

doi: 10.3969/j.issn.1006-9690.2019.05.013

互花米草与人体健康关系研究进展

钦佩

(南京大学盐生植物实验室, 江苏 南京 210093)

摘要 互花米草(*Spartina alterniflora* Loisel.) 为多年生草本植物, 系禾本科米草属。互花米草提取物作为新资源食品获得卫生部批准, 为外来种互花米草的生态管控提供了科学依据和技术保障。米草身处潮间带逆境, 体内积累了丰富的生物活性物质, 开发的健康食品对人体健康十分有益, 在我国防治慢性病的健康管理中是完全能够有所作为的。以健康食品投入全民健康管理, 就可以大力推动米草的资源化利用, 有利于对总面积 55468 hm² 的互花米草实施大规模生态管控, 促进本土生态系统的健康发展。

关键词 互花米草; 健康食品; 生态管控; 资源化利用

中图分类号: Q949

文献标识码: A

文章编号: 1006-9690(2019)05-0070-04

Research Progress on the Relationship between *Spartina alterniflora* and Human Health

Qin Pei

(Halophyte Research Lab, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract As a New Resource Food approved by the Ministry of Health, China, the extracts of *Spartina alterniflora* provides scientific proof and technology support to control exotic species of *S. alterniflora*. Tidal land is an adversity and in it, *S. alterniflora* accumulates much more bioactive materials which could be used to explore health food. *S. alterniflora* health food will be the better choice in the Health Management for prophylaxis of chronic disease. Using *S. alterniflora* health food in popular health management would promote the resource utilization of *S. alterniflora*, and benefit the ecological control in so much area of 55 468 hm² of *S. alterniflora*. It will promote the development of indigenous ecosystem healthy.

Key words *Spartina alterniflora*; Health food; Ecological control; Resource utilization

互花米草(*Spartina alterniflora* Loisel.) 为禾本科米草属多年生草本植物, 原产于北美大西洋沿岸。其分布区域较广, 北起加拿大的纽芬兰, 南至美国佛罗里达直到墨西哥海岸的盐沼, 多在中潮带上部至高潮带生长发育。由于互花米草耐淹、耐盐的生理特性和较强的抗风消浪能力, 在保滩护岸、促淤造陆、绿化海滩、改善淤泥质滩涂地区的环境质量等方面应用广泛, 英国、法国、德国、丹麦、荷兰、新西兰、爱尔兰和澳大利亚等许多国家的淤泥质潮间带都引种栽植了互花米草。1979 年中美建交后, 国家科委即刻下达了引种互花米草的任务, 由南京大学仲崇信教授率团赴美考察, 将互花米草引入我国^[1]。到

2014 年为止, 互花米草在我国分布面积超过 55468 hm², 江苏省滩涂互花米草分布面积在沿海各省中最大, 超过 21843 hm²^[2]。

1 互花米草问题的由来

互花米草的引进在保滩护堤和抗风减灾方面发挥了巨大作用。互花米草在消浪方面具有显著效应, 高大密集植株增加滩面对水体运动的摩擦力, 阻碍波浪传播、降低波高。Knutson 等^[3]发现波浪每传入互花米草滩 1 m, 波能就损失约 26%; 40 m 宽的互花米草带, 其消浪效果就相当于建造 2.0 m 高潜坝的作用; 5 m 高的风浪通过 100 m 宽草带时, 草带消

收稿日期: 2019-03-14, 录用日期: 2019-05-28

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFC0506005)。

作者简介: 钦佩(1946-), 男, 硕士, 教授, 研究方向: 海滨湿地生态和米草生态工程。E-mail: qinpei@nju.edu.cn

浪能力为97%。

互花米草在促淤造陆方面也产生了巨大功效。江苏启东、东台、大丰和射阳4个垦区,总体上可以代表全省不同岸段互花米草的促淤状况。1995~2008年江苏省互花米草的促淤总量4370万m³,围垦成陆面积达到100万亩^[4]。

上世纪90年代,生物多样性保护和入侵生物学的研究在生态学界兴起,互花米草被当作外来入侵种遭到大肆挞伐,称其入侵本土生态系统,抑制本土物种的生长繁殖,破坏生物多样性^[5-6]。但相关批评文章也承认,互花米草的固碳、固氮作用明显高于本土植物芦苇、海三棱藨草和光滩,而且互花米草地下的凋落物数量之大及其降解速率之低也超过本土植物,使互花米草对碳的净固定作用更为明显^[7]。

2 对互花米草的生态管控

经过近20年的批评和争论,学界对互花米草的认知和定位更趋理性,基本上认同其具有典型的两面性:因为其植株高大,地下部分发达,繁殖力强,生产力高,在抗风防浪、促淤造陆和固碳等方面具有不可忽视的正生态效应;而这与生俱来的生物学强势使该物种在海滨盐沼形成发展速度很快的单种优势群落,体现出很强的入侵性,从而具有相当大的负生态效应。

2009年国际生态学科的著名刊物《Ecological Engineering》编辑部邀请笔者为客座主编,出版了一期特刊《Wetlands Restoration and Ecological Engineering》,笔者及学生在其中发表了一篇代表作“外来种互花米草在中国的正负生态效应”^[8],对盐沼主要的第一性生产者——互花米草的保滩护岸、促淤造陆、防止污染等正面生态效应及其侵占本土物种生态位、改变盐滩环境、降低生物多样性等负面生态效应进行了客观分析,提出对其生物质进行综合利用,实施生态管控的科学思路;同期特刊发表的美国环保署首席能值分析专家Campbell等的一篇论文“外来种互花米草的作用:人类主宰的星球的最大功率化”指出:互花米草入侵新的海滨区域,通过促淤形成大量新增陆地;经过一段时间,新盐沼的物种多样性也会丰富起来^[9]。2012年国内《生物安全学报》编辑部约稿,发表了笔者的另一篇代表作“互花米的两面性及其生态控制”^[10],进一步阐述了对互花米草要实施资源化利用的技术路线,在每年最后3个月收获米草进行开发利用,可及时阻止其种子飘落繁衍,

有利于对其进行生态控制,有利于本土生态系统的可持续发展。

3 互花米草关联人体健康的科学依据

植物体内生物活性成分的含量与所处环境关系密切。很多珍贵中药材特效成分的含量与其产地关联度很高;像我国东北山林中的人参、西南山区的三七、西部高海拔森林草甸的冬虫夏草、新疆和内蒙古沙生植物区的肉苁蓉、西藏高寒山区的藏红花等均因其在产地的特殊生境条件下功效成分含量高而闻名天下。互花米草是一种生存于海滨潮间带的盐生植物,在半月潮的海域该物种一天可能会被海水淹没两次,高脉冲、高缺氧、高盐量的极度恶劣环境的胁迫,使该物种体内积累了多种生物活性物质。这些生物活性物质为该物种的资源化利用提供了基本条件。

3.1 互花米草生物活性物质的分离、纯化与鉴定研究

在上世纪80年代南京大学盐生植物实验室以互花米草为原料开发了新资源食品“微多饮料”,在国内外独创性地解决了米草提取物的食用问题,为互花米草资源化利用和进入市场提供了准入资格。多年来,以南京大学盐生植物实验室为主的研究机构开展了对互花米草及生物矿质液活性物质的一系列研究^[11-13]。

近期,笔者对互花米草提取物(生物矿质液)进行了单体化合物的分离、纯化与鉴定研究,获得18种化合物(另文发表)。其中与人体健康关联度较高的有:异戊基奎尼酸(绿原酸类、多酚类)、苜蓿素(黄酮类)和对香豆酸(苯丙素类),其结构式分别如图1(1)~(3):

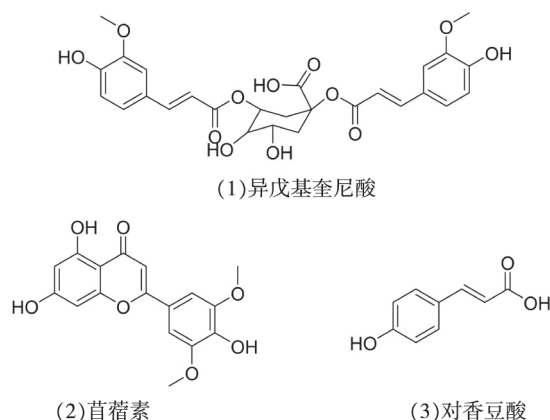


图1 互花米草天然化合物

Fig 1 *S. alterniflora* natural compounds

3.2 互花米草提取物增强机体免疫力的研究

笔者对富含上述化合物的互花米草提取物开展了增强机体免疫力的系统研究。如对服用互花米草提取物的动物和人体(服用 1 个月)进行了血液中嗜中性粒细胞对金黄色葡萄球菌吞噬率体外的测试。结果表明,服用者嗜中性粒细胞对金黄色葡萄球菌吞噬率的提高具有非常显著的作用,其效果超过国内某运动饮料^[14]。笔者组织志愿者试服米草提取物 30 天,检测试验人群溶菌酶含量的变化。结果表明,服用提取物后的志愿者唾液溶菌酶的含量比对照显著提高^[14]。

互花米草总黄酮(TFS)是从生物矿质液中分离得到的一类生物活性物质,具有增强机体免疫力的功效。笔者观测了其对免疫力低下的小鼠免疫器官增重的影响、对小鼠腹腔巨噬细胞吞噬功能的影响和对小鼠淋巴细胞转化的影响^[15]。结果表明,在本试验条件下,TFS 可以显著提高免疫力低下小鼠的胸腺和脾脏器官的重量,提示 TFS 有免疫增强作用(表 1);TFS 可以显著提高小鼠的腹腔巨噬细胞吞噬功能,其作用与免疫促进剂左旋咪唑相似(表 2);TFS 在一定浓度时能显著促进由 ConA(刀豆蛋白 A)诱导的 BALB/c 小鼠脾脏淋巴细胞的转化作用(表 3)。

表 1 TFS 对免疫力低下小鼠胸腺和脾脏重量的影响($\bar{x} \pm SD$)

Table 1 Effect of TFS on the weight of thymus and spleen in mice with low immunity($\bar{x} \pm SD$)

药物 Drug	动物数 Number of animals	胸腺指数 Thymus index	脾指数 Spleen index
NS	10	22.0 $\pm$ 6.0	55.3 $\pm$ 12.6
NS + CYT	10	16.5 $\pm$ 5.1 *	44.5 $\pm$ 6.1 *
TFS + CYT	11	21.6 $\pm$ 4.1 **	51.4 $\pm$ 7.1 **

注: NS, 生理盐水(0.9% NaCl 溶液); CYT, 细胞色素; 与空白对照组相比, * $P < 0.05$; 与 NS + CYT 组相比, ** $P < 0.01$ 。

表 2 TFS 对小鼠腹腔巨噬细胞吞噬活性的影响($\bar{x} \pm SD$)

Table 2 Effect of TFS on phagocytic activity of mouse peritoneal macrophages($\bar{x} \pm SD$)

动物 Animals	药物 Drug	动物数 Number of animals	吞噬百分率 Percentage of phagocytosis(%)	吞噬指数 Phagocytic index
C ₅₇ /BL	NS	8	27.9 $\pm$ 12.2	0.35 $\pm$ 0.18
	TFS	8	56.4 $\pm$ 6.7 **	0.86 $\pm$ 0.20 **
	左旋咪唑	4	56.6 $\pm$ 14 **	1.03 $\pm$ 0.56 **
	NS	7	19.5 $\pm$ 9.7	0.27 $\pm$ 0.13
昆明小鼠	TFS	8	69.7 $\pm$ 5.8 **	1.70 $\pm$ 0.37 **
	左旋咪唑	9	67.4 $\pm$ 9.7 **	1.92 $\pm$ 0.61 **

注: C₅₇/BL, 一种常见的近交品系实验鼠; 与空白对照组相比, ** $P < 0.01$ 。

表 3 TFS 对由 ConA 诱导的小鼠淋巴细胞转化的影响($\bar{x} \pm SD$)

Table 3 Effect of TFS on lymphocyte transformation induced by ConA in mice($\bar{x} \pm SD$)

TFS 浓度 TFS concentration($\mu\text{g/ml}$)	刺激指数 Stimulus index(SI)
0	52.62 $\pm$ 2.37
0.2	58.96 $\pm$ 7.67
0.78	51.72 $\pm$ 3.85
3.125	65.86 $\pm$ 9.38 **
12.5	68.12 $\pm$ 5.89 **
50	50.39 $\pm$ 0.20
200	26.64 $\pm$ 2.37 **
1000	1.83 $\pm$ 1.12 **

注: 与 TFS 0 浓度组相比, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ 。

3.3 互花米草提取物及相关化合物降尿酸的研究

近年来,为探索互花米草中天然化合物的降尿酸功能,在查阅大量文献的基础上,笔者选择了其中的异戊基奎尼酸、苜蓿素和对香豆酸三个化合物进行降尿酸动物模型试验^[16]。在本试验设计中,选择苯溴马隆为阳性药物,由于受试的三个化合物来自米草提取物,因此选择了两种形态的米草提取物(即米草精粉和去糖米草精粉)作为拟阳性对照。本试验对各处理的高尿酸血症小鼠血清进行了包括血尿酸、血糖、尿素氮、肌酐、总胆固醇、甘油三酯、总蛋白、谷丙转氨酶等多项指标的测定。

本试验结果获得以下新发现:在本试验设计范围内,各处理组对高尿酸血症小鼠血清尿酸水平都有不同程度的降低作用,香豆酸降尿酸和血糖效果显著,阳性对照苯溴马隆效果不显著;香豆酸组和米草精粉组降血清肌酐效果非常显著,其他各试验组和苯溴马隆组效果显著,除了绿原酸组,其他各试验组(不包括苯溴马隆)血清肌酐都接近生理盐水的正常水平;各试验组和苯溴马隆组血清总蛋白水平的恢复效果都非常显著,尤以香豆酸等三个化合物组和去糖米草精粉组血清总蛋白非常接近生理盐水的正常水平;两个米草精粉组降血清谷丙转氨酶效果显著,其谷丙转氨酶非常接近生理盐水的正常水平。

此外,笔者利用互花米草及其提取物对其它有机体的健康关联也做了多方面研究。结果显示,互花米草为野放麋鹿提供了唯一的栖息地和食源,采食互花米草的野放麋鹿身体非常强壮^[17,18]。互花米草及其提取物饲喂奶牛,有利于增强奶牛的免疫力^[19,20]。应用生物矿质液做“强化保养剂”培育珍珠,显著地提高了珍珠的产量和质量^[21]。

综上所述,互花米草提取物与人体健康有多方

面关联,而且其关联指数(如免疫力增强指数、痛风康复指数等)随着研发深入在不断提高,体现在阈值扩大(涉及食用、饲用、药用等诸多方面)和具体指数值升高。国务院2017年印发《中国防治慢性病中长期规划(2017-2025)》提出,“坚持预防为主,推动由疾病治疗向健康管理转变”。笔者坚信,互花米草健康食品在实施我国防治慢性病的健康管理中是完全能够有所作为的。以健康食品投入全民健康管理,就可以大力推动米草的资源化利用,这样有利于对互花米草实施大规模生态管控,促进本土生态系统的健康发展。

参考文献:

- [1] Chung C, Zhuo R, Xu G. Creation of *Spartina* plantations for reclaiming Dongtai, China, tidal flats and offshore sands [J]. *Ecol Eng*, 2004, 23: 135-150.
- [2] Zhang D, Hu Y. Introduction and spread of an exotic plant, *Spartina alterniflora*, along coastal marshes of China [J]. *Wetlands*, 2017, 37: 1181-1193.
- [3] Knutson P, Brochu R, Seelig W, et al. Wave damping in *Spartina alterniflora* marshes [J]. *Wetlands*, 1982(2): 87-104.
- [4] 陈宏友. 互花米草在江苏省滩涂开发中的作用 [J]. 水利规划与设计, 2009(4): 27-30.
- [5] 陈中义, 付萃长, 王海毅, 等. 互花米草入侵东滩盐沼对大型底栖无脊椎动物群落的影响 [J]. 湿地科学, 2005, 3(1): 1-7.
- [6] Li B, Liao C, Zhang X, et al. *Spartina alterniflora* invasions in the Yangtze River estuary, China: An overview of current status and ecosystem effects [J]. *Ecol Eng*, 2009, 35(4): 511-520.
- [7] Liao C, Luo Y, Jiang L, et al. Invasion of *Spartina alterniflora* enhanced ecosystem carbon and nitrogen stocks in the Yangtze estuary, China [J]. *Ecosystems*, 2007(10): 1351-1361.
- [8] Wan S, Qin P, Liu J, et al. The positive and negative effects of exotic *Spartina alterniflora* in China [J]. *Ecol Eng*, 2009, 35(4): 444-452.
- [9] Campbell D, Lu H, George A, et al. Maximizing empower on a human-dominated planet: The role of exotic *Spartina* [J]. *Ecol Eng*, 2009, 35: 463-486.
- [10] 钦佩, 李思宇. 互花米草正负生态效应及其生态控制 [J]. 生物安全学报, 2012, 21(3): 167-176.
- [11] 钦佩, 谢民. 互花米草盐沼矿质元素的迁移变化 [J]. 南京大学学报, 1995, 31(1): 90-97.
- [12] 钦佩, 谢民, 周爱堂. 互花米草初级生产与类黄酮的生成 [J]. 生态学报, 1991, 11(4): 293-298.
- [13] 刘金珂, 王天泓, 周长芳. 互花米草黄酮含量分析及其生态学意义 [J]. 生物安全学报, 2014, 23(1): 18-23.
- [14] 姜允申, 钦佩. 一种生物矿质食品添加剂的保健作用 [J]. 中华预防医学杂志, 1995, 29(1): 24-26.
- [15] 张康宣, 钦佩. 互花米草总黄酮(TFS)局部抗炎作用及其免疫活性初探. 钦佩, 仲崇信. 米草的应用研究 [M]. 北京: 海洋出版社, 1992: 61-66.
- [16] 张焕仕, 张鹤云, 宰学明, 等. 三种互花米草天然化合物降尿酸作用研究 [J]. 中国野生植物资源, 2019, 38(3): 9-12.
- [17] 纪一帆, 吴宝镭, 钦佩. 大丰野放麋鹿生境中芦苇和互花米草的营养对比分析 [J]. 生态学杂志, 2011, 30(10): 2240-2244.
- [18] Wu B, Ji Y, Wang J, et al. The annual habitat selection of released Père David's Deer in Dafeng Milu National Nature Reserve [J]. *Acta Ecol Sinica*, 2011, 31: 225-232.
- [19] Qin F, Tang B, Zhang H, et al. Potential use of *Spartina alterniflora* as forage for dairy cattle [J]. *Ecol Eng*, 2016, 92: 173-180.
- [20] Wang G, Qin P, Wan S. Ecological control and integral utilization of *Spartina alterniflora* [J]. *Ecol Eng*, 2008, 32(1): 249-255.
- [21] 季之源, 钦佩. 米草的应用研究 [M]. 北京: 海洋出版社, 1992: 141-144.