

# 阜阳市引种香根草的入侵风险评估

陈毛华

阜阳职业技术学院, 安徽 阜阳 236031

**摘要:**【目的】评估安徽阜阳市引种应用价值广泛的香根草可能带来的风险。【方法】通过借鉴国内外学者研究成果,构建阜阳市引种香根草入侵风险评估具体指标体系并赋予相应的权重,运用文献资料搜集的信息和引种栽培实验数据开展评估。【结果】确定了阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系、权重和入侵风险等级划分;结果显示,阜阳市引种香根草的入侵风险评估得分为46分,风险等级为低风险;评估指标中生物学特征得分最高,占总分的19.57%。【结论】阜阳市引种香根草的入侵风险等级为低风险,阜阳市可以引种香根草,引入后需要定期监控。

**关键词:** 香根草; 生物入侵; 风险评估; 阜阳市



开放科学标识码  
(OSID 码)

## Invasion risk assessment of vetiver in Fuyang City

CHEN Maohua

Fuyang Vocational and Technical College, Fuyang, Anhui 236031, China

**Abstract:**【Aim】To assess the possible risks of introducing vetiver grass with wide application value in Fuyang City, Anhui.【Method】Based on scientific literature, a specific index system for the evaluation of invasion risk of introduced vetiver grass in Fuyang City was constructed and the corresponding weights were given. The information collected from the literature and the experimental cultivation data were used for evaluation.【Result】The assessment index system, weight and invasion risk grade of introduced vetiver grass in Fuyang City showed that the invasion risk index score of introduced vetiver grass in Fuyang City was 46, representing a low risk level. Biological characteristics scored the highest, accounting for 19.57% of the total score.【Conclusion】Considering this low invasion risk level in Fuyang City, vetiver grass could be introduced but should be monitored regularly after introduction.

**Key words:** vetiver grass; biological invasion; risk assessment; Fuyang City

香根草 *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash 是一种禾本科 Poaceae 香根草属 *Vetiveria* Bory 多年生丛生型草本植物(夏汉平等,2015)。在我国海南省、福建省(夏汉平和敖惠修,1998)、广东省(刘金祥和陈燕,2002)部分地区曾发现野生的香根草,由于土地的开发利用,现在很难发现其踪迹。1988年 Richard G. Grimshaw 在中国南方省份推广香根草(夏汉平等,2015),香根草再次进入我国。我国的长江沿线及其以南地区先后大规模引种香根草(夏汉平,1998),往北到陕西省韩城市(高婷和严改丽,2017),往西到新疆(邓绍云和邱清华,2011)。香根草在生态系统恢复(努扎艾提·艾比布等,2010;夏汉平等,2003)、水土保持(Donjadee & Chinnaras-

ri,2013; Maneecharoen *et al.*, 2013)以及受污染水体修复(司友斌等,2003)中具有很好的作用,被广泛运用于医药(张广伦等,2015)、食用菌(蒋德俊等,2011;刘金祥和张莹,2012)、造纸、编织(毛萍等,2011;张广伦等,2015)、燃料(胡晓明等,2008;李云飞,2013)等行业,有着巨大的应用价值。

生物入侵风险评估是识别、评估外来物种传入中产生的不确定事态,以最小的成本将各种不利后果减少到最低程度的科学管理技术(何山,2012)。引种是外来物种传入的主要途径之一(顾慧,2014),是人为将物种或品种定向迁移的行为。外来入侵的物种对当地的生态系统、生活环境或其他物种构成了威胁,对当地的经济、社会和人文等产

收稿日期(Received): 2019-12-09 接受日期(Accepted): 2020-03-20

基金项目:安徽省教育厅高校科学研究项目(KJ2019A1027);安徽省高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目(gxbjZD53);阜阳市高层次创新创业领军人才工程项目(19);安徽省质量工程大学生创客实验室建设计划项目(2016ckjh139)

作者简介:陈毛华,男,教授,硕士。研究方向:植物营养与蔬菜栽培教学科学。E-mail: fycmh@126.com

生影响和危害(何山,2012)。因此,有必要针对不同地域和栽培目的,采用有效的评估体系对引种植物进行入侵风险性评估,采取谨慎引入、控制应用的措施,达到降低其危害性的目的。

安徽省阜阳市地处两省交界,是一个区域性交通枢纽城市,人口超千万,2019年融入长三角世界级城市群,人口往来十分密切,外来植物传入途径多样。2017年阜阳市为治理富营养化水体引种香根草。有学者认为香根草是生物入侵植物(夏汉平等,2015),会带来生态系统风险。因此,有必要开展阜阳市引种香根草的生物入侵风险分析研究,以期在阜阳市乃至皖北地区的引种和推广应用提供理论和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区情况

试验在阜阳职业技术学院园艺实训基地进行,试验地(32°90'N,115°76'E)属暖温带半湿润季风气候;年平均气温16.4℃,极端最高和最低气温分别为41.4℃和-20.4℃;历年日平均气温稳定超过5℃的积温5231.3℃,全年无霜期179~237d,年平均无霜期222d;年平均降雨量893mm,年平均蒸发量931.6mm,平均相对湿度73%;试验地土壤为黏土,最大冻结深度0.31m;海拔17.5m,香根草同时在阜阳市下辖的阜南县、颍东区、颍州区等地进行了试种。

### 1.2 试验材料

2017年3月,从广东省广州市引种少量香根草进行盆栽。2019年8月从江西省抚州市引种香根草进行地栽。购买的种苗为多年生分蘖繁殖的香根草,种苗平均高度20cm,根系长度3cm,均为带土种苗。栽培地块为建筑物包围的单独地块,现状为杂草覆盖,经过深耕去除杂草后栽植香根草。

### 1.3 评估方法

1.3.1 阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系的构建 采用文献调查和专家咨询方法构建阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系,通过引种栽培、野外调查等方法来进行风险评估。

国际上主要评估方法为澳大利亚的杂草风险评估系统和美国植物排序系统等生物入侵风险评估指标体系。杂草评估系统主要是从传入植物类型、传入植物对环境适应能力、传入植物的繁殖能力与传播能力、传入植物致害性和危害控制、传入

植物的驯化程度等方面进行评估。美国植物排序系统则是从传入植物的生物学特性、威胁及控制难易程度3个方面进行评估(何山,2012)。国内学者则从生态危害、经济损失、社会影响3个方面进行评估(王敏等,2008),也有研究人员从传入植物的引种、扩散、控制等各个阶段生物学特性分析物种入侵的可能性和风险性(欧健,2008)。本研究综合借鉴国内外学者的生物入侵风险评估指标体系(顾慧,2014),结合指标体系评估和应用情况,进行阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系的构建。

1.3.2 对阜阳市引种香根草入侵风险评估体系缺陷的处理方法 在开展入侵风险评估时,可能会遇到信息缺失或不明确等评估缺陷的情况。澳大利亚的杂草风险评估体系通常以加减分的方法进行分析评价和研判,随着物种采集信息量大小影响到最终评判结果,杂草风险评估体系的可信度随之变化,但无论怎么变化均不影响最终结果的可信度。国内学者则是给予入侵风险评估指标的最高分和最低分的分值范围,最终得分是根据总分的分值差来确定风险评估是否有效。而多数研究人员对风险评估体系指标采用的平均值的方法(顾慧,2014)。本研究采用平均值的方法。如果信息缺失或不明确达到3项指标以上时,评估结果列为待定状态。

### 1.4 数据处理

数据处理采用Excel 2016进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系

本研究综合借鉴国内外学者的生物入侵风险评估指标体系,结合指标体系评估和应用情况,构建了阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系(表1)。指标体系由3个一级指标(传入植物的生物学特性和生态适应性、传入地环境状况、传入地人类活动干扰状况等)、13个二级指标(环境适应性、入侵史、生长与逃逸情况、生物学特征、扩散方式与能力、潜在危害与影响、防控难度、传入地地理概况、传入地自然概况、传入地人类活动概况、传入地交通概况、传入地农林牧业概况、传入方的管理)和45个观测点组成。运用专家访谈和层次分析法对各级指标赋予了一定的权重,通过预评估对权重进行二次修正,最终确定阜阳市引种香根草入侵风险评估指标体系、权重和入侵风险等级划分(表2)。

表 1 阜阳市引种香蕉根草入侵风险评估指标体系  
Table 1 Invasion risk assessment index system of vetiver in Fuyang City

观测指标 Observation indexes	具体指标 Specific indices	分值/分 Score	观测指标 Observation indexes	具体指标 Specific indices	分值/分 Score
原产地 Origin	美洲 America 欧洲及地中海沿岸地区 Europe and the Mediterranean 其他地区 Other areas	3 3 1	占领环境的能力 Ability to occupy the environment	很强 Very strong 较强 Strong 一般 Common	3 2 1
地球上的分布范围 Distribution on earth	广泛(遍布地球 4 个洲以上) Extensive (over 4 continents) 较广(地球 2 到 3 个洲) Wider (2 to 3 continents) 局部(地球仅 1 个洲) Local (only one continent) 稀少 Scarce	3 2 1 0	具有化感作用 Allelopathy	较弱 Weak 是 Yes 未知 Unknown	0 3 1.5 0
主要自然分布区 Main natural distribution area	广泛分布 Widely distributed 热带或亚热带地区 Tropical or subtropical areas 寒冷或高海拔地区 Cold or high altitudes	3 1.5 0	与当地农作物种子混杂、杂交的行为 Behavior of mixing and crossing with local crop seeds	是 Yes 未知 Unknown	2 1 0
本地区入侵记录 Intrusion records in this area	是 Yes 未知 Unknown	3 1.5	具有毒性 Toxicity	是 Yes 未知 Unknown	2 1
本地区同属植物入侵记录 Invasive records of the same genus in this area	否 No 是 Yes 未知 Unknown	0 2 1	识别难度 Recognition difficulty	否 No 较高 High 一般 Common	0 2 1
本地区外入侵记录 records outside the area	否 No 未知 Unknown	0 3	监控难度 Monitoring difficulty	较低 Low 较高 High 一般 Common	0.5 2 1
传入地露天环境生长状况 Growth condition of incoming ground in open air environment	良好 Good 一般 Common 不良 Bad	2 1 0	防治难度与成本 Difficulty and cost of prevention and control	较难抑制, 成本高 Difficult to control, high cost 可以抑制, 成本一般 Can inhibit, general cost 可以防治, 成本低 Preventable, low cost 不需防治 No need for prevention	2 1 0.5 0
在本地区逃逸生长情况 growth in the region	是 Yes 未知 Unknown	2 1	地区类型 Area type	城镇 Town	0 2
在本地区逃逸生长范围 growth range in the region	否 No ≥50 m 10~50 m ≤10 m	0 2 1 0.5	地貌类型 Landform types	农田、牧场、苗圃等 Farmland, pasture, nursery, etc 森林、湿地等 Forest, wetland, etc 平原地区 Plain area 盆地地区 Basin area	1 0.5 2 1
在传入种植区域逸生数量 number of escaping plants in the planting area	≥50 株 More than 50 strains <50 株 Less than 50 strains 无 Nothing	2 1 0	植被覆盖率 Vegetation coverage	山地、丘陵地区 Mountainous and hilly areas	0.5 0.5 1
在本地区露地繁殖 Breeding in the open in this area	是 Yes 未知 Unknown 否 No	1 1 0	物种丰富度 Species richness	≥50% 15%~50% <15%	0.5 1 2
			较高, 本地物种占绝对优势 High, dominant local species 一般, 有较多的外来物种 Generally, more alien species 较低, 外来物种入侵现象普遍而严重 Low, invasion of alien species is widespread and serious		0.5 1 2

续表 1

观测指标 Observation indexes	具体指标 Specific indices	分值/分 Score	观测指标 Observation indexes	具体指标 Specific indices	分值/分 Score
生活型 Life form	草本/草质藤本 Herbaceous / herbaceous Liana	2	自然景观所占面积比例 Proportion of natural landscape area	≥40%	0.5
	非藤本、速生木本 Non liana and fast-growing woody	1		15%~40%	1
	生长速率较慢的木本 Slow growing woody	0.5		<15%	2
自然状态下繁殖方式 Reproduction mode in natural state	同时进行有性、无性繁殖 Sexual and asexual reproduction	3	人口密度/(人·km <sup>-2</sup> ) Population density	≥1500	2
	以有性繁殖为主 Mainly sexual reproduction	1.5		500~1500	1
	以无性繁殖为主 Mainly asexual propagation	1.5		<500	0.5
自然条件下无性繁殖能力 Asexual reproduction ability under natural conditions	较强 Strong	3	城市化程度 Degree of Urbanization	较高 High	2
	一般 Common	1.5		一般 Common	1
	无 No	0		较低 Low	0.5
自然条件下平均有性繁殖频率 Average sexual reproduction frequency under natural conditions	两次以上 More than two times	2	交通地位 Traffic status	交通枢纽 Transportation hub	2
	一次 Once	1		普通地区 Ordinary area	1
	很弱 Very weak	0		不发达地区 Underdeveloped areas	0.5
单株平均种子量 Average seed number per plant	≥1000粒 More than 1000 grains	2	与周边地区联系程度 Contact with surrounding areas	较高 High	2
	10~1000粒 10 to 1000 grains	1		一般 Common	1
	10粒以下 Below 10 grains	0		较低 Low	0.5
出苗率 Emergence rate	≥60%	2	农林牧场等占地面积比例 Proportion of land occupied by agriculture, forestry and pasture	≥30%	2
	25%~60%	1		15%~30%	1
	≤25%	0		<15%	0.5
适合生长的条件 Conditions suitable for growth	无特殊生长环境要求 No special growth conditions required	2	农林牧业程度 Degree of agriculture, forestry and animal husbandry	较高 High	2
	对水、光有特定要求 Specific requirements for moisture and light	1		一般 Common	1
	只能生于特定的环境中 Growth in a specific environment	0		较低 Low	0.5
耐胁迫能力 Stress tolerance	较强 Strong	2	信息登记 Information registration	较好 Preferably	0.5
	中性 Neutral	1		一般 Common	1
	差 Poor	0	责任管理 Responsibility management	较差 Poor	2
传播方式 Mode of transmission	风力等传播方式 Various modes of transmission such as wind	3		较完善 Preferably	0.5
	自然散落、水流和动物携带 Natural dispersion, water flow and animal transport	2		一般 Common	1
	人为传播方式 Artificial communication mode	1		较差 Poor	2
传播扩散能力 Diffusion capacity	极易 Extremely easy	2	具有隔离带 Isolation belt	有 Have	2
	较易 Relatively easy	1		部分 Some have	0.5
	较难 More difficult	0		没有 No	1
具有传播附属器官或结构 Accessory organ or structure with transmission	是 Yes	2	隔离带有效性 Strip effectiveness	较好 Preferably	2
	未知 Unknown	1		一般 Common	0.5
	否 No	0		较差 Poor	1
具有扩散制约因素 Diffusion constraints	是 Yes	0			2
	未知 Unknown	1			
	否 No	2			

表 2 风险评估体系风险等级分值划分

Table 2 Classification of the risk level according to the status risk assessment system

风险等级 Risk level	分值区域/分 Score area	说明 Description
高风险 High risk	75.5~100	禁止引入,需要防止无意引入 No introduction, need to prevent unintentional introduction
较高风险 Higher risk	66~75	建议禁止引入,若一定要引入,需要加强监控,防止扩散 No introduction recommended, introduction needs to strengthen monitoring and prevent proliferation
中等风险 Medium risk	59.5~65.5	引入前需详细信息评定和评估,若引入,需要一定的防范监控措施 Detailed information assessment and evaluation before introduction, introduction requires certain preventive and monitoring measures
低风险 Low risk	0~59	可以引入,引入后需要定期监控其生长情况 Introduced, its growth needs to be monitored regularly after introduction

## 2.2 阜阳市引种香根草入侵风险评估结果

通过文献资料搜集的信息和引种栽培实验的数据,对照阜阳市引种香根草入侵风险评估体系和权重,对阜阳市引种香根草开展入侵风险评估,评估结果和风险等级见表 3。从表 3 可知,阜阳市引种香根草的入侵风险评估得分为 46 分,风险等级

为低风险,可以引入,引入后仍需进行定期监控。根据评估得分的情况,物种生物学及生态特性评估指标中生物学特征得分最高,占总分的 19.57%。引种地自然环境评估指标得分为 6.5 分,占总分的 14.13%。引种地的人类活动在评估中得分为 12.5 分,占总分的 27.17%。

表 3 阜阳市引种香根草入侵风险评估结果

Table 3 Invasion risk assessment scores for introduced vetiver in Fuyang City

评估指标 Evaluation indicators	指标分值/分 Index score	得分/分 Score for vetiver	风险等级 Risk level
环境适应性 Environmental adaptability	9	6	低风险,可以引
入侵史 Intrusion history	8	1.5	入,引入后仍需
生长与逃逸状况 Growth and escape	10	2	进行定期监控
生物学特征 Biological characteristics	18	9	Low risk,
扩散方式与能力 Diffusion mode and capacity	9	1	can be introduced,
潜在危害与影响 Potential hazards and impacts	10	6.5	its growth needs
防控难度 Prevention and control difficulty	6	1	to be monitored
引种地地理概况 Introduction geographical overview	4	4	regularly after
引种地自然概况 Introduction of nature	6	2.5	introduction
引种地人类活动概况 Introduction of human activities	4	3	
引种地交通概况 Introduction of traffic	4	2	
引种地农林牧业概况 Introduction of agriculture, forestry and animal husbandry	4	3	
引种方的管理 Introduction management	8	4.5	
综合 Total score	100	46	

## 3 讨论与结论

从评估指标及其结果来看,入侵植物的生物学特征得分最高。结合对应的评估指标,分析具体原因有:香根草属于草本,在自然条件下繁殖方式以分蘖繁殖为主,虽然抽穗开花,陆地上生长的香根草几乎不产生种子。香根草适应生境的能力很强,对水分、光照没有特殊的要求,但不耐荫(夏汉平等,2015)。香根草耐旱、耐淹、耐污染、耐掩埋、耐酸、耐盐碱、耐贫瘠,对多种类型的胁迫具有较高的抗逆性,具有较强的生态适应性(Zhou & Yu, 2010)。排名第二的潜在危害与影响指标评估得分为 6.5 分,占总分的 14.13%。香根草占领生境能力

较强,没有科学证据表明香根草具有化感作用(夏汉平等,2015),也没有发现与当地农作物种子混杂的现象。有报道指出:香根草中提炼的香根油可用作杀菌剂和杀虫剂(Greenfiel, 2002; Henderson *et al.*, 2005),在我国南方稻区香根草对水稻螟虫具有诱杀作用(梁齐等,2015; 鲁艳辉等,2018),可判断其具有一定的毒性。排名第三的环境适应性指标评估得分为 6 分,占总分的 13.04%。从文献资料上看,香根草原产于亚洲,由于其广泛用途,香根草在亚洲、非洲、美洲的热带至亚热带市均有分布。

引种地自然环境对物种的传入、扩散、危害、防治各阶段都有显著的影响。阜阳市地处华北平原

的南端,地势平缓,适合香根草的传播和扩散。引种地的人类活动对外来物种入侵有着密不可分的联系,特别是与入侵地区的经济发展情况有密切的联系,同时入侵地区的人口数量和交通状况对物种入侵有巨大的影响,存在着不同程度的正相关性(欧健,2008)。阜阳市拥有千万人口,人口密度高,是全国重要的综合性交通枢纽。这些因素都为物种的传播提供了便利条件。另外,引种方对引种植物的管理方面还需要进一步加强。

本研究认为,阜阳市引种香根草的入侵风险等级为低风险,可以引入,引入后仍需进行定期监控,这与前人研究结论类似(欧健,2008;夏汉平等,2015)。当前,我国正处于大发展的时期,国际国内人口流动速度加快,交通也越来越便利,为外来物种的入侵带来了便利条件,外来物种入侵风险越来越大。开展外来物种入侵风险评估刻不容缓。外来物种入侵风险评估也是一项复杂的系统工程(李彬等,2014)。香根草在阜阳市引入的时间不长,对其生物学、生态学和防治技术等方面的还需要进一步观察和了解,风险评估结果还有待进一步完善。

### 参考文献

邓绍云,邱清华,2011.土壤盐度对香根草引种中国西北生长发育影响的研究.中国农学通报,27(23):259-264.

高婷,严改丽,2017.《人民日报》记者到象山矿井采访环境治理成效.(2017-07-17)[2019-11-19].<http://www.hck-wj.com/info/1051/23706.htm>.

顾慧,2014.华东地区外来引种陆生植物入侵风险评估体系的构建.硕士学位论文.南京:南京林业大学.

何山,2012.外来植物引进的风险评估体系研究.硕士学位论文.南京:南京农业大学.

胡晓明,张建萍,张无敌,尹芳,李建昌,徐锐,2008.香根草中温发酵产沼气的试验研究.科技信息,25(27):8-9.

蒋德俊,陈燕,聂天南,2011.香根草代料栽培优质香菇的配方试验.食药菌,19(4):33-35.

李彬,周宏波,彭秀,耿养会,2014.重庆地区香根草引种生物入侵风险评价.四川林业科技,35(2):52-56.

李云飞,2013.耐逆甜高粱和香根草木质纤维素发酵生产乙醇的比较研究.硕士学位论文.南京:南京农业大学.

梁齐,鲁艳辉,何晓婵,郑许松,徐红星,杨亚军,田俊策,吕仲贤,2015.诱集植物在害虫治理中的最新研究进展.生物安全学报,24(3):184-193.

刘金祥,陈燕,2002.我国大陆唯一的大面积成群落分布的

优良水土保持植物——香根草的用途与保护问题.农业科学,19(7):13-16.

刘金祥,张莹,2012.香根草在我国的研究简史及应用进程.草原与草坪,32(5):70-74,78.

鲁艳辉,郑许松,吕仲贤,2018.水稻螟虫诱杀植物香根草的发现与应用.应用昆虫学报,55(6):1111-1117.

毛萍,杨宏,马欣荣,2011.香根草的研究及利用进展.中国农业科技导报,13(1):88-93.

努扎艾提·艾比布,刘云国,宋华晓,徐立,陈贝贝,2010.重金属Zn/Cu对香根草生理生化指标的影响及其积累特性研究.农业环境科学学报,29(1):54-59.

欧健,2008.厦门外来物种入侵风险评估研究.硕士学位论文.厦门:厦门大学.

司友斌,包军杰,曹德菊,彭军,杨强,2003.香根草对富营养化水体净化效果研究.应用生态学报,14(2):277-279.

王敏,上官铁梁,郭东罡,2008.生物入侵危害的指标体系探讨.中国农学通报,25(2):394-398.

夏汉平,1998.关于香根草及其资源和利用的研究.国外畜牧学,18(2):1-5.

夏汉平,敖惠修,1998.中国野生的香根草种及其保护与分类问题.生物多样性,6(4):52-57.

夏汉平,柯宏华,邓钊平,谭鹏,刘世忠,2003.人工湿地处理炼油废水的生态效益研究.生态学报,23(7):1344-1355.

夏汉平,王明珠,徐礼煜,2015.中国栽培的香根草是外来入侵种并会蔓延成为杂草吗?生态学杂志,34(8):2327-2332.

张广伦,肖正春,张卫明,钱学射,2015.香根草的研究与利用.中国野生植物资源,34(2):70-74.

DONJADEE S, CHINNARASRI C, 2013. Vetiver grass mulch for prevention of runoff and soil loss. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management*, 166(3): 144-151.

GREENFIELD J C, 2002. *Vetiver grass: An essential grass for the conservation of planet earth*, Haverford: Infinity Publishing.

HENDERSON G, LAINE R A, HEUMANN D O, CHEN F, ZHU B C R, 2005. Vetiver oil extracts as termite repellent and toxicant; US 6890960 B1. (2005-05-10)[2019-10-09]. <http://europepmc.org/article/PAT/US6890960#full-text-links>.

MANEECHAROEN J, HTWE W, BERGADO D T, BARAL P, 2013. Ecological erosion control by limited life geotextiles (llgs) as well as with vetiver and ruzi grasses. *Indian Geotechnical Journal*, 43(4): 388-406.

ZHOU Q, YU B, 2010. Changes in content of free, conjugated and bound polyamines and osmotic adjustment in adaptation of vetiver grass to water deficit. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(6): 417-425.