

空心莲子草生物防除研究进展

陈燕芳, 郭文明, 丁吉林, 程光辉, 丁伟

(西南大学植物保护学院, 重庆 400716)

摘要: 空心莲子草 (*Alternanthera philoxeroides*) 是一种全球性的恶性入侵杂草。本文总结了国内外空心莲子草生物防除的研究进展。主要包括病原真菌假隔链格孢菌 (*Nimbya alternantherae*) 和空心莲子草叶甲 (*Agasicles hygrophila*) 等生防作用物防除空心莲子草的研究进展和现状。

关键词: 空心莲子草; 生物防除; 假隔链格孢菌; 空心莲子草叶甲

中图分类号: S451 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-935X(2008)01-0009-03

空心莲子草 (*Alternanthera philoxeroides*) 属苋科莲子草属, 又被称为 alligator weed、革命草、水花生、喜旱莲子草、空心苋, 原产南美洲温暖地区, 现在美国、澳大利亚、中国、印度、东南亚地区和新西兰都有分布, 北非和欧洲南部地区是其潜在区域, 大部分热带和温带地区都可作为其潜在区域^[1]。在中国, 1892 年出现在上海附近岛屿, 约在 20 世纪 30 年代传入江浙一带, 1950 年后作为猪饲料在我国推广种植, 其后大肆扩散, 很快在中国南方一些地区泛滥成灾, 现在已成为一种恶性杂草, 生于塘边、水沟边或沼泽地上, 广布于我国的东部和南部^[2-3]。

空心莲子草为多年生草本, 以茎节进行营养繁殖, 旱地型肉质贮藏根受刺激时可产生不定芽。生长高峰期每天可生长 2~4 cm。由于其特殊的特性和极高的人侵与为害风险性, 美国、澳大利亚、日本、中国等进行了大量研究。目前主要防除方法是植物检疫、农业防除、化学防除和生物防除有机结合的综合防除措施。国内外一些针对空心莲子草的生物防除领域进行了大量筛选研究, 下面就生物防除主要研究情况作简要概括。

1 微生物防除

空心莲子草微生物防除目前仍处于生物防除物的调查筛选阶段, 已发现的病原菌有假隔链格孢菌 (*Nimbya alternantherae*)^[4]、镰刀菌 (*Fusarium* sp.)^[5]、毛盘孢菌 (*Colletotrichum* spp.)^[6]、立枯丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 及链格孢 (*Alternaria* sp.)^[7] 等。其中假隔链格孢菌研究较多, 开发潜力较大。

在田间, 空心莲子草常常发生叶斑病 (*Nimbya alternantherae*, 红褐色病斑)^[4], 造成空心莲子草成片死亡。1991 年, Kimura 等^[8]报道莲子草假隔链格孢毒素 vuculic acid。此后相关研究加强, 向梅梅等^[9]于 1997 年在广东分离到假隔链格孢菌, 并进行了该菌寄主范围及控草作用的初步研究^[9], 表明该菌是一种专一性强、选择性高的空心莲子草病原真菌, 在供试的 25 科 56 属 72 种植物中, 除苋科莲子草属的空心莲子草和莲子草外, 病菌不能侵染不同科及同科不同属的其他供试植物。莲子草假隔链格孢寄主专一性强, 对作物安全, 主要作用于空心莲子草叶片, 造成叶片大量枯死脱落, 从而使杂草丰度大幅降低。虽然空心莲子草繁殖力强, 但由于叶片大量脱落, 植株光合作用受到严重影响, 植株生长相应减缓, 密度也随之降低。田间试验结果也表明了这一点。此毒素是一种非寄主专化性毒素, 对空心莲子草等杂草类植物均有致病活性。曾永三等研究了此毒素处理空心莲子草时的作用机理, 证明在处理后的前、中期, 此毒素抑制了空心莲子草叶片组织内保护酶系统 (CAT、POD 等) 的作用, 可能使这些活性氧清除系统遭到破坏, 叶片组织抗性下降, 细胞因此

收稿日期: 2007-10-22

基金项目: 重庆市科技攻关项目 (编号: 20016599)。

作者简介: 陈燕芳 (1982—), 女, 新疆人, 硕士研究生, 主要从事除草剂研究。E-mail: chenylwell@126.com。

通讯作者: 丁伟 (1966—), 男, 河南人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事植物源农药的研究。Tel: (023) 68250218; E-mail: dwing818@yahoo.com.cn。

受到伤害,最终使空心莲子草叶片出现受害症状。此毒素具有进一步研究开发的潜力。

2002 年,谭万忠^[5]、涂永勤^[11]等从空心莲子草病株上分离到一种镰刀菌(*Fusarium* sp.),经研究发现,该菌菌体及代谢产物对空心莲子草均具有除草活性。代谢产物主要作用于空心莲子草叶片,使叶片组织变黄,最后枯萎死亡,是系统发病,发病死亡快。而用病菌分生孢子接种时致使植株叶片组织失水、发黄、脱落或从节间处折断枯死,开始时是局部发病,有病斑形成,最后全株发病枯死,两者在症状上有相似之处,亦不完全相同。说明镰刀菌病菌对寄主的控制作用主要是通过有毒代谢物。其有毒代谢物的性质、结构及化学组分有待进一步研究。

1988 年,谭万忠等在我国重庆地区的空心莲子草病株上发现炭疽菌,经分离培养观察和按 Koch'S 证病律并结合症状特征鉴定,其病原物为一种毛盘孢菌(*Colletotrichum* sp.)^[12]。另外,在空心莲子草上还发现了立枯丝核菌、链格孢菌、茎点菌(*Phoma* spp.)、喙孢霉菌(*Rhynchosporium* sp.)等病原菌^[7,13],在四川雅安空心莲子草根部分发现了一种根结线虫(*Meloidogyne* sp.)^[14]。但这些微生物对空心莲子草控制作用不明显。虽然自然发生的微生物对空心莲子草的控制作用很小,但微生物活体及其在空心莲子草植株上的代谢产物具有潜在的控制空心莲子草的能力,因此需要对空心莲子草微生物及其代谢产物作更深入的研究,以在人为干预下造成病害流行达到利用微生物有效地控制空心莲子草或直接开发利用其代谢产物控制空心莲子草的目的。此外,尽管微生物不能杀死杂草,但就控制杂草蔓延危害,削弱杂草在田间的竞争力而言,代谢产物的相关研究,表明上述微生物是具有开发潜力的空心莲子草生防微生物。

2 天敌昆虫防除

长期以来,科学家一直在寻找天敌对空心莲子草进行生物防除,主要是空心莲子草叶甲(*Agasicles hygrophila*)^[7]。空心莲子草叶甲为鞘翅目叶甲科跳甲亚科昆虫,又名曲纹叶甲、条纹叶甲、莲草直胸跳甲等,生命周期较短,仅有 30 d,不适宜生存于温度过高或过低的环境中,成虫与幼虫皆取食空心莲子草,是空心莲子草的专食性天敌^[15]。

在美国,1963 年空心莲子草为害面积达到 39 000 hm²,到 1981 年为害面积少于 400 hm²,空心

莲子草为害面积大幅度减少主要归功于美国引进空心莲子草天敌昆虫进行生物防治^[16]。从这些数据明显得出空心莲子草天敌昆虫对其有很好的防除作用。美国针对空心莲子草首先引入的生防昆虫是空心莲子草叶甲,于 1964 年从阿根廷引入到美国加利福尼亚州和南卡罗来纳州控制该草,并获得成功,此法成为生物防除水生杂草的范例。随后被引入到美国其他州,及澳大利亚、新西兰、中国、泰国等国家。

在我国,1986 年中国农业科学院生物防治研究所从美国 Florida 引入空心莲子草叶甲,先后在北京、重庆和湖南进行生物学、食性及繁殖除草试验获得成功。还在云南、广西和福建释放,目前已在我国定居。这种昆虫目前在广东、香港、广西、台湾、湖南、四川等地均可发现,对水花生起到一定的抑制作用。该甲虫在五岭以北地区难以自然越冬,冬季需人工作越冬保护。由于叶甲无休眠习性,在整个冬季必须有新鲜饲草供应。空心莲子草叶甲成虫和幼虫取食叶片,在食光叶片后成虫迁飞转移。幼虫啃食茎秆,大龄幼虫蛀孔于茎秆内化蛹,由于叶片被食光,茎秆蛀空折断,地下及水面以下部分得不到营养而逐渐死亡腐烂。试验表明,如在同一地点连续释放 2~3 年,空心莲子草可基本得到控制。叶甲成虫扩散能力较强。在释放中心当叶片被食光后,成虫向四周呈辐射状转移,其范围可达 5 km。1988~1994 年,在湖南长沙、常德、岳阳及临湘释放空心莲子草叶甲约 3.6 万 hm²,控草效果极为理想^[17]。在滨湖区释放叶甲后,沟港排灌畅通,对防洪排涝、抗旱引水极为有利,取得了良好的社会效益。在长沙释放的当年就能控制释放区的空心莲子草。虽然其对温暖地区水域空心莲子草有较好的防除效果,但对陆生空心莲子草和夏季温度较高或冬季温度较低水域的空心莲子草防除效果很差。

空心莲子草蓟马(*Amynothrips andersoni*)是空心莲子草第二种生防天敌^[16,18]。空心莲子草蓟马的生命周期为 28 d,成虫与幼虫皆可取食空心莲子草。在美国 7 个州进行释放都能成功越冬,但其作用效果目前还不十分确定。鳞翅目斑螟科的空心莲子草斑螟(*Vogtia malloi*)也可以作为一种生防天敌防除空心莲子草,生命周期为 39 d,仅幼虫取食空心莲子草。空心莲子草斑螟通常将卵产在植株顶部,孵化后幼虫钻入空心莲子草空茎中取食空心莲子草。在美国 5 个州释放空心莲子草斑螟,在空心莲子草分布区域的北部范围取得显著防治效果^[14]。空心莲

子草斑螟对水生空心莲子草有明显控制效果,但对陆生型没有效果^[18]。此外,由于空心莲子草已在一些地区建立了稳定的种群,当地的一些生物会利用这种丰富的资源,作为自己的食物。已有一些当地的昆虫取食了空心莲子草,如我国南方的波纹眼蛱蝶把空心莲子草作为寄主植物,并能完成生长发育^[19]。其他可以取食空心莲子草的昆虫种类比较多,包括跳甲、龟甲、夜蛾、卷叶螟、灯蛾、蛱类、蚜虫、负蝗等^[20],但专一性较差。上述昆虫对空心莲子草的控制效果及对环境等的作用还处于研究阶段。

3 展望

目前,空心莲子草微生物防除仍处于研究阶段,没有实质性的应用。而应用天敌昆虫如空心莲子草叶甲对温暖地区水生型植株防除效果较好,但对陆生空心莲子草和夏季温度较高或冬季温度较低的水域对空心莲子草防除效果不佳。此外,机械、人工防除适用于密度较小或新入侵的空心莲子草种群。用草甘磷、使它隆、甲磺隆、水花生净等除草剂作化学防除,短期内对地上部分有效,但对空心莲子草老茎和根部作用效果差,并且这些除草剂选择性较差,在农田、水库、河流、草坪等处使用时技术要求高,部分药剂被禁用或限用。由于空心莲子草根茎再生能力强,割草、放牧等机械防除和化学防除只能杀死地上部分,而后空心莲子草很快又抽出新苗,扩展迅速^[17,21]。空心莲子草属水生及半水生性杂草,对水面草害进行机械防除和化学防除难度很大,作用有限,而且严重污染水域,还很可能促进其扩散,因为机械防除和化学防除造成的空心莲子草碎片很容易恢复生命并繁殖为害。

单一一种防除方法不可能有效防除空心莲子草,要应用检疫防除、农业防除(机械、放牧、人工防除等)、化学防除和生物防除有机结合的综合防除措施,因地制宜,在农业科学研究者、政府机构、民间机构及传媒、群众相互协作的基础上控制和防除空心莲子草。杂草科学和植物保护等研究领域研究者应继续努力进行相关研究,主要在生物防除和化学防除方面。生物防除领域中在继续研究和寻找天敌对该草进行生物防除的同时,加大研究具有开发潜力的空心莲子草生防菌及其代谢产物等,对开发微生物制剂具有一定的作用。将微生物及其代谢产物和化学除草剂混用,研制一些适宜的复合制剂也具有一定的潜在性。在化学防除方面,进一步根据除草剂复

配原理筛选适合的药剂和研究开发新的药剂,如加入生物体或毒素等,都有研究的必要。另外,一些植物间具有明显的化感作用。其中,我们发现在空心莲子草生长茂密的花园中种植几株黄花蒿,一段时期后空心莲子草明显被抑制,这也许是黄花蒿植株的遮挡阳光等作用,也许就是黄花蒿对空心莲子草具有化感作用,我们将进一步研究。同时,政府部门加强检疫,加大支持力度,鼓励研究,号召民众、民间机构及传媒发挥积极作用,让大家充分认识空心莲子草的危害和防除方法,群众积极行动起来拔除花园、院落及街道中的空心莲子草,并且在专家的指导下科学应用生物防除和化学防除相结合的方法防除田间、果园、草坪等处的空心莲子草。这样才能有效地控制和防除全球性恶性杂草——空心莲子草。

参考文献:

- [1] Michael H, Julien B, Skarlat T, et al. Potential geographical distribution of alligator weed and its biological control by *Agasicles hygrophila* [J]. *J Aquat Plant Manage*, 1995, 33: 55 - 60.
- [2] 张格成, 李继祥, 陈秀华. 空心莲子草主要生物学特性研究[J]. *杂草科学*, 1993(2): 10 - 12.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 236.
- [4] Barreto R W, Tones A N L. *Nimbya ahemantherae* and *Cercospora ahemantherae*: two new records of fungal pathogens on *Ahemanthera philoxeroides* (alligatorweed) in Brazil [J]. *Australasian Plant Pathology*, 1999, 28(2): 103 - 107.
- [5] Tan W Z, Li Q J, Qing L. Biological control of alligatorweed (*Alternanthera philoxeroides*) with a *Fusarium* sp. [J]. *Bio Control*, 2002, 47(4): 463 - 479.
- [6] 谭万忠, 顾春燕. 空心莧炭疽病菌的生物学特性及病害田间消长规律研究[J]. *云南农业大学学报*, 1993(3): 249 - 251.
- [7] Michael J, Shon S, Rebecca C. 2nd alligator - weed workshop[C]. NSW(Aus): [press unknown], 2004.
- [8] Kimura Y, Nishibe M, Nakajima H, et al. Vulculic acid, a pollen germination inhibitor produced by the fungus, *Penicillium* sp. [J]. *Agric Biol Chem*, 1991, 55(4): 1137 - 1138.
- [9] 向梅梅, 曾永三, 刘 任, 等. 莲子草假隔链格孢的寄主范围及对空心莲子草的控制作用[J]. *植物病理学报*, 2002, 32(3): 286 - 287.
- [10] 曾永三, 向梅梅, 谢燕平. 莲子草假隔链格孢毒素的致病机理研究[J]. *仲恺农业技术学院学报*, 2005, 18(4): 1 - 5.
- [11] 涂永勤, 胥秀英, 付善权, 等. 空心莲子草叶斑病菌及代谢产物除草活性研究[J]. *重庆中草药研究*, 2003(2): 15 - 17.
- [12] Tan W Z. A species of *Colletotrichum* attacking alligatorweed (*Alternanthera philoxeroides*) [C]//Beijing, China: Proceedings of Annual Symposium of the Chinese Society for Mycology. 1993: 87 - 89.

(下转第 12 页)

杂草稻的发生及其控制措施

马国兰, 刘都才, 刘雪源

(湖南省植物保护研究所, 湖南长沙 410125)

摘要: 杂草稻的发生与耕作方式、栽培方式等因素有关。杂草稻不仅严重影响水稻的产量, 而且降低水稻的商品价值。应采取预防、调整耕作栽培方式以及化学防除的杂草稻综合防治措施对杂草稻进行积极的控制。

关键词: 杂草稻; 起源; 危害; 特点; 控制

中图分类号: S451.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-935X(2008)01-0012-03

杂草稻是一种世界范围内危害水稻生产的具有杂草特征的水稻, 它也是一种与栽培稻十分相似的杂草, 从形态上看它介于野生与栽培以及籼稻与粳稻之间, 与栽培稻不易区别, 只是苗期植株比栽培稻高, 出穗及成熟期早, 边成熟, 边落粒, 稻谷形状与早年种植的杂交籼稻相似, 成熟后脱落于田中, 萌发成第二年杂草, 因此称之为杂草稻 (*Oryza sativa* L.)^[1]。因糙米红色, 生产上多叫“红米稻”。目前, 世界上许多种植水稻的国家和地区都广泛分布着这种与栽培稻伴生且具有半野生特性的杂草^[2]。在亚洲、非洲、欧洲、南美洲、北美洲以及大洋洲的 50 多个国家和地区都有关于杂草稻分布的报道^[3]。

近年来, 我国水稻生产中也出现了杂草稻, 不仅在直播稻和套播稻等轻型栽培稻田发生, 常规移栽稻田也较多。

它作为普通野生稻和栽培稻之间遗传因子相互渐渗而形成的一种稻种类型, 一方面它从普通野生稻中继承且在长期的野生环境中积累了众多非生物胁迫抗性的遗传因子, 适应性和抗逆性较强。因此在水稻品种改良上是一个优良的稻种资源。但另一方面在外在生长特性上, 由于杂草稻发芽早、分蘖力强、植株高大, 因此在稻田中与栽培稻竞争生长资源如养分、水分和阳光等, 它占有绝对的优势, 且落粒性强, 因而严重影响水稻产量^[4]。另外, 杂草稻红籼米严重影响了稻米的纯度, 使其品质下降, 大大降低了稻米的商品价值。而且其变异类型也非常丰富, 抗逆性强, 很难对其进行有效的控制, 已经成为世界上温带地区一些种植水稻国家中仅次于稗草

收稿日期: 2007-12-21

作者简介: 马国兰(1977—), 女, 湖南邵阳人, 硕士, 主要从事农田杂草及其防控研究。E-mail: mgiczzq@163.com。

(上接第 11 页)

- [13] Cothier E J, Gilbert R L, Pollock D C. First record of *Rhynchosporium alismatis* on *Alisma lanceolatum* and *Danthonia minus* [J]. Australasian - Plant - Pathology 1994, 23(2): 46-49.
- [14] Gong G S, Zhang S R, Jiang S R, et al. A root knot nematode of *Alternanthera philoxeroides* in Yang'an Shichuan [R]. The Expectation of Plant Protection in the 21th Century, 2000: 927.
- [14] 吴珍泉, 蔡元呈, 郭振铎, 等. 温、湿度对空心莲子草叶甲生长发育的影响 [J]. 福建农业大学学报: 自然科学版, 1994, 23(1): 46-50.
- [15] Anonymity. Biological control insects for aquatic and wetland weeds, alligatorweed *Alternanthera philoxeroides* [EB/OL]. [2007-10-15] <http://plants.ifas.ufl.edu/alligat.htm>.
- [16] 李宏科, 李 萌, 李 丹. 空心莲子草及其生物防治 [J]. 世界农业, 2000(2): 36.
- [17] 虞国跃. 水花生的生物防治 [EB/OL]. [2004-9-26] <http://www.bjcp.gov.cn/bjcpzc/tzsr/kcsj/ygzw/26657.shtm>.
- [18] National Weeds Strategy Executive Committee. Commonwealth of Australia and the National Weeds Strategy Executive Committee [C]. Launceston (Aus): National Weeds Strategy Executive Committee, 2000.
- [19] John R W, Alice Y, Shon S, et al. Rapid response to shoot removal by the invasive wetland plant, alligator weed (*Alternanthera philoxeroides*) [J]. Environmental and Experimental Botany, 2007, 60(1): 20-25.
- [20] Lin G L, Yang Y Z, Hu J S. Biology and control of the alligatorweed [J]. Jiangsu agri Sci, 1990, 11(2): 57-63.
- [21] Shon S S, Alice G Y, John R W, et al. Herbivory, mowing, and herbicides differently affect production and nutrient allocation of *Alternanthera philoxeroides* [J]. Aquatic Botany, 2007, 86(1): 62-68.