



杨昌利, 陶惠, 周吕, 李锦, 张长禹. 贵州玉米田害虫绿色灯光防控技术研究 [J]. 环境昆虫学报, 2023, 45 (3): 787–800.

贵州玉米田害虫绿色灯光防控技术研究

杨昌利¹, 陶 惠², 周 吕¹, 李 锦¹, 张长禹^{1*}

(1. 贵州大学昆虫研究所/贵州省山地农业病虫害重点实验室, 贵阳 550025; 2. 威宁县山地特色农业科学研究所, 贵州威宁 553100)

摘要: 为探明贵州玉米田昆虫群落结构和杀虫灯对害虫的防治效果, 选取贵州玉米田 3 个具有代表性的点分别安装诱虫灯, 进行诱集调查, 并对近灯区 (距离灯 20 m 以内)、远灯区 (距离灯 20 ~ 150 m) 和对照区的昆虫种群消长情况进行田间调查。结果表明, 贵州玉米田昆虫共有 11 目 66 科 132 种, 主要为同翅目、鞘翅目、鳞翅目、膜翅目、直翅目、双翅目和半翅目类昆虫; 灯诱共获得 89 个种类, 其中害虫占 64.77%, 益虫占 15.91%, 中性昆虫占 19.32%。田间调查结果显示, 近灯区物种丰富度最高, 对照区次之, 远灯区最低; 近灯区玉米螟 *Ostrinia furnacalis*、黏虫 *Mythimna separata* (Walker)、灰飞虱 *Laodelphax striatellus* 和条赤须盲蝽 *Trigonotylus coelestialium* (Kirkaldy) 等趋光性昆虫的种群数量长期高于其他区域。综上所述, 风吸式诱虫灯对玉米田害虫有较好的防治效果, 为玉米田害虫的绿色防控提供了参考。

关键词: 玉米田; 害虫综合防治; 田间调查; 绿色灯光防控

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2023) 03-0787-14

Research on green light control technology of insect pests in corn fields in Guizhou

YANG Chang-Li¹, TAO Hui², ZHOU Lv¹, LI Jin¹, ZHANG Chang-Yu^{1*} (1. Institute of Entomology, Guizhou University; Guizhou Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of the Mountainous Region, Guiyang 550025, China; 2. Institute of Characteristic Agriculture in Mountainous areas of Weining County, Weining 553100, Guizhou Province, China)

Abstract: The structure of the insect's community and trapping effect of insecticidal lamps on cornfield pests were investigated in Guizhou. Three representative spots to install trap lights were selecting for trapping investigation in cornfields in Guizhou. The insect populaiton in the near-light (within 20 m from the lights), far-light (20 – 150 m) and control areas were investigated, respectively. Results indicated that there were 11 orders, 66 families and 132 species of insects in cornfields in Guizhou, mainly including Homoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Diptera and Hemiptera. A total of 89 insect species were obtained by using the trap lights method, of which 64.77% were pests, 15.91% were beneficial insects, and 19.32% were neutral insects. Furthermore, the population numbers of photophic insects, such as *Ostrinia furnacalis*, *Mythimna separata*, *Laodelphax striatellus*, and *Trigonotylus coelestialium*, were higher than those of other regions in the near lamp area. In conclusion, the trap lights had a good trapping effect on cornfield pests, providing a reference for green control technology of cornfield pests.

Key words: Corn field; integrated pest management; field investigation; green light control technology

项目基金: 国家重点研发计划 (2017YFD0200900); 贵州省教育厅项目 (KY [2021] 057, KY [2020] 020)

作者简介: 杨昌利, 男, 博士研究生, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: yangchangli@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 张长禹, 男, 博士, 教授, 主要从事昆虫行为调控与害虫综合治理研究, E-mail: zcy1121@aliyun.com

收稿日期 Received: 2022-01-25; 接受日期 Accepted: 2022-05-06

玉米是我国最重要的粮食作物之一,在我国广泛种植,仅次于水稻和小麦。近年来,由于全球气候变暖,加之我国玉米产业结构调整,导致玉米田昆虫群落结构变化,使玉米害虫种类增多,优势种群变化,害虫危害加重(吴立民,1997;吴兰花,2018;杨昌利,2019)。鲁新等(2005)调查发现,吉林省中部亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* 世代数已由每年 1.5 代上升到 2 代。近年来,新型玉米害虫双斑长跗萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica* 在辽宁省逐渐扩散,危害严重(杨海龙,2008)。

化学防治是使用化学农药防治有害生物的一种防治方法,具有使用方便、防效快、效果好等优点,在我国的玉米种植过程中,防治病虫害依旧以化学防治为主。化学农药具有污染和残留等副作用,使用不当时会污染环境并会使昆虫产生抗药性,对自然环境和农业生产造成损害(陈亮,2009;徐德良,2013)。这导致了具有高效杀虫活性的药剂迅速被淘汰或放弃。如印度用毒死蜱防治斜纹夜蛾,四年间抗药性上升了 45~129 倍(Kranthi *et al.*, 2002)。具有高污染、高残留和难降解特性的农药,如六六六和 DDT,我国均已停止使用(苏琴,2011)。

许多夜行性昆虫都具有趋光性的特性,利用昆虫趋光性诱杀害虫是一种有效的物理防治方法(Kim *et al.*, 2019)。同化学防治和其他几种防治方法相比,灯光诱杀具有防治成本低、环境污染小和可延缓害虫抗药性等优点(程文杰,2011)。目前在生产中使用的诱虫灯主要有频振式杀虫灯、黑光灯、高压汞灯、白炽灯、钠灯、LED 灯和黄色荧光灯等(武予清,2009;Kim *et al.*, 2019)。本研究采用风吸式诱虫灯对玉米地害虫进行诱集,并分析距离诱虫灯不同区域内昆虫的群落结构,为玉米田害虫综合防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查地概况

调查地位于安顺市普定县化处镇新寨村(北纬 26°19.162', 东经 106°37.750', 海拔 1 178 m)的玉米产区,选择有代表性约 6 667 m² 的玉米地为调查标准地。栽培玉米品种为遵玉 3 号,调查期间不进行药剂防治。

1.2 调查方法

于 2018 年 6~9 月在玉米的全生育期内进行灯

诱调查和田间调查。灯诱调查是选择 3 个具有代表性的点分别装置诱虫灯(太阳能风吸式捕虫器 3BCT-28, 湖南本业绿色防控科技有限公司),每天对诱集到的昆虫进行识别鉴定(雨天除外)。田间调查是指在近灯区(距离灯 20 m 以内)、远灯区(距离灯 20~150 m)和对照区 3 个区域分别随机选择 100 株进行调查,记录不同昆虫种类和数量。具体方法包括:(1)目测法记录玉米株杆、叶片正背面以及玉米顶端心叶、花芽、花穗上的昆虫;(2)扫网法辅助调查每个调查区内的地表层;(3)对于钻蛀性昆虫,检查玉米株杆和苞衣上是否有蛀孔,用刀片剥开蛀孔处,调查株杆内部及苞衣内幼嫩籽粒;(4)对地下昆虫,挖开玉米苗根系周围 20 cm 范围内的土壤(挖掘深度 5~10 cm),调查易对玉米幼嫩根茎、地面嫩茎进行为害的地下害虫;(5)将无法从形态上鉴定的种类带回室内进行饲养观察并鉴定。

1.3 数据分析

鉴定所有调查到的昆虫,明确其分类地位。将每次调查的昆虫进行分类计数,采用 EXCEL 2007 统计分析各类昆虫的数量和所占比例。田间调查采用 3 盏灯调查结果进行算术平均数分析,灯诱调查使用 SAS 8.1 软件 AVOVA 程序对 3 盏灯调查的结果进行方差分析(韩海亮等,2020)。丰富度(*S*)用群落中的昆虫种类数表示。种群优势度(Dominance)采用 Berger-Parker (1974) 优势度指数 *D* 表示: $D = Ni/N$, *Ni* 为群落内第 *i* 个优势种群的数量, *N* 为群落内各物种的个体总数量。

2 结果与分析

2.1 玉米田昆虫群落组成与结构

通过对玉米 1 个生长季节的系统调查,采用田间调查法和灯诱法,经过形态鉴定与生物学特性观察,初步确定贵州省普定县玉米地昆虫共有 11 目 65 科 132 种(表 1)。

田间调查发现,贵州省玉米田昆虫群落主要类群为同翅目、鞘翅目、鳞翅目、膜翅目、直翅目、双翅目和半翅目(表 2)。这 7 大类群占全部昆虫科的 90.91%, 种类的 93.59%, 个体数量的 99.83%。以科分析,鞘翅目最多,有 8 个科,占比 18.18%。以物种分析,鞘翅目种类最多,占比 23.08%;半翅目次之,占比 17.95%。整个昆虫群落,个体数量最多的是玉米蚜,共计 26 918 头,

表 1 贵州玉米田昆虫群落的组成

Table 1 Constitution of insect community in Guizhou Province

类群 Groups	科 Families	种 Species
鳞翅目 Lepidoptera	夜蛾科 Noctuidae	斜纹夜蛾 <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)
		大螟 <i>Sesamia inferens</i> (Walker)
		甜菜夜蛾 <i>Laphygma exigua</i> (Hübner)
		二点委夜蛾 <i>Athetis lepigone</i> (Möschler)
		朽木夜蛾 <i>Axylia putris</i> (Linnaeus)
		黏虫 <i>Mythimna separata</i> (Walker)
		大地老虎 <i>Agrotis tokionis</i> (Butler)
		小地老虎 <i>Agrotis ypsilon</i> (Rottsch)
		棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner)
		高粱条螟 <i>Chilo sacchariphagus</i> (Boyer)
	螟蛾科 Pyralidae	草地螟 <i>Loxostege sticticalis</i> (Linnaeus)
		桃蛀螟 <i>Conogethes punctiferalis</i> (Guenée)
		亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i> (Guenée)
		大螟 <i>Sesamia inferens</i> (Walker)
	蛱蝶科 Nymphalidae	豹纹蛱蝶 <i>Argynome laodice</i> (Pallas)
		金斑蝶 <i>Danaus chrysippus</i> (Linnaeus)
	环蝶科 Amathusiidae	凤眼方环蝶 <i>Discophora sondaica</i> (Boisduval)
	粉蝶科 Pieridae	菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i> (Linne)
		黄粉蝶 <i>Eurema blanda</i> (Boisduval)
	眼蝶科 Satyridae	<i>Maniola jurtina</i> (Lebeau)
	灰蝶科 Lycaenidae	灰蝶 Gossamer-winged butterfly
	天蛾科 Sphingidae	雀纹天蛾 <i>Teretra japonica</i> (Orza)
		红天蛾 <i>Pergesa elpenorlewisi</i> (Butler)
	菜蛾科 Plutellidae	小菜蛾 <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus)
	灯蛾科 Arctiidae	人纹污灯蛾 <i>Spilargia subcarnea</i> (Walker)
		红缘灯蛾 <i>Amsacta lactinea</i> (Cramer)
		粉蝶灯蛾 <i>Nyctemera adversata</i> (Schaller)
		八点灰灯蛾 <i>Cretonotus transiens</i> (Walker)
		圆端拟灯蛾 <i>Asota heliconia</i> (Linnaeus)
		彩青尺蛾 <i>Chloromachia gaviissima</i> (Prout)
		中国巨青尺蛾 <i>Limbatoclamys rothorni</i> (Rothschild)
		巨星尺蛾 <i>Paraperania giraffata</i> (Guenée)
	尺蛾科 Geometridae	云尺蛾 <i>Buzura tibetaria</i> (Oberthür)
		高粱舟蛾 <i>Dinara combusta</i> (Walker)
		天幕枯叶蛾 <i>Malacosoma neustria testacea</i> (Motsch)
		乌柏大蚕蛾 <i>Attacus atlas</i> (Linnaeus)
同翅目 Homoptera	叶蝉科 Cicadellidae	茶小绿叶蝉 <i>Empoasca pirusuga</i> (Matsumura)
		大青叶蝉 <i>Cicadella viridis</i> (Linnaeus)
		条沙叶蝉 <i>Psammotettix striatus</i> (Linnaeus)

续表 1 Continued table 1

类群 Groups	科 Families	种 Species
半翅目 Hemiptera	蜡蝉科 Fulgoridae	红袖蜡蝉 <i>Diostrombus politus</i> (Uhler)
		黑尾蜡蝉 <i>Nephotettix cincticeps</i> (Linnavuor)
		青蛾蜡蝉 <i>Geisha distinctissima</i> (Walker)
	飞虱科 Delphacidae	灰飞虱 <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallén)
	蝉科 Cicadidae	松寒蝉 <i>Meimuna opalifera</i> (Walker)
	沫蝉科 Cercopidae	东方丽沫蝉 <i>Cosmoscarta heros</i> (Fabricius)
		二带丽沫蝉 <i>Cosmoscarla mandarina</i> (Distant)
	蚜科 Aphididae	玉米蚜 <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch)
	盲蝽科 Miridae	条赤须盲蝽 <i>Trigonotylus coelestialium</i> (Kirkaldy)
		中黑盲蝽 <i>Adelphocom suturalis</i> (Jakovlev)
		绿盲蝽 <i>Lypus lucorum</i> (Mey-Dur)
	缘蝽科 Coreidae	黄伊缘蝽 <i>Rhopalus maculatus</i> (Fieber)
		点蜂缘蝽 <i>Riptortus pedestris</i> (Fabricius)
		稻棘缘蝽 <i>Cleus punctiger</i> (Dall.)
		大稻缘蝽 <i>Leptocoris acuta</i> (Thunberg)
		缘蝽 <i>Riptortus linearis</i> (Fabricius)
	长蝽科 Lygaeidae	红脊长蝽 <i>Tropidothorax elegans</i> (Distant)
		高粱狭长蝽 <i>Dimorphopterus japonicus</i> (Hidaka)
	猎蝽科 Reduviidae	短翅梭猎蝽 <i>Sastrapada brevipennis</i> (China)
	土蝽科 Cydnidae	黑伊土蝽 <i>Aethusnigritus</i> (Fabricius)
鞘翅目 Coleoptera	蝽科 Pentatomidae	稻绿蝽 <i>Nezara viridula</i> (Linnaeus)
		二星蝽 <i>Eysacoris guttiger</i> (Thunb)
		斑须蝽 <i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus)
		菜蝽 <i>Eurydema dominulus</i> (Scopoli)
		茶翅蝽 <i>Halyomorpha picus</i> (Fabr.)
	瓢甲科 Coccinellidae	多异瓢虫 <i>Adonia variegata</i> (Goeze)
		二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus)
		七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus)
		异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)
		四星瓢虫 <i>Hyperaspis repensis</i> (Herbst)
		大红瓢虫 <i>Rodolia rufopilosa</i> (Muls)
	叶甲科 Chrysomelidae	十星瓢萤叶甲 <i>Oides decempunctata</i> (Billberg)
		双斑萤叶甲 <i>Monolepta hieroglyphica</i> (Motschulsky)
		黑足黑守瓜 <i>Aulacophora nigripennis</i> (Motsch)
	叩甲科 Elateridae	沟金针虫 <i>Pleonomus canaliculatus</i> (Faldemann)
		细胸金针虫 <i>Agriotes subrittatus</i> (Motschulsky)
	天牛科 Cerambycidae	光肩星天牛 <i>Anoplophora glabripennis</i> (Cerambycidae)
	金龟科 Scarabaeidae	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i> (Motschulsky)
		蛱蝶 <i>Holotrichia diomphalia</i> (Bates)
		金花金龟 <i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus)
		神农洁蛱蝶 <i>Catharsius molossus</i> (Linnaeus)

续表 1 Continued table 1

类群 Groups	科 Families	种 Species
直翅目 Orthoptera	象甲科 Curculionidae	玉米象 <i>Sitophilus zeamais</i> (Motchulsky)
	拟步甲科 Tenebrionidae	赤拟谷盗 <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
	虎甲科 Cicindelidae	虎甲 <i>Cicindela chinensis</i> (Degeer)
	蜉金龟科 Aphodiidae	筒蜉金龟 <i>Saprosites japonicus</i> (Waterhouse)
	鳃金龟科 Melolonthidae	东南大鳃金龟 <i>Holotrichia sauteri</i> (Moser)
		暗黑鳃金龟 <i>Holotrichia parallela</i> (Motschulsky)
		黑绒金龟 <i>Maladera orientalis</i> (Motschulsky)
	步甲科 Carabidae	条速步甲 <i>Drypta lineola</i> (Chaudoir)
		黄斑青步甲 <i>Chlaenius micans</i> (Fabricius)
		中华婪步甲 <i>Harpalus sinicus</i> (Hope)
	水龟甲科 Hydrophilidae	水龟甲 <i>Hydrophilus triangularis</i> (Say)
	龙虱科 Dytiscidae	黄缘龙虱 <i>Cybister japonicus</i> (Sharp)
	皮蠹科 Dermestidae	黑毛皮蠹 <i>Attagenus unicolor japonicus</i> (Reitter)
	露尾甲科 Epuraeinae	棉露尾甲 <i>Haptoncus luteolus</i> (Erichson)
	蝗科 Locustidae	东亚飞蝗 <i>Locusta migratoria manilensis</i> (Meyen)
		中华稻蝗 <i>Oxya chinensis</i> (Thunberg)
		花胫绿纹蝗 <i>Aiolopus tamulus</i> (Fabricius)
	蚱科 Tetrigoidea	扁角蚱 <i>Flatocerus nankunshanensis</i>
	蟋蟀科 Gryllidae	黄脸油葫芦 <i>Teleogryllus emma</i> (Ohmachi & Matsuura)
		蟋蟀 <i>Gryllus chinensis</i> (Weber)
膜翅目 Hymenoptera	螽斯科 Tettigoniidae	中华螽斯 <i>Tettigonia chinensis</i> (Willemse)
	泥蜂科 Sphecidae	黄腰壁泥蜂 <i>Sceliphron madraspatanum</i> (Fabricius)
	蚜茧蜂科 Aphidiidae	玉米蚜茧蜂 <i>Ephedrus plagiator</i> (Nes)
		菜蚜茧蜂 <i>Diaeretiella rapae</i> (Mintosh)
	赤眼蜂科 Trichogrammatidae	玉米螟赤眼蜂 <i>Trichogramma ostrinae</i> (Pang et Chen)
	蚁科 Formicidae	拟黑多刺蚁 <i>Polyrhachis vicina</i> (Roger)
		大黑蚂蚁 <i>Camponotus japonicus</i> (Mayr)
		黄蚂蚁 <i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus)
	姬蜂科 Ichneumonidae	斜纹夜蛾盾脸姬蜂 <i>Metopius rufus</i> (Browni)
		棉铃虫齿唇姬蜂 <i>Campoletis chlorideae</i> (Uchida)
双翅目 Diptera	蜜蜂科 Apidae	中华蜜蜂 <i>Apis cerana cerana</i> (Fabricius)
	胡蜂科 Vespidae	大胡蜂 <i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus)
	金小蜂科 Pteromalidae	华金小蜂 <i>Cyrtogaster decora</i> (Huang)
	食蚜蝇科 Syrphoidae	黑带食蚜蝇 <i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer)
		宽带细腹食蚜蝇 <i>Sphaerophoria macrogaster</i> (Thomson)
	蚊科 Culicidae	中华按蚊 <i>Anopheles sinensis</i> (Wiedemann)
		嗜人按蚊 <i>Anopheles anthropophagus</i> (Xu)
	大蚊科 Tipulidae	黄斑大蚊 <i>Nephrotoma</i> sp.
	蝇科 Muscidae	家蝇 <i>Musca domestica</i> (Linnaeus)

续表 1 Continued table 1

类群 Groups	科 Families	种 Species
脉翅目 Neuroptera	丽蝇科 Calliphoridae	宽丽蝇 <i>Calliphora nigribarbis</i> (Vollenhoven)
		红头丽蝇 <i>Calliphora vicina</i> (Robineall)
	潜蝇科 Agromyzidae	豆杆黑潜蝇 <i>Melanagromyza sojae</i> (Zehntner)
	麻蝇科 Sarcophagidae	黑尾黑麻蝇 <i>Helicophagella melanura</i> (Meigen)
		麻蝇 <i>Sarcophaga naemorrhoidalis</i> (Fallen)
革翅目 Dermaptera	草蛉科 Chrysopidae	丽草蛉 <i>Chrysopa formosa</i> (Brauer)
		中华草蛉 <i>Chrysoperla sinica</i> (Tjeder)
蜻蜓目 Odonata	蠼螋科 Processed	日本蠼螋 <i>Labidura japonica</i> (DeHaan)
		蠼螋 <i>Labidura riparia</i> (Pallas)
蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣科 Aeshnidae	碧伟蜉 <i>Anax parthenope julius</i> (Brauer)
	色蟊科 Agriidae	透顶色蟊 <i>Agrion grahami</i> (Needham)
		豆娘 <i>Damselfly</i> sp.
蜚蠊目 Blattaria	蜚蠊科 Blattidae	德国小蠊 <i>Blattella germanica</i> (Linnaeus)

表 2 贵州玉米田田间调查昆虫群落的组成

Table 2 Constitution of insect community in corn fields in Guizhou Province

类群 Groups	科 Families		种 Species		个体 Individuals		优势种及所占比例 (%) Dominant species and the proportions
	数量 Number	所占比 (%) Proportion	数量 Number	所占比 (%) Proportion	数量 Number	所占比 (%) Proportion	
鳞翅目 Lepidoptera	7	15.91	13	16.67	1 961	6.20	亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i> (3.47) 黏虫 <i>Mythimna separata</i> (2.42)
同翅目 Homoptera	4	9.09	6	7.69	529	1.67	灰飞虱 <i>Laodelphax striatellus</i> (1.18)
半翅目 Hemiptera	5	11.36	14	17.95	26 918	85.08	玉米蚜 <i>Rhopalosiphum maidis</i> (80.91) 稻绿蝽 <i>Nezara viridula</i> (1.08) 条赤须盲蝽 <i>Trigonotylus coelestialium</i> (1.51)
鞘翅目 Coleoptera	8	18.18	18	23.08	1 992	6.30	双斑萤叶甲 <i>Monolepta hieroglyphica</i> (2.75)
直翅目 Orthoptera	4	9.09	6	7.69	103	0.33	
缨翅目 Thysanoptera	1	2.27	1	1.28	13	0.04	
革翅目 Dermaptera	2	4.55	2	2.56	19	0.06	
蜻蜓目 Odonata	5	11.36	7	8.97	29	0.09	
膜翅目 Hymenoptera	7	15.91	9	11.54	52	0.16	
双翅目 Diptera	1	2.27	2	2.56	22	0.07	
脉翅目 Neuroptera	4	9.09	6	7.69	103	0.33	
共计 Total	44		78		31 638		

占比达 80.91%；亚洲玉米螟次之，共 1 961 头，占比 3.47%。群落内其它优势种群主要包括多异瓢虫、双斑萤叶甲、异色瓢虫和七星瓢虫，占比分别为 0.20%、2.75%、0.23% 和 0.14%。

灯诱调查发现，贵州省玉米田昆虫群落主要类群为鳞翅目、同翅目、半翅目、鞘翅目、膜翅目及双翅目（表 3）。这 6 大类群占全部昆虫科的 88.46%，种类的 93.26%，个体数量的 99.81%。以科分析，鞘翅目最多，有 14 个科，占比 26.92%；

鳞翅目次之，有 9 个科，占比 17.31%。以物种分析，鳞翅目种类最多，占比 29.21%；鞘翅目次之，占比 26.97%。整个昆虫群落，个体数量最多的是赤拟谷盗，共计 1 201 头，占比达 11.47%；灰飞虱次之，共 1 150 头，占比 10.98%。群落内其它优势种群主要包括二带丽沫蝉、黑毛皮蠹、条速步甲、黑伊土蝽、黄缘龙虱、亚洲玉米螟和暗黑鳃金龟，占比分别为 9.56%、6.14%、5.27%、5.06%、4.84%、4.04% 和 4.01%。

表 3 贵州玉米田灯诱调查昆虫的群落组成
Table 3 Community composition of light traps surveyed insects in corn fields in Guizhou

类群 Groups	科 Families		种 Species		个体 Individuals		优势种及所占比例（%） Dominant species and the proportions
	数量	所占比（%）	数量	所占比（%）	数量	所占比（%）	
	Number	Proportion	Number	Proportion	Number	Proportion	
鳞翅目 Lepidoptera	9	17.31	26	29.21	1 505	14.37	亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i> (4.04) 八点灰灯蛾 <i>Cretonotus transiens</i> (2.94) 大螟 <i>Sesamia inferens</i> (3.48)
同翅目 Homoptera	5	9.62	9	10.11	2 755	26.31	东方丽沫蝉 <i>Cosmoscarta heros</i> (1.06) 二带丽沫蝉 <i>Cosmoscarla mandarina</i> (9.56) 茶小绿叶蝉 <i>Empoasca pirusuga</i> (3.90) 灰飞虱 <i>Laodelphax striatellus</i> (10.98)
半翅目 Hemiptera	6	11.54	12	13.48	865	8.26	红脊长蝽 <i>Tropidothorax elegans</i> (2.22) 黑伊土蝽 <i>Aethusnigratus</i> (5.06)
鞘翅目 Coleoptera	14	26.92	24	26.97	4 482	42.80	赤拟谷盗 <i>Tribolium castaneum</i> (11.47) 条速步甲 <i>Drypta lineola</i> (5.27) 黑毛皮蠹 <i>Attagenus unicolor</i> (6.14) 双斑萤叶甲 <i>Monolepta hieroglyphica</i> (1.88) 筒蟬金龟 <i>Saprosites japonicus</i> (2.30) 黑绒金龟 <i>Maladera orientalis</i> (2.10) 暗黑鳃金龟 <i>Holotrichia parallela</i> (4.01) 黄缘龙虱 <i>Cybister japonicus</i> (4.84)
直翅目 Orthoptera	2	3.85	2	2.25	12	0.11	
革翅目 Dermaptera	1	1.92	1	1.12	61	0.58	
脉翅目 Neuroptera	1	1.92	1	1.12	2	0.02	
膜翅目 Hymenopter	6	11.54	6	6.74	380	3.63	中华蜜蜂 <i>Apis cerana cerana</i> (1.83)

续表 3 Continued table 3

类群 Groups	科 Families		种 Species		个体 Individuals		优势种及所占比例 (%) Dominant species and the proportions
	数量	所占比 (%)	数量	所占比 (%)	数量	所占比 (%)	
	Number	Proportion	Number	Proportion	Number	Proportion	
双翅目 Diptera	6	11.54	6	6.74	406	3.88	黄斑大蚊 <i>Nephrotoma</i> sp. (3.74)
蜻蜓目 Odonata	1	1.92	1	1.12	1	0.01	
蜚蠊目 Blattaria	1	1.92	1	1.12	4	0.04	
共计 Total	52		89		10 473		

2.2 田间调查

2.2.1 玉米田昆虫群落整体物种丰富度

调查中若某种昆虫在该次调查中数量不为 0, 则表示存在该物种。调查结果显示, 玉米田昆虫群落的种类丰富度随时间基本呈正态分布 (图 1)。在 6 月中旬, 由于玉米处于苗期, 植株矮小, 田间杂草少, 玉米蚜、黑足黑守瓜、黑带食蚜蝇等昆虫还未出现, 田间昆虫物种丰富度低, 只有 16 种。随着玉米进入小喇叭口期, 玉米蚜、双斑萤叶甲、黑足黑守瓜、中华稻蝗等昆虫迁入, 田内昆虫群落逐渐丰富, 物种丰富度于 7 月中下旬达到最高, 物种数达 33 种。在 9 月上中旬玉米成熟后, 叶片、株秆开始干枯, 玉米籽粒逐渐干硬, 七星瓢虫、多异瓢虫、双斑萤叶甲、黑足黑守瓜等昆虫迁出, 田内物种丰富度降低至 18 种。

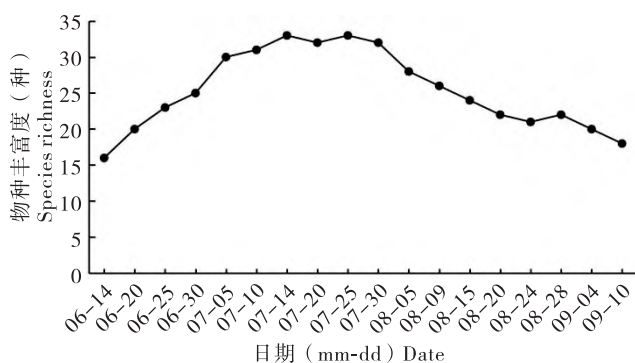


图 1 玉米田昆虫群落丰富度

Fig. 1 Abundance of insect communities in corn fields

2.2.2 玉米田不同区域内昆虫群落物种丰富度

在玉米田不同的调查区域内昆虫群落物种丰富度统计结果表明, 近灯区与其它区相比, 其物

种丰富度始终处于优势状态, 这可能是由于灯光将远灯区的趋光性昆虫引诱至近灯区后, 未能被有效诱集而掉落在周围玉米植株上所致。而远光区与对照区相比, 由于部分昆虫被灯光引诱至近灯区, 致使该区域物种丰富度明显减少 (图 2)。

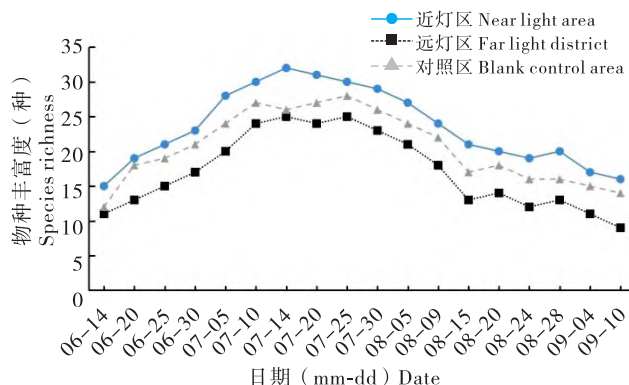


图 2 玉米田不同的调查区域内昆虫群落物种丰富度

Fig. 2 Species richness of insect communities in different survey areas of corn fields

2.2.3 玉米田昆虫优势种的优势度指数

将种群数量占比高于 1% 的昆虫定义为优势种, 玉米田的优势昆虫主要有亚洲玉米螟、黏虫、玉米蚜和双斑萤叶甲 (图 3)。在亚洲玉米螟还未发生时, 玉米田中主要以黏虫的优势度指数最高, 双斑萤叶甲次之; 当蚜虫发生后, 逐渐在群落中占据绝对优势, 其优势度指数长期保持在 0.6 以上; 而此期间, 黏虫和双斑萤叶甲的优势度指数则处于相对平稳的状态。至 8 月中旬以后, 随着玉米蚜种群数量的逐渐减少, 亚洲玉米螟种群优势度迅速上升, 最高可达 0.56, 在玉米田中占据优势。

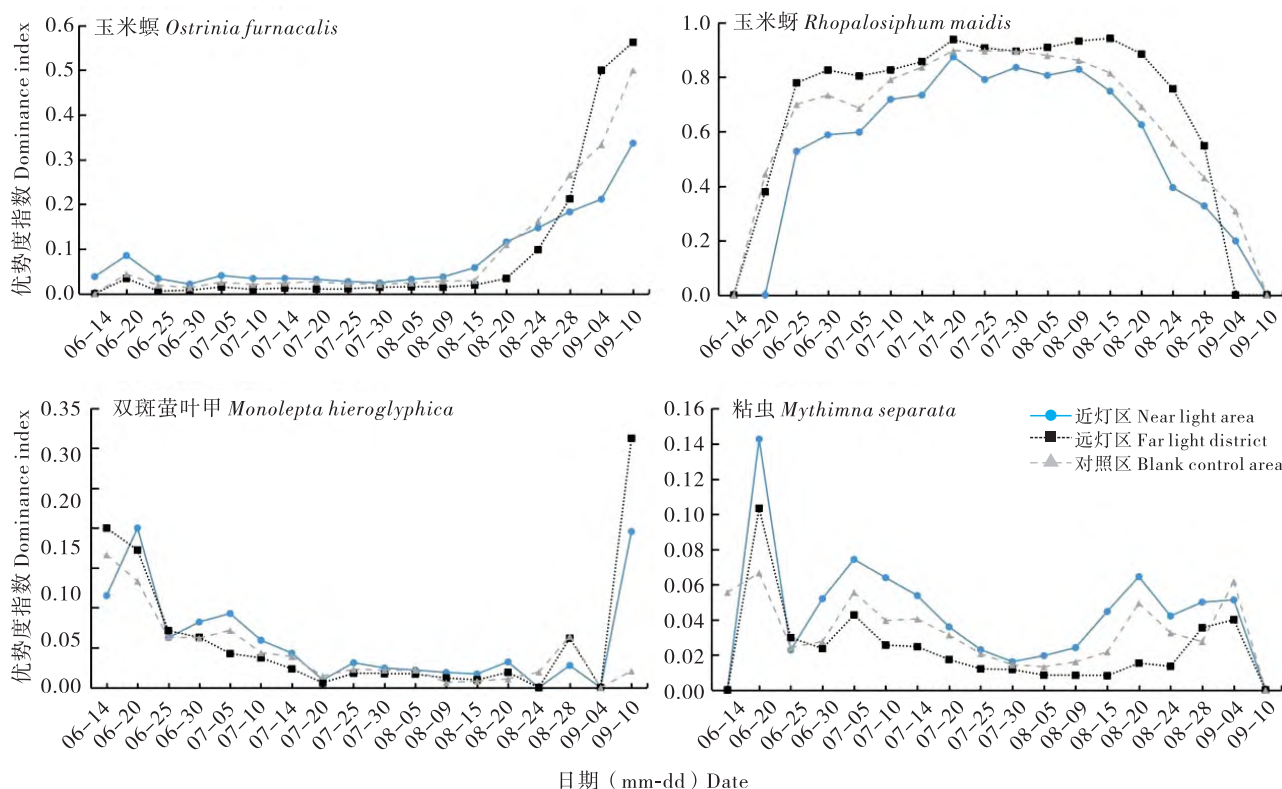


图3 玉米田不同调查区域玉米螟、玉米蚜、黏虫和双斑萤叶甲种群的优势度指数
Fig. 3 Dominance index of *Ostrinia furnacalis*, *Rhopalosiphum maidis*, *Mythimna separata* and *Monolepta hieroglyphica* populations in different survey areas of corn field

2.2.4 优势种群在不同区域的种群动态

本研究发现,随着时间推移,玉米螟、玉米蚜、黏虫、灰飞虱条赤须盲蝽、双斑萤叶甲等6种优势种昆虫在近光灯、远光灯和对照区的种群数量呈现先上升后下降的趋势,在7月中旬到7月末时达到最高值,随后逐渐下降,8月末时逐渐趋于平稳;而稻绿蝽种群数量在前期长时间处于较低的水平,8月下旬种群数量迅速上升后下降。近灯区玉米螟、黏虫、灰飞虱和条赤须盲蝽种群数量长期高于其他几个区域;玉米蚜、稻绿蝽和双斑萤叶甲在几个区域的种群数量差异并不明显(图4)。

2.2.5 玉米田主要天敌昆虫的种群动态

天敌昆虫多异瓢虫、七星瓢虫和异色瓢虫在调查期内均有发生,其虫口密度随玉米蚜的发生逐渐升高,于8月初虫口密度均达到最大,之后随着玉米蚜数量下降,三种瓢虫的虫口密度也随着下降,具有明显的跟随现象。此外,本研究还发现三种瓢虫几乎在近灯区的虫口密度均大于远

灯区和对照区,而远灯区的虫口密度几乎都低于对照区(图5)。

2.3 灯诱调查

2.3.1 玉米田灯诱害虫益虫种类与数量结构

本研究从3个诱虫灯引诱到的昆虫种类以及特性统计得到,共89个种类,10473头昆虫被诱集捕捉。其中害虫有57种,8929头,约占总种类的64.77%和总数量85.26%,包括稻棘缘蝽、斜纹夜蛾、中华螽斯、灰飞虱、金针虫、玉米象等。益虫有17种,1240头,约占总种类15.91%和总数量11.84%,包括姬蜂、蚜茧蜂、四星瓢虫、七星瓢虫、食蚜蝇等。而其他昆虫均被归为中性昆虫,其有14种,304头,约占总种类19.32%和总数量2.90%,包括松寒蝉、豆娘、中国巨尺蛾等(图6)。

2.3.2 贵州玉米田灯诱昆虫数量动态

灯诱调查发现,6月中旬到7月中旬,昆虫数量相对趋势稳定,这可能是因为大多数昆虫为幼虫期。在7月15日以后,大量幼虫开始变为成虫,

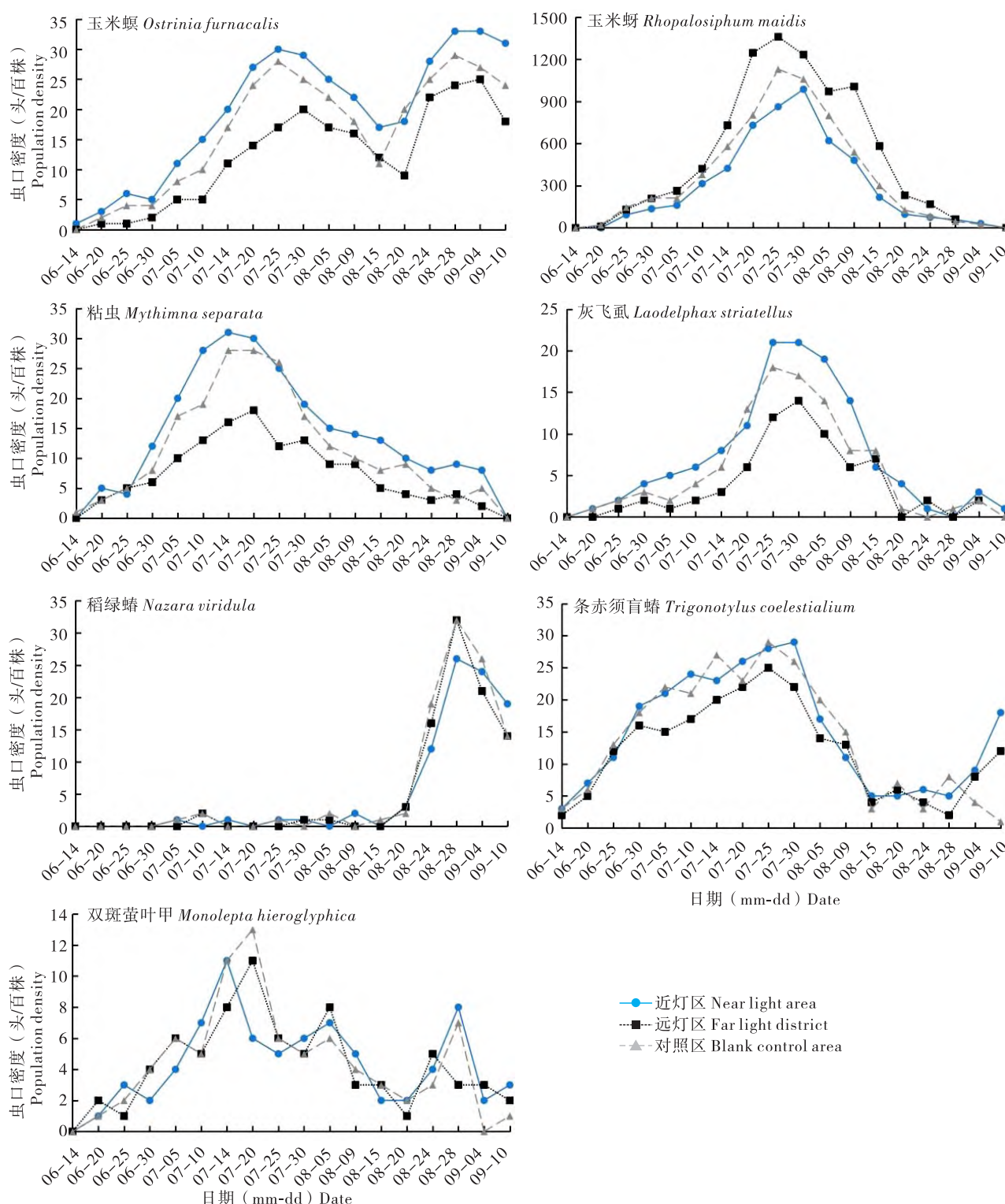


图4 玉米田优势种在不同区域的种群时序动态

Fig. 4 Temporal dynamics of the populations of dominant species in different regions in maize fields

使得诱捕量逐渐开始上升。由于8月中下旬连有降雨导致诱捕量出现下降,随后迅速上升,至8月26日诱捕量达到最大值,此后玉米逐渐趋近成熟收获,诱虫量出现急剧下降(图7)。

2.3.3 玉米田灯诱昆虫主要目种群动态

从昆虫种的数量和个体数量来分析,都发现鞘翅目、鳞翅目、同翅目和半翅目类昆虫是灯诱的主要几个大目,并且这几个目的昆虫种群动态

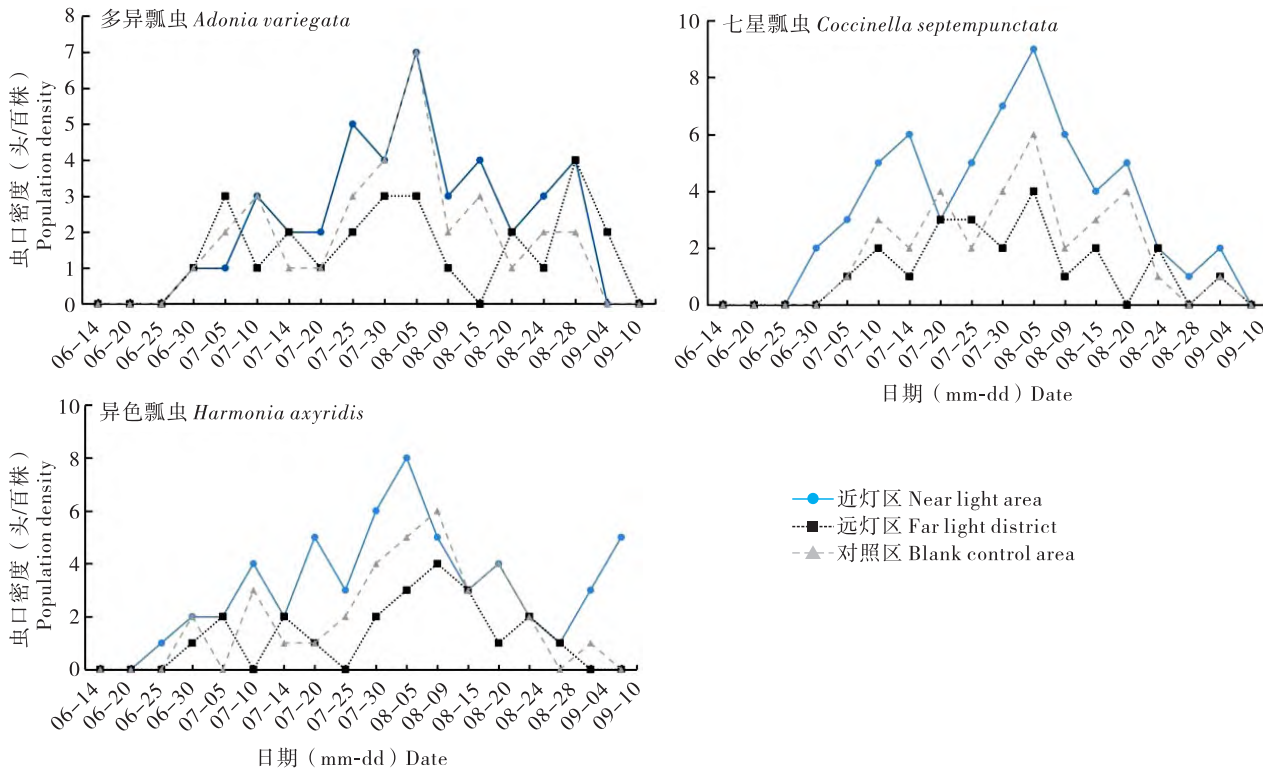


图5 玉米田主要天敌昆虫种群动态关系

Fig. 5 Dynamic relationship between main natural enemy insects in corn fields

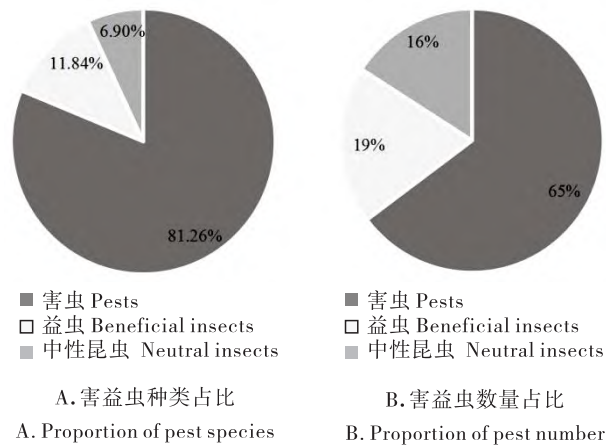


图6 玉米田灯诱昆虫害虫益虫种类与数量结构

Fig. 6 Species and quantity structure of insect pests and beneficial insects induced by maize field lamp

变化相似 (图8)。6月上旬到8月上旬诱捕量缓慢上升,8月中旬后开始快速上升,在8月26日达到峰值,9月诱捕量迅速减少。

2.3.4 玉米田灯诱主要优势种的种群动态

杀虫灯对贵州玉米田四种优势种昆虫亚洲玉米螟、大螟、灰飞虱和粘虫的诱捕量随时间呈现先上升后下降趋势 (图9)。7月中旬以前,亚洲

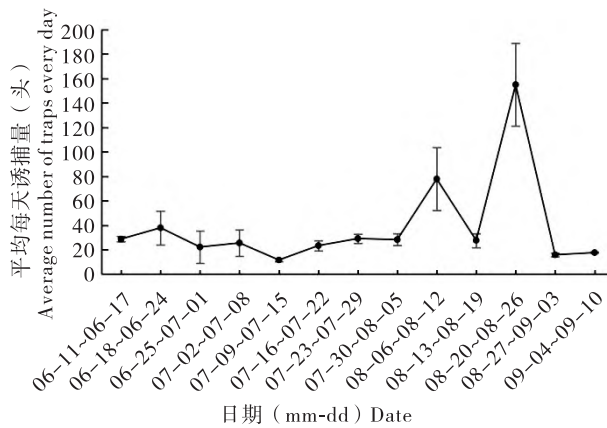


图7 贵州玉米田灯诱昆虫数量动态图

Fig. 7 Dynamic graph of insect number induced by corn field lamp in Guizhou

玉米螟、大螟和粘虫在田间产卵,主要以幼虫危害玉米植株,诱捕量普遍较低;7月末二代虫逐渐羽化,对3种虫的诱捕量迎来一个高峰,随后诱捕量逐渐降低,在8月末亚洲玉米螟的诱捕量迎来第二个高峰;9月玉米逐渐成熟收获,杀虫灯对这三种昆虫的诱捕量逐渐减少。灰飞虱对玉米的危害时间较长,6月中旬到7月初,灰飞虱成虫大

量迁入玉米田,此时,灰飞虱诱捕量较大;7月初到8月初灰飞虱主要以幼虫危害,成虫诱捕量较低;8月末灰飞虱大量羽化,诱捕量迅速上升;之后,随着玉米成熟收获,诱捕量显著下降。

3 结论与讨论

贵州省玉米地昆虫群落物种丰富,结构复杂,共有132种昆虫,隶属于11目66个科,优势昆虫主要有同翅目、鞘翅目、鳞翅目、膜翅目、直翅目、双翅目和半翅目等。韩海亮等(2020)在浙江省东阳市采用风吸式太阳能杀虫灯在玉米田诱到9目40科昆虫,其中近80%以上为双翅目昆虫,与本研究结果有重叠也有不同,这可能与不同

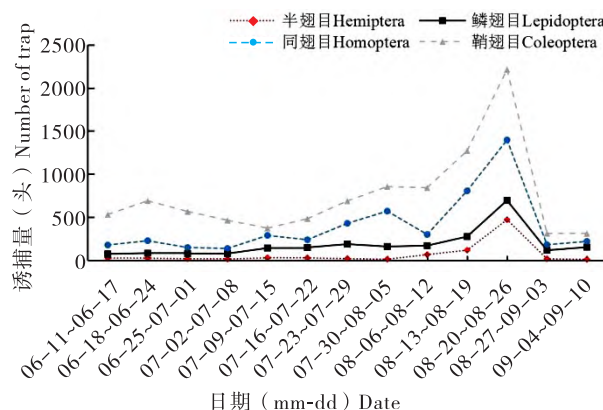


图8 贵州玉米田灯诱主要目种群动态

Fig. 8 Population dynamics of main insecta induced by light in maize field in Guizhou

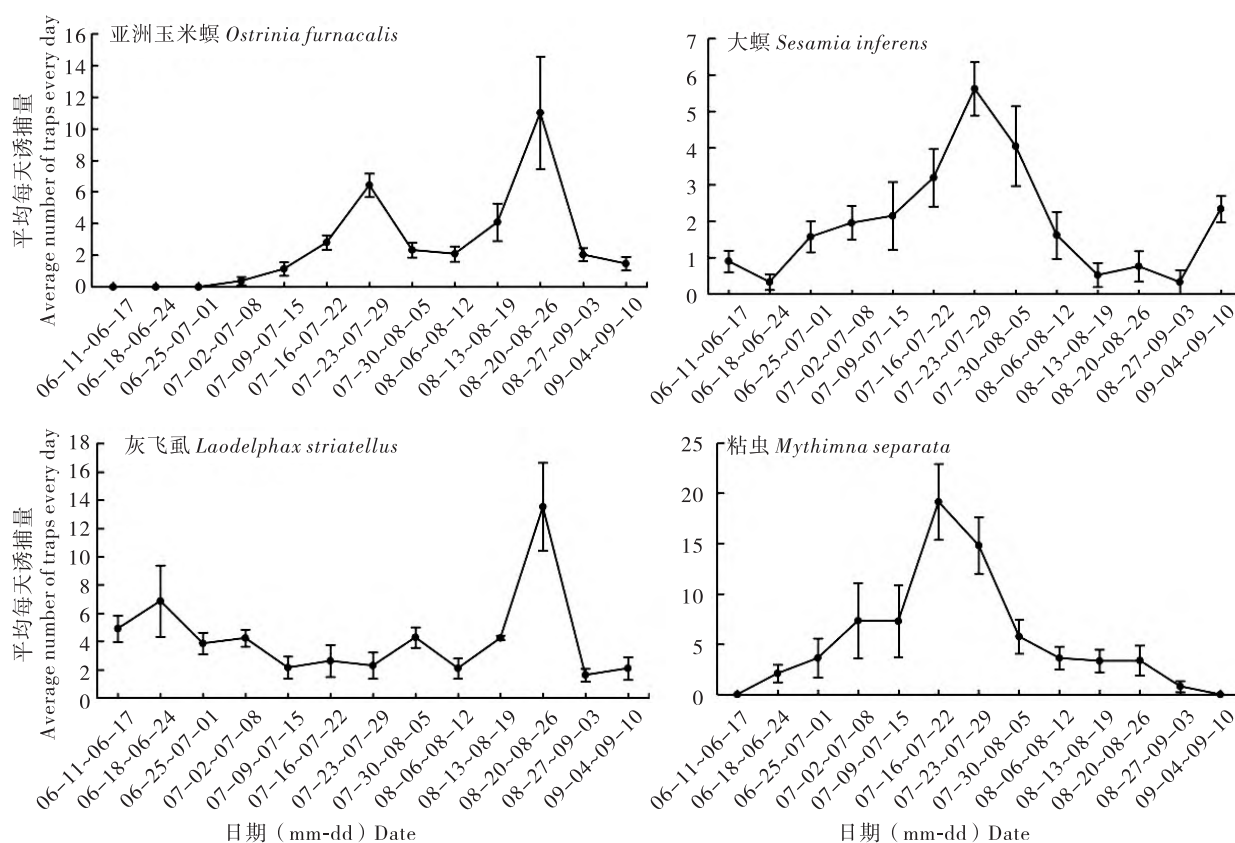


图9 贵州玉米田灯诱4种优势种的种群时序动态图

Fig. 9 Dynamic sequence diagram of populations of 4 dominant species induced by lamp in Guizhou

地区内玉米田昆虫群落差异有关。本研究还发现,随着时间和作物生育期变化,玉米地昆虫群落的昆虫种类和个体数量都会出现变化,物种丰富度随着时间呈先上升后下降趋势,在7月下旬时物种丰富度最高,可达33种。玉米田主要的优势种群为亚洲玉米螟、玉米蚜、黏虫和双斑莹叶甲等,

玉米蚜自6月下旬一发生就占据田间昆虫个体数量的绝对优势,9月初逐渐消失;黏虫在田间一直占据一定优势,双斑莹叶甲种群长期处于较低的水平,种群优势度指数不高;亚洲玉米螟前期优势度较低,在8月下旬迅速上升,占据绝对优势。

农田生态系统中昆虫的种群数量会随着季节

或时间的变化而变化（张永强等，2001；师光禄等，2006；梁子宁等，2007）。这与本研究结果相一致。对亚洲玉米螟、玉米蚜、黏虫、灰飞虱、稻绿蝽、条赤须盲蝽和双斑萤叶甲这 7 种玉米田优势昆虫种群数量进行分析，发现对照区、近光区和远光区的昆虫种群数量会出现一个先上升后下降的趋势，这可能是由于随着玉米生长，提供的营养增加促进了昆虫种群的繁殖，植株成熟后干枯，昆虫不再繁殖，种群数量降低。此外，本研究还发现几种优势昆虫中，亚洲玉米螟、黏虫、灰飞虱、条赤须盲蝽在近灯区的种群数量明显高于其他几个区，说明诱虫灯对害虫有显著的诱集效果，且部分昆虫没有被诱集到诱虫灯收集装置中，选择在附近降落，增加了近灯区的昆虫种群数量。而远光区，部分昆虫被灯光引诱至近灯区，致使该区域物种丰富度明显比近光区和对照区少。

昆虫的趋光性对昆虫的行为习惯、群落结构、种群数量和密度、时间和空间上的分布情况等都有影响（柯汉云等，2014；冯娜等，2015；张大为等，2018）。如何利用昆虫趋光性的特性对害虫进行预测预报和防治是植保工作者研究的重点。随着环保意识的提高和技术的发展，越来越多的灯光诱捕设备被应用于农业生产中，防治蔬菜害虫、果树害虫、水稻害虫、棉花害虫和花生害虫等（许方程等，2002；赵永根等，2008；刘彦飞等，2013；张大为等，2018；王昊等，2021）。使用诱虫灯对田间害虫进行防治，可有效减少田间害虫种群数量，具有环境污染小、防治成本低、减少用药量，延缓抗药性的优点（程文杰等，2011；Kim *et al.*，2019；桑文等，2019）。本研究发现诱虫灯可诱集灯光辐射区的昆虫，导致其部分降落在诱虫灯附近，可结合相应的化学药剂对近灯区的昆虫进行集中防治，从而可以减少用药量，缩小防治面积，达到减少工作量，减少环境污染的目的。有研究表明，诱虫灯具有诱集多种天敌昆虫和中性昆虫、影响两栖类和蜘蛛等其他夜间活动天敌的正常生命活动、受虫态和环境因素的影响的缺点（Longcore and Rich，2004；赵建伟等，2008；徐练等，2015）。本研究发现诱虫灯会诱集到的益虫较少，且主要是一些体型较大的益虫（如姬蜂、四星瓢虫、七星瓢虫、食蚜蝇等），表明风吸式杀虫灯对小型天敌类昆虫友好，这是因

为该杀虫灯在集虫器上设计了逃逸孔，大部分小型类天敌会从逃逸孔中逃出，重新回到田间生态系统中，不会造成田间天敌显著减少和生态系统失衡（张敏和雷朝亮，2018；韩海亮等，2020）。本研究通过调查明确了贵州玉米田的昆虫群落结构，探明了诱虫灯在贵州玉米田的作用效果，为玉米田害虫的绿色防治提供了技术参考。

参考文献（References）

- Chen L, Li B, Pu GQ. Causes and countermeasures of resistance to insecticide in *Spodoptera litura* [J]. *China Sericulture*, 2009, 30 (2): 16–19. [陈亮, 李兵, 浦冠勤. 斜纹夜蛾抗药性产生的原因及防治对策 [J]. 中国蚕业, 2009, 30 (2): 16–19]
- Cheng WJ, Zheng XL, Wang P, *et al.* Sexual difference of insect phototactic behavior and related affecting factors [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22 (12): 3351–3357. [程文杰, 郑霞林, 王攀, 等. 昆虫趋光的性别差异及其影响因素 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (12): 3351–3357]
- Feng N, Fan F, Tao B, *et al.* Effect of spectral sensitivity response on the phototaxis of *Orius sauteri* (Poppius) [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35 (14): 4810–4815. [冯娜, 范凡, 陶晔, 等. 光谱对东亚小花蝽趋光行为的影响 [J]. 生态学报, 2015, 35 (14): 4810–4815]
- Han HL, Zhang JM, Liu M, *et al.* The application of fan suction solar energy insecticidal lamp in fresh corn fields and its effect on the biodiversity of arthropods [J]. *Journal of Plant Protection*, 2020, 47 (6): 1234–1243. [韩海亮, 章金明, 刘敏, 等. 扇吸式太阳能杀虫灯在鲜食玉米田的应用效果及对节肢动物生物多样性的影响 [J]. 植物保护学报, 2020, 47 (6): 1234–1243]
- Ke HY, Zhao SF, Shao MH, *et al.* A preliminary investigation of the insect communities and their structures under the lamp in rice field in the Northwest of Zhejiang Province [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2014, 30 (7): 280–285. [柯汉云, 赵帅锋, 邵美红, 等. 浙西北稻田灯下昆虫群落结构分析初报 [J]. 中国农学通报, 2014, 30 (7): 280–285]
- Kim KN, Huang QY, Lei CL. Advances in insect phototaxis and application to pest management: A review [J]. *Pest Management Science*, 2019, 75 (12): 3135–3143.
- Kranthi KR, Jadhav DR, Kranthi S, *et al.* Insecticideresistance in five major insect pests of cotton in India [J]. *Crop Protection*, 2002, 21: 449–460.
- Liang ZY, Zhang YQ. Spatial and temporal structures of arthropod community in longan orchard [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27 (4): 1542–1549. [梁子宁, 张永强. 龙眼园节肢动物群落结构及其时空格局 [J]. 生态学报, 2007, 27 (4): 1542–1549]
- Liu YF, Yu HL, Wu JX. Phototaxis of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) to LED lights and

- related affecting factors [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2013, 50 (3): 735–741. [刘彦飞, 于海利, 仵均祥. 梨小食心虫对 LED 光的趋性及影响因素的研究 [J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (3): 735–741]
- Longcore T, Rich C. Ecological light pollution [J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2004, 2 (4): 191–198.
- Lu X, Zhang GH, Li LJ, et al. Generation distribution change of the Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Guenée) in Jilin Province [J]. *Journal of Plant Protection*, 2005, 42 (3): 241–245. [鲁新, 张国红, 李丽娟, 等. 吉林省亚洲玉米螟的发生规律 [J]. 植物保护学报, 2005, 42 (3): 241–245]
- Sang W, Huang QY, Wang XP, et al. Progress in research on insect phototaxis and future prospects for pest light-trap technology in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2019, 56 (5): 907–916. [桑文, 黄求应, 王小平等. 中国昆虫趋光性及灯光诱虫技术的发展、成就与展望 [J]. 应用昆虫学报, 2019, 56 (5): 907–916]
- Shi GL, Zhao LL, Liu SQ, et al. Community structure and its dynamics of pest, predatory and neutral insects in a jujube ecosystem [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17 (1): 80–86. [师光禄, 赵莉茜, 刘素琪, 等. 枣园害虫、捕食性和中性昆虫群落结构及动态研究 (英文) [J]. 应用生态学报, 2006, 17 (1): 80–86]
- Su Q. Advantages and disadvantages of chemical control and biological control [J]. *Journal of Northern Agriculture*, 2011, 6: 84–85, 132. [苏琴. 化学防治与生物防治的优缺点浅析 [J]. 内蒙古农业科技, 2011, 6: 84–85, 132]
- Wang H, Yan K, Liu TG, et al. Trapping effect of solar light traps on insects in peanut field [J]. *Journal of Plant Protection*, 2021, DOI: 10.13802/j.cnki.zwbhxb.2021.2021111. [王昊, 闫科, 刘田谷, 等. 太阳能光陷阱捕虫器对花生田昆虫的诱捕效果 [J]. 植物保护学报, 2021, DOI: 10.13802/j.cnki.zwbhxb.2021.2021111]
- Wu LM, Lu HS. Study on the population dynamics of insect pests in maize ear stage [J]. *Plant Protection*, 1997, 23 (4): 26–28. [吴立民, 陆化森. 玉米穗期害虫种群变动规律的研究 [J]. 植物保护, 1997, 23 (4): 26–28]
- Wu YQ, Duan Y, Jiang YL. Reviews on lighting for insect-pests control [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2009, 9: 127–130. [武予清, 段云, 蒋月丽. 害虫的灯光防治研究与应用进展 [J]. 河南农业科学, 2009, 9: 127–130]
- Xu DL, Wang MX, Shao YH. Present situation and prospect of physical control of tea tree pests [J]. *China Tea*, 2013, 35 (1): 7–8, 12. [徐德良, 王敏鑫, 邵元海. 茶树害虫物理防治的现状与展望 [J]. 中国茶叶, 2013, 35 (1): 7–8, 12]
- Xu FC, Ye SG, Wu YQ, et al. A preliminary report on the trapping and killing effect of vibration-type insecticidal lamp on the insect pests such as *Spodoptera litura* in vegetable field [J]. *Plant Protection*, 2002, 28 (2): 55–56. [许方程, 叶曙光, 吴永权, 等. 频振式杀虫灯对菜田斜纹夜蛾等害虫的诱杀效果初报 [J]. 植物保护, 2002, 28 (2): 55–56]
- Xu L, Wen LZ. Review on impact factors on insecticidal efficiency trap lamp and its development [J]. *China Plant Protection*, 2015, 35 (5): 19–22. [徐练, 文礼章. 影响杀虫灯诱虫效果的因素及其发展方向 [J]. 中国植保导刊, 2015, 35 (5): 19–22]
- Yang CL, Liu F, Su L, et al. Structure of insect communities and population dynamic of dominant species in corn fields in Guizhou [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2019, 47 (6): 136–139. [杨昌利, 刘芳, 苏丽, 等. 贵州玉米田昆虫群落组成及优势种群动态研究 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47 (6): 136–139]
- Yang HL, Xue T, Li DH, et al. Occurrence, harm and control of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky), a maize pest in Liaoning [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2008, 11: 96–98. [杨海龙, 薛腾, 李德会, 等. 辽宁玉米害虫双斑长跗茎叶甲的发生危害与防治 [J]. 河南农业科学, 2008, 11: 96–98]
- Zhang DW, Luo JC, Jin SL, et al. Insecticidal lamps with different spectrum: The effect on trapping pest and insect population structure in apple orchard [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2018, 34 (31): 140–146. [张大为, 罗进仓, 金社林, 等. 不同光谱杀虫灯对苹果园害虫诱杀效果及灯下昆虫种群结构分析 [J]. 中国农学通报, 2018, 34 (31): 140–146]
- Zhang M, Lei CL. The principle and application of fan suction insect catcher [J]. *Hubei Plant Protection*, 2018, 4: 60–62. [张敏, 雷朝亮. 扇吸式捕虫器的诱虫原理与应用效果 [J]. 湖北植保, 2018, 4: 60–62]
- Zhang YQ, Aden AD, Wei SG, et al. The community structure, dynamics of pest and predaceous arthropod in a banana field [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21 (4): 639–645. [张永强, Aden AD, 韦绥概, 黄卫, 许旭战. 香蕉园害虫和捕食性节肢动物群落结构及动态研究 [J]. 生态学报, 2001, 21 (4): 639–645]
- Zhao JW, He YX, Weng QY. Application and research of insect light traps in China [J]. *Journal of Biosafety*, 2008, 17 (1): 76–80. [赵建伟, 何玉仙, 翁启勇. 诱虫灯在中国的应用研究概况 [J]. 华东昆虫学报, 2008, 17 (1): 76–80]
- Zhao YG, Bian JS, Yu W. Trapping and killing effects of yellow board on *Bemisia tabaci* (Gennadius) and non-target insects in cotton field [J]. *Plant Protection*, 2008, 34 (3): 144–147. [赵永根, 卞觉时, 郁卫. 黄板对棉田烟粉虱和非靶标昆虫的诱杀作用 [J]. 植物保护, 2008, 34 (3): 144–147]
- Zheng LH, Zheng LX. Research progress in maize pests [J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2018, 46 (3): 53–58. [吴兰花, 郑丽霞. 玉米害虫的研究进展 [J]. 贵州农业科学, 2018, 46 (3): 53–58]