

叶 晔,陈 静. 建立生态修复乡土物种谱促进乡土物种产业发展的对策[J]. 江苏农业科学,2023,51(21):7-12.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.21.002

# 建立生态修复乡土物种谱促进乡土物种产业发展的对策

叶 晔<sup>1</sup>, 陈 静<sup>2</sup>

(1. 中日友好环境保护中心, 北京 100029; 2. 国家林业和草原局调查规划设计院, 北京 100714)

**摘要:**乡土物种在生态修复中应作为首选物种优先应用,但目前由于缺乏全面的摸底调查、系统性的科学研究、规范化的引导机制,生态修复中应用乡土物种存在可应用的乡土物种本底不清、挖掘与开发应用的乡土物种种类有限、未形成乡土物种繁育推广产业链等问题,为促进生态修复中应用乡土物种,防范无序化人工引种导致生物入侵,提出如下建议:开展全面摸底调查与专项科学研究,列出外来物种黑白名单,建立生态修复乡土物种谱;规范引导,科学应用生态修复乡土物种谱;与规划评审、奖罚评比、工程验收相挂钩,形成乡土物种保护与开发的倒逼机制;完善生态修复人工引种相关政策法规,形成乡土物种保护与开发的引导机制;完善相关经费补助管理办法,形成乡土物种保护与开发的激励机制;市场培育,拓宽乡土物种产业发展模式:建立“苗圃基地+科普旅游”推广模式,提高乡土物种产业发展的深度;建立“从繁育到推广”的全链条产业链,提高乡土物种产业发展广度;挖掘乡土文化内涵发挥“生态修复+”功能,提高乡土物种产业发展的厚度。通过规范引导和市场培育,促进乡土物种产业发展,对于保障国土生态安全具有重大战略和现实意义。

**关键词:**生态修复;人工引种;生物入侵;乡土物种;乡土物种谱

**中图分类号:**S181;X171.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)21-0007-06

生态修复是综合应用人为调控和自然恢复手段,对生态系统的生物要素或环境要素进行修复<sup>[1]</sup>,恢复已退化或已受损的生态系统功能是生态文明建设、美丽中国建设的重要内容。生态修复涵盖的面很广,陆地生态系统修复包括矿山、盐碱地、道路边坡、沙漠化治理等,水体生态系统修复包括湖泊、湿地、湖滨带、河道、水利工程等。在生态修复特别是生物多样性恢复与重建过程中,常人为引入动物或植物,由于对引入物种的科学研究不足,导致本应运用乡土物种,却引来了外来物种,导致

生物入侵、生态修复的“伪生态”<sup>[2]</sup>,给我国生物多样性保护和国土生态安全带来隐患。

## 1 生态修复过程中存在人工引种导致生物入侵问题

### 1.1 生物入侵的现状

生物入侵是指生物由原生存地经自然或人为途径侵入到另一个新的环境,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<sup>[3]</sup>。随着世界交流和国际贸易的发展,物种在全球范围内的交流和扩散日益频繁,特别是近年来,随着跨境电商、海外直邮等新兴产业快速发展,生物入侵问题在全球范围内日益突出。目前,生物入侵已成为导致生物多样性丧失的第二大因素<sup>[4]</sup>,与全球气候变化、生境破坏并列成为当今世界最棘手的三大环境难题<sup>[5]</sup>。

收稿日期:2022-11-16

作者简介:叶 晔(1980—),女,浙江武义人,博士,高级工程师,主要从事生态学研究。E-mail:ye200506@163.com。

通信作者:陈 静,硕士,工程师,主要从事林草资源调查监测规划研究。E-mail:chenjingyx@163.com。

伏性能的影响[J]. 农业工程学报,2022,38(9):108-118.

[50]陈书强,赵海新,杜晓东,等. 氮肥运筹对黑龙江省第三积温带水稻抗倒伏能力的影响[J]. 华北农学报,2015,30(增刊1):390-394.

[51]Zhang S G, Yang Y C, Zhai W W, et al. Controlled-release nitrogen fertilizer improved lodging resistance and potassium and

silicon uptake of direct-seeded rice[J]. Crop Science, 2019, 59(6):2733-2740.

[52]Zaman U, Ahmad Z, Farooq M, et al. Potassium fertilization may improve stem strength and yield of Basmati rice grown on nitrogen-fertilized soils[J]. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 2015, 52:439-445.

我国是遭受生物入侵最严重的国家之一,据《2020 中国生态环境状况公报》显示,目前我国境内已发现外来入侵物种 660 多个,其中 71 个对自然生态系统“已造成或具有潜在威胁”。我国所有省(市、区)均存在外来物种入侵问题,其中西南及东南沿海地区问题尤其突出,是生物入侵的“重灾区”<sup>[6]</sup>。防控外来物种入侵与保护生物多样性是筑牢生物安全屏障的重要环节。党和国家高度重视外来物种入侵管控和生物多样性保护工作,习近平总书记强调“生物安全关乎人民生命健康,关乎国家长治久安,关乎中华民族永续发展,是国家总体安全的重要组成部分,也是影响乃至重塑世界格局的重要力量”。2020 年颁布的《中华人民共和国生物安全法》特别指出“加强对外来物种入侵的防范和应对,保护生物多样性”。党的十九届五中全会公报中明确提出要“加强外来物种管控”。

## 1.2 生物入侵的危害

高增祥等认为,适应能力强、抗逆性强是入侵物种的特性,它们通过影响入侵地区生物个体、种群、群落、生态系统的生态学特征<sup>[7]</sup>,打破原有的乡土物种平衡,直接或间接降低入侵地区的物种多样性,导致不同生物地理区域生态系统的组成、结构和功能均匀化,并最终退化、失去其服务功能<sup>[8]</sup>。如入侵植物通过竞争、占据生态位来排挤本地物种,使其种类和数量减少,甚至导致其濒危或灭绝<sup>[9]</sup>,如原产于美洲的加拿大一枝黄花通过超强的繁殖能力(1 株 1 个生长季能产出 2 万多粒种子)严重抑制其他物种生长,在我国南方大量分布的入侵物种紫茎泽兰也是排挤本地物种的典型。入侵植物还可以通过杂交、基因渐渗、生境片段化、产生新的基因型等方式影响本地种的遗传多样性<sup>[10-11]</sup>。除影响生物多样性外,物种入侵还会给社会经济、人体健康带来危害<sup>[12-14]</sup>。如导致水体中鱼类种类下降的空心莲子草、凤眼莲、互花米草,造成林业经济损害的美国白蛾、松材线虫,造成农作物减产、农产品质量降低的假高粱、豚草、稻水象甲、毒麦等;威胁人类健康甚至危及生命的红火蚁、杀人蜂、三裂叶豚草、豚草等。近年来,随着物流行业的快速发展,入侵物种也在快速扩散,如 2019 年侵入我国西南、华南地区的草地贪夜蛾,短短 2 年时间已扩散至 20 多个省份 1 300 多个县(区),66.67 多万  $\text{hm}^2$  农地受到侵害。

## 1.3 人工引种是生物入侵的主要原因

人类活动是造成外来物种入侵的主要原因,中

国 95% 以上的入侵物种是人为引入或带入的<sup>[15-16]</sup>。有些是人们在引入牧草、饲料、蔬菜、药用动植物、观赏动植物、工业材料等过程中或是在改善动植物养殖、园林绿化、生物防治等工作中有意识引入的,有些是以虫卵等形式潜藏在引入的原木、苗木、花钵、土壤中未被人们及时发现而被无意传入的。

人工引种是生态修复特别是生物多样性修复和重建的重要手段。由于在引种过程中更多地关注引入物种的形态美、生长期、繁育特点等,而对其被引入后将会给原生态系统带来的潜在影响研究不足,导致人工引种成为一把双刃剑,一方面通过引种实现生态修复,另一方面可能因为引种带来生物入侵,包括引入物种的入侵及其携带害虫的入侵等。据统计,目前我国 50% 以上的外来有害植物是由人工引种不当造成的<sup>[17]</sup>,据中国科学院植物研究所的调查数据,58% 的入侵有害植物是为了食用、药用以及园林绿化、农业林业生产等目的引进的<sup>[18]</sup>。如加拿大一枝黄花、曼陀罗、五色梅、紫茉莉、大米草等是为了引入经济物种、牧草、观赏植物而引进的。

在水体生态修复过程中,水生生物修复技术常通过恢复水生生物资源、改善种群结构、增加物种多样性的修复技术。常用的植物修复品种包括芦苇、菖蒲、香蒲、旱伞草、慈姑、金鱼藻、凤眼莲、睡莲、菱角等<sup>[19]</sup>。其中,凤眼莲别称水葫芦,是常见的入侵物种,最初就是为了生态治理而引进的。在人工湿地和水体景观工程中,为了提高生态修复效益,往往使用成活率高、繁殖力强、抗逆性强、生长速度快的外来物种,由于水体的流动性和水域的连通性,极易造成外来物种向外入侵和扩散<sup>[20]</sup>。目前我国常见的入侵植物种见表 1。

## 2 生态修复过程中运用乡土物种的现状与问题

### 2.1 生态修复过程中运用乡土物种的意义

乡土物种是指在某一区域内,经自然选择、物种演替后天然分布的生物种。与外来物种相比,乡土物种具有种质资源丰富、取材便利、适应性强、抗逆性强、抗病虫害强等特点,更利于繁育、栽培管理,养护成本低,在生态修复过程中应用乡土物种,具有稳定当地生态系统、保护生态多样性的积极作用。同时,生态修复过程中应用乡土物种能突显区域乡土文化的特色,促进区域生态文化的形成和生

表 1 我国常见的入侵植物种

中文名	拉丁学名
斑叶鳶尾	<i>Iris polysticta</i>
加拿大一枝黄花	<i>Solidago canadensis</i> L.
花叶香蒲	<i>Typha latifolia</i> Variegata
钻叶紫菀	<i>Aster subulatus</i> Michx.
玉带草	<i>Phalaris arundinacea</i> L. var. <i>picta</i> L.
庭菖蒲	<i>Sisyrinchium rosulatum</i>
小蓬草	<i>Conyza canadensis</i>
草菖蒲	<i>Sisyrinchium an – gustifolium</i>
美洲商陆	<i>Phytolacca americana</i> L.
千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i> L.
互花米草	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.
芦竹	<i>Arundo donax</i>
大米草	<i>Spartina anglica</i>
水生美人蕉	<i>Canna glauca</i> L.
土荆芥	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
粉绿狐尾藻(绿羽毛草)	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell. ) Verdc.
南美天胡荽(香菇草)	<i>Hydrocotyle Verticillata</i>
刺花莲子草	<i>Alternanthera pungens</i>
蒲苇	<i>Cortaderia selloana</i>
苋属植物	<i>Amaranthus</i>
纸莎草	<i>Cyperus papyrus</i> L.
仙人掌	Cactaceae
红水盾草(红菊花草)	<i>Cabomba furcata</i> Schult. & Schult. f.
马缨丹	<i>Lantana camara</i>
墨西哥黄睡莲	<i>Nymphaea mexicana</i> Zucc.
刺茄	<i>Solanum aculeatissimum</i>
伞草(风车草)	<i>Cyperus alternifolius</i>
车前属	<i>Plantago</i> spp.
水罌粟(水金英)	<i>Hydrocleys nymphoides</i>
异檐花属	<i>Triodanis</i> spp.
水盾草(菊花草)	<i>Cabomba carolinianga</i>
藿香蓟	<i>Ageratum conyzoides</i>
尼罗满江红(细绿萍)	<i>Azolla nilotica</i>
豚草	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>
伊乐藻	<i>Elodea nuttallii</i>
薇甘菊	<i>Mikania micrantha</i>
紫茎泽兰	<i>Eupatorium adenophorum</i>
飞机草	<i>Eupatorium odoratum</i>
白酒草属	<i>Conyza</i>
毒麦	<i>Lolium temulentum</i>
一年蓬	<i>Erigeron annuus</i>
三裂叶豚草	<i>Ambrosia trifida</i>
假高粱	<i>Sorghumha lepense</i>
凤眼莲	<i>Eichhornia crassipes</i>

态旅游的发展。如很多城市的市树、市花、被赋予民间传说或典故的古树名木等都是体现乡土文化的标志性物种,常常成为吸引外地旅游者的重要资源。

2.2 乡土物种在生态修复过程中的应用选择

乡土物种在生态修复过程中应作为首选物种优先应用。以乡土树种为例,作为本土地带性植物,可选择树种多、适应能力强,可广泛应用于林业生态建设与综合发展,是区域生态工程建设和生态修复的首选树种<sup>[21-23]</sup>。如在城市绿化及生态修复过程中,乡土树种具有立地适应性和抗病虫害能力强、生态服务价值和安全防护作用突出、种植历史悠久更能传承城市生态文化等特点,应作为优先备选树种<sup>[24-27]</sup>。在矿山生态修复过程中,要按不同的修复模式选择适宜在矿山废弃地种植的优势植物<sup>[28]</sup>。在沙地治理、荒山造林、防风固沙、水土保持等生态建设中,要根据区域环境、林地环境、土壤状况、林业建设发展目标等选择合适的乡土树种<sup>[21,29-36]</sup>。在公路边坡生态恢复中,要从植物的耐旱和耐贫瘠性、绿化效果、护坡效果、种子收集难易等方面进行选择<sup>[37-38]</sup>。在生态廊道绿化建设中,要根据不同的生态区位和立地条件,按照适地适树的原则选择乡土树种<sup>[39]</sup>。目前常见的乡土植物应用见表 2。

2.3 生态修复过程中应用乡土物种的现状和问题

2.3.1 缺乏全面的摸底调查,生态修复可应用的乡土物种本底不清 由于对生物入侵的危害性认识不足,生态修复过程中引种安全意识不强,对乡土物种在生态修复、园林绿化和生态建设中的作用没有得到足够的认识,对乡土物种的开发和应用工作重视不够,缺乏全面的摸底调查,对于区域内有哪些乡土物种可用于生态修复、分别适用于哪些类型的生态修复等基本情况不了解,区域内可应用的乡土物种本底不清,导致生态修复过程中物种选择具有一定的盲目性。

2.3.2 缺乏系统性研究,生态修复过程中挖掘与开发应用的乡土物种种类有限 对于乡土物种的生态学特点、习性、适生范围、限制因子、繁育栽培、科学管护、推广种植、开发利用等科学研究较少,对于乡土物种挖掘和开发应用缺乏系统性规划,导致在具体的区域生态修复过程中,缺乏可参考的乡土物种系统性、基础性资料,生态修复过程中可选择、可应用的乡土物种种类有限,乡土物种得不到充分挖

表 2 常见的乡土植物应用

生态修复类型	适用乡土植物
城市绿化及生态修复	松树、槐树、桃树、李树、银杏、女贞、芙蓉、红花檵木、樟树、红豆杉、杜鹃、榉木、黄连木、油朴、青檀、杨树、臭椿、卫矛、旱柳、红豆杉、侧柏、沙棘、无花果、忍冬、侧柏、玉兰、桑树、桂花、蜡梅、丁香、含笑、木棉、榕树、梧桐树、枫树、水杉、马褂木、银杉、金钱松、珙桐、竹、梅树、柳树、构树、楠木等
矿山生态修复	大叶女贞、湿地松、芭麻、紫薇、车前草
沙地治理、荒山造林、防风固沙、水土保持等	油松、元宝枫、家榆、刺榆、旱柳、小叶杨、山杏、蒙古栎、蒙桑、文冠果等乔木类；锦鸡儿、沙棘、胡枝子等灌木类；华北落叶松、油松、樟子松、杨树、榆树等适用于干旱、半干旱地带的土壤；米老排、红椎、火力楠适于在广西推广；华榛适合在湖南湘西推广
公路边坡生态恢复	车前草、白背枫、牡荆、蓖麻、木芙蓉、小驳骨、石栗、葛藤、银合欢、掌叶鱼黄藤、火烧花、滑桃树、云南玉蕊、重阳木、猪油果、千斤拔等
生态廊道绿化建设	杨树、复叶槭、栾树、法桐、银杏、紫薇、雪松等适用于高速铁路两侧绿化；悬铃木、女贞、杨树、泡桐、白蜡等适用于国道、省道两侧绿化；杨树、白蜡、楸树、栾树、七叶树等适用于县乡道路两侧绿化；杨树、楸树、白蜡、国槐等适用于村道两侧绿化；柳树、水杉、杨树、白蜡等适用于水系两侧通道绿化

掘与开发应用,在生态修复过程中的作用未能充分发挥。

2.3.3 缺乏市场规范与引导机制,未形成乡土物种繁育推广产业链 生态修复引种工作中没有规范性文件明确要求应用乡土物种,对于乡土物种的繁育与推广缺乏市场规范与引导机制,导致对乡土物种的研究、繁育与推广积极性不高,乡土物种的育种、栽培、塑形等技术不成体系,繁育的苗源少、推广收益差,市场化开发应用不成规模,没有形成乡土物种繁育推广全产业链推进的生产机制。导致乡土物种得不到发展,甚至陷入生存危机,如江苏省南京市乡土物种野生南京椴数量不超过 2 000 株,成为国家重点保护的濒危珍稀树种<sup>[40]</sup>。

3 建立生态修复乡土物种谱,防范人工引种导致生物入侵的对策

3.1 摸清家底,建立生态修复乡土物种谱

3.1.1 开展全面摸底调查与专项科学研究 开展优质乡土物种全面摸底调查与专项科学研究,按照“基础调查-科学研究-推广应用”的总体思路,深入挖掘优质乡土物种,围绕物种的生态学特点、物种习性、适生范围、限制因子、繁育栽培、科学管护、推广种植、开发利用等方面开展系列专项科学研究,在科学育种、栽培管理、应用推广等方面形成系列化、成套化、标准化技术体系,为逐步形成市场化、规模化的开发应用机制奠定理论基础。

3.1.2 列出外来物种黑白名单 摸清家底不仅是指乡土物种还包括外来物种,全面摸底调查和专项

科学研究还要找出区域内的外来物种,并进行分类管理。将引入很多年后对本地生态系统及社会经济活动没有负面影响的物种列入外来物种白名单,在生态修复过程中可以根据具体情况适当引用白名单中的物种;将引入后对本地生态系统及社会经济活动造成危害的物种列入外来物种黑名单,在生态修复过程中要严格限制使用黑名单中的物种,对于已经在生态修复过程中应用的黑名单物种要尽快清除。

3.1.3 建立生态修复乡土物种谱 在摸清家底、列出外来物种黑、白名单的基础上,建立适用于不同生态修复需求的乡土物种谱,便于管理者和生态恢复工作者实际运用。乡土物种谱是以区域生态修复和乡土物种的产业化推广应用为导向,按照生态修复类型编制的区域生态修复种质资源分类系统。它是在区域物种调研和研究的基础上,通过图表的形式,全面、系统地梳理区域内适用于生态修复的各种乡土物种特点及其繁育、推广的一种物种分类形式。一般按照区域、生态修复类型、可应用的乡土物种以及该物种的生态学特点、习性、适生范围、限制因子、繁育栽培、科学管护、推广种植、开发利用等因子,建立乡土物种谱系。建立乡土物种谱不仅有利于保护优良乡土物种资源并促进其合理、有序开发利用,更有利于生态修复工作者选择合适的物种以满足不同情境下的生态修复需求,进而提高生态修复工作的质量。从长远来看,建立生态修复乡土物种谱具有保障国土生态安全的重大战略和现实意义。同时,由于人类认知和区域物种是不断

发展变化的,乡土物种谱也要在实践过程中不断地丰富与发展。

### 3.2 规范引导,科学应用生态修复乡土物种谱

3.2.1 完善生态修复人工引种相关政策法规,形成乡土物种保护与开发的引导机制 按生态修复涉及的各个环节收集、汇总、分析现有的管理制度,对照防范生物物种入侵和保护生物多样性的要求,分析乡土物种保护与开发各个环节、各个相关部门可能存在的制度漏点,在此基础上完善相关政策法规,提高生态修复人工引种工作的规范性,引导生态修复相关管理部门和生态修复施工单位提高生物安全保护意识和责任感,以保护国土生态安全为提前开展生态修复人工引种工作,积极保护、挖掘和开发利用乡土物种,及时阻截和清除外来入侵物种,从源头预防生态修复人工引种导致的生物入侵问题。

3.2.2 与规划评审、奖罚评比、工程验收相挂钩,形成乡土物种保护与开发的倒逼机制 在科学研究建立生态修复乡土物种谱的基础上,形成生态修复乡土物种谱技术指南(工作手册),规范指导人工引种过程中的物种选择。同时,要把生态修复乡土物种谱中相关乡土物种的保护、挖掘与开发利用情况作为考核指标之一,乡土物种的使用比例要与区域内相关规划评审、生态环境保护工作奖罚及评比、生态文明城市、森林城市、园林城市、园林单位、园林住宅区称号等评比活动相挂钩,通过评审、评比形成倒逼机制,促使相关管理部门加强乡土物种调查研究、保护与开发工作。特别是在生态修复相关工程的验收工作中,要牢固树立乡土物种为基础物种的思想,把生态修复人工引种情况作为考核指标,把生态修复乡土物种谱中相关物种在工程中的应用情况进行考核分析,对于在工程中应用外来入侵物种的一票否决。

3.3.3 完善相关经费补助管理办法,形成乡土物种保护与开发的激励机制 依据生态修复、生物多样性保护等相关政策,制定扶持乡土物种保护、育苗和培育生产各个环节(如种苗繁育、种质资源保护、培育利用、产品研发等)相关的政策措施,为乡土物种保护与开发提供便利;提高乡土物种育苗、栽培和应用乡土物种造林、绿化等经费补助力度,提高乡土物种开发的积极性。通过“释放政策红利+提高经费补助”,形成促进优良乡土物种保护与开发的激励机制。

### 3.3 市场培育,拓宽乡土物种产业发展模式

3.3.1 建立“苗圃基地+科普旅游”推广模式,提高乡土物种产业发展的深度 根据生态修复乡土物种谱,收集区域内优良乡土物种,建立乡土物种种质资源保护库、优良乡土物种繁育圃等苗圃基地,并与当地的科普旅游相结合进行开发,建立“苗圃基地+科普旅游”的推广模式,针对社会大众和专业人士在苗圃基地开展不同层面的宣传推广,提高乡土物种产业发展的深度。对于社会公众特别是中小學生,可以组织其到苗圃基地进行参观学习,加大生物物种入侵和生物多样性保护等生态安全相关知识的宣传力度和科普教育,提高公众对保护和开发利用乡土物种重要性的认识。对于生态修复相关管理部门和相关从业者,可以组织其到苗圃基地进行专业性的考察学习和技术培训,提高乡土物种在生态修复工作中的“知名度”和普及度,促进乡土物种在生态修复工作中合理开发应用。

3.3.2 建立“从繁育到推广”的全链条产业链,提高乡土物种产业发展广度 根据乡土物种谱筛选出来的优良乡土物种对生态修复从业人员加强培训,提高其对乡土物种的生态学特点、物种习性、适生范围、限制因子、繁育栽培、科学管护、推广种植、开发利用的综合认识,在比较分析的基础上,从乡土物种谱中择优筛选出适应性强、繁殖容易、培育成活率高、遗传品质优良、适合于产业化发展的乡土物种,加大培育和推广应用力度,结合生态修复、健康保健、林产经济、生态文化等不同产业发展模式,提高乡土物种产业发展广度,进行从繁育到推广、从种子到实物全链条式产业化开发应用,形成全链条产业链。

3.3.3 挖掘乡土文化内涵发挥“生态修复+”功能,提高乡土物种产业发展的厚度 乡土物种谱筛选出来的优良乡土物种不仅可以应用于生态修复工作中,发挥其生态功能;还可以应用于乡土文化的开发应用中,发掘其文化内涵。结合地方历史文化、经典传说等区域文化资源,从乡土物种谱中筛选具有地方文化特色、观赏性强、产业化应用前景广阔的乡土物种进行多维度开发,发挥其“生态修复+”功能。如结合市树市花、古树名木等构建区域乡土文化景观;应用乡土物种开发乡土文化相关的文创产品;应用乡土物种承载的区域文化与现代技术相结合开发文化衍生产品等,发挥乡土物种在区域文化开发与应用中的作用,进而提高乡土物种

产业发展的厚度。

## 参考文献:

- [1] 卢学强,郑博洋,于雪,等. 生态修复相关概念内涵辨析[J]. 中国环保产业,2021(4):10-14.
- [2] 白中科. 国土空间生态修复若干重大问题研究[J]. 地学前缘, 2021,28(4):1-13.
- [3] 戈峰. 现代生态学:中国科学院研究生教学丛书[M]. 北京: 科学出版社,2007.
- [4] 李俊生,赵彩云. “主要入侵生物生态危害评估与防治修复技术示范研究”项目介绍[J]. 生物多样性,2016,24(10):1200.
- [5] 齐艳红,赵映慧,殷秀琴. 中国生物入侵的生态分布[J]. 生态环境,2004(3):414-416.
- [6] 张凤春. 外来入侵物种的危害与防控[N]. 中国环境报,2021-07-07(5).
- [7] 高增祥,季荣,徐汝梅,等. 外来种入侵的过程、机理和预测[J]. 生态学报,2003,23(3):559-570.
- [8] 李博,陈家宽. 生物入侵生态学:成就与挑战[J]. 世界科技研究与发展,2002,24(2):26-36.
- [9] 万方浩,郭建英,王德辉. 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.
- [10] 类延宝,肖海峰,冯玉龙. 外来植物入侵对生物多样性的影响及本地生物的进化响应[J]. 生物多样性,2010,18(6):622-630.
- [11] 范晓虹,李尉民. 保护我国生物安全的检疫对策研究[J]. 生物多样性,2001,9(4):439-445.
- [12] 向言词,彭少麟,周厚诚,等. 生物入侵及其影响[J]. 生态科学,2001,20(4):68-72.
- [13] 陈兵,康乐. 生物入侵及其与全球变化的关系[J]. 生态学杂志,2003,22(1):31-34.
- [14] 郭传友,王中生,方炎明. 外来种入侵与生态安全[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(2):73-78.
- [15] 魏辅文,聂永刚,苗海霞,等. 生物多样性丧失机制研究进展[J]. 科学通报,2014,59(6):430-437.
- [16] 鞠瑞亭,李慧,石正人,等. 近十年中国生物入侵研究进展[J]. 生物多样性,2012,20(5):581-611.
- [17] 夏晓莉. 园林植物引种的意义及注意事项[J]. 现代农业科技, 2018(18):149,156.
- [18] 孙富玉. 人祸:外来有害生物入侵的“帮凶”[J]. 中国林业, 2004(21):41.
- [19] 刘欢,杨少荣,王小明. 基于河流生态系统健康的生态修复技术研究进展[J]. 水生态学杂志,2019,40(2):1-6.
- [20] 于海藩. 中国水生植物外来种的区系组成、分布格局与扩散途径[D]. 武汉:武汉大学,2017.
- [21] 李志辉,李柏海,祁承经,等. 我国南方珍贵用材树种资源的重要性及其发展策略[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(11):1-8.
- [22] 孟小华. 南京市城市公园绿地中乡土树种的应用研究[D]. 南京:南京农业大学,2007.
- [23] 李洪宝,李峰,李贵林. 完达山乡土树种种质资源保存及利用技术推广与示范[J]. 现代农村科技,2021(7):103.
- [24] 张国朋. 乡土树种在创建森林城市中的应用分析[J]. 广东蚕业,2021,55(5):61-62.
- [25] 吴佳臻. 北京市基调、骨干树种评价选择及保护利用策略[D]. 北京:北京林业大学,2019.
- [26] 郟光发,彭镇华,王成. 关于我国城市绿化树种植被选择的思考[J]. 中国城市林业,2012,10(3):1-7.
- [27] 李强,田有军. 生态林业建设中乡土树种应用原则与开发利用措施[J]. 农业科技与信息,2019(9):78-80.
- [28] 周鹏飞,张世文,罗明,等. 矿业废弃地不同生态修复模式下植物多样性及重金属富集迁移特征[J]. 环境科学,2022,43(2):985-994.
- [29] 赵玉海,毛桂华,康宏. 乡土树种保护利用略论[J]. 湖北林业科技,2021,50(3):89-90.
- [30] 吴庆华. 乡土树种在北方国土绿化中的推广应用[J]. 现代园艺,2021(13):125-126.
- [31] 王涛,万晓华,程蕾,等. 杉木采伐迹地营造阔叶树种对土壤微生物生态化学计量特征的影响[J]. 应用生态学报,2020,31(11):3851-3858.
- [32] 庞圣江,张培,贾宏炎,等. 不同造林模式对桉树人工林林下植物物种多样性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2020,48(9):44-52.
- [33] 姜清彬,李清莹,仲崇禄. 乡土珍贵树种火力楠的培育与综合利用[J]. 林业科技通讯,2017(8):3-7.
- [34] 黄木易,梁燕芳,苏福聪,等. 桉树不同间伐强度下套种乡土树种对林分生长和土壤理化性质的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2021,41(6):81-90.
- [35] 葛文贵,李志辉. 湘西乡土树种华榛生长特性及矿质元素研究[J]. 湖南林业科技,2021,48(3):15-18,28.
- [36] 吴双,王晗,李倩倩,等. 黄河下游滩区园林植物设计及生态修复研究——以河南省长垣市黄河滩区为例[J]. 江苏农业科学,2021,49(8):141-148,157.
- [37] 宋凤鸣,刘建华,钱璐璜,等. 8种乡土植物在边坡植被恢复工程中的应用[J]. 中国水土保持科学,2016,14(4):134-141.
- [38] 沈涛. 公路边坡生态植被恢复乡土物种选择研究[J]. 公路, 2015,60(2):199-203.
- [39] 毛德全. 浅谈平原地区生态廊道绿化中存在的问题及建议[J]. 现代园艺,2021(13):115-116.
- [40] 张晔. 外来的和尚也不一定念好经该让乡土树种在园林绿化中当主角了[N]. 科技日报,2021-08-03(6).