; | |
| 3) 影响土地、水域或其他资源的可利用程度; | |
| 4) 破坏原有自然景观,影响旅游生态资源; | |
| 5) 影响居民的身体健康。 | |
| 5 适应性(8%) | |
| 5.1 是否适合重庆地区的气候条件及环境状况(3%) | <input type="checkbox"/> 不适宜,无法生存(判定该物种无入侵风险) <input type="checkbox"/> 较适宜(1分) <input type="checkbox"/> 适宜(3分) |

(续表 1)

| 评价指标(权重) | 二级指标分级描述及分值 |
|--|--|
| 5.2 是否适应广泛的气候类型? (3%) | <input type="checkbox"/> 少(1分) <input type="checkbox"/> 中等(2分) <input type="checkbox"/> 很多(3分) |
| 5.3 是否适宜在退化环境中生存(例如喜阳光直射、贫瘠土地、或被污染的环境)? (2%) | <input type="checkbox"/> 不能(0分) <input type="checkbox"/> 能(2分) |
| 6 防治的可行性(7%) | |
| 6.1 防治的方法与效果(2%) | <input type="checkbox"/> 清除方式简便,技术成熟,可长期根除入侵物种(0.5分) <input type="checkbox"/> 有有效的防治方法,短期内防治效果好,但容易反复(1分) <input type="checkbox"/> 尚无有效地防治方法,防治效果差(2分) |
| 6.2 防治过程对本土物种的影响(2%) | <input type="checkbox"/> 对本土物种基本无负面作用(0.5分) <input type="checkbox"/> 对本土物种有影响但影响较小(1分) <input type="checkbox"/> 清除方式会造成对本土物种的持续严重影响(2分) |
| 6.3 防治恢复的代价和时间(3%) | <input type="checkbox"/> 防治过程快捷,成本低(0.5分) <input type="checkbox"/> 需要短期的人力与资金的投入,将其控制或防治到为害水平以下的时间少于1年(1分) <input type="checkbox"/> 需要短期、大量的人力与资金的投入,将其控制或防治到为害水平以下的时间少于5年(1.5分) <input type="checkbox"/> 需要长期、大量的人力与资金的投入,将其控制或防治到为害水平以下的时间至少需要5年或更多(2分) <input type="checkbox"/> 造成的为害与影响是不可逆的,无法恢复。(3分) |
| 7 入侵史与物种型(10%) | |
| 7.1 国内外该物种的入侵史(6%) | <input type="checkbox"/> 该物种以往在他地没有入侵为害史(0分) <input type="checkbox"/> 该物种在国外或国内其他地方有报道其入侵的情况(4分) <input type="checkbox"/> 该物种在国内外均有成功入侵为害史(6分) |
| 7.2 有潜在入侵危害的物种类型(4%) | <input type="checkbox"/> 其他(0分) <input type="checkbox"/> 一年生植物(1分) <input type="checkbox"/> 二年生植物,草本或藤本(2分) <input type="checkbox"/> 多年生植物,该物种来自国外,植物为草本或藤本(4分) |

2.3 重庆地区香根草生态风险的评价标准

外来物种风险评价标准是以现有的标准作参照,建立风险值和风险等级的对应关系,然后针对不同的风险状况采取不同程度的管理和控制措施。香根草通过 22 个二级指标的评价,其得分总和(即 7 个一级指标的得分总和)便是最终的评价得分。参考国内外外来入侵植物风险分级方法,设定其评价风险等级标准如表 2 所示。

表 2 重庆地区香根草评价风险等级标准

| 风险等级 | 风险水平描述 | 综合评价值 | 管理策略 |
|------|--------|---------|-----------------------------|
| 一级 | 高度风险 | 60~100分 | 入侵风险高,不可接受,禁止引进 |
| 二级 | 中等风险 | 30~60分 | 有一定风险,需要进一步地获取相关信息或采取防范监控措施 |
| 三级 | 低风险 | 0~30分 | 风险可接受,允许引进 |

2.4 收集的主要数据

通过文献检索、资料搜集,并结合实地调查获取的有关香根草的大量数据和信息,主要包括原产地、习性、利用途径、传入途径、繁殖和扩散、遗传特性、有害特性、适应性特征、物种类型、被控制特点及入侵历史等。以这些信息和数据为基础,对重庆地区香根草开展入侵生态风险评价。

3 结果与分析

根据以上数据及入侵风险评估体系对重庆地区香根草进行评估,结果如表 3。

表 3 重庆地区香根草入侵风险评价结果

| 序号 | 评价指标 | 指标分值 | 得分 | 风险等级 |
|----|---------|------|----|--------------------------------|
| 1 | 繁殖特性 | 10 | 4 | 二级,有一定风险,需要进一步地获取相关信息或采取防范监控措施 |
| 2 | 传播和扩散 | 25 | 16 | |
| 3 | 遗传特点 | 10 | 3 | |
| 4 | 危害与影响 | 30 | 6 | |
| 5 | 适应性 | 8 | 8 | |
| 6 | 防治的可行性 | 7 | 2 | |
| 7 | 入侵史与物种型 | 10 | 4 | |
| 8 | 综合评价 | 100 | 43 | |

评估结果显示:重庆地区香根草的入侵风险指数得分为 43 分,根据风险评价标准,风险等级为二级,中等风险,是属于具有一定风险的外来种,需要进一步地获取相关信息或采取防范监控措施。根据得分的情况,可以发现在香根草的入侵风险事件中,传播和扩散得分最高,占总分的 37%,防治的可行性得分最低,占总分的 5%、其余指标得分居中,分别占总分的 7%~19%。

4 讨论

生物入侵的发生是一个滞后和缓慢的过程,外来种成为入侵种,受到多种因素的影响,其过程极其复杂。外来物种风险性分析也是一项复杂的系统工程,其信息的模糊性和不确定性给有害生物风险综合评价增加了难度。本次重庆地区香根草入侵风险评价体系构建和指标赋值参照了已有的研究成果,在赋值和计算方法上属于初级评估手段,风险分析权重的确定有待于进一步研究,另外,香根草在重庆地区引入的时间不长,对其生物学、生态学、检疫和防治技术等方面的了解还比较有限,本项研究的风险分析结果只是一个初步结果,还有待于进一步调整和完善的。

参考文献:

[1] 万方浩,郭建英,王德辉,等.中国外来入侵生物的危害与管理对策[J].生物多样性,2002,10(1):119~125.

- [2] 夏汉平.关于香根草及其资源和利用的研究.国外畜牧学—草原与牧草,1998,(2):1~5.
- [3] 徐汝梅.生物入侵数据集成、数量分析与预警[M].北京:科学出版社,2003:4~8,179~190.
- [4] 田家怡.山东外来入侵有害生物与综合防治技术[M].北京:科学出版社,2004:64~66.
- [5] Gossett L, Lester J, Gonzalez L. Galveston Bay Invasive Species Risk Assessment Final Report [R]. USA: Environmental Institute of Houston University & Houston Advanced Research Center, 2004:10~17.
- [6] 欧健,卢昌义.厦门市外来植物入侵风险评价指标体系的研究[J].厦门大学学报(自然科学版),2006,45(6):883~888.
- [7] 赵忠琼,杨利波.生物入侵的监测与风险评价[J].环境科学导刊,2010,29(增刊2):11~15.
- [8] 闫淑君,洪伟,吴承祯.生物入侵的评价与预警研究[J].安全与环境学报,2007,7(3):71~74.
- [9] 谢九祥,刘绍羽,王咏,等.园林引种生物入侵风险评价——以五叶地锦为例[J].防护林科技,2008,(3):19~21,28.
- [11] 蒋青,梁忆冰,王乃杨,等.有害生物危险性评价指标体系的初步确定[J].植物检疫,1994,8(6):331~334.
- [12] 向言词,彭少麟,等.植物外来种的生态风险评价和管理[J].生态学杂志,2002,21(5):40~48.

(上接第36页)

表4 不同培养基对澳蜡花‘Snow Flake’生根情况的影响
Table 4 Effects of different medium on rooting condition of ‘Snow Flake’

| 培养基 medium | 接种不定芽 Incubated buds | 不定芽生根数 Shoot rooting No. | 生根率(%) Rooting rate | 根量(根·株 ⁻¹) Root No. | 根长(cm) Root length | 其他 Other |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------|-------------|
| (1) | 30 | 26 | 86.7 | 3~8 | 1~1.5 | 根乳白色 |
| (2) | 30 | 21 | 70 | 3~5 | 1.2 | 根乳白色 |
| (3) | 30 | 17 | 56.7 | 1~3 | 1.1 | 根乳白色 |
| (4) | 30 | 10 | 33.3 | 1~3 | 0.9 | 少量根粗、偏绿 |

1 000倍的多菌灵或托布津喷药一次,以防止菌类孳生,20天后待其开始萌发时揭开塑料薄膜,移栽在大棚里面。

3 结论与讨论

通过0.1% HgCl₂对澳蜡花‘Snow Flake’外植体的不同消毒时间处理比较表明,消毒时间为7 min的外植体成活率最高,为61.9%;消毒时间太短,污染率高,成活率低;消毒时间太长,污染率低但死亡率高,成活率也低。

激素浓度和不同培养基配比对澳蜡花‘Snow Flake’的诱导、增殖及生根具有显著影响。分析表明,最适宜的初代培养基为MS1+6-BA1.0 mg·

L⁻¹+IBA0.2 mg·L⁻¹+KTO.5 mg·L⁻¹;根据增殖倍数及幼苗长势综合表现,最佳继代培养基为WPM1+6-BA0.5 mg·L⁻¹+IBA0.2 mg·L⁻¹+GA3 1.5 mg·L⁻¹,增殖系数4.2,增殖倍数3倍~6倍;根据根系生长情况分析,最佳生根培养基为1/2MS2+IBA0.2 mg·L⁻¹+0.1 mg·L⁻¹GGR。

澳蜡花‘Snow Flake’具有较高的观赏价值,本次试验为推动澳蜡花工厂化生产提供了依据。

参考文献:

- [1] 孟会,李青,潘会堂.澳蜡花‘Snow Flake’外植体消毒方法的研究[J].中国农学通报,2010,26(23):271~274.
- [2] 周玉珍,史骥清,滕士元,等.澳洲植物—蜡花的引种栽培和繁殖[J].中国城市林业,2006,4(5):51~52.