

恶性入侵植物紫茎泽兰资源化利用研究进展

周 希

成都工业学院, 四川 成都
Email: zhousiyeyu@163.com

收稿日期: 2020年10月15日; 录用日期: 2020年10月30日; 发布日期: 2020年11月6日

摘 要

紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum* Spreng.)是我国首批外来入侵植物物种,对人类健康、动植物生存、物种多样性、生态系统等构成严重威胁,研究紫茎泽兰的防治技术具有重大意义。近年来,紫茎泽兰的控制逐渐从直接防治转为资源化利用,除了可以有效防治紫茎泽兰,还能创造经济、生态价值。本文对紫茎泽兰的基本特性、危害进行阐述,综述了紫茎泽兰资源化利用研究进展,提出紫茎泽兰资源化利用的研究展望,以期为紫茎泽兰的防治提供参考。

关键词

紫茎泽兰, 入侵植物防治, 资源化利用, 研究进展

Research Progress on the Resource Utilization of Malignant Invasive Plant: *Eupatorium adenophorum* Spreng.

Xi Zhou

Chengdu Technological University, Chengdu Sichuan
Email: zhousiyeyu@163.com

Received: Oct. 15th, 2020; accepted: Oct. 30th, 2020; published: Nov. 6th, 2020

Abstract

As one of the first invasive alien plant species in our country, *Eupatorium adenophorum* poses a serious threat to human health, animal and plant survival, species diversity, and ecosystem. Therefore, it is important to research in the control of *E. adenophorum*. Recently, the control of *E.*

adenophorum has gradually changed from direct control to resource utilization, which can not only effectively prevent and control *E. adenophorum*, but also produce economic and ecological values. In this paper, the basic characteristics and harm of *E. adenophorum* were introduced, the research progress of the resource utilization of *E. adenophorum* was summarized, and the application prospects of *E. adenophorum* resource utilization were proposed. Hopefully, it can provide reference information to *E. adenophorum* control.

Keywords

Eupatorium adenophorum Spreng, Invasive Plant Control, Resource Utilization, Research Progress

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,外来物种入侵在我国涉及面越来越广,包括农田、森林、水域、湿地、草地、岛屿、城市居民区等几乎所有生态系统。《2019 中国生态环境状况公报》显示全国已发现的外来入侵物种多达 660 多种。紫茎泽兰是我国外来入侵物种中危害最为严重的植物之一,生命力顽强且没有天敌,入侵后与当地植物竞争土壤、养分,不仅导致物种多样性和生态系统发生改变,还对人类、其他生物的健康构成严重威胁[1] [2] [3]。因此,关于防治紫茎泽兰的研究具有重要的意义。

目前紫茎泽兰防治方法主要有人工控制、化学控制、生物控制等,但是这些常规的控制方法存在成本较高、成效慢等不足。近年来紫茎泽兰防治从单一的控制逐渐转化为资源化利用,既可以防治入侵植物紫茎泽兰,又能创造经济、生态价值从而达到“转害为废,变废为宝”的目的[4]。资源化利用因其效果良好、应用广泛在防治紫茎泽兰方面蕴含巨大的潜力,但相关研究较为分散,亟需对近几年紫茎泽兰资源化利用的方式、应用前景等进行较为系统的综述。本文结合目前的研究现状,从紫茎泽兰基本特性、资源化利用现状等方面进行综述,期望能为今后紫茎泽兰的防治提供参考。

2. 紫茎泽兰基本特性

紫茎泽兰,菊科泽兰属,英文名为 Crofton weed, 又称“解放草”、“破坏草”等,是一种丛生、半灌木,约 1~2 m 的多年生草本入侵植物,目前已被列入我国首批外来入侵植物物种。紫茎泽兰根、茎、叶、花的各部位中存在不同的化学活性成分,其根部主要包括三萜类、甾体及其衍生物,茎秆主要包含三萜类、甾体、黄酮类及其衍生物,叶片主要为单萜类、倍半萜类、苯丙素类及其衍生物,花主要包括单萜类、倍半萜类、三萜类、甾体、黄酮类及其衍生物[5]。紫茎泽兰原产于中美洲(主要来自墨西哥),但已经大量波及到美国、澳大利亚、新西兰以及大部分东南亚国家。上个世纪四十年代始见于中缅交界区的沧源、耿马等县,之后在滇、川、桂等省区蔓延[6] [7] [8]。自 20 世纪 40 年代紫茎泽兰从东南亚侵入我国云南省,在 20 世纪 70 年代初开始酿成草害,近 30 年来,紫茎泽兰大量繁殖,并以每年 30~60 km 的速度向北、向东进行传播[8] [9]。紫茎泽兰现已被列入《外来有害生物的防治和国际生防公约》四大恶性杂草之一,入侵后争夺营养,迅速繁殖扩散,破坏当地的生态多样性,长此以往对人类健康、产业等发展造成严重危害[10]。

3. 紫茎泽兰资源化利用

紫茎泽兰的防治方法主要有物理控制法、化学控制法、生物控制法。这些方法防治紫茎泽兰的效果较好,但存在相应的局限性,比如防治不彻底、破坏当地生境生态、施用周期长、效果缓慢等[4] [10]。因此,亟需探求一种既能有效防治紫茎泽兰,同时兼具安全、经济、无污染、低成本的防控技术方法,近年来紫茎泽兰资源化利用就是较好的一种方式。

3.1. 在农业领域的应用

研究表明,紫茎泽兰与其他动植物互相竞争的物质基础就是自身的化感物质,而这些物质在农业方面已经显示出巨大的潜力[11],可以制成有机生物肥料、农药、动物饲料、培养基质等,并且具备较好的效果。

3.1.1. 生物肥料

焦玉洁等[12]利用微生物菌剂腐熟紫茎泽兰得到紫茎泽兰有机肥,将其施用于辣椒土壤,其结果表明紫茎泽兰有机肥具有供肥改土作用,不仅能提高土壤微生物生物量,还能丰富土壤细菌种群,增加辣椒产量,改善果实品质。范倩等[13]发现,化肥配施紫茎泽兰有机肥可以显著提高小麦根际微生物碳氮量、脱氢酶活性及 Shannon-Wiener 多样性指数,籽粒增产 8.87%,蛋白质含量显著增加。隋宗明等[14]研究发现紫茎泽兰堆肥配施化肥可以显著改善葡萄品质并提高土壤肥力。Pandit 等[15]研究了紫茎泽兰生物炭与氮磷钾肥料、水和石灰配施对玉米产量的影响,其结果显示紫茎泽兰生物炭提高了 CEC、pH、土壤水分、钾和有效磷,并且可促进玉米的生长。彭苏怡等[16]用制作农残降解剂后的紫茎泽兰残渣残叶为原料,通过对其进行不同原料固体含量浓度(TS)的发酵实验,结果发现当 TS 浓度为 11.25%时产气较多,残渣腐殖酸含量与市场腐殖酸复合肥比较接近。

3.1.2. 杀虫、杀螨剂, 农药

翁嘉华等[17]利用紫茎泽兰提取物制备杀螨喷剂并将其施用于新西兰白兔,结果表明当杀螨喷剂的配方为 4%紫茎泽兰甲醇提取物、3%聚山梨酯-80、2%月桂氮酮、20%乙醇时杀螨临床效果最为显著。除此之外,紫茎泽兰也可作为植物源农药抑制相关病原菌的生长,如 Sachin 等[18]研究发现紫茎泽兰提取物具备广谱杀灭病原菌的活性,戴美玲等[19]为研究紫茎泽兰提取物对烟草疫霉菌的抑制作用,采用室内抑菌试验探究了紫茎泽兰叶、茎、根 3 个器官的乙醇提取物对烟草疫霉菌丝生长、孢子囊产生及游动孢子释放的影响,结果发现紫茎泽兰不同器官的乙醇提取物均对烟草疫霉菌显示出明显的抑制作用。刘滕等[20]在不同质量浓度(0.1、0.5、1.0 mg/mL)下,采用菌丝生长速率法研究了 7 种紫茎泽兰不同提取物组分对番茄枯萎病和早疫病致病菌的抑制效果,其结果表明 3 种浓度下紫茎泽兰不同提取物组分均对番茄枯萎病、早疫病致病菌具有抑制作用。

3.1.3. 饲料、培养基添加剂

余晓华等[21]利用复合菌种将紫茎泽兰脱毒后,形成饲料添加剂合成饲料喂猪,猪并无任何不良反应。朱建义等[22]利用紫茎泽兰作为基质栽培食用菌,研究发现紫茎泽兰可以替代部分食用菌栽培原料(如棉子壳、玉米芯等)栽培食用菌,能够正常长出食用菌子实体,证明紫茎泽兰可以作为食用菌生产的原料,尤其是黄背木耳产量较常规栽培配方显著提高。成思轩等[23]将紫茎泽兰根、茎、叶粉末添加到培养基中,通过检测微生物在培养基中的数量和速度的变化,结果显示紫茎泽兰根、茎、叶干粉对培养基内的枯草芽孢杆菌具有促进生长的作用。

3.1.4. 保鲜剂

紫茎泽兰还能用于延长农作物的贮存时间[24]。廖兴举[25]研究发现紫茎泽兰能够配合其他化学抑芽

剂,对马铃薯起到较好的抑芽作用;其次,紫茎泽兰能延长种薯的贮藏期,并且质量比越高,抑制作用越明显。尹高龙[26]研究表明紫茎泽兰对马铃薯具有特定的化感作用,促使马铃薯植株或块茎的发芽率降低,发芽时间延长。另外,紫茎泽兰能够在一定的时限内对马铃薯块茎发芽起到抑制作用,这种方式能够有效缓解环境压力。

3.2. 在环境治理领域的应用

除了在农业方面的应用之外,紫茎泽兰还可以制成活性炭、生物炭等多孔材料,借助其丰富的孔隙结构、优良的吸附特性等优势可用于去除水体中的污染物、减少气体中的有害成分等,对环境治理也具有一定的应用价值。

3.2.1. 活性炭、生物炭

李理等[27]研究发现,紫茎泽兰活性炭对水中 Pb^{2+} 离子的最大吸附量为 50.61 mg/g,并且当 pH 为 5.5 时,紫茎泽兰活性炭对 Pb^{2+} 的去除效果良好。李春阳等[28]以紫茎泽兰为原料,利用 H_3PO_4 对紫茎泽兰进行活化得到紫茎泽兰基活性炭,结果显示该活性炭的亚甲基蓝吸附值为 210 mg/g、得率 59.70%,亚甲基蓝吸附值是国家标准 GB/T 13803.2-1999 活性炭一级品的 1.6 倍。Li 等[29]以玉米幼苗为受体植物,探究紫茎泽兰生物炭对除草剂乙草胺吸附性能的影响。结果表明在土壤中添加紫茎泽兰秸秆生物炭 10 日后,玉米幼苗对乙草胺的生物积累降低。炭化紫茎泽兰能有效去除生活污水中的 COD,当进水 COD 浓度大于 1000 mg/L 时,去除率可达到 62.9% [7]。谢志豪等[30]探究了紫茎泽兰生物炭负载纳米铁/镍对 2,4,6-TCP 去除性能及影响因素,结果表明紫茎泽兰生物炭负载纳米铁/镍填充 PRB (Permeable Reactive Barrier) 联合氧化去除地下水中的 2,4,6-TCP 是具有可行性的,其中还原阶段的 Fe^{2+} 对递进式处理中过硫酸钾对污染物的氧化具有促进作用,采用先还原再氧化的方式相比于直接氧化矿化度提高了 44.1%。Chen 等[31]发现紫茎泽兰与荞麦秸秆混合制备的生物炭对 $Cu(II)$ 的吸附效果显著,在最优化条件下对 $Cu(II)$ 的最大吸附量为 56.62 mg/g。

3.2.2. 其他材料

朱保昆等[32]利用紫茎泽兰的茎制备 C-茎/ TiO_2 复合多孔材料,探究该复合材料对卷烟烟气有害成分降低效果。结果表明,C-茎/ TiO_2 复合多孔材料可以不同程度的减少主流烟气中的 7 项有害成分,其中对苯酚、巴豆醛和氨具有明显的降低效果。李芙蓉等[33]以紫茎泽兰为原料,用尿素进行催化,并且与磷酸作用,合成紫茎泽兰纤维素磷酸酯,考察其对 Cu^{2+} 的吸附效果。结果表明,紫茎泽兰纤维素磷酸酯吸附水体中的 Cu^{2+} 可达 96%。

3.3. 在医学领域的应用

据相关药典记录,紫茎泽兰在医治创伤流血和咳喘方面具有不错的诊治效果。临床数据显示,紫茎泽兰根经煎煮后,口服可消弭咳嗽病象,但不宜长时间使用[34]。近年来,相关学者发现紫茎泽兰在医学方面也有相应的作用。陈豪等[35]运用 MTT 法、流式细胞术与免疫印迹法等综合考察紫茎泽兰各提取部位抗肝癌活性及活性部位抗肝癌机制。结果发现紫茎泽兰乙酸乙酯部位能引起凋亡相关蛋白 Caspase-3 与 PARP 的活化,从而诱导肝癌细胞凋亡,且对正常肝细胞影响较小,具备良好的抗肝癌活性。杨红芹等[36]研究发现,紫茎泽兰对原发性痛经具有明显的镇痛作用。由此可见,紫茎泽兰在医学方面具有极大的开发应用潜力。

3.4. 其他

相关研究表明,紫茎泽兰也潜藏巨大的能源,其干物质总能量为 17220 kJ/kg,每吨干物质产沼气 243

m³, 甲烷含量为 53.3 L/kg [10]。贵州昌泰科技开发有限公司利用橡籽壳、紫茎泽兰并加上其他纤维物质成功研制出清洁炭, 其发热量高于普通木炭, 甚至高于煤, 在工业上还可作为替代煤的燃料, 或作为碳化硅、活性炭、二硫化碳、炸药、蚊香等产品的碳源[10]。紫茎泽兰与牛粪混合干发酵产沼气的试验研究表明, 产出沼气的甲烷平均含量 57.13%, 紫茎泽兰的最高降解率达到 21.40% [37]。陈金发等[38]研究了紫茎泽兰的茎通过池外厌氧堆沤后传代试验发酵情况, 结果表明简单预处理后的紫茎泽兰的茎可作为沼气发酵的原料, 其中产甲烷率最佳的是粉状原料, 产甲烷率为 64.22%。

紫茎泽兰植物所含纤维素含量较高, 茎秆含量占比达到 31.99%。紫茎泽兰脱毒后可将其制备为刨花板、纸板、筷子等, 作为绿色经济的资源进行使用。据估算, 每 1 m 紫茎泽兰刨花板可替代 3 m 的木材; 云南华坪县每年若消耗紫茎泽兰约 1.05 万 t, 当地农民可增加约 100 多万的收入, 经济价值也较为可观[10]。

除此之外, 紫茎泽兰还可用于制备染料、香精、木糖醇等产品[10]。丁靖培等[39]通过参照 LUX 香料的制作方法调配出多种香精, 试验显示制备的香精具有性能稳定、安全的特点, 是一种有开发应用前景的香料。

4. 研究展望

近年来紫茎泽兰逐渐从直接防治转化为利用, 不仅可以实现紫茎泽兰的防治, 还能将有害的入侵植物转化为经济资源加以利用, 创造相应的社会价值、经济价值、环保效益。紫茎泽兰资源化利用可广泛应用于农业、环境治理、医学等领域。根据紫茎泽兰资源化利用的现状, 首先, 紫茎泽兰资源化利用具备极大的经济价值和应用潜力, 主要在农业领域应用较多, 可制成生物肥料、饲料、农药、保鲜剂等产品; 其次, 紫茎泽兰资源化利用研究内容与方向不够系统, 程度不够深入, 拓展紫茎泽兰资源化利用的应用领域与深入相关基础研究是未来的研究方向; 再则, 紫茎泽兰资源化利用在未来还需加强产业化、工业化研究, 以期能尽早投入市场使用, 形成较为成熟的防治技术。

基金项目

四川省大学生创新创业训练计划(S202011116092); 成都工业学院校级科研项目(2019ZR018)。

参考文献

- [1] 宋红霞. 紫茎泽兰入侵对生物多样性及土壤养分的影响[J]. 广东农业科学, 2014, 41(18): 51-56.
- [2] 鲁萍, 马克平, 桑卫国. 外来入侵种紫茎泽兰研究进展与展望[J]. 植物生态学报, 2005, 29(6): 1029-1037.
- [3] Song, C., Zhang, S.Z., Zhang, L.B., et al. (2016) Microwave-Assisted Preparation of Activated Carbon from *Eupatorium adenophorum*: Effects of Preparation Parameters. *High Temperature Materials & Processes*, **36**, 805-814. <https://doi.org/10.1515/htmp-2015-0285>
- [4] 李霞霞, 张钦弟, 朱珣之. 近十年入侵植物紫茎泽兰研究进展[J]. 草业科学, 2017, 34(2): 283-292.
- [5] 李永明, 李正跃, 叶敏. 紫茎泽兰不同部位的化学成分及其生物活性[J]. 云南农业大学学报, 2008(1): 42-46.
- [6] Guo, S.-H., Li, W., Zhang, L.B., et al. (2009) Kinetics and Equilibrium Adsorption Study of Lead(II) onto the Low Cost Adsorbent—*Eupatorium adenophorum* Spreng. *Process Safety & Environmental Protection*, **87**, 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2009.06.003>
- [7] 李相兴. 入侵植物紫茎泽兰对西南山地民族传统农业文化生态的危害调查研究[J]. 生态科学, 2015, 34(2): 161-167.
- [8] 陈金发, 宋大刚, 杨沙, 等. 炭化紫茎泽兰吸附生活污水中的有机物[J]. 环境工程学报, 2013, 7(6): 2197-2202.
- [9] 刘海, 王玉书, 焦玉洁, 等. 三种土壤条件下紫茎泽兰根际的酶活性及细菌群落状况[J]. 生态学报, 2018, 38(23): 8455-8465.
- [10] 周启武, 于龙凤, 王绍梅, 等. 入侵植物紫茎泽兰的危害及综合防控与利用[J]. 动物医学进展, 2014, 35(5): 108-113.

- [11] Xiang, N., Yang, Y.-J., Yang, G.-Y., et al. (2017) Toxicity of Stigmasterol Isolated from Crofton Weed, *Eupatorium adenophorum* Spreng. Against a Rabbit Ear Mite, *Psoroptes cuniculi*. *Pakistan Journal of Zoology*, **49**, 1197-1200. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.4.1197.1200>
- [12] 焦玉洁, 杜如万, 王剑, 等. 腐熟紫茎泽兰对土壤细菌、养分和辣椒产量品质的影响[J]. 微生物学报, 2017, 57(2): 209-219.
- [13] 范倩, 黄建国. 紫茎泽兰对小麦的化感作用及腐熟肥效[J]. 中国农业科学, 2018, 51(4): 708-717.
- [14] 隋宗明, 刘海, 殷洁, 等. 紫茎泽兰堆肥对葡萄产量、品质和土壤性状指标的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(2): 88-96.
- [15] Pandit, N.-R., Jan, M., Sarah-Elizabeth, H., et al. (2018) Biochar Improves Maize Growth by Alleviation of Nutrient Stress in a Moderately Acidic Low-Input Nepalese Soil. *Science of the Total Environment*, **625**, 1380-1389. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.022>
- [16] 彭苏怡, 庞兴翊, 唐郑康, 等. 以紫茎泽兰沼渣制作腐殖酸肥料的实验研究[J]. 云南化工, 2019, 46(10): 18-20.
- [17] 翁嘉华, 石真, 胡延春, 等. 紫茎泽兰杀螨喷剂的制备及其临床效果评价[J]. 四川农业大学学报, 2018, 36(3): 392-397.
- [18] Sachin, C., Negi, A. and Dahiya, V. (2010) The Study of *in Vitro* Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Some Medicinal Plants in Chamoli Garhwal Region. *Pharmacognosy Journal*, **2**, 481-485. [https://doi.org/10.1016/S0975-3575\(10\)80035-5](https://doi.org/10.1016/S0975-3575(10)80035-5)
- [19] 戴美玲, 李强, 解燕, 等. 紫茎泽兰提取物对烟草疫霉菌的抑制作用研究[J]. 中国烟草学报, 2018, 24(6): 130-137.
- [20] 刘滕, 王琦, 鲁一薇, 等. 紫茎泽兰提取物对番茄病害致病菌的抑制作用[J]. 山西农业科学, 2020, 48(5): 784-788.
- [21] 余晓华, 江蕴华. 微生物降解紫茎泽兰毒素的初步研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 1995, 17(3): 259-263.
- [22] 朱建义, 卿跃军, 曹焯程, 等. 利用紫茎泽兰栽培食用菌配方试验[J]. 食用菌, 2016(6): 35-36.
- [23] 成思轩, 龙文聪, 杨瑶君, 等. 紫茎泽兰干粉对枯草芽孢杆菌生长的影响[J]. 四川林业科技, 2020, 41(4): 106-109.
- [24] 邹聪, 陈凤真, 王波, 等. 马铃薯抑芽保鲜的研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2020(8): 115-120.
- [25] 廖兴举. 紫茎泽兰主效抑芽活性物质的提取、分离及结构鉴定[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2013.
- [26] 尹高龙. 绿原酸和咖啡酸马铃薯块茎贮藏及播后生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2015.
- [27] 李理, 张润虎, 贾黎春, 等. 紫茎泽兰制备活性炭对铅离子的吸附性能研究[J]. 环境工程, 2013, 31(S1): 120-123.
- [28] 李春阳, 张利波, 夏洪应, 等. H₃PO₄ 活化紫茎泽兰制备活性炭及其性能研究[J]. 材料导报, 2016, 30(7): 49-52.
- [29] Li, Y., et al. (2018) Effects of Biochars on the Fate of Acetochlor in Soil and on Its Uptake in Maize Seedling. *Environmental Pollution*, **241**, 710-719. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.079>
- [30] 谢志豪. 紫茎泽兰生物炭负载纳米 Fe/Ni 联合 K₂S₂O₈ 去除地下水 2,4,6-三氯酚研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2019.
- [31] Chen, J.-F. and Yang, P. (2015) Equilibrium Kinetics Studies on the Biosorption of Cu(II) from Aqueous Solutions by a New Adsorbent from a *Eupatorium adenophorum* Spreng/Buckwheat Straw Mixture. *Desalination & Water Treatment*, **53**, 778-784. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.861362>
- [32] 朱保昆, 王猛, 陶鹰, 等. 植物模板法多孔材料的制备及在卷烟中的应用[J]. 食品工业, 2018, 39(1): 55-59.
- [33] 李芙蓉. 紫茎泽兰纤维素磷酸酯的制备及性能研究[J]. 化学工程与装备, 2019(11): 21-23.
- [34] 陈元. 紫茎泽兰民间应用 2 则[J]. 中国民族民间医药, 2004(1): 60.
- [35] 陈豪, 杨洁, 杨新洲, 等. 紫茎泽兰抗肝癌活性研究[J]. 中药材, 2018, 41(5): 1210-1213.
- [36] 杨红芹, 张旭强, 董寿堂, 等. 紫茎泽兰治疗原发性痛经的实验研究[J]. 临床医药文献杂志, 2016, 3(38): 7514-7515.
- [37] 李珍, 苏有勇, 曹茂灵. 紫茎泽兰与牛粪混合干发酵产沼气的试验研究[J]. 中国沼气, 2016, 34(2): 43-47.
- [38] 陈金发, 廖茂芪, 周家兴, 等. 紫茎泽兰茎秆厌氧发酵产甲烷[J]. 环境工程, 2014, 32(4): 153-157.
- [39] 丁靖垵, 余珍, 王鹏, 等. 紫茎泽兰精油的香气成分及应用研究[J]. 云南植物研究, 1991, 13(4): 441-444.