绿肥害虫发生与防控研究现状与发展趋势

江幸福[1*]， 刘悦秋[2]， 张 蕾[1]， 程云霞[1]， 宋琳琳[1]

(1. 植物病虫害生物学国家重点实验室，中国农业科学院植物保护研究所，北京 100193；
2. 北京农学院园林系，北京 102206)

摘要 绿肥作物不仅能够提供地肥、改善土壤结构，而且还可以提供优质饲料，对我国农牧业生产安全具有重要意义，也是我国实现化肥减量、保持农业绿色发展的重要途径之一。我国绿肥种质资源丰富，绿肥害虫种类较多，但有关绿肥害虫研究的基础目前还较为薄弱，一些主要绿肥作物以及绿肥与主栽作物不同配置模式下害虫的发生种类与发生规律尚不清楚，相应的监测与防控技术缺乏。本文在系统分析国内外文献的基础上，结合国家绿肥现代农业产业技术体系的研究进展，综述了目前国内外主要绿肥作物上害虫发生的种类与规律、绿肥害虫的风险评估、不同绿肥-主作物种植模式下害虫发生规律与防控研究的现状。针对国内外绿肥害虫防控研究的现状及存在的问题，结合我国农业产业结构的调整，提出了今后绿肥害虫防控研究的主要方向。

关键词 绿肥； 害虫； 防控； 研究现状； 发展趋势

中图分类号： S 435.5 **文献标识码**： A **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2018325

Current status and development trends in the occurrence and control of insect pests in green manure crops

JIANG Xingfu[1]， LIU Yueqiu[2]， ZHANG Lei[1]， CHENG Yunxia[1]， SONG Linlin[1]

(1. *State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests*, *Institute of Plant Protection*, *Chinese Academy of Agricultural Sciences*, *Beijing* 100193, *China*; 2. *College of Landscape*, *Beijing University of Agriculture*, *Beijing* 102206, *China*)

Abstract Green manure crops can not only provide soil fertilizer and improve soil structure, but also provide high-quality feedstuff, which is of great significance to the safety of agricultural and animal husbandry production in China. It is also one of the important ways to reduce chemical fertilizer and maintain the green development of agriculture in China. Although the germplasm resources of green manure are rich and many kinds of insect pests occurred in green manure crops, research foundation of green manure pests in China is relatively weak at present. Occurrence and regularity of pests in the main green manure crops were not clear and the corresponding monitoring and pest management were absent. Based on the systematic analysis of domestic and foreign literatures and the research progresses in the industrial technology system of modern agriculture, this paper summarized the species and occurrence regularity of the main pests on green manure crops, the risk assessment, and the current situation of pest occurrence and control under different green manure-main crop planting patterns. In view of the situation and existing problems in the research of green manure pest control, combined with the adjustment of agricultural industrial structure in China, we put forward the main direction in the research of green manure pest control in the future.

Key words green manure; insect pest; pest control; research status; development trend

绿肥不仅能提供肥力、改善土壤结构和生态环境、增加农作物产量，而且还可以提供优质饲料，提高乳制品蛋白质含量，是实现绿色农牧业生产发展的重要技术支撑，对保障国家粮食和畜牧业安全有重要意义[1-2]。

我国绿肥种质资源丰富，包括豆科、禾本科、十

收稿日期： 2018-07-23
基金项目： 国家绿肥现代农业产业技术体系(CARS-22)
* 通信作者 E-mail：xfjiang@ippcaas.cn

字花科和菊科的多种作物[3]。其中豆科(紫云英 *Astragalus sinicus* L.、苕子、大豆和苜蓿等)和禾本科绿肥受到病虫害的威胁严重,为害较重的是蛾类、蚜虫、蓟马和潜叶蝇类,而造成大面积毁灭性损失的则是黏虫 *Mythimna separata*、草地螟 *Loxostege sticticalis* 和甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 等远距离迁飞害虫,这些迁飞害虫均为多食性害虫,取食量大,为害程度重,暴发性明显,监测预警和防治难度大,大发生年份受害地区的作物基本被吃光,且其在远距离迁飞过程中,常常取食紫云英、苕子等绿肥作物的花蜜为其补充营养和能源物质[4]。当前我国有关绿肥害虫综合治理的研究较少,一些主要绿肥害虫的发生种类、为害规律和综合防治技术等研究匮乏,绿肥与主作物不同种植模式下害虫发生规律与防控技术的研究尚处于起步阶段,绿肥产业的基层植保技术人员严重不足。本文综述了国内外主要绿肥作物害虫的发生规律、天敌种群、主要绿肥害虫综合防治技术以及不同种植模式下绿肥害虫发生转移规律与防治等方面的研究进展,并结合国家绿肥现代农业产业技术体系的建设,提出了我国绿肥虫害防控研究的主要方向与对策,以期为绿肥产业的健康发展提供技术支撑。

1 绿肥作物害虫发生规律与防控技术研究进展

1.1 主要绿肥作物害虫发生种类与防治方法研究

我国绿肥病虫害的种类与发生规律调查的文献大多发表于 20 世纪 60－70 年代,报道的绿肥病虫害多是当时的主要绿肥品种紫云英、苕子等的病虫害。不仅文献数量不多,而且有关防治方法多以高毒药剂化学防治为主,严重污染环境,属于淘汰技术。同期国外基本上无绿肥病虫害的研究报道。

20 世纪 60 年代,李永禧[5]对广西壮族自治区冬季绿肥(紫云英、苕子和茹菜)害虫种类调查资料的分析表明,广西地区冬季绿肥害虫共有 49 种,其中重要害虫 15 种,包括:红蜘蛛、菜缢管蚜 *Lipaphis erysimi*、小地老虎 *Agrotis ypsilon*、黄条跳甲 *Phyllotreta* spp.、潜秆蝇 *Melanagromyza* sp.、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、棉铃虫 *Helicoverpa armigera*、蓟马类、棉蚜 *Aphis gossypii*、豌豆潜叶蝇 *Phytomyza horticola*、豆荚野螟 *Maruca testulalis*、豆卷叶螟 *Lamprosema indicata*、黏虫。推荐的防治方法主要以有机氯和有机磷等高毒农药防治为主。黎国涛等[6]报道了广东省留种冬绿肥害虫的发生与防治情况,研究阐明了当时广东省紫云英和苕子留种田的害虫种类共有 20 多种,主要以蓟马、小地老虎和斜纹夜蛾为主,并对这 3 种害虫不同月份的发生动态进行了调查。防治上推荐用药也是高毒农药六六六。楼滴贤和蒋唐英[7]报道了浙江丽水县紫云英花期的主要害虫及其药剂防治方法。指出蚜虫、蓟马和潜叶蝇是紫云英田间花多荚少、种子产量下降的主要原因,其推荐的防治药剂主要也是六六六、乐果等高毒农药。浙江省鄞县姜山区农技站对本地紫云英病虫害调查表明,常年较严重发生的有地老虎、潜叶蝇等。随气候变化而暴发的有蚜虫、蓟马等。为害紫云英嫩叶的蚜虫只有槐蚜 *Aphis fabae* 一种,而为害紫云英花的蓟马有豆蓟马 *Taeniothrips disfolis* 和丝蓟马 *T. sjodali* 两种[8]。70 年代在湖北省大同湖农场的紫云英上发现了一种当时的新害虫——紫云英叶蜂 *Pachyprotasis* sp.[9],但未鉴定到种。受害较重时每平方米紫云英上紫云英叶蜂幼虫多达 549 头,可将叶片食尽,仅留茎秆,严重影响绿肥生产。金国华[10]报道了浙江温州一种为害苕子、紫云英等豆科冬绿肥的主要害虫二带根瘤象 *Sitona tibialis* 的生活史。严重为害时缺苗率达 70%,开花结荚期为害幼荚可使紫云英种子近于绝产。

1.2 主要绿肥作物害虫天敌发生种类研究

绿肥作物对天敌有较好的吸引与富集作用,这也是一般绿肥田的常发性害虫种群指数增长受限而不需要化学防治的主要因素。我国天敌资源丰富,绿肥种植将有利于农作物主要害虫天敌的保护利用。

宋慧英[11]于 1979,1980 和 1982 年三年间对湖南省双季稻田的绿肥紫云英上天敌昆虫群落特征进行了研究,在紫云英上共调查到昆虫种类 8 目 25 科 43 种,其中害虫 13 种,益虫(天敌和蜜蜂) 30 种,分属 5 目 18 科,天敌昆虫 29 种。这些天敌与害虫、害虫之间以及天敌之间存在着相互依存和相互制约的关系,在紫云英田间占有不同的生态位。如从越冬生态位看,在泥土或近地面越冬的天敌主要有步甲类、隐翅虫、瓢虫和黑牛虻 *Tabanus atratus*;在绿肥或稻桩上越冬的有紫云英潜叶蝇 *Phytomyza penicilatae* 和黑尾叶蝉 *Nephotettix bipunctatus* 等,多隐伏于紫云英稠密的茎际或叶丛中,齿角潜蝇 *Cerodontha denticornis* 在禾蔸叶鞘内,螟虫主要在禾蔸

茎秆内越冬;还有一类是在害虫体内越冬的天敌,如螟蛉瘤姬蜂 *Itoplectis naranyae* 和黑尾姬蜂 *Ischnojoppa luteator* 可在二化螟 *Chilo suppressalis* 幼虫体内越冬,趋稻头蝇 *Tomosvaryella oryzaetora* 可在黑尾叶蝉体内越冬。

宗良炳等[12]对湖北省紫云英田害虫天敌的调查表明,紫云英田内的天敌种类丰富,共调查鉴定出天敌 57 种。其中寄生性天敌 15 种,分属 1 目 6 科 14 属;捕食性天敌 42 种,分属 2 纲 5 目 15 科 34 属。其中以黑胫突眼隐翅虫 *Stenus macies*、三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*、窄姬猎蜡 *Nabis stenoferus* 等的种群数量大,消长规律明显,为紫云英田内天敌优势种群。紫云英田内天敌增长迅速,在翻耕前种群数量达到最高峰。因此,做好翻耕前紫云英田的天敌保护将对后茬作物害虫的自然控制有重要作用。

2　主要绿肥对农作物重大害虫的风险评估

由于大多数农业植食性害虫具有多食性特点,绿肥作物通常是其潜在寄主。由于绿肥主要是在主作物种植的空闲时段种植与生长,这无疑会给害虫提供潜在的食物链与栖息地。同时,大多数绿肥作物是蜜源植物,其花的气味物质与营养物质会吸引害虫与天敌昆虫前去取食补充营养,对于一些具有远距离迁飞习性的害虫而言,补充的营养不仅为其提供了飞行所需的能源物质,促进其迁飞为害,而且还会提高成虫产卵量。因此,绿肥的大面积种植可能会延长害虫的发生为害期,增加害虫发生世代,促进迁飞性害虫迁飞为害,从而有利于害虫种群增长与暴发。开展以绿肥为桥梁的害虫风险评估工作非常重要。

2.1　绿肥作物植株对害虫发生的影响

尽管绿肥作物对于主作物害虫以及与主作物共有的害虫的发生具有潜在的风险,但目前对这方面的研究较少。黏虫是绿肥与粮食作物共有的多食性迁飞害虫,据早期的文献报道,我国南方地区黏虫有冬天为害紫云英和苕子的现象[5,13],而在紫云英和苕子田中设置黏虫蛾的产卵枯草把,通过向草把上塞进新鲜的紫云英、苕子茎叶或沾上紫云英和苕子的植株浸出液可引诱黏虫产卵,与紫云英相比,苕子茎叶可显著引诱黏虫蛾产卵[14]。我们实验室利用紫云英、苕子和玉米苗饲养黏虫,并观察其生活史与种群增长特性,结果表明,与玉米苗相比,取食紫云英的黏虫不能完成世代发育,而取食苕子的黏虫可顺利生长、发育和生殖,尽管其种群增长指标低于取食玉米苗的种群(未发表数据)。表明紫云英可能不是黏虫适宜的寄主,而苕子可能是其潜在的寄主植物。

斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* 也是一种为害绿肥、蔬菜、玉米和花生等作物的多食性害虫,绿肥的大面积种植有可能会为斜纹夜蛾提供适宜的食物和避难所,从而影响其种群发生。在我国台湾地区,斜纹夜蛾是许多经济作物上的重要害虫,而田菁 *Sesbania roxburghii* Merr.、柽麻 *Crotalaria juncea* L. 和菜薹 *Brassica campestris* L. var. *chinensis* 是当地的主要绿肥。为评估绿肥的种植对斜纹夜蛾种群发生为害的风险,研究人员以这 3 种绿肥为寄主植物建立了斜纹夜蛾种群生命表,明确了取食田菁的斜纹夜蛾成虫的净生殖率、内禀生长率以及净生长率高于柽麻和菜薹。用这些绿肥作物饲养斜纹夜蛾的高增长率表明其可以作为斜纹夜蛾潜在的繁殖场所。种群预测也显示,斜纹夜蛾在 *S. roxburghii*、柽麻和菜薹上能快速生长,从而带来暴发风险。因此,在制定斜纹夜蛾区域防治方案的同时,应充分考虑区域内绿肥对其种群增长的影响,科学评估使用绿肥作为养分来源与带来害虫潜在为害的风险[15]。

2.2　绿肥作物花器对害虫发生的影响

大多数远距离迁飞为害的农业害虫在迁飞过程中均需要取食植物的花粉或花蜜作为补充营养为其提供能量,昆虫在迁飞过程中能否获取充足的补充营养对其迁飞行为的完成至关重要,同时补充营养还对成虫繁殖能力影响显著。绿肥大多数是蜜源植物,绿肥与害虫迁飞为害以及种群发生的关系目前主要体现在绿肥对黏虫迁飞行为与发生为害的影响。1967 年我国科研人员在田间调查黏虫发生为害时发现云南省苕类绿肥田比小麦田中的黏虫虫口密度要大 4 倍。分析其原因认为是当地苕类绿肥开花期正好与一代黏虫成虫盛发期相遇,成虫趋向于取食蜜源植物的花蜜为其补充营养,导致成虫寿命延长、产卵量增加,同时由于绿肥田覆盖度大,棵间小环境温度比大气温度高,湿度也增大,有利于黏虫发生[13]。

绿肥对黏虫迁飞行为的影响主要体现在我国南方与长江中下游地区绿肥与越冬代黏虫蛾补充营养的关系。南方(闽、粤、桂 3 省区)是我国黏虫重要的

虫源地和越冬代成虫迁出地，而长江中下游（湘、赣、浙、皖、鄂、苏、豫 7 省）是黏虫迁飞的中转地。在主要迁出地以及迁飞中转地获取充足的蜜源是黏虫顺利迁至迁入区域（为害区）并开始繁殖的先决条件。每年春季从华南到江淮流域的迁飞期（2 月底至 4 月中旬）是黏虫全年种群数量增长的重要时间窗口。根据对黏虫春季迁飞时间与蜜源植物花期、迁飞路径与蜜源植物分布的吻合程度进行分析，光叶苕子是黏虫迁出地重要蜜源植物之一，而迁飞中转地的主要蜜源植物有紫云英和甘蓝型油菜等。Spearman 相关分析、回归分析和生物学评价表明：稻田绿肥作物紫云英在长江中下游和华南稻区空前大规模推广和连年种植是 1966－1977 年黏虫频繁特大暴发的关键因素，蜜源植物对黏虫种群数量影响的重要性远高于幼虫期的寄主植物和气象条件[16]。

2.3 绿肥轮作对后茬作物害虫发生为害的影响

绿肥轮作对后茬作物病虫草害发生的影响研究较多，也比较明确的是绿肥对后茬作物草害的抑制作用，这主要是由于大多数绿肥的化感作用所致[17-19]。我国南方冬季绿肥与水稻轮作是常见的种植方式，绿肥对后茬水稻病虫草的影响是筛选绿肥与水稻轮作种植模式的重要依据。谭景艾等[20]报道，在江西红壤稻区，不同冬种绿肥（紫云英、油菜和马铃薯）对后茬早稻病虫草发生及产量有不同的影响。不同冬种绿肥翻压后，对水稻病虫草发生种类无影响，但对纹枯病、鸭舌草 *Monochoria vaginalis* 和稗草 *Echinochloa crusgalli* 的发生程度有显著影响，对二化螟和稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* 发生量与发生程度无显著影响。鉴于紫云英可抑制纹枯病和杂草发生，对水稻害虫发生无显著影响，提高水稻产量的综合效益最好，建议选择紫云英-水稻轮作模式。

在已发表的文献中，研究者在研究绿肥对后茬作物害虫发生的影响时得出了不同的结论，其中得出绿肥对后茬作物害虫发生有利的认为，绿肥轮作实际上是延长了绿肥与后茬作物共有害虫的食物链和繁殖场所，有利种群的持续增长，从而对后茬作物带来威胁。如湖北省咸宁地区植保站在调查中发现，该地紫云英留种田要到 5 月中下旬才能收获，从而为越冬的水稻害虫三化螟 *Scirpophaga incertulas*、二化螟、叶蝉、地老虎和蓟马等提供有效食物与场所，这种虫源田是造成后茬水稻害虫灾害的重要原因[21]。也有报道认为绿肥在改良后茬作物田土壤结构的同时，也会降低其后续害虫为害的风险，并且增加天敌种群的数量。如 Sahito 等[22]报道，在巴基斯坦田菁地后茬种植棉花时发现，种植田菁不仅能有效改善土壤结构，而且对后茬棉花的刺吸式害虫的种群数量有显著的抑制作用，同时，还会增加棉花害虫天敌的种群数量，从而对当地棉花生产具有重要意义。

3 绿肥-主作物不同配置模式下害虫发生与防控研究

随着现阶段我国绿色和有机农业的推广，绿肥一定程度地替代化肥作用凸显，利用绿肥部分替代化肥、改良土壤结构、提高肥力和改善生态环境的同时，绿肥与主作物不同配置模式下病虫害发生情况也是筛选有益配置模式重要依据之一。目前，利用绿肥间套作调控其他作物病虫害的防控技术研究得到重视，绿肥与不同作物配置模式下的害虫发生规律与防控技术研究也得到发展。

3.1 绿肥-果(茶)园配置模式下害虫发生与防控研究

果（茶）园里种植绿肥不仅能够为果（茶）树生长提供有机肥源，提高果（茶）品质，而且还可以改善果（茶）园生态系统与环境，但并不是所有配置模式都对果（茶）树生长结实有利，除绿肥与果（茶）树对肥力的竞争以外，绿肥-果（茶）园系统中的病虫害发生与转移规律也是重要的影响因素，即绿肥种植存在加重其与果（茶）树共有病虫害发生的可能。因此，果（茶）树与不同品种的绿肥配置显得尤为重要。目前，这方面的报道大多是果（茶）园间作绿肥有利于其害虫天敌的增殖，从而利用天敌实现果（茶）园害虫的生物防治。如陈汉杰等[23]报道苹果园里种植毛叶苕子有利于苹果主要害虫叶螨的天敌东亚小花蝽 *Orius sauteri* 的春季繁殖，增加天敌种群数量，从而达到天敌对苹果园害虫（叶螨）的控制。而对蚜虫为害较重的果园，配置三叶草更能吸引蚜虫天敌（瓢虫），促进其种群增长。因此，果园配置绿肥品种应根据果树靶标害虫发生的种类、天敌以及绿肥特性而定。

伊兴凯等[24]调查研究表明，梨园不同生草方式（种植三叶草、苕子和自然生草）对梨园害虫与天敌种群均有显著的影响作用。以自然生草的害虫种群数量最大，其后依次为种植三叶草、苕子和土壤清耕

处理。但种植三叶草、苕子和自然生草对天敌种群有重要保护作用,最为显著的是三叶草对梨园害虫天敌的保护作用。因此,推荐该种梨园配置三叶草为佳。

李慧玲等[25]对绿肥-茶园节肢动物群落的物种丰富度和群落多样性的调查表明,在茶行间作不同绿肥作物(铺地木蓝 *Indigofera spicata* +罗顿豆 *Lotononis bainesii*;圆叶决明 *Chamaecrista rotundifolia* +白三叶 *Trifolium repens*;白三叶+平托落花生 *Arachis pintoi*)均能有效增加茶园节肢动物群落的物种丰富度和群落多样性,提高捕食性天敌昆虫、蜘蛛和寄生性天敌在茶园冠层群落的比率。不同绿肥处理间茶园冠层的节肢动物群落多样性指数差异显著,绿肥间作增加了茶园的生物多样性,提高了害虫天敌的种类和个体数,从而有利于天敌对茶园害虫的生态控制。进一步对福建隽永天香茶业公司茶洋有机茶基地调查表明,茶园间作不同绿肥对害虫(假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis*)及其天敌(缨小蜂)种群数量均有显著的影响。尽管间作绿肥不能改变假眼小绿叶蝉的发生趋势,但提高了茶园中天敌与害虫的益害比。其中间作白三叶+圆叶决明的茶园益害比最高,可推荐为当地茶园较好的配置模式[26]。

为阐明茶园不同绿肥品种对茶树害虫的调控机理,谷明和林乃铨[27]利用 Y 型嗅觉仪研究了假眼小绿叶蝉对不同绿肥挥发性物质的行为反应。结果表明,罗顿豆、猪屎豆 *Crotalaria pallida* Ait、铺地木蓝 *Indigofera spicata* Forsk.、杂三叶 *Trifolium hybridum* Linn.、黄槐决明 *Cassia surattensis* Burm.、伞房决明 *Cassia corymbosa* Lam.、圆叶决明等 7 种绿肥挥发性物质对假眼小绿叶蝉具有明显的引诱作用,紫穗槐 *Amorpha fruticosa* Linn.、翅荚决明 *Senna alata* Linn.、小冠花 *Coronilla varia* Linn.、木豆 *Cajanus cajan* Linn.、紫花苜蓿 *Medicago sativa* Linn.、白三叶等 6 种绿肥的引诱作用不显著,而多花玉兰 *Yulania multiflora* (M. C. Wang et C. L. Min) D. L. Fu 表现出显著的驱避作用。7 种对叶蝉有明显引诱作用的绿肥中只有圆叶决明对叶蝉的引诱活性明显高于茶梢。这些结果为合理筛选茶园绿肥品种提供了理论依据。

3.2　绿肥-小麦配置模式下害虫发生与防控研究

小麦是我国重要的粮食作物之一,关于小麦与包括绿肥在内的多种作物间作对小麦生产影响多数集中在与豆科作物间作,利用其固氮作用为小麦提供肥力,而有关间作对小麦病虫害影响的研究较少,且缺乏系统性与理论性。Lopes 等[28]收集了全世界小麦间作模式对病虫害发生影响的文献,共 50 篇,其中大多数研究结果表明,间作系统中害虫的种群数量比单种的显著降低,但天敌的发生(捕食和寄生性天敌)并没有显著增加,且国家、间作类型和研究对象不同所得的结论也不同。尽管如此,多数还是认为间作是减少小麦生产系统中杀虫剂使用量的一种可行的做法,有利于天敌生物防治。

为阐明豌豆-小麦间作对小麦主要害虫麦长管蚜和天敌种群的影响,Zhou 等[29]设置了豌豆与小麦不同种植行比例,调查不同间作方式对害虫与天敌的影响。结果表明,在麦长管蚜发生高峰期,尽管豌豆-小麦不同种植行比例间麦长管蚜无翅蚜的百株蚜量有所差异,但均极显著低于单作田。麦长管蚜的主要天敌的动态变化趋势基本一致,但间作模式下优势天敌瓢虫类和蚜茧蜂类种群密度增加,丰富度明显提高且多样性指数增加。这说明豌豆-小麦间作不仅有效降低了麦长管蚜的种群数量,同时也增加了天敌控制害虫的稳定性和可持续性。

Xie 等[30]通过同样的思路研究了绿豆-小麦间作模式对小麦害虫和天敌的影响,也得到了相似的结果。绿豆-小麦间作也能引起小麦蚜虫密度下降,其中绿豆与小麦种植行比为 1∶3时降幅最大,而小麦蚜虫捕食性天敌瓢虫、寄生性天敌的种群密度以及蚜虫天敌种类多样性均高于小麦单种田,但间作不影响天敌的种群均匀度和优势度指数。进一步分析间作引起小麦蚜虫密度下降的原因得出,无论是无翅蚜还是有翅蚜均对寄主植物小麦的挥发物嗅觉趋性强于对小麦与绿豆混合物的气味。这表明间作可能干扰了小麦蚜虫对寄主的嗅觉定位。

3.3　绿肥-玉米配置模式下害虫发生与防控研究

绿肥-玉米间作防控玉米病虫草害的研究也越来越受到重视,然而这方面的文献报道还较少。已有报道主要集中在这种间作模式有利于玉米田间的杂草防除[31-33]。吕仲贤等[34]报道,红花苜蓿与玉米间作能够有效降低玉米重要害虫玉米螟的发生为害。间作方式下玉米上部的玉米螟幼虫最少,而玉米单作各部的幼虫数相当,说明间作对玉米后期玉米螟的影响较大,从而影响到玉米籽粒的饱满度与

产量。因此,间作模式配合化学防治可将玉米螟为害控制在经济允许损失水平以下,从而为玉米螟的综合治理,减少环境污染,提高农业生态效益奠定良好基础。周大荣等[35]报道夏玉米间作匍匐型绿豆能显著提高玉米螟赤眼蜂对亚洲玉米螟的寄生率,从而很好地防控玉米螟。Belay 等[36]报道,埃塞俄比亚采用鹰嘴豆-玉米间作的模式能够在较低的害虫(斑禾草螟 *Chilo partellus*)密度下防治其对玉米的为害。在肯尼亚,用豌豆-玉米间作的模式也能显著降低 3 种玉米蛀茎害虫(*Chilo partellus*, *Chilo orichalcociliellus*, *Sesamia calamistis*)的为害,3 种害虫的种群数量下降 15%~25%,而玉米产量增产 27%~57%[37]。

3.4 绿肥-棉花配置模式下害虫发生与防控研究

绿肥-棉花间作可增加棉田内天敌种群,增加系统内益害比。周昭旭等[38]报道,绿肥-棉花间作可增加棉田内节肢动物益害比。其中益害比从大到小依次为:间作苜蓿棉田>间作毛叶苕子棉田>间作沙打旺棉田>间作箭筈豌豆棉田>对照棉田。由于益害比增大,天敌更加有效地控制害虫种群的增长,特别是间作苜蓿棉田的调控作用优于其他 3 种绿肥,被推荐为最佳间作模式。同样,陈明等[39]报道,棉田内间作绿肥可以影响棉田节肢动物群落结构和动态。棉田内间作豆科绿肥可以增加棉田节肢动物群落的物种数,且其均匀度、丰富度、多样性指数均大于单种棉田,但产生这一影响的作用机理还不清楚。

Vaiyapuri 等[40]在印度泰米尔纳德邦农业研究站用 3 种绿肥(万寿菊 *Tagetes erecta*、胡麻 *Sesamum indicum*、柽麻 *Crotalaria juncea*)与棉花间作研究其对棉花害虫种群的影响与防控作用进行了田间试验,结果表明,万寿菊-棉花间作显著降低了棉花害虫(美洲棉铃虫 *Helicoverpa zea* 和棉象甲 *Anthonomus grandis*)的发生为害,提高了棉花产量,而柽麻-棉花和胡麻-棉花间作模式对棉花害虫的防控作用属于中低水平。3 种绿肥间作模式下棉田内天敌种群不断增加。美国加利福尼亚地区的种植户采用苜蓿与棉花间作,将苜蓿作为诱集植物来诱杀棉花田中棉盲蝽也取得了较好的效果[41]。

3.5 绿肥-蔬菜配置模式下害虫发生与防控研究

蔬菜作为我国重要的经济作物年年在同一地块集中种植,越来越容易出现严重的病虫害问题,而大量施用化学农药和化学肥料极易产生农药残留,引起蔬菜质量和食品安全问题。绿肥在蔬菜种植中可以发挥其肥效与病虫害控制两方面的功能。但目前这方面的研究还很少,且由于蔬菜的复种指数高,推广绿肥间作困难较大。研究报道,柽麻与豇豆 *Vigna unguiculata*(Linn.)Walp. 间作一方面可提供肥力,同时还可作为诱集植物来诱杀豇豆上的豆荚野螟 *Maruca testulalis* Geyer[42]。三叶草与甘蓝间作可显著减少蔬菜上重要害虫小菜蛾在甘蓝上的产卵量[43]。

4 绿肥害虫防控研究发展趋势

综上所述,绿肥作物病虫害研究还处于起步阶段,主要绿肥病虫害发生规律与防控技术还不十分清楚,以绿肥为桥梁的病虫害的发生风险分析以及如何利用绿肥防控主栽作物病虫害的研究也处于起步阶段。因此,绿肥害虫防控研究的未来任重道远。随着我国绿色农业和有机农业的推行与发展,农药和化肥双减目标的实施,绿肥在农业中的作用日趋重要,2017 年国家建立了绿肥现代农业产业技术体系,就绿肥的高效生产与利用,绿肥与主栽作物的配置与效益研究等开展重要攻关。因此,在绿肥虫害防控方面,系统研究不同绿肥害虫发生规律与防控技术,保障绿肥作物与种业高效生产,科学评估绿肥潜在的害虫替代寄主的风险性以及如何将绿肥与主栽作物进行合理配置来防控主栽作物害虫发生为害等一系列研究均是重要的发展趋势。

4.1 加强绿肥害虫发生种类基础数据库工作

系统研究我国不同区域不同主要绿肥品种上害虫发生种类、为害特征以及监测与防控技术等基础工作,收集主要绿肥害虫发生为害的基础数据,建立基础数据的整理、分析和归纳等数据库,将是摸清我国主要绿肥品种害虫发生为害的重要工作,有利于补充绿肥害虫数据的前期空缺,为我国绿肥害虫研究的政策制定及发展对策提供基础数据。

4.2 加强绿肥本身害虫防控及其对主作物害虫风险评估研究

目前,我国绿肥本身害虫的发生规律与防控技术研究基础薄弱,绿肥制种田各种害虫的防治指标缺乏,防治方法落后。因此,如何借助主栽作物害虫或者共同害虫的监测、防治技术,结合绿肥本身的经

济损失允许水平,科学制订不同绿肥种质和不同害虫的防治指标来指导防治意义重大。同时,由于绿肥本身为大多数多食性的主栽作物病虫害提供了适宜的替代寄主或栖息场所,这有可能会带来主栽作物病虫危害加重的风险。因此,科学评估绿肥作物本身及其与主栽作物配置模式下的病虫发生、转移规律将是开展风险评估的重要工作,对于指导我国绿肥种植及其合理配置有重要参考作用。

4.3　利用绿肥防控主栽作物害虫防控技术研究

绿肥与主栽作物的合理配置不仅体现在土壤肥力的增加与互补方面,而且还可以防控主栽作物病虫害。但不同配置模式下病虫害的发生、转移的机理以及如何利用这些机理实现对主栽作物病虫害的生物防控将是下一步重要的研究内容。如利用害虫趋向于在绿肥作物上产卵、栖息与取食补充营养发展农艺操作或食物引诱剂防控技术,利用绿肥作物的挥发物具有引诱、干扰害虫行为的特性发展绿肥诱集带或驱避剂防控技术,或利用绿肥品种对害虫天敌的引诱与保护作用发展主栽作物害虫的天敌生物防治技术。

4.4　加强绿肥病虫害植物保护技术培训与政策倾斜

当前我国绿肥研究的专业技术人员主要集中在绿肥的肥效方面,绿肥植保方面的专业人员严重缺乏。因此,加强绿肥病虫害防控技术培训、绿肥病虫害项目立项以及绿肥与植保交叉学科方面的政策均需国家大力倾斜,促进绿肥病虫害防控的发展。

参考文献

[1] 曹卫东,黄鸿翔. 关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考[J]. 中国土壤与肥料,2009(4):1-3.

[2] 曹卫东,包兴国,徐昌旭,等. 中国绿肥科研 60 年回顾与未来展望[J]. 植物营养与肥料学报,2017,23(6):1450-1461.

[3] 李子双,廉晓娟,王薇,等. 我国绿肥的研究进展[J]. 草业科学,2013,30(7):1135-1140.

[4] 江幸福,张蕾,程云霞,等. 中国主要鳞翅目农业害虫迁飞致灾机制研究与展望[J]. 中国科学:生命科学,2016,46(5):565-572.

[5] 李永禧. 广西冬季绿肥的主要虫害及防治经验[J]. 广西农业科学,1965(11):22-28.

[6] 黎国涛,杜景祐,赖真如. 留种冬绿肥几种主要害虫的发生和防治[J]. 广东农业科学,1965(2):15-18.

[7] 楼滴贤,蒋唐英. 紫云英花期主要害虫及其药剂防治效果初步调查[J]. 浙江农业科学,1966(3):135-137.

[8] 鄞县姜山区农技站. 紫云英几种主要病虫的发生和防治[J]. 浙江农业科学,1974(6):20-23.

[9] 胡启灵,刘新珍. 红花草叶蜂的初步观察[J]. 植物保护,1982,8(2):20-21.

[10] 金国华. 紫云英象甲的生活习性和防治方法[J]. 浙江农业科学,1974(5):32-33.

[11] 宋慧英. 紫云英田间害虫及天敌昆虫群落特征的研究[J]. 昆虫天敌,1984(2):81-86.

[12] 宗良炳,雷朝亮,剪福记. 紫云英绿肥田的害虫天敌考查[J]. 湖北农业科学,1985(12):14-16.

[13] 云南省盈江县农技站. 黏虫发生规律及防治研究[J]. 昆虫学报,1976(2):185-193.

[14] 郑兆坤. 黏虫产卵趋性的初步探讨[J]. 昆虫知识,1980(1):19.

[15] TUAN S J, LI N J, YEH C C, et al. Effects of green manure cover crops on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) populations [J]. Journal of Economic Entomology, 2014, 107(3):897-905.

[16] WANG Gaoping, ZHANG Qingwen, YE Zhihua, et al. The role of nectar plants in severe outbreaks of armyworm *Mythimna separata* (Lepidoptera: Noctuidae) in China [J]. Bulletin of Entomological Research, 2006,96(5):445-455.

[17] 王瑞龙,张墨溪,宋圆圆,等. 豆科牧草对 4 种农田常见杂草和水稻化感作用的研究[J]. 生态环境学报,2010,19(10): 2307-2312.

[18] 刘苏闽,王奎萍,董立尧. 油菜对千金子的化感作用及其化感物质分离鉴定[J]. 杂草科学,2010(3):5-8.

[19] 陈洪俊,黄国勤,杨滨娟,等. 冬种绿肥对早稻产量及稻田杂草群落的影响[J]. 中国农业科学,2014,47(10):1976-1984.

[20] 谭景艾,李保同,潘晓华,等. 冬种绿肥对早稻病虫草发生及产量的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(4):179-184.

[21] 湖北省咸宁地区植保站. 紫云英留种田短期灌水灭虫技术[J]. 湖北农业科学,1979(4):28.

[22] SAHITO J G M, SYED T S, ABRO G H, et al. Effect of green manure, *Sesbania bispinosa* Wight amendment on incidence of sucking insect pests, their predators and yield in organic cotton [J]. Journal of Basic and Applied Sciences,2016,12:329-338.

[23] 陈汉杰. 绿肥上生物群落的演替与小花蝽增殖[M]//郭线茹,原国辉,赵树英. 华中三省(河南、湖北、湖南)昆虫学会 2006 年学术年会论文集. 北京:中国农业大学出版社,2006.

[24] 伊兴凯,高正辉,徐义流,等. 梨园生草对果树部分害虫天敌的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(13):289-293.

[25] 李慧玲,郭剑雄,张辉,等. 茶园间作不同绿肥对节肢动物群落结构和多样性的影响[J]. 应用昆虫学报,2016,53(3):545-553.

[26] 李慧玲,林乃铨,郭剑雄,等. 茶园间作绿肥对假眼小绿叶蝉及其天敌缨小蜂的影响[J]. 中国生物防治学报,2016,32(1):50-54.

[27] 谷明,林乃铨. 假眼小绿叶蝉对不同绿肥挥发性物质的行为反应[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2011,40(3):242-245.

[28] LOPES T, HATT S, XU Qinxuan, et al. Wheat (*Triticum aestivum* L.)-based intercropping systems for biological pest control [J]. Pest Management Science,2016,72(12):2193-2202.

[29] ZHOU Haibo, CHEN Lin, CHEN Julian, et al. Adaptation of wheat-pea intercropping pattern in China to reduce *Sitobion*

avenae (Hemiptera: Aphididae) occurrence by promoting natural enemies[J]. Agroecology and Sustainable Food Systems, 2013, 37(9): 1001 - 1016.

[30] XIE Haicui, CHEN Julian, CHENG Dengfa, et al. Impact of wheat-mung bean intercropping on English grain aphid (Hemiptera: Aphididae) populations and its natural enemy [J]. Journal of Economic Entomology, 2012,105(3):854 - 859.

[31] BILALIS D, PAPASTYLIANOU P, KONSTANTAS A, et al. Weed-suppressive effects of maize-legume intercropping in organic farming[J]. International Journal of Pest Management, 2010, 56(2): 173 - 181.

[32] SILVA P S L, OLIVEIRA O F, SILVA P I B, et al. Effect of cowpea intercropping on weed control and corn yield [J]. Planta Daninha, 2009, 27(3): 491 - 497.

[33] 党晶晶,张越,霍静倩,等. 间作豆类作物对玉米田中杂草防控作用的研究[J]. 玉米科学,2017,25(5):136 - 140.

[34] 吕仲贤,杨樟法,王桂跃,等. 玉米与豆科作物间作减轻玉米螟为害试验[J]. 植物保护,1991(3):31.

[35] 周大荣,宋彦英,王振营,等. 玉米螟赤眼蜂适宜生境的研究与利用Ⅱ. 夏玉米间作匍匐型绿豆对玉米螟赤眼蜂寄生率的影响[J]. 中国生物防治,1997,13(2):49 - 52.

[36] BELAY D, SCHULTHESS F, OMWEGA C. The profitability of maize-haricot bean intercropping techniques to control maize stem borers under low pest densities in Ethiopia[J]. Phytoparasitica, 2009, 37(1): 43 - 50.

[37] SKOVGARD H, PÄTS P. Reduction of stemborer damage by intercropping maize with cowpea [J]. Agriculture Ecosystems and Environment,1997,62(1):13 - 19.

[38] 周昭旭. 间作牧草棉田节肢动物群落多样性及消长动态研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2005.

[39] 陈明,周昭旭,罗进仓. 间作苜蓿棉田节肢动物群落生态位及时间格局[J]. 草业学报,2008,17(4):132 - 140.

[40] VAIYAPURI K, MOHAMED AMANULLAH M, PAZHANIVELAN S, et al. Influence of intercropping unconventional green manures on pest incidence and yield of cotton [J]. Journal of Applied Science Research, 2007, 12(3): 1710 - 1716.

[41] GODFREY L D, LEIGH T F. Alfalfa harvest strategy effect on *Lygus* bug (Hemiptera: Miridae) and insect predator population density: implications for use as trap crop in cotton [J]. Environmental Entomology, 1994, 23(5): 1106 - 1118.

[42] JACKAI L E N, SINGH S R. Suitability of selected leguminous plants for development of *Maruca testulalis* larvae [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,1983,34(2):174 - 178.

[43] 董文霞,徐宁,肖春. 作物多样性种植对植食性昆虫行为的影响[J]. 应用昆虫学报,2013,50(4):1133 - 1140.

(责任编辑:杨明丽)

图书推荐——

《菌物进化系统学》(中译本)



菌物分类学是从事微生物工作的基础。2014年至2015年,美国菌物学家D. J. 麦克劳克林和J. W. 斯帕塔福拉组织全世界71位一线研究者编著的《菌物进化系统学》(第二版),是近20年来全世界第一部权威的真菌进化系统学专著。该书是相关人士了解菌物分类进展、查阅菌物分类鉴定命名的必备参考。中文版由秦国夫、刘小勇主译,戴玉成校对,科学出版社2018年1月份出版。全书共25章,880页,134万字,铜版彩色印刷。

定价:398元

联系人:明朗书店—李秋艳
联系电话/微信:13940061709
Qq:66305872 邮编:110031
开户行:中国光大银行沈阳皇姑支行
汇款账户:6214911900026086

科学出版社