

害虫综合治理中的非作物生境调控

高光澜 柳琮友 顾丁, 陈文龙* (贵州大学昆虫研究所贵州山地农业病虫害重点实验室, 贵州贵阳550025)

摘要 分析了非作物生境与害虫及其天敌之间的关系, 并阐明了非作物生境对害虫的调控作用。

关键词 非作物生境; 多样性; 害虫综合治理; 农田生态系统

中图分类号 S474 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)13-05507-03

Regulation of Non-crop in the Integrated Pest Control

GAO Guang-lan et al. (Guizhou Key Laboratory of Insect Pest Management for Mountainous Agriculture, Institute of Entomology of Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract The relationship between non-crop habitat and pests and their natural enemies were analyzed. And the regulation of non-crop habitat on pests were clarified.

Key words Non-crop habitat; Diversity; Integrated pest control; Farmland ecosystem

农田生态系统是一个开放的、不稳定的人工生态系统, 就其生境而言, 包括作物生境和非作物生境2部分。作物生境是害虫及其天敌滋生繁衍的主要场所, 而其周边的非作物生境则是害虫及其天敌寻求替代寄主或补充营养以及在空间上逃避不良环境条件的主要场所。20世纪70年代以来, 随着生物多样性保护、害虫生态控制和发展可持续农业等概念的提出, 非作物生境生态学日益受到生态学家和农学家的重视, 这方面的研究工作进展很快, 在理论和实践上不断取得新的研究成果^[1-3]。

1 非作物生境与害虫的关系

1.1 非作物生境为害虫提供食源 在农田生态系统中, 周边生境包括农田周围的田埂、水渠、杂草地、抛荒地、休耕地、篱墙、树林等^[4-5]。害虫在作物生境和其周边生境之间的活动, 有时因其中某一生境缺乏食物、转换寄主或受到人为干扰(如施用除草剂)而迁移。由于受人为栽培活动的干扰和影响, 作物生境处于经常的和季节性的变动之中, 当作物生境恶化或食物短缺时, 非作物生境可为害虫提供食物或暂栖地, 其中的植被或杂草可成为害虫的替代寄主^[6]。这类害虫大多数倾向于取食与作物具有近缘关系的野生植物, 超过200种的谷类作物害虫可利用在耕作区内分布广、数量多的野生杂草^[4]。

1.2 非作物生境为害虫休眠或滞育提供场所 非作物生境可为一些害虫的休眠或滞育提供庇护场所。在美国德克萨斯州北部平原, 大豆象甲(*Arthonomus grandis*)的发生与种植防护带有关, 这种防护带可以为象甲提供滞育越冬的场所^[7]。灰飞虱(*Loxophax striatellus*)能够在稻田外的杂草中以卵越冬^[8]。在我国, 二化螟(*Chilo suppressalis*)可以在稻田附近的茭白(*Zizania caduciflora*)上以幼虫越冬, 黑尾叶蝉(*Nephotettix cincticeps*)能以4龄若虫在田埂及灌溉渠附近的禾本科杂草上越冬^[9]; 麦长管蚜(*Macrosiphum avenae*)在盛夏季节可从稻田迁至生长在海拔500 m以上的禾本科杂草如马唐(*Digitaria sanguinalis*)和鹅观草(*Roegneria kanji*)上

越冬^[8]。

1.3 非作物生境对害虫分布格局的影响 非作物生境的植被可能影响某些作物害虫的分布格局及危害程度。小型的迁飞性昆虫, 如蚜虫、蓟马, 可能由于受到附近防风林的影响而集中在作物边缘^[10]。甘蓝蚜虫在毗连农田周围防护带迎风面的田边数量较多, 危害严重, 但也可能是其他物理因子引起蚜虫的死亡率增加、繁殖率下降。有些灌木篱墙的植物可以成为多种害虫的栖境, 以便它们迁移到邻近的苹果园^[11]。在英国, 冬尺蠖(*Operophtera brumata*)除了取食苹果外, 还可取食野生的山毛榉、橡树, 其幼虫可随风漂移, 因此, 篱墙和林地的树木对这种害虫就是非常重要的资源。林区边缘的地面可能有一些对作物害虫有吸引作用的植物。

1.4 非作物生境对害虫活动行为的影响 非作物生境中的植物可能通过影响害虫的活动行为或释放某种化学物质来引诱害虫, 从而减轻害虫对作物的危害^[8,12]。例如, 在研究黄瓜甲虫(*Diabrotica undecimpunctata*)时发现, 黄瓜(*Cucumis sativas*)纯作地里的甲虫种群明显地高于包括黄瓜及2种非寄主植物的混作种植地^[13]; 甲虫在纯作地里停留的时间要比混作地里长^[14]; 羽衣甘蓝的害虫黄条跳甲(*Phyllotreta cruciferae*)会分散到附近的十字花科植物上取食, 因为这些十字花科植物含有诱集跳甲的化学物质^[15-17]。

由此可见, 非作物生境对作物害虫的影响是多方面的, 因而可以通过改变非作物生境的组成、结构、覆盖度等, 来创造不利于作物害虫生存过渡, 且不招引害虫, 达到对作物害虫持续控制的目的。

2 非作物生境与害虫天敌的关系

2.1 非作物生境对天敌种类和数量的影响 非作物生境中的植物种类及其多样性对农田害虫天敌的种类和数量有很大的影响^[18]。这种影响主要表现在2个方面: 在作物生长期, 当遇到不利的农田生境条件时, 如食物短缺、施药或其他敌害等, 非作物生境为天敌提供替代猎物或寄主、补充营养和躲避场所; 在作物收获期间, 非作物生境作为维持天敌种群的过渡或桥梁场所, 为农田天敌群落的恢复重建提供种库(Species Pool)^[4-5,19-24]。

2.1.1 田埂为稻田天敌提供过渡场所和种库。 田埂上的节肢动物亚群落与田间的节肢动物亚群落存在密切关系, 田埂为稻田害虫天敌提供了一个良好的过渡场所和种库, 而田埂

基金项目 贵州省“十一五”农业科技重大攻关项目(20053001); 贵州省科技基金项目(20043024)。

作者简介 高光澜(1984-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 研究方向: 害虫综合治理。* 通讯作者。

收稿日期 2008-03-03

上杂草的高度和密度是影响天敌数量的主要生态因子^[25]。稻田稻飞虱卵寄生蜂与其周围非稻田生境的稻飞虱卵寄生蜂有着非常密切的关系,当水稻移栽后,非稻田生境的卵寄生蜂能快速迁回到稻田中寄生稻飞虱卵,稻田周围的杂草地是稻飞虱捕食性天敌黑肩绿盲蝽(*Cyrtorhinus lividipennis*)的临时栖息地^[26]。虽然非稻田生境对保护稻飞虱卵寄生蜂有很大作用,但对其寄生特性有较大影响^[27]。稻田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建和维持受温度、种库中卵寄生蜂种类、种库距稻田的远近、稻田中害虫种类和数量以及害虫防治策略等的影响^[28]。对广东省稻作区稻田与其周围的田埂和杂草地中的捕食性节肢动物天敌亚群落进行相似性分析,结果表明,在水稻生长初期,稻田中的捕食性天敌与水稻移栽前(休耕期)稻田周围的杂草地和田埂生境中的捕食性天敌亚群落的相似性较高,这说明田埂、杂草地与稻田具有较多的共有捕食性天敌物种。当稻田灌水翻耕时,稻田周围的田埂、杂草地等为从水稻田中迁出的捕食性节肢动物提供了庇护场所,对保护稻田捕食性天敌亚群落起了重要作用^[21,29]。

2.1.2 非作物生境植被类型和性质与天敌的类群和数量密切相关。在美国佛罗里达州北部,周围植被是松林和杂草的玉米田,其捕食者的密度及多样性比周围植被是高粱和大豆的玉米田高^[30];就某一特定的作物而言,其周围植被也可以影响天敌的迁移率及种群组分^[31]。在中欧,科技人员通过对步行虫进行比较深入的研究,认为捕食性步甲与树篱几乎没有联系,因此,在作物生长期和冬季,步甲很少迁居树篱。然而,在森林稀少的国家如英国,大田的步甲类群主要来自林地,许多种类在很大程度上依赖农区的树篱生存繁衍。*Agonum dorsale*就是一种在作物生境与非作物生境之间季节性迁居的步甲^[32]。在德国的莱茵兰,农田内的谷物收获后,农田周围的非作物生境中*A. dorsale*的数量急剧上升^[33]。

2.2 非作物生境对天敌寄生能力和捕食效能的影响 有研究报告,生活在田边杂草的替换寄主或猎物,可以提高肉食者对作物害虫的寄生和或捕食效能。因为许多寄生者和捕食者与寄主或猎物的生命周期不同步,必须依靠替换寄主来维持其种群的生存繁衍,特别是当田间的害虫稀少时,替换寄主就更为重要。在英国南部广泛种植的桤木(*Alnus spp.*)已经成为捕食性盲蝽(*Blepharidopterus angulatus*)的重要种库,这种盲蝽对苹果红蜘蛛(*Panonychus ulmi*)起了重要的调节作用。盲蝽在桤木上可以取食蚜虫和叶蝉,而在8月份,当蚜虫和叶蝉的数量减少时,盲蝽就迁移到附近的苹果园,取食并控制红蜘蛛的种群数量^[34]。开花的柳树(*Salix caprea*)可以在早春4月维持花螽(*Arthocoris nemorum*)和*A. nemoralis*的种群,这时候苹果蚜虫和苹果木虱刚开始孵化,当这2种害虫的数量上升时,花螽可以迁移到苹果园取食并起控制作用。

在许多情况下,大田周围的杂草和其他自然植被可为害虫天敌的替换寄主或猎物提供栖境,从而为作物害虫和肉食性昆虫在周而复始的生命循环中提供过渡食物资源。例如,在靠近野生黑莓(*Rubus spp.*)的葡萄园,卵寄生蜂(*Anagrus epos*)对葡萄叶星斑叶蝉(*Erythroneura elegantula*)的控制效能有

很大的提高,因为黑莓是另一种叶蝉 *Dikrella cruentata* (*Anagrus epos* 的替换寄主)的食物资源,在冬季, *Dikrella cruentata* 可在黑莓的叶片上繁殖^[35],亦即黑莓为这个种间相互作用系统提供了过渡性的食物资源。在葡萄园附近种植洋李树(*prune*),有利于 *Anagrus epos* 在早春建立种群;越冬后的 *Anagrus* 寄生蜂,与取食洋李树的莓实叶蝉(*Edwardsiana prunicola*)一起在春季迁入靠近洋李树的葡萄园,可以比周围没有种植洋李树的葡萄园提前1个月对葡萄叶星斑叶蝉起控制作用。研究人员建议,在葡萄园周围都应该种植树篱,也可以把这种树篱作为一种商业性的果园来管理,并尽可能多种一些有经济价值的树木,以期同时获得经济效益和生态效益。同样的研究也表明,在葡萄园附近种植菊科植物 *Baccharis pilularis*,可以通过为寄生蜂(如 *Exochus* 和 *Apanteles*)提供替换寄主而对柑橘卷叶蛾起到类似的控制作用^[36]。

因此,非作物生境对作物害虫的天敌种类、数量等的影响十分明显,并制约着作物害虫的发生数量及其为害程度。通过对非作物生境的管理,创造有利于天敌生存、繁衍,而不利于害虫生存的环境条件,在害虫持续控制中具有重要的作用。

3 非作物生境对害虫的调控作用

某些天敌的利用与对非作物生境的调控有关。在生产实践中,可以通过改变大田周围非作物生境的植被组成及其他特征来改变农业生态系统中害虫与天敌的相互关系,提高天敌对害虫的控制。20世纪80年代在英国进行的研究工作是通过生境管理来提高天敌的数量及效能,包括下列2点具体的管理方法^[37]: 人为创建一些非靶标作物的生境,为天敌提供越冬和避难场所(种库)。在新创建的庇护场所播种一些草本植物,如黑麦草(*Lolium*)、鸭茅草(*Dactylis*)、剪股颖(*Agrostis*)、绒毛草(*Hibiscus*),在作物栽培及生长期间,停止使用除草剂,这种做法可有效地为迁入的天敌提供种库。这样的庇护场所也可以种上一些蜜源植物,以吸引膜翅目和食蚜蝇科 *Syrphidae* 天敌。增加栖境的潜能。在现有大田周围栖境(如围篱)的基础上,增加新的天敌庇护场所,测定这些庇护场所的小气候变化及其与越冬捕食者数量的相互关系。如在玉米田与周围树篱之间的空地上种上稻、麦,可以创建具有良好微气候的栖境;也可以在这种新建的天敌庇护场所上种草,以改善围篱的质量。通过研究和阐明大田周围非作物生境在为天敌提供越冬场所、花蜜和花粉、替代猎物,以及为某些捕食者提供栖境等方面所起的作用,有利于在农田设计和创建合理的围篱,促进自然天敌的种群繁衍,提高天敌的控制效能^[38-39]。

4 结语

就害虫综合治理而言,以生物地理区域为单元要比以同类作物的田块为单元更加合适^[40]。应该把农田生态系统理解为一个较大的区域,包括那些能够通过不同群落之间进行生物、物质、能量交换而影响作物生产的非耕地。包括各种不同的作物生境和非作物生境,运用生态学的理论和方法来研究生物地理区域内不同斑块之间不同要素(如作物、害虫、天敌等)及其功能(如物质、能量和信息)的转移过程和变化规律,揭示害虫在较大尺度和具有异质性的空间范围内的

灾变机理,可为害虫的区域性生态调控提供新的研究思路 and 重要手段,避免以保护某一种作物为目的而开展害虫防治的局限性。

然而,目前该方面还存在很多问题:如非作物生境影响作物害虫及其天敌的生态学机制;非作物生境内哪些重要的成分及属性对天敌有助长作用;应该如何配置非作物生境内植被的种类和时空格局等。深入研究和阐明这些问题,将使害虫综合治理中农田非作物生境调控提升到一个新的水平。

参考文献

- [1] ALIHER MA. Biodiversity and pest management in agroecosystems[M]. New York: Haworth Press, 1994:185.
- [2] ALIHER MA. The ecological role of biodiversity in agroecosystems[J]. Agriculture[J]. Ecosystems and Environment, 1999,74:19-31.
- [3] RISCH S J, ANDOW D, ALIHER M A. Agroecosystem diversity and pest management[J]. Environ Entomol, 1983,12(3):625-629.
- [4] ALIHER MA. Eho-science and biodiversity: key elements in the design of sustainable pest management systems for a small farmers in developing countries [J]. Agric Ecosyst Environ, 1993,46:257-272.
- [5] ANDREW C, ROSENHEIM J A. Impact of a natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape[J]. Ecological Entomology, 1996,21:155-164.
- [6] VAN EMDEN H F. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects[J]. Scientific Horticulture, 1965,17:121-136.
- [7] SLOSSER J E, BORING E P. Shelterbelts and boll weevils: a control strategy based in management of overwintering habitat[J]. Environmental Entomology, 1980,9:1-6.
- [8] 俞晓平, 胡萃, HEONG K L. 非作物生境对农业害虫及其天敌的影响[J]. 中国生物防治, 1996,12(3):130-133.
- [9] 陈常铭, 阮义理, 雷惠质, 等. 水稻害虫综合治理[M]// 中国科学院动物研究所主编. 中国主要害虫综合治理. 北京: 科学出版社, 1979:123-191.
- [10] LEWIST. The effects of shelter on the distribution of insect pests[J]. Scientific Horticulture, 1965,17:74-84.
- [11] SLOMON M G. Windbreaks as a source of orchard pests and predators[M]// THRESH J M, eds. Pest, pathogens and vegetation: the role of weeds and wild plants in the ecology of crop pests and diseases. Boston MA: Harvard, 1981:273-282.
- [12] 侯茂林, 盛承发. 农田生态系统植物多样性对害虫种群数量的影响[J]. 应用生态学报, 1999,10(2):245-250.
- [13] BACH C E. Effects of plant density and diversity in the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumber beetle[J]. Acalymna Vittata Ecology, 1980,61:1515-1530.
- [14] RISCH S J. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: The effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica[J]. Journal of Applied Ecology, 1980,17:593-612.
- [15] ALIHER MA, LETOURNEAU D K. Vegetation management and biological control in agroecosystems[J]. Crop Protection, 1982,1:405-430.
- [16] ALIHER MA. Vegetational designs for insect habitat management[J]. Environmental Management, 1983,7(1):3-7.
- [17] ALIHER MA, LETOURNEAU D K. Vegetation diversity and insect pest out-

breaks[J]. CRC Critical Reviews in Plant Sciences, 1984,2:131-169.

- [18] 姜永根, 程家安, 庞保平, 等. 增强稻田天敌作用的途径探讨[J]. 浙江农业学报, 1999,11(6):333-338.
- [19] HISS W J, GUT L J. Perspectives on arthropod community structure, organization and development in agricultural crops[J]. Ann Rev Entomol, 1986,31:455-478.
- [20] 古德祥, 张古忍, 张文庆, 等. 稻田蜘蛛群落的重建及其种库的相关性[J]. 蛛形学报, 1999(2):89-94.
- [21] 刘雨芳. 稻田生态系统节肢动物群落结构研究[D]. 广州: 中山大学, 2000.
- [22] 刘雨芳, 张古忍, 古德祥. 农田生态系统中生境与植被多样性对节肢动物的影响及其作用机制探讨[J]. 湘潭师范学院学报: 自然科学版, 2000,21(6):74-78.
- [23] 俞晓平, 郑许松, 徐红星, 等. 拟水狼蛛在水稻与茭白田之间的转移[J]. 昆虫学报, 2002,45(5):636-640.
- [24] 张古忍, 古德祥, 张文庆. 稻田捕食性天敌节肢动物群落的种库与群落的重建[J]. 中国生物防治, 1997,13(2):65-68.
- [25] 庄西卿. 稻田田埂昆虫群落与田埂杂草关系的研究[J]. 生态学报, 1989,9(1):35-40.
- [26] 俞晓平, 胡萃, HEONG K L. 非作物生境对农业害虫及其天敌的影响[J]. 中国生物防治, 1996,12(3):130-133.
- [27] 俞晓平, 胡萃, HEONG K L. 不同生境源的稻飞虱卵寄生蜂对寄主的选择和寄生特性[J]. 昆虫学报, 1998,41(1):41-47.
- [28] 毛润乾, 张文庆, 张古忍, 等. 稻田稻飞虱卵寄生蜂群落的重建和维持[J]. 昆虫学报, 2002,45(1):96-101.
- [29] 刘雨芳, 古德祥, 张古忍. 广东双季稻区杂草地和稻田中捕食性节肢动物的群落动态[J]. 昆虫学报, 2003,46(5):591-597.
- [30] ALIHER MA, WHITCOMB W H. Weed manipulation for insect management in corn[J]. Environmental Management, 1980,4:483-489.
- [31] ALIHER MA, TODD J W. Some influences of vegetational diversity on insect communities of Georgia soybean fields[J]. Protection Ecology, 1981,3:333-338.
- [32] POLLARD E, HEDGES I V. A comparison between the carabidae of a hedge and field site and those of a wood and glade[J]. Journal of Applied Ecology, 1968,5:649-657.
- [33] THELE H. Carabid beetles in their environments[M]. New York: Springer Verlag, 1977.
- [34] BOATMAN N. Field margins: Integrating agriculture and conservation[M]. Surrey: British Crop Protection Council, 1994:404.
- [35] DOUIT R L, NAKATA J. The rubus leafhopper and its egg parasitoid: an endemic biotic system useful in grape pest management[J]. Environmental Entomology, 1973,2:381-386.
- [36] FLAHERTY D L, KENNETT C E, MCCALLEY N F, et al. Seeking the reasons for differences in orange tortrix infestations[J]. California Agriculture, 1981,35:27-28.
- [37] WRATENS D. The effectiveness of native natural enemies[M]// BURNA J, COAKER T H, JEPSON P C, eds. Integrated pest management. London: Academic Press, 1987:89-112.
- [38] AGNEW C W, SMITH J W. Ecology of spiders (Araneae) in a peanut agroecosystem[J]. Environmental Entomology, 1989,18(1):30-42.
- [39] ANDOW D A. Vegetational diversity and arthropod population response[J]. Ann Rev Entomol, 1991,36:561-586.
- [40] LEMNS R, WILSON M. Ecological theory and pest management[J]. Ann Rev Entomol, 1979,25:7-29.

(上接第5472页)

一部分欠熟叶而很少过熟叶的实际采收情况来看,生产上需要进一步提高鲜烟采收成熟度。

棚次因素对烤后烟叶的还原糖和烟碱的含量及其比值具有一定或显著影响($P < 0.05$),但没有成熟度的影响大。随着挂烟棚次的提高,还原糖含量下降,烟碱含量提高,还原糖与烟碱的比值下降。棚次因素差异的实质是烘烤工艺的差异。尽管在同一烤房里面烘烤,但不同棚次烟叶同时所处的环境空气状态即烘烤工艺是有差异的。试验结果说明,按成熟度对号入座挂烟是必要的,而缩小烤房内不同棚次温湿度的差异对于提高整炕烟叶的烘烤质量则是更重要的。因此,在生产上应采取措施,改进全炕烘烤工艺,如在普通烤房上接装热风循环设备或采用强制通风的密集烤房

烘烤烟叶,缩小不同棚次温湿度的差异,以确保全炕烟叶烘烤质量。

参考文献

- [1] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 上海远东出版社, 1993.
- [2] 周冀衡, 朱小平, 王彦亭, 等. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1996.
- [3] 肖协忠, 李德臣, 郭承芳, 等. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [4] 王能如, 徐增汉, 周慧玲, 等. 烟叶调制与分级[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [5] 宫长荣, 杨焕文, 王能如, 等. 烟草调制学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [6] 韩锦峰, 汪耀富, 钱晓刚, 等. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [7] 国家烟草专卖局. 烤烟基本烘烤技术规程中华人民共和国行业标准 YC142-1996[S]. 1996.