



北方富含天敌的功能植物的发现与应用*

杨泉峰^{1,3} 欧阳芳¹ 门兴元² 戈峰^{1,3**}

(1. 中国科学院动物研究所, 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101; 2. 山东省农业科学院植物保护研究所, 济南 250100; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要 蛇床 *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. 是我国大部分地区均有分布的一种具有重要药用经济价值的植物。我们于 2012 年 6 月最先在北方发现蛇床上富含瓢虫、食蚜蝇等天敌昆虫, 具备功能植物的基本特征。进一步研究发现, 蛇床可使天敌昆虫提前迁入, 在麦田害虫发生之前助增天敌瓢虫迁入麦田控害, 且作为小麦、玉米之间的廊道以及它们收获后天敌的保育场所, 从而周年实现对害虫的生态调控。蛇床同时具有种植管理轻简, 适生性强, 种子不扩散到农田内部成为杂草, 且具观赏功能等可应用特点。因此, 通过作物周边种植蛇床, 作为害虫生态调控的一种新途径, 可为农民实现增收、减少化学农药的使用、改善生态环境, 具有重要的经济价值、生态价值和社会价值。

关键词 蛇床 功能植物 天敌昆虫

Discovery and utilization of a functional plant, rich in the natural enemies of insect pests, in northern China

YANG Quan-Feng^{1,3} OUYANG Fang¹ MEN Xing-Yuan² GE Feng^{1,3**}

(1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. is a plant with important medicinal, economic value that is distributed in most parts of China. In June 2012, we first discovered that it was rich in natural enemies of pest insects, such as ladybugs and hoverflies, and has the basic feature of a functional plant. Further research found that *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. not only advanced the occurrence of predatory insects and their movement into the wheat field to control insect pests, but that it can also act as corridor between different wheat and as a shelter for natural enemies after the harvest. In other words, *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. can promote the control insect pests year-round in crop fields. Moreover, *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. has the advantages of being easily planted and managed, is highly adaptable, does not spread into the farmland to become a weed, and is ornamental. Therefore, *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. provides a new way of controlling pests that can increase farmers' income, reduce the use of chemical pesticides and improve the environment, all of which have important economic, ecological, and social benefits.

Key words *Cnidium monnieri* (L.) Cuss., functional plant, natural enemies

功能植物被认为是害虫生态调控的一个重要手段 (Landis *et al.*, 2000)。作为一种功能植物, 通常具备能够提供天敌适合的花粉及花蜜、越夏或越冬场所、害虫不取食危害、对害虫及天敌有趋避或诱集作用等重要的特征 (赵紫华等,

2013)。常见的功能植物包括蜜粉源植物、栖境植物、诱集植物等。其中, 筛选合适的功能植物一直是害虫生态调控研究热点。在我国南方稻区, 已发现诱杀水稻螟虫的香根草 (陈先茂等, 2007; 郑许松等, 2009; 高广春等, 2015)、提

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划重点专项(2017YFD0200400); 国家自然科学基金面上项目 (31572059)

**通讯作者 Corresponding author, E-mail: gef@ioz.ac.cn

收稿日期 Received: 2018-08-10, 接受日期 Accepted: 2018-09-16

高螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis* Ishii 和稻虱缨小蜂 *Anagrus nilapareatae* Pang et Wang 等螟虫天敌寿命的功能植物芝麻 (Zhu et al., 2013, 2015, Gurr et al., 2016)。在我国新疆棉区, 已表明在棉花带边缘种植苜蓿功能植物带, 通过刈割苜蓿, 使苜蓿上蚜虫提前扩繁的大量瓢虫等捕食性天敌转移到棉花上控制棉蚜 (张润志等, 1999)。而在我国北方地区, 小麦-玉米轮作是目前最为普遍的种植模式, 但富含大量天敌昆虫的可用于麦田、玉米田开展害虫生物防治的功能植物少有报道。

自 2012 年 6 月欧阳芳博士在中国科学院山东禹城综合实验站开展田间实验时, 最先发现麦田周围富含龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* Thunberg、异色瓢虫 *Harmonia axyridis* Pallas 等天敌昆虫的功能植物蛇床 *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. (图 1) 以来, 近几年进一步围绕功能植物蛇床, 开展了一系列的研究, 本文将从功能植物蛇床的研究背景与发现过程、主要特征、作用特点、作用方式及其应用前景展望进行介绍, 旨在将蛇床发展成北方最为重要的害虫生态调控的功能植物之一。

1 功能植物蛇床的发现过程

寻找能为天敌提供适合的花粉及花蜜、越夏或越冬场所、且害虫不取食危害、对害虫及天敌有趋避或诱集作用等作用的功能植物, 一直是害虫生态调控研究的重要内容之一。自 20 世纪 90 年代开始, 提出了棉田害虫生态调控方法 (戈峰, 1998)。之后又进一步提出了区域性害虫生态调控的理论与方法, 认为害虫的管理必须从景观生态学的角度, 从空间上注重害虫及其天敌在不同作物上的转移扩散动态, 从时间上强调各代害虫及其天敌在主要寄主作物不同发育阶段上发生的全过程, 从技术上着重发挥以生物因素为主的综合措施 (戈峰, 2001); 并开展了以华北重要作物小麦、玉米和棉花等作物的害虫为研究对象, 对多种作物上的害虫开展生态调控的研究 (Men et al., 2003, 2005)。之后, 探究了不同

作物组合种植方式下害虫和天敌的种群数量动态, 分析了作物多样性、害虫多样性和天敌多样性的关系 (Zhao et al., 2013), 提出了加强基于景观多样性的有害生物生态调控作用机制研究 (戈峰等, 2017), 且以山东省各县小麦害虫及其天敌为对象, 定量评估了农田景观组成类型、构成比例和形状结构对麦蚜及其天敌种群影响的作用大小, 发现通过优化农田景观中作物与非作物生境布局, 种植功能植物, 可直接调节和增加天敌昆虫种类与数量, 有效控制和减少小麦蚜虫的种群数量, 从而提高区域性农田景观中天敌昆虫的生物控害服务功能 (欧阳芳等, 2016)。

为开展基于景观多样性的区域性害虫生态调控, 需要通过筛选或者寻找功能植物, 种植功能植物保育与调节天敌种群以抑制害虫种群数量。为此, 一方面在农田中种植近 100 种开花植物, 以待发现生态效应较高的功能植物; 另一方面寻找和观察本地植物, 在华北典型代表的山东区域调查各类本地植物的生活史及其害虫和天敌种类与数量的基础上, 欧阳芳等于 2012 年 4 月份在山东省禹城市小麦种植区域, 经过 2 个多月连续跟踪调查发现小麦田埂上的一种草本植物蛇床, 学名为 *Cnidium monnieri* (L.) Cuss. 具备功能植物的特征, 且富含龟纹瓢虫、异色瓢虫等天敌昆虫 (图 1)。

2 主要特征

蛇床, 学名为 *Cnidium monnieri* (L.) Cuss., 又名野茴香、野胡萝卜子, 属伞形科、蛇床属的一年生草本植物, 高 10-60 cm。蛇床根圆锥状, 较细长; 茎直立或斜上, 多分枝; 下部叶具短柄, 上部叶柄全部鞘状; 复伞形花序直径 2-3 cm; 总苞片 6-10, 小总苞片多数, 小伞形花序具花 15-20; 花瓣白色, 先端具内折小舌片; 花柱基略隆起; 分生果长圆状, 胚乳腹面平直。花期 4-7 月, 果期 6-10 月。蛇床的果实称为“蛇床子”, 入药有燥湿、杀虫止痒、壮阳之效 (中国植物志编委会, 1985)。图 2 为蛇床田间出苗至果熟期的照片。

蛇床用种子繁殖，生于田边、路旁、草地及河边湿地，春夏秋冬均可播种；它分布于中国华北、华东、西南、中南、西北、东北等地区，朝鲜、北美及其它欧洲国家亦有分布。



图 1 2012 年 6 月 5 日，中国科学院禹城综合实验站实验田路旁，蛇床 (*Cnidium monnieri* (L.) Cuss.) 上大量龟纹瓢虫、异色瓢虫

Fig. 1 On June 5, 2012, a large number of ladybugs of *Harmonia axyridis* Pallas and *Propylaea japonica* Thunberg on *Cnidium monnieri* (L.) Cuss, which was at a roadside of the experimental station of the Yucheng Comprehensive Experimental Station of the Chinese Academy of Sciences

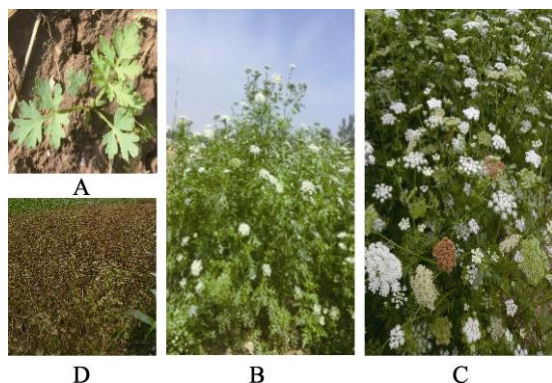


图 2 2017 年，山东省农业科学院济阳实验基地，蛇床苗期 (A)、花期 (B) 及果熟期-成熟开始期 (C)、果熟期-全熟期 (D) 的照片

Fig. 2 Photographs of *Cnidium monnieri* (L.) Cuss during seedling period (A), flowering period (B) and fruit ripening stage - mature beginning period (C) fruit ripening stage - full ripening period (D) at Jiyang Experimental Station of Shandong Academy of Agricultural Sciences in 2017

3 作用特点

蛇床作为一种富含天敌昆虫的功能植物，有很多独特的优点。

3.1 保育天敌生态控害

作为一种功能植物，能够保育天敌控制害虫是最基本的功能属性。蛇床能助力瓢虫类天敌提前迁入，所富含的天敌在害虫发生时迁入麦田控制麦蚜，在小麦收获后作为天敌的栖息场所，具有很好的天敌保育及维持作用。

3.2 种植管理轻简

种一次、使用多年，不需要特殊肥水管理。种子秋季播种，冬季宿根越冬，来年苗子返青至夏季种子成熟，部分种子脱落后，秋季再进入下一生长季，部分种子出苗晚的，宿根越冬来年再出苗，如此周而复始，实现一次播种便可常年自繁，可大量减少人力物力的投入。

3.3 适生性强、应用区域广

蛇床耐寒与抗旱，适应性广，且对土壤及前作要求不严，因此在我国的大部分地区均有分布。

3.4 种子不扩散，不会成为杂草

蛇床种子成熟后直接落在原地，不会扩散到农田内部成为杂草干扰作物的生长。

3.5 具有经济价值

蛇床种植成本低且是一种中草药材，具有很高的经济价值，农民可以采收，实现增收。同时，散落的蛇床种子就够下一年的种源。

3.6 美丽乡村功能

蛇床花期长，可持续近 2 个月，蛇床花白色，复伞形花序，具有很高的美化欣赏价值，对乡村田园具有美化功能并提供很好的观赏价值，有助于建设美丽乡村。

4 作用的方式

蛇床作为一种功能植物，能涵养或保育大量天敌，其作用的方式是多方面的。

4.1 天敌提前迁入

小麦拔节初期，麦蚜几乎不发生时，此时蛇床上大量发生的一种害虫为胡萝卜微管蚜

Semiaphis heraclei (Takahashi) (图 3), 使大量七星瓢虫幼虫、异色瓢虫幼虫 (图 4) 提前迁入到蛇床上。胡萝卜微管蚜又名芹菜蚜, 隶属半翅目 Hemiptera, 蚜科 Aphididae, 半蚜属 *Semiaphis van der Goot*, 是伞形科蔬菜、中草药以及忍冬科金银花的重要害虫, 主要危害寄主植物的茎、嫩梢、叶和花蕾 (王堇秀等, 2016), 但该蚜虫对小麦不产生危害。



图 3 危害蛇床的胡萝卜微管蚜
Semiaphis heraclei (Takahashi)

Fig. 3 The *Semiaphis heraclei* (Takahashi) that feeding on *Cnidium monnieri* (L.) Cuss



图 4 蛇床上大量的异色瓢虫幼虫

Fig. 4 The larve of *Harmonia axyridis* Pallas on *Cnidium monnieri* (L.) Cuss

4.2 害虫发生前天敌助增与迁入

麦蚜发生前, 蛇床上涵养大量七星瓢虫成虫 (图 5)、异色瓢虫成虫 (图 6), 麦蚜发生时, 大量瓢虫成虫迁入麦田控制麦蚜。

4.3 廊道功能

小麦黄熟麦蚜迁走后, 麦田天敌缺乏栖息生境及食物来源, 此时蛇床仍处于花期, 花粉可被

龟纹瓢虫 (图 7)、食蚜蝇 (图 8) 等天敌取食从而延长其寿命且蛇床可作为天敌的栖息生境, 天敌转移至蛇床上, 待蛇床花枯萎后, 天敌再转移到玉米等其他作物上进行控害。



图 5 蛇床上大量的七星瓢虫成虫

Fig. 5 The adults of *Coccinella septempunctata* Linnaeus on *Cnidium monnieri* (L.) Cuss



图 6 蛇床上的异色瓢虫成虫

Fig. 6 The adults of *Harmonia axyridis* Pallas on *Cnidium monnieri* (L.) Cuss



图 7 蛇床上大量的龟纹瓢虫成虫

Fig. 7 The adults of *Propylaea japonica* Thunberg on *Cnidium monnieri* (L.) Cuss



图 8 蛇床上的食蚜蝇成虫
Fig. 8 The adults of hoverfly on
Cnidium monnieri (L.) Cuss

4.4 作物收获后天敌的保育

玉米生长季,蛇床果实成熟后洒落原地继续进入下一个生长季,玉米收获后,玉米上天敌缺乏食物来源及栖息生境,蛇床此时正处于花期,瓢虫、草蛉等天敌转移到蛇床上,对天敌有一个很好的保育作用。

显然,蛇床物候期与北方主要作物的物候期及害虫的发生期相匹配,能够对天敌实现持续性的涵养与保育,从而实现周年对害虫的生态调控。

5 应用前景展望

从区域性的尺度开展农田景观设计涵养自然天敌持续调控害虫是目前开展害虫综合防治的重要方法与发展方向。选择合适的功能植物开展区域性农田景观设计是其中十分关键的一环。蛇床作为一种富含天敌的具有很多优点的功能植物,区域性种植蛇床涵养天敌持续调控害虫具有好的应用前景,由于蛇床适生性广,能在山东、河北、河南、江苏、安徽、山西的黄淮海冬小麦-夏玉米产区 and 东北春小麦、玉米产区等北方地区进行区域性种植。

应用蛇床开展农田景观设计,不仅能够涵养天敌持续性调控害虫实现生态控害,还能产生巨大的经济价值、生态价值和社会价值。

经济价值。作为一种有重要的药用经济价值

的功能植物,种植蛇床带的小麦-玉米田,化学农药使用量少,生产出来的粮食是无公害健康的生态农产品,市场价格高,且农民采收蛇床子可以售卖,可为农民带来高额回报,具有巨大的经济价值。

生态价值。区域性地应用蛇床开展农田景观设计涵养自然天敌可减少化学农药的使用,减少农田、河流的化学农药污染,改善和平衡生态环境,同时,蛇床适生性广,可以在一些土壤贫瘠的地方,如盐碱地种植,达到改良土壤,绿化环境的作用,从而为生态文明建设贡献一份力量。

社会价值。区域性地应用蛇床开展农田景观设计涵养自然天敌持续调控害虫为害虫的综合防治和可持续控制提供了一条新途径。该途径可以减少化学农药的使用,减少粮食中的农药残留,从而从源头保障粮食生产加工的原材料安全。蛇床花期近 2 个月,复伞形花序,具有很高的美化欣赏价值,对乡村田园具有美化功能并提供很好的观赏价值,有助于建设美丽乡村和乡村振兴,从而实现其社会价值。

为了实现区域性种植功能植物蛇床开展农田景观设计涵养自然天敌持续调控害虫,还需要通过严格科学的实验方法在多年多地开展研究,进一步明确其机制,发现其规律,从而为构建良好的应用生产模式打下坚实的基础。

参考文献 (References)

- Chen XM, Peng CR, Yao FX, Guan XJ, Wang HL, Deng GQ, 2007. Study on technique and effect of vetiver for trapping and killing rice borer. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 19(12): 51-52. [陈先茂, 彭春瑞, 姚锋先, 关贤交, 王华伶, 邓国强, 2007. 利用香根草诱杀水稻螟虫的技术及效果研究. 江西农业学报, 19(12): 51-52.]
- Editorial committee of Flora of China, 1985. *Flora of China*. Vol. 55. Beijing: Science Press. 221. [中国植物志编委会, 1985. 中国植物志. 第 55 卷. 北京: 科学出版社. 221.]
- Gao GC, Li J, Zheng XS, Xu HX, Yang YJ, Lu ZX, 2015. Effects of extracts from *Vetiveria zizanioides* on growth and development, activities of protective enzymes of *C. Supperssalis*. *Bulletin of Science and Technology*, 2015 (5): 97-101. [高广春, 李军, 郑许松, 徐红星, 杨亚军, 田俊策, 吕仲贤, 2015. 香根草提取物对二化螟生长发育及体内保护酶活力的影响. 科技通报,

- 2015 (5): 97–101.]
- Ge F, 1998. The principles and methods of ecological regulation and management of pests. *Chinese Journal of Ecology*, 17(2): 38–42. [戈峰, 1998. 害虫生态调控的原理与方法. 生态学杂志, 17(2): 38–42.]
- Ge F, 2001. The principles, methods and practices of regional ecological regulation and management of pests. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 38(5): 337–341. [戈峰, 2001. 害虫区域性生态调控的理论、方法及实践. 应用昆虫学报, 38(5): 337–341.]
- Ge F, Ouyang F, Men XY, 2017. Ecological effects of regional agricultural landscape on insects and prospects. *Bulletin of the Chinese Academy of Sciences*, 32(8): 830–835. [戈峰, 欧阳芳, 门兴元, 2017. 区域性农田景观对昆虫的生态学效应与展望. 中国科学院院刊, 32(8): 830–835.]
- Gurr GM, Lu ZX, Zheng XS, Xu HX, Zhu PY, Chen GH, Yao XM, Cheng JA, Zhu ZR, Catindig JL, Villareal S, Chien HV, Cuong LQ, Channoo C, Chengwattana N, Lan LL, Hai LH, Chaiwong JT, Nicol HI, Perovic DJ, Wratten SD, Heong KL, 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nature Plants*, 2(2): 16014–16014.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.*, 45: 175–201.
- Men XY, Ge F, Edwards CA, Yardim EN, 2005. The influence of pesticide applications on *Helicoverpa armigera* Hubner and sucking pests in transgenic Bt cotton and non-transgenic cotton in China. *Crop Protection*, 24(4): 319–324.
- Men XY, Ge F, Liu XH, Yardim EN, 2003. Diversity of arthropod communities in transgenic Bt cotton and nontransgenic cotton agroecosystems. *Environmental Entomology*, 32(2): 270–275.
- Ouyang F, Ge F, Xu WH, 2017. Chinese Bio-disaster Accessment. Beijing: Science Press. 1–321. [欧阳芳, 戈峰, 徐卫华, 2017. 中国生物灾害评估. 北京: 科学出版社. 1–321.]
- Ouyang F, Men XY, Guan XM, Xiao YL, Ge F, 2016. Ecological effect of regional agricultural landscape pattern on wheat aphids and their natural enemies. *Sci. Sin. Vitae.*, 46(1): 139–150. [欧阳芳, 门兴元, 关秀敏, 肖云丽, 戈峰, 2016. 区域性农田景观格局对麦蚜及其天敌种群的生态学效应. 中国科学: 生命科学, 46(1): 139–150.]
- Wang JX, Li XJ, Wang N, 2016. Influence of temperature on the development, survival and reproduction of *Semiaphis heraclei* (Takahashi). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(3): 564–573. [王堇秀, 李学军, 王宁, 2016. 温度对胡萝卜微管蚜生长发育繁殖的影响. 应用昆虫学报, 53(3): 564–573.]
- Zhang RZ, Liang HB, Tian CY, Zhang GX, 1999. The biological mechanism of controlling cotton aphid by using the edge of cotton field. *Chinese Science Bulletin*, 44(20): 2175–2178. [张润志, 梁宏斌, 田长彦, 张广学, 1999. 利用棉田边缘苜蓿带控制棉蚜的生物学机理. 科学通报, 44(20): 2175–2178.]
- Zhao ZH, Ouyang F, Men XY, Liu JH, He DH, Ge Feng, 2013. Habitat management in biological control. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(4): 879–889. [赵紫华, 欧阳芳, 门兴元, 刘军和, 贺达汉, 戈峰, 2013. 生境管理——保护性生物防治的发展方向. 应用昆虫学报, 50(4): 879–889.]
- Zheng XS, Xu HX, Chen GH, Wu JX, Lu ZX, 2009. Potential function of sudan grass and vetiver grass as trap crops for suppressing population of stripped stem borer, *Chilo suppressalis* in rice. *Chinese Journal of Biological Control*, 25(4): 299–303. [郑许松, 徐红星, 陈桂华, 吴降星, 吕仲贤, 2009. 苏丹草和香根草作为诱虫植物对稻田二化螟种群的抑制作用评估. 中国生物防治, 25(4): 299–303.]
- Zhu PY, Gurr GM, Lu ZX, Heong KL, Chen GH, Zheng XS, Xu HX, Yang YJ, 2013. Laboratory screening supports the selection of sesame (*Sesamum indicum*) to enhance *Anagrus* spp. parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) of rice planthoppers. *Biological Control*, 64(10): 83–89.
- Zhu PY, Wang GW, Zheng XS, Tian J, Lu ZX, Heong KL, Xu HX, Chen GH, Yang YJ, Gurr GM, 2015. Selective enhancement of parasitoids of rice Lepidoptera pests by sesame (*Sesamum indicum*) flowers. *Biocontrol*, 60(5): 157–167.