

中国米草生态工程的功与过

闫茂华^{1,2}, 薛华杰¹, 陆长梅¹, 吴国荣¹, 钦 佩^{1,3}

(1. 江苏省资源生物技术重点实验室 南京师范大学生命科学学院, 南京 210097;

2. 连云港师范高等专科学校, 连云港 222006; 3. 南京大学生命科学院, 南京 210093)

摘 要:米草生态工程在我国已经走过 40 年的发展历程, 成为中国海岸线一道绿色长城。米草生态工程曾经发挥了显著的生态效益和经济效益, 如保滩护堤、促淤造陆、改良盐土、净化水质等, 同时也出现了一些负面作用, 如绞杀土著物种、侵占航道、危害贝类养殖等。米草的种群爆发可能是因为富营养化、温室效应以及一些可能的人为因素。对待米草, 应该科学分析与对待, 在种群爆发地区进行科学防治的同时, 还应充分发挥其生态与经济效益。

关键词:生态工程; 大米草; 互花米草

中图分类号: S32

文献标识码: A

文章编号: 1008—9632(2006)05—0005—04

1 米草生态工程简述

1907 年英国 Royal Commission on Coast Erosion 启动了一项对米草保堤护岸和造陆功能的研究, 并于 1929 年出版了《米草的经济可行性》一书。此书在世界范围引起了巨大反响, 使米草需求大大增加, 到 1936 年, 世界已有 130 多个地方有种植。如今在英国、爱尔兰、丹麦、德国、澳大利亚、中国和美国的暖温带、温带海岸有广泛的分布^[3]。

中国于 1963 年由南京大学的仲崇信教授等引进大米草 (*Spartina anglica*), 1979 年又引进互花米草 (*S. alterniflora*)、狐米草 (*S. patens*) 和大绳草 (*S. cynosuroides*)。它们先后被推广到广东、福建、浙江、江苏和山东等沿海滩涂上种植。现在互花米草和大米草在我国沿海滩涂上已有了广泛的分布, 经过 40 余年的引种、驯化和栽培, 我国的沿海北起鸭绿江口, 南至广西北部湾的沿海滩上都有它们的分布, 现该物种的种群已发展到 $5.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 以上, 形成了可观的盐沼植被^[4]。

2 米草工程的生态效益与经济效益

2.1 生态效益

2.1.1 促淤造陆

大米草、互花米草的庞大根系, 能固定滨海松软流动的、受潮水间断浸渍的淤泥质土壤, 当其发育形成密集的植物群落后, 便具有消浪、缓流、拦截潮水带来的泥沙, 促进滩面淤积和增高, 进而为滨海光滩裸地植树种草或农田垦殖创造新的陆地, 发挥促淤造陆的功能。

大米草、互花米草促淤造陆的生态过程十分迅速^[5], 据报道: 我国平均年淤积量 (土壤厚度) 为 $10 \sim 44 \text{ cm}$, 两种米草年淤积量均高于英国和美国^[9]。1973 年, 仅投资 96.39 万元就在浙江省围得新陆地 340 hm^2 、耕地 332.8 hm^2 , 总产值达 1336.38 万元, 这是我国第一块新形成的陆地, 前后仅用了 18 年^[9]。1993 年, 珠海南水大基进行的比较实验表明, 草滩的促淤造陆效果比同等高度的光滩淤积一般要快 $2.0 \sim 2.5$ 倍, 海湾连片的互花米草带淤积速率每年达 500 m^2 。经过多年的努力, 在渤海湾淤泥质滩涂上, 也出现有史以来第一块绿色的海岸^[5]。

2.1.2 保滩护岸

大米草和互花米草所形成的草带具有较强的消浪能力: 5m 高的风浪通过 100m 宽草带时, 草带消浪能力为 97%; 6m 高的风浪通过 100m 宽草带时, 其消浪能力为 81%; 7m 高的风浪通过 100m 宽草带时, 其消浪能力为 65%^[10]。综合研究资料表明, 所有受米草保护的岸堤, 历年来遭受台风袭击后安然无恙; 而无米草带保护的岸堤在大的风暴潮中都遭受了极大程度的破坏, 造成巨大的经济损失^[10, 11]。米草生态工程取代水泥砂石护岸设施, 节省大量护岸、防汛工程费用, 成为水利建设重要辅助设施^[4, 5]。在天津经济技术开发区东海岸淤泥质盐渍土上, 还建成了以白蜡 (*Fraxinus velutina*) + 怪柳 (*Tamarix chinensis*) + 互花米草 (*S. alterniflora*) 的海堤海防林, 为减轻风暴潮袭击, 避免海水倒灌, 保

收稿日期: 2006—04—05

作者简介: 闫茂华 (1966—), 男, 副教授, 在职硕士研究生, 主要从事植物生理生化及生物多样性方面的研究;

通讯作者: 陆长梅 (1969—), 女, 副教授, 博士, 主要从事植物生理生化与植物资源开发等方面的研究工作, E-mail: luchangmei@njnu.edu.cn

基金项目: 江苏省科学技术委员会自然科学基金资助项目 (2005SWX0SZ005); 江苏省资源生物技术重点实验室资助项目 (164070300803)

护和重建生态环境做出了重大的贡献^[12]。

2.1.3 土壤脱盐施肥

大米草和互花米草均是强泌盐植物,它们根系庞大,能大量吸收盐分,并能经泌盐细胞将盐分泌到体外。据浙江温岭滩地土壤盐分脱盐资料显示:大米草围垦 5 年后土壤含盐量由 1.216% 下降至 0.389%^[9]。滩涂种植大米草和互花米草后,土壤中有有机质含量提高,土壤颗粒团聚作用增强,理化性状变好。浙江台州农科所在种植大米草后的滩涂上种植柑桔,成本低,柑桔品质好,增产增值显著,经济效益高^[3]。

2.1.4 净化水质

近几十年来,随着工农业迅猛发展和城市生活水平的大幅度提高,由此生产的大量污水倾注江河,汇入大海,水体中 N、P 严重超标,造成海水富营养化,诱发赤潮,造成巨大的经济损失。刘军普等实验表明,互花米草具有耐盐碱、耐污能力,而且对污水有明显的净化效果,对总磷和氨氮的平均去除率分别为 32.1% 和 38.8%,在海岸带大面积种植,可以降低海水中的 N、P 含量;实验还证明,经污水灌溉的互花米草营养成分中粗蛋白和粗脂肪含量与优质牧草苜蓿基本相同,且毒物含量符合《饲料卫生标准》(GB/130708—2001)中家禽、猪配饲料指标要求^[13]。漆国先等对大米草在内陆地区贵州省气候条件下的生长适应性及净化污水的能力进行了研究,结果表明:引入贵州的大米草不仅有较强的生长能力,而且对有机污水存在的 BOD₅ 及 N、P 有很好的净化效果^[14]。许德芝等对春、夏、秋 3 季的大米草净化污水的能力进行了研究,实验证明,利用大米草净化生活污水是可行的,对污染物的去除率均在 85% 以上^[15]。田吉林等研究大米草对有机汞的净化作用表明:大米草耐氯化甲基汞 (MeHgCl) 毒性的临界浓度为 15 μmol/L 是烟草的 3 倍,大米草可以主动地吸收有机汞,并将有机汞部分地转化为无机汞,积累在植物的地下部分,大米草有对汞的积累作用和把有机汞部分地转化为无机汞转化作用^[16]。以上研究不仅表明,米草可以净化污水,在环境污染的植物修复方面具有重要的利用价值,而且还表明,米草在净化污水的同时,还可使污水资源化,利用污水生长优质饲料等。

2.1.5 保护生物多样性

据童远瑞等调查大米草潮间带动物的生物多样性时发现,草滩区比在光滩上底栖无脊椎动物数目和生物多样性明显增加,总生物密度增加了 19 倍,其中双齿围沙蚕增加 57.8 倍,青蛤、四角蛤蜊的数量也有增加^[17]。李爱民等研究大米草根系土壤中有有益微生物例如固氮菌、纤维素分解菌和硝化细菌的数量明显多于

对照土壤^[6]。天津碱厂排放的废渣在海滨堆积了一座巨大的“碱渣山”,经雨水长期淋洗,大量碱渣废液倾泻入海,碱化的海水使潮间带几乎呈无生命带。然而在附近的滩涂上互花米草却依然旺盛生长,并引来了多种区域性软体动物和水鸟,使潮间带恢复生机^[12]。美国东部沿海的调查表明,由于开发,毁掉作为第一性生产力的米草植被的海域,天然水产产量下降 70% ~ 80%,生物的多样性遭到严重破坏^[10]。在米草海滩生态系统中,由于大量底栖动物的存在及米草秋后产生大量种子,引来珍禽海鸟觅食栖息。杭州湾南岸互花米草海滩生态系统中,有牛背鹭、大白鹭、白骨顶、震旦鸦雀等近十种国家一、二类保护海鸟的活动^[8]。由此可见,米草生态系统在生物多样性以及珍稀鸟类的保护等方面也发挥着巨大作用。

2.2 经济价值

大米草和互花米草,还是一种经济价值很高的植物,其用途广泛。

2.2.1 用做燃料等

沿海农村燃料紧缺的地方,收割米草可做燃料,在农村大力发展沼气进程中,有些地方把米草作沼气原料,收到良好的效果。秋冬季节沿海农民利用收割的米草做成草帘,以供我国北方蔬菜大棚冬季保暖之用,已成为农民的一条致富途径。

2.2.2 制造绿肥

据浙江温岭县报道:每 100 kg 大米草鲜草相当于 2.5 kg 硫酸铵或 1 kg 尿素的肥力,施于稻田,可使晚稻增产 33.2%,优于栏肥或硫酸铵^[9]。连云港施用大米草鲜草作绿肥使水稻增产 20.03%,浙江镇海施用于棉田,使棉花增产 28.98%^[9]。

2.2.3 用作饲料

米草的营养丰富,适口性强,产量高,其粗蛋白高于羊草可用作饲料喂养骡、马、驴、羊、猪、兔、鹅等。山东海阳喂鹅,2 月后鹅体重由 1 kg 增至 3 kg。浙江玉环添加 30% 的大米草喂养奶山羊,多增重 13%,多产奶 7.3%^[9]。大米草粉粗纤维含量较高,可促进肠道蠕动减少消化道疾病。另外,米草还可用作养鱼饵料、造纸原料等。

2.2.4 米草资源的深度开发

除了上述经济效益外,米草资源的深度开发研究也获得了新进展。由南京大学生物技术研究所研制成功的生物矿质液 (BML) 和米草总黄酮 (TFS),对心血管病具有防治和保健作用,提取后的残渣还可作为食用菌的培养基、动物饲料和农田肥料^[18]。上海寿祺多糖食品研究所采用国际一流的双酶水解和超低温冷冻

升华干燥技术从大米草中提取的“大米草多糖”，经鉴定是理想的药物和保健食品^[3]。我们有理由相信，不仅米草的生态效益与经济价值大，其资源潜力也不容忽视，值得进一步开发利用。

3 米草的危害、原因分析及对策

3.1 米草的危害

米草生态工程在生态功能和经济建设方面作出巨大贡献的同时，也带来了一些负面影响，如绞杀土著物种、侵占航道、危害贝类养殖，诱发赤潮等等^[8]。不可否认，大米草、互花米草的生长使滩涂沙地逐渐变成淤泥质，改变水体的动力特征，在某些地方挤占本地物种生态位，造成一定的损失^[4]；米草在部分以贝类养殖为支柱产业的地区存在侵占现象。但也有部分地区，米草虽然生长旺盛，但并无入侵现象产生，陆健健的研究发现，在长江口的米草和当地种三棱藨草（*Scirpus mariqueter*）的混合草滩中，三棱藨草逐渐发展成为优势种^[4]；互花米草和大米草在中国北方海岸带环渤海区域生长发育一直良好，当地部门视米草为保护环境、改造滩涂、减灾防灾的珍贵植物；如果没有互花米草和大米草，渤海湾滨海将仍然是一片裸露的盐荒滩，风暴潮将依然会袭击海堤、摧毁农田与城市^[12]。

3.2 原因分析

3.2.1 米草在中国的肆虐，富营养化是罪魁祸首

由于工业废水、农业有机废物、城市生活污水和化肥残留物以及水产养殖的肥水、塘泥等大量倾注江河，水体中氮、磷元素严重超标，以至藻类繁殖过剩，水体缺氧，引发“赤潮”，水生生物死亡，产生富营养化。而大米草和互花米草具有吸收过多氮、磷的能力，并在植冠覆盖下抑制藻类繁殖。因此大米草、互花米草繁殖过快是富营养化污染的结果，而不是生态入侵^[15]。

3.2.2 米草在中国的疯长，温室效应推波助澜

沿海适宜的生境条件使互花米草和大米草能在较宽广的气候带分布，所以在我国从山东沿海的暖温带至广东沿海的亚热带海滩均能分布^[8]。互花米草和大米草在我国北方海岸带正常生长，而在我国南方海岸带疯长，究其原因，温度是重要的因素，近年来，由于温室效应，全球环境变暖，致使米草在我国南方种群爆发。其他国家和地区，包括互花米草的原产地美国海岸河口湾也有米草疯长的报道，也正说明了这一点。

3.2.3 米草泛滥的又一原因，疏忽管理和自然或人为传播

当初人们主要注重于米草带来的经济效益，而对于米草可能存在的负面影响并未事先考虑，有些地区盲目跟风引进，引种栽种后又疏忽管理，任其蔓延。一

旦出现危害贝类养殖等现象时就认为是害草，并加以挺伐和根除。另外通过自然媒介传播（如风和潮流）和人为无意识传播（如船只、港口及部分陆上运输等）也容易使米草逃逸，演变成野化种群（*feral population*）。

由此可见，不仅仅是由于米草自身生长繁殖较快，更包括环境污染、温室效应以及在引种地区没有其天敌与抑制其生长的微生物存在等多种原因的综合作用，造成其种群爆发^[5, 8]。

3.3 对策

在米草肆虐的地区，为清除米草，人们曾尝试了人工拔除、生物防治和使用除草剂等多种方法。结果表明：一种来自加利福尼亚的昆虫——叶蝉（*Prokelisia* spp）可以大量使大米草植株死亡，在生物防治中效果显著^[3]；在米草农药防除中，除了使用草甘磷外，噻磺隆也有一定的效果^[3]；刘建等发现除草剂 BC-08 对大米草的防除效果较佳^[19]。但笔者还是建议尽量应用生物防治的方法，这样既能达到有效控制种群规模、又能避免二次污染。

4 小结

虽然米草在国内部分地区存在绞杀土著物种、侵占航道、危害贝类养殖、诱发赤潮等副作用，但米草作为实施滨海生态工程的重要物种，无论是过去、现在、还是将来都曾经、正在或将要起着巨大的生态作用，米草植物本身也拥有着巨大的经济价值。在科学飞速发展和环境不断恶化的今天，对待米草家族的功过，应该进行全面、合理的评判。既不能只看到米草强大的生态效益，而盲目引种，也不能因为米草在部分地区的副作用，而将米草全盘否定，彻底清除。特别是在全球变暖，极地冰山消融，海平面不断上升的新形势下，在海水即将淹没海岸带的地区更应该适当保留部分米草资源；同时应注意在米草种群规模达到一定程度时，引种其天敌叶蝉（*Prokelisia* spp）以达到控制其种群规模的作用。而在贝类养殖地区、航道周围，则应该引种植根系和地上部分都没有大米草、互花米草发达，只依赖营养繁殖的米草家族的其他成员（如狐米草）来达到促淤、净化环境和生产优质牧草的目的。

参考文献：

- [1] 易 凌. 中国荒漠化和沙化土地面积建国以来首次缩小 [J]. 草业科学, 2005, 22(7): 115.
- [2] 中国 21 世纪议程管理中心. 中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书 [M]. 1994, 52~60.
- [3] 张征云, 李小宁, 孙贻超, 等. 我国海岸滩涂引入大米草的利弊分析 [J]. 农业环境与发展, 2004, 1, 22~25.
- [4] 朱晓佳, 钦 佩. 外来种互花米草及米草生态工程 [J]. 海洋

- 科学, 2003, 27(12): 14~19.
- [5] 唐廷贵, 张万钧. 论中国海岸带大米草生态工程效益与生态入侵 [J]. 中国工程科学, 2003, 5(3): 15~20.
- [6] 李爱民, 刘新城, 田淑媛. 滩涂大米草根区微生物调查 [J]. 天津农业科学, 1994, (1): 27~28.
- [7] 宋连清. 互花米草及其对海岸的防护作用 [J]. 东海海洋, 1997, 15(1): 11~19.
- [8] 李加林, 杨晓平, 童亿勤, 等. 互花米草入侵对潮滩生态系统服务功能的影响及其管理 [J]. 海洋通报, 2005, 10(5): 33~38.
- [9] 赵大昌, 刘昉勋, 陈树培, 等. 中国海岸带植被 [M]. 北京: 海洋出版社, 1996, 214~221.
- [10] 钦 佩, 仲崇信. 米草的应用研究 [M]. 北京: 海洋出版社, 1992.
- [11] 仲崇信. 采用米草生态工程开发黄河三角洲 [C]. 盐碱地造林绿化研讨会. 盐碱地造林绿化与综合开发文集. 北京: 中国环境科学出版社, 1992, 107~08.

- [12] 张万钧, 唐廷贵, 郭育文, 等. 盐渍土绿化 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999, 27~31.
- [13] 刘军普, 田志坤. 互花米草净化污水的研究 [J]. 河北环境科学, 2002, 10(2): 45~48.
- [14] 漆国先, 许德芝, 钟 晓. 大米草对污水中 N、P 净化效果的研究 [J]. 贵州环保科技, 1999, 1, 44.
- [15] 许德芝. 大米草净化生活污水的研究 [J]. 贵州大学学报, 2002, 21(2): 121~125.
- [16] 田吉林, 褚海涛, 杨玉爱, 等. 大米草对有机汞的耐性吸收及转化 [J]. 植物生理与分子生物学报, 2004, 30(5): 577~582.
- [17] 童远瑞, 孟文新, 徐 琴. 大米草潮间带动物的初步调查 [J]. 南京大学学报(专刊), 1985, 133~140.
- [18] 张晟途, 钦 佩. 不同海滨港湾环境条件下互花米草总黄酮积累动态研究 [J]. 生态学报, 1997, 19(4): 587~591.
- [19] 刘 建, 黄建华, 余振希. 大米草的防除初探 [J]. 海洋通报, 2000, 28(5): 68~71.

The advantages and disadvantages of ecological engineering of spartina in China

YAN Mao—hua^{1, 2}, XUE Hua—jie¹, LU Chang—mei¹, WU Guo—rong¹, QIN Pei^{1, 3}

(1 Jiangsu Key Lab for Bioresource Technology, the College of Life Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China; 2 Lianyungang Teacher's College, Lianyungang 222006, China; 3 Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract It has been over 40 years since plants of *Spartina* L being transplanted to China, and these plants have become a green great wall on some beaches of China. Plants of *Spartina* L have exerted remarkable zoological and economical benefits, such as protecting seacoast, creating land with silt, improving salt soil and decontaminating water etc. Contemporarily, some disadvantages also appear, such as strangling native plants, trenching on sea—route and endangering the breeding of seashells etc. In this paper, it is believed that advantages of these plants were greater than their disadvantages and their population outbreaks were probably coming from eutrophication, greenhouse effect and some artificial effects. Plants of *Spartina* L should be analyzed and treated scientifically, when being prevented and cured; their zoological and economical benefits should also be developed at the same time.

Keywords ecological engineering; *Spartina anglica*; *S. alterniflora*

(上接 11 页)

Tissue chip

LIU Xiao—yan¹, YAO Xiao—ling², XU Zhen—shan³, SONG Li—hua³

(1 College of Life Science, Anhui University, Hefei 230039, China; 2 Department of Biochemistry and Molecule Biology, Anhui Medical University, Hefei 230032, China; 3 Anhui Anke Biotechnology (group) Co., Ltd, Hefei 230088, China)

Abstract As a new member of chip family, tissue chip possessed some advantages like high—throughput, huge samples, time—saving etc. Been widely applied on human genome research, medical diagnosis and basic studies, the tissue chip technology has especially showed surprising potentials on the tumor gene screening, the tumor antigen screening and the searching for the markers which have something to do with tumor forming, developing and prognosticating. This short review serves to introduce tissue chip about its making method, application, advantages, disadvantages and prospects.

Keywords tissue chip; tumor screening; immunohistochemistry