

河南南阳空中昆虫群落结构及动态研究

陈培育¹, 周晓静¹, 阴志刚¹, 牛银亭¹, 鞠乐¹,

曹双¹, 黄建荣², 付晓伟^{3*}

(1. 南阳市农业科学院, 河南南阳 473038; 2. 河南省农业科学院植物保护研究所, 河南省 0 号昆虫雷达野外观测研究站, 郑州 450002; 3. 河南科技学院, 河南新乡 453003)

摘要: 为探明河南南阳的空中昆虫群落结构, 于 2021-2023 年利用探照灯诱虫器监测了夜间昆虫的种类和动态。3 年共诱到昆虫 10 目 42 科 112 种, 鳞翅目 (13 科 71 种) 种类最多, 其次为鞘翅目 (10 科 17 种)、半翅目 (8 科 12 种); 42 科中, 以夜蛾科 (31 种) 为主, 其次是天蛾科 (10 种)、螟蛾科 (6 种)。昆虫的群落结构存在年际差异, 2021 年恒有种为棉铃虫 *Helicoverpa armigera*、劳氏粘虫 *Leucania loreyi*、小地老虎 *Agrotis ipsilon* 和甘薯天蛾 *Agrius convolvuli*; 2022 和 2023 年恒有种均为棉铃虫和劳氏粘虫; 亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis*、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua*、雀纹天蛾 *Theretra japonica*、铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta*、暗黑鳃金龟 *Holotrichia parallela*、东方蝼蛄 *Gryllotalpa orientalis* 和油葫芦 *Cryllus testaceus* 为常见种; 2021 年的物种多样性、均匀度最高, Shannon-Wiener 指数为 2.0709, 均匀度指数 0.4406, 2023 年次之, Shannon-Wiener 指数为 0.7169, 均匀度指数 0.1544, 2022 年最低, Shannon-Wiener 指数和均匀度指数分别为 0.6507、0.1419。3 年间, 共诱到昆虫 149 606 头, 2022 年诱到昆虫 60 737 头, 分别是 2021 和 2023 年诱虫量的 1.3 倍、1.4 倍; 棉铃虫为当地第 1 大种群, 3 年虫量占总虫量的 37.79%; 其次为暗黑鳃金龟 (20.58%)、铜绿丽金龟 (10.91%)、甜菜夜蛾 (7.82%) 和亚洲玉米螟 (3.55%), 构成了当地的优势种群。本研究初步阐明了南阳地区的昆虫群落结构及种群发生动态, 对指导当地害虫测报和防控工作提供了依据。

关键词: 探照灯诱虫器; 群落结构; 种群动态; 迁飞

中图分类号: Q968.1;S433 文献标识码: A

Study on the community Structure and population dynamics of aerial insects in Nanyang City of Henan Province

CHEN Pei-Yu¹, ZHOU Xiao-Jing¹, YIN Zhi-Gang¹, NIU Yin-Ting¹, JU Le¹, CAO Shuang¹, HUANG Jian-Rong², FU Xiao-Wei^{3*} (1. Nanyang Academy of Agricultural Sciences, Nanyang 473038, Henan Province, China; 2. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Science, No. 0 Entomological Radar Field Scientific Observation and Research Station of Henan Province, Zhengzhou 450002, China; 3. Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan Province, China)

Abstract: In order to explore the community structure characteristics of airborne insects species in Nanyang City of Henan Province, the insect samples were collected by searchlight trapping from 2021 to 2023. A total of 112 species of insects, belong to 42 families, 10 orders, were found, with

基金项目: 河南省现代农业产业技术体系建设专项资金 (HARS-22-11-Z2); 河南省农业科学院杰出青年科技基金 (2023JQ03)

作者简介: 陈培育, 男, 副研究员, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: 51107067@qq.com

*通讯作者 Author for correspondence: 付晓伟, 男, 博士, 副教授, 研究方向为害虫监测与控制技术, E-mail: fuxiaowei@hist.edu.cn

收稿日期 Received: 2023-11-20; 接受日期 Accepted: 2024-04-18

the most species belonging to the order Lepidoptera (13 families, 71 species), followed by Coleoptera (10 families, 17 species) and Hemiptera (8 families, 12 species). Among the 42 families, the dominant families were Noctuidae (31 species) and Sphindidae (10 species). There were significant inter-annual differences in the composition of the insect community, with the consistent species being *Helicoverpa armigera*, *Laodelphax striatellus*, *Agrotis segetum* and *Manduca sexta* in 2021, *Helicoverpa armigera* and *Laodelphax striatellus* in both 2022 and 2023. The Shannon-Wiener index and evenness index were highest in 2021 (Shannon-Wiener index = 2.0709, evenness index = 0.4406), followed by 2023 (Shannon-Wiener index = 0.7169, evenness index = 0.1544), and lowest in 2022 (Shannon-Wiener index = 0.6507, evenness index = 0.1419). A total of 149 606 insects were trapped over the three years, with the highest trap catch in 2022 (60 737 individuals), which was 1.3 and 1.4 times higher than in 2021 and 2023, respectively. *Helicoverpa armigera* was the dominant species, accounting for 37.79% of the total trap catch on average. Other dominant species included *Callosobruchus Maculatus* (20.58%), *Anomala corpulenta* (10.91%), *Spodoptera Frugiperda* (7.82%), and *Ostrinia Nubilalis* (3.55%). This study provides a useful contribution to understanding the insect community structure and population dynamics in Nanyang and may provide guidance for local pest monitoring and control efforts.

Key words: Searchlight trap; community structure; population dynamics; migration

农业害虫是造成粮食作物产量损失的重要因素,据联合国粮农组织(FAO)统计,全世界每年因虫害造成的潜在作物产量损失约为30%,损失额高达数千亿美元(吴孔明,2018)。我国常见农业害虫有860多种,其中20多种为重大农业害虫(陆宴辉等,2017)。2023年中华人民共和国农业农村部公告(第654号)公布了10种一类农作物害虫,其中草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith)、飞蝗 *Locusta migratoria* Linnaeus(飞蝗和其它迁移性蝗虫)、草地螟 *Loxostege sticticalis* Linnaeus、粘虫(东方粘虫 *Mythimna separate* (Walker)和劳氏粘虫 *Leucania lorryi* (Duponchel))、稻飞虱(褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)和白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth))、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis*(Guenée)、二化螟 *chilo suppressalis* (Walker)、小麦蚜虫(麦长管蚜 *Sitobion avenae* (Fabricius)、禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus)、麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* (Rondani))和亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée)等9种昆虫均为迁飞性害虫,凸显了农业生产中对有效防控迁飞性害虫的重大产业需求。迁飞性害虫通过季节性跨区域迁移拓展其适生区域,因而具有突发性、暴发性和毁灭性等特点,虫群“来无影、去无踪”,常常给农业生产造成重大危害(张智,2013)。探照灯诱虫器装有垂直向上照射的金属卤化物灯,射程可达到500 m以上,能有效诱集夜晚空中迁飞的虫群,是一种高效的迁飞性害虫监测工具(封洪强,2003; Feng *et al.*, 2005; 张云慧,2008)。

昆虫群落是农田生态系统的重要组成,群落结构分析不仅在昆虫生态学理论研究中占有重要位置,在害虫防治实践中也具有特殊的指导作用,是揭示农业害虫成灾机制并进行可持

续治理的基础工作（庞雄飞等，1996）。近年来，我国多个农业区对空中昆虫群落开展了研究，明确了各地空中昆虫群落的结构组成、优势种、季节性种群波动等参数（高丽娜等，2013；孙晓旭，2020；周先涌等，2020；宋海燕等，2021；闫创等，2021），为国家农业害虫的统防统治和联防联控提供了基础支撑。

我国地处全球最重要的东亚昆虫迁飞场，各类迁飞性害虫每年都会根据气候、季风和食物的变化，进行“北迁南回”的季节性跨区域迁飞（张志涛，1992；付晓伟，2015）。南阳位于“秦岭-淮河”南北分界线，是我国重要的南北气候过渡区、西南季风重要通道，也是农业害虫在长江流域和黄河流域季节性迁飞的重要通道。此外，南阳也是全国粮食生产核心区，全市耕地面积 130.83 万 ha，素有“中州粮仓”之称（田永朝，2023）。探明南阳地区空中昆虫群落的结构与组成，解析其季节性种群波动和迁移规律，对提高江淮-黄淮农业区迁飞性害虫的监测预警能力，保障南阳地区粮食生产安全等具有重要的生产指导意义。本研究利用探照灯诱虫器，2021-2023 年连续 3 年的系统监测，对掌握该地区迁飞性害虫的发生规律，实现害虫的预测预报和精准防控提供了科学依据。

1 材料与方 法

1.1 诱虫器设置

本研究使用的探照灯诱虫器在封洪强（2003）设计基础上，增加了智能光控开关（规格：1 800 W，型号：ZYT15-GK；品牌：TOONE）。诱虫器由 GT75 型探照灯制作而成，内有 1 000 W 金属卤化物灯（E60 型亚明金卤灯，光通量 110 000 lm、色温 4 200 K、显色指数 65，上海亚明照明有限公司）。将探照灯用铁丝固定在镀锌铁皮漏斗内（上口直径为 100 cm，下口直径为 15 cm，高为 80 cm），漏斗底部悬挂 60 目尼龙网袋，用以收集所诱到的昆虫。智能光控开关时控器安装在配电室屋檐下，防止误碰。

探照灯诱虫器置于南阳市卧龙区潦河镇南阳市农业科学院试验基地（32.907902° N，112.428497° E）的空旷区域，2021 年监测时段为 5 月 1 日-10 月 31 日，2022 年和 2023 年监测时段均为 3 月 1 日-10 月 31 日。通过智能光控开关时控器，实现每天日落开灯、日出关灯。每天关灯后将集虫网袋带回室内，放入-20°C 冰箱至少 6 h，待全部样本死亡后进行昆虫分拣和种类鉴定，记录各种昆虫的种群数量。

1.2 昆虫种类鉴定

参考《中国昆虫生态大图鉴》、《河南昆虫分类区系研究第六卷（宝天曼自然保护区昆虫）》等文献资料进行昆虫种类鉴定。难以鉴定到“种”的昆虫，则委托河南省农业科学院植物保护研究所的封洪强研究员进行鉴定。

1.3 数据分析

使用 Excel 2010 进行数据处理和参数计算，群落结构特征参数分析包括恒常指数、相对丰盛度指数、优势度指数、优势集中度指数、物种丰富度指数、生物多样性指数和物种均匀度指数，计算方法参考孙晓旭（2020）对滇西空中昆虫群落结构的分析。

1.3.1 恒常指数 (Constancy Index, c)

$$C=(p/n)\times 100\%$$

p 为某种昆虫被监测到的天数, n 为监测总天数。

根据此指数可将空中昆虫划分为恒有种 (constancy species)、常见种 (accessory species) 和偶见种 (accidental species) 三大类群: 当 $c>50\%$ 时, 判定该昆虫为群落中的恒有种; 当 $25\%<c\leq 50\%$ 时, 为常见种; 当 $c\leq 25\%$ 时, 为偶见种。

1.3.2 相对丰盛度指数 (Relative abundance index, R_i)

$$R_i=N_i/N$$

N_i 为第 i 种昆虫的诱集数量, N 为诱集到所有昆虫种类的总数量, 则 R_i 表示某种昆虫个体数量在群落总数量的占比。

1.3.3 优势集中度指数 (Advantage-concentration index)

$$C=\sum R_i^2=(N_i/N)^2$$

1.3.4 物种丰富度指数 (Margalef richness index, M)

$$M=(S-1)/\ln N$$

S 为监测到的总的物种数量。

1.3.5 生物多样性指数 (Shannon-Wiener diversity index, H')

采用 Shannon-Wiener 生物多样性指数 $H'=-\sum R_i \ln R_i$

1.3.6 物种均匀度指数 (species evenness, J)

$$J=H'/H'\max$$

$H'\max$ 为生物多样性指数理论最大值, 计算公式为 $\ln S$, S 为监测到的总的物种数量。

2 结果与分析

2.1 群落结构

2021-2023 年, 探照灯诱虫器共诱集到昆虫 10 目 42 科 112 种 (附表 1)。

对昆虫群落结构“目”的组成进行分析, 结果表明鳞翅目昆虫 71 种, 占比 63.39%, 丰富度最高; 鞘翅目昆虫的丰富度次之, 共 17 种, 占比 15.18%; 其他目昆虫的丰富度由高到低依次为: 半翅目 (10.71%)、直翅目 (4.46%)、同翅目 (1.79%), 脉翅目 (0.89%)、蜻蜓目 (0.89%)、双翅目 (0.89%)、蜚蠊目 (0.89%) 和螳螂目 (0.89%) (图 1)。

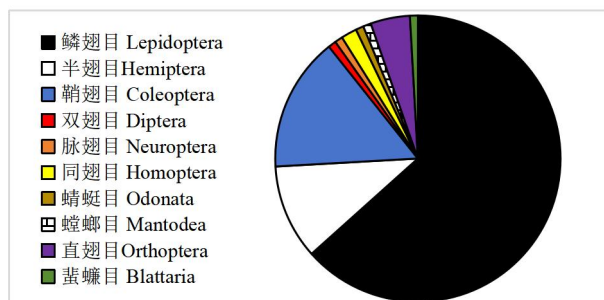


图 1 南阳空中各目昆虫比例

Fig. 1 Proportion of each Order aerial insects in Nanyang

对昆虫群落结构“科”的组成进行分析，结果表明鳞翅目夜蛾科的丰富度最高，共计 31 种，占比 27.68%；天蛾科的丰富度次之，共计 10 种，占比 8.93%；再次是螟蛾科，共计 6 种，占比 5.36%。有 13 个昆虫“科”由 2~4 个“种”组成，分别是灯蛾科、尺蛾科、枯叶蛾科、舟蛾科、大蚕蛾科、毒蛾科、刺蛾科、步甲科、鳃金龟科、瓢甲科，盲蝽科、蝽科和蟋蟀科；其余各科，每科均只有 1 个“种”组成（图 2）。

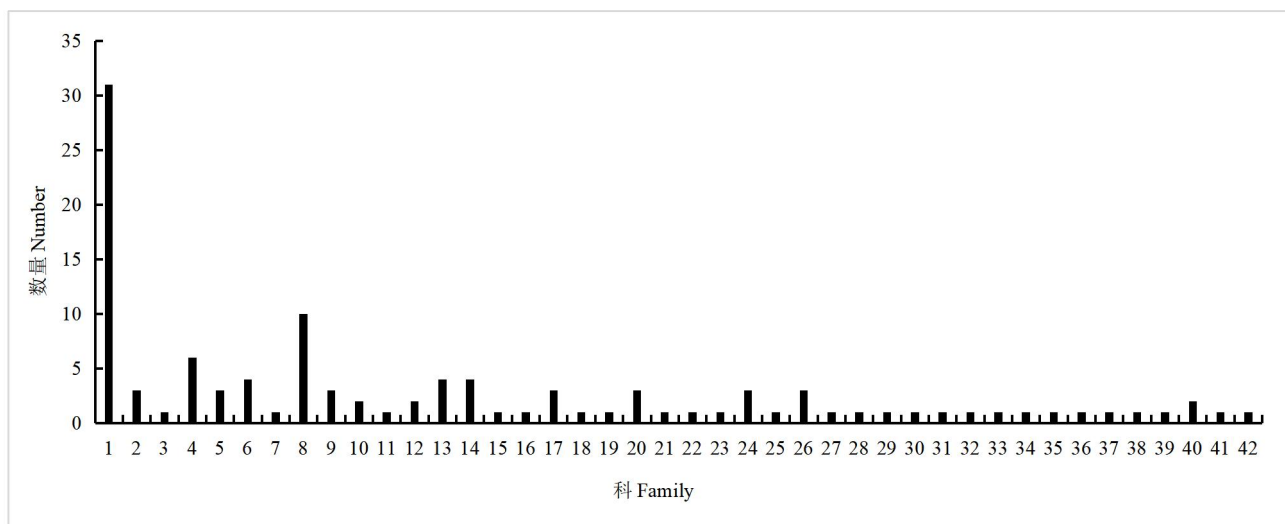


图 2 南阳空中昆虫各科数量

Fig. 2 Number of each Family aerial insects in Nanyang

注：1，夜蛾科；2，尺蛾科；3，菜蛾科；4，螟蛾科；5，枯叶蛾科；6，灯蛾科；7，卷蛾科；8，天蛾科；9，舟蛾科；10，大蚕蛾科；11，麦蛾科；12，毒蛾科；13，刺蛾科；14，步甲科；15，拟步甲科；16，丽金龟科；17，鳃金龟科；18，芫菁科；19，隐翅虫科；20，瓢甲科；21，水龟虫科；22，天牛科；23，龙虱科；24，盲蝽科；25，长蝽科；26，蝽科；27，猎蝽科；28，臭蝽科；29，蝉科；30，负子蝽科；31，蚜总科；32，食蚜蝇科；33，草蛉科；34，叶蝉科；35，飞虱科；36，蜻科；37，螳螂科；38，蝗科；39，蝼蛄科；40，蟋蟀科；41，螽斯科；42，蜚蠊科。Note: 1, Noctuidae; 2, Geometridae; 3, Plutellidae; 4, Pyralidae; 5, Lasiocampidae; 6, Arctiidae; 7, Tortricidae; 8, Sphingidae; 9, Notodontidae; 10, Saturniidae; 11, Gelechiidae; 12, Lymantridae; 13, Eucleridae; 14, Carabidae; 15, Tenebrionidae; 16, Rutelidae; 17, Melolonthidae; 18, Meloidae; 19, Staphylinidae; 20, Coccinellidae; 21, Hydrophilidae; 22, Cerambycidae; 23, Dytiscidae; 24, .Miridae; 25, Lygaeidae; 26, Pentatomidae; 27, Reduviidae; 28, Cimicidae; 29, Cicadidae; 30, Belostomatidae; 31, Aphidoidea; 32, Syrphidae; 33, Chrysopidae; 34, Cicadellidae; 35, Delphacidae; 36, Libellulidae; 37, Mantidea; 38, Acrididae; 39, Gryllotalpidae; 40, Gryllidae; 41, Tettigoniidae; 42, Blattidae.

2.2 群落多样性

不同昆虫被监测到的天数存在年际差异。

2021 年空中昆虫群落中，恒有种共 4 种，占总物种的 3.57%，分别是棉铃虫、劳氏粘虫、小地老虎、甘薯天蛾；2022 和 2023 年的恒有种是棉铃虫和劳氏粘虫，分别占当年总物种的 2.00%、1.89%。

2021 年空中昆虫群落中，常见种共 7 种，占总物种的 6.25%，分别为甜菜夜蛾、亚洲玉米螟、铜绿丽金龟、暗黑鳃金龟、雀纹天蛾、水龟虫和东方蝼蛄；2022 年常见种 6 种，占总物种的 6.00%，分别为小地老虎、甜菜夜蛾、铜绿丽金龟、暗黑鳃金龟、甘薯天蛾和雀

纹天蛾；2023 年常见种 8 种，占总物种的 7.55%，分别为小地老虎、亚洲玉米螟、铜绿丽金龟、暗黑鳃金龟、甘薯天蛾、雀纹天蛾、水龟虫和油葫芦。

其余均为偶见种（图 3）。

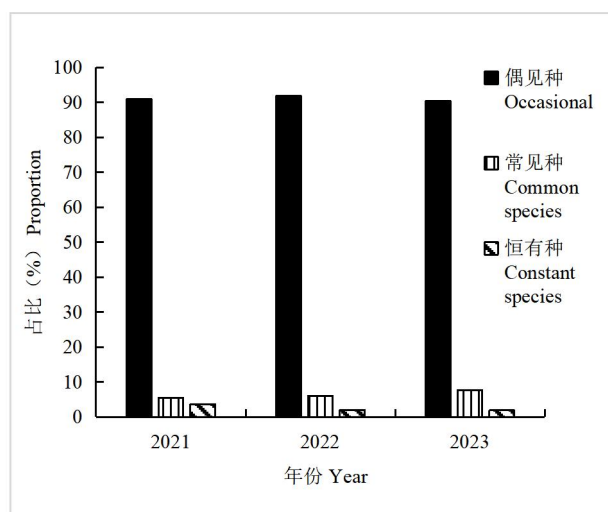


图 3 2021-2023 年空中昆虫的恒常指数

Fig. 3 Constancy index of aerial insects from 2021 to 2023

多样性分析表明，2021 年共诱到昆虫 10 目 42 科 112 种，物种丰富度最高，丰富度指数 10.4061，昆虫群落的 Shannon-Wiener 指数为 2.0709，物种均匀度指数 0.4406，表明 2021 年灯诱昆虫的多样性高、分布均匀。

2022 年诱到昆虫 10 目 41 科 100 种，2023 年诱到昆虫 10 目 41 科 106 种，丰富度指数分别为 9.0791、9.8738，这两年昆虫群落的 Shannon-Wiener 指数分别为 0.6507、0.7169，物种均匀度指数分别为 0.1419、0.1544，这两年之间各项指数差异不大，但均低于 2021 年。优势集中度指数分别为 0.2301，0.2097、0.2309，3 年之间差异不大。

不同昆虫“目”之间，鳞翅目和鞘翅目昆虫的 Shannon-Wiener 指数、物种均匀度指数物种均匀度指数和优势集中度指数均高于其他各目（表 1）。

表 1 南阳空中昆虫群落多样性指数

Table 1 Diversity index of aerial insects community in Nanyang

目 Orders	2021			2022			2023		
	C	H'	J	C	H'	J	C	H'	J
鳞翅目 Lepidoptera	0.1350	1.0008	0.2129	0.1760	0.5101	0.1113	0.1789	0.5195	0.1119
半翅目 Hemiptera	0.0000	0.0587	0.0125	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0017	0.0004
鞘翅目 Coleoptera	0.0949	0.8814	0.1875	0.0326	0.1280	0.0279	0.0479	0.1684	0.0363
双翅目 Diptera	0.0000	0.0082	0.0017	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0001
脉翅目 Neuroptera	0.0000	0.0174	0.0037	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0005	0.0001
同翅目 Homoptera	0.0001	0.0571	0.0122	0.0002	0.0031	0.0007	0.0002	0.0031	0.0007
蜻蜓目 Odonata	0.0000	0.0053	0.0011	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0006	0.0001
螳螂目 Mantodea	0.0000	0.0036	0.0008	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000

直翅目 Orthoptera	0.0000	0.0338	0.0072	0.0009	0.0086	0.0019	0.0039	0.0226	0.0049
蜚蠊目 Blattaria	0.0000	0.0047	0.0010	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
总数 Total	0.2301	2.0709	0.4406	0.2097	0.6507	0.1419	0.2309	0.7169	0.1544

注: C , 优势集中度指数; H' , Shannon-Wiener 指数; J , 物种均匀度指数。Note: C , Dominant concentration index; H' , Shannon-Wiener diversity index; J , Evenness index.

2.3 种群动态

2021-2023 年, 共诱到昆虫 149 606 头。除停电、设备故障外, 2021 年共计开灯 179 d, 诱到昆虫 42 910 头; 2022 年开灯 237 d, 共诱集昆虫 60 737 头; 2023 年开灯 236 d, 共诱集昆虫 45 959 头。

2022 年诱虫量最大, 是 2023 年诱虫量的 1.4 倍, 是 2021 年的 1.3 倍 (图 4)。

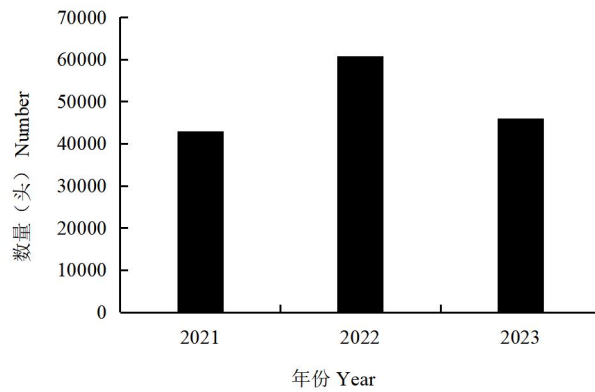


图 4 2021-2023 年空中昆虫的年际差异

Fig. 4 Annual variations in the number of aerial insects from 2021 to 2023

各昆虫“目”中, 鳞翅目数量最多, 3 年合计 88 377 头, 占 3 年总诱虫量的 59.13%, 3 年的相对丰盛度指数均最高, 分别为 0.4936、0.6700 和 0.5768; 鞘翅目次之, 3 年合计 51 982 头, 占 3 年总诱虫量的 34.78%, 相对丰盛度指数分别为 0.4725、0.2771 和 0.3238; 其余 8 目昆虫合计 9 093 头, 相对丰盛度指数均小于 0.1000 (图 5) (附表 1)。

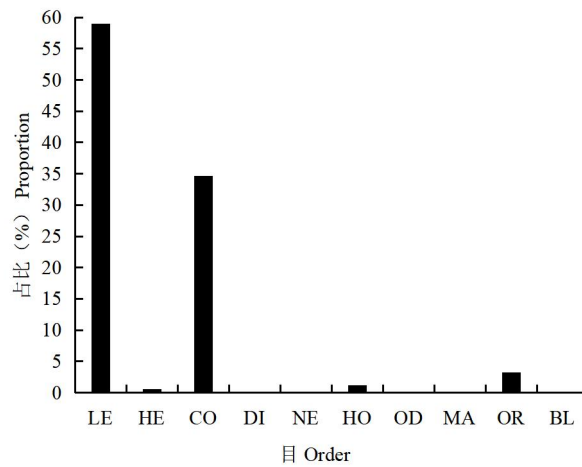


图 5 空中昆虫不同目的数量差异

Fig. 5 Variations in the number of aerial insects of different Orders

注：LE，鳞翅目；HE，半翅目；CO，鞘翅目；DI，双翅目；NE，脉翅目；HO，同翅目；OD，蜻蜓目；MA，螳螂目；OR，直翅目；BL，蜚蠊目。Note: LE, Lepidoptera; HE, Hemiptera; CO, Coleoptera; DI, Diptera; NE, Neuroptera; HO, Homoptera; OD, Odonata; MA, Mantodea; OR, Orthoptera; BL, Blattaria.

鳞翅目中，夜蛾科的诱虫量最大，3年合计77 699头，占该目总虫量的87.92%；其次为螟蛾科，3年合计7 145头，占该目总诱虫量的8.08%；再次是天蛾科，3年合计2 639头，占该目总诱虫量的2.99%；其余10科3年合计894头，占该目总虫量的1.01%。

鞘翅目中，鳃金龟科3年合计诱到35 157头昆虫，占该目总虫量的67.63%；丽金龟科3年共诱到昆虫15 750头，占该目总虫量的30.30%；其余8科合计诱到1 075头，占该目总诱虫量2.07%（表2）。

表2 鳞翅目和鞘翅目各科虫量差异

Table 2 Variations in the number of insects of different families in Lepidoptera and Coleoptera

目 Orders	科 Families	占比 (%) Proportions	目 Orders	科 Families	占比 (%) Proportions
鳞翅目 Lepidoptera	夜蛾科 Noctuidae	87.92	鞘翅目 Coleoptera	步甲科 Carabidae	0.05
	尺蛾科 Geometridae	0.31		拟步甲科 Tenebrionidae	0.07
	菜蛾科 Plutellidae	0.18		丽金龟科 shining leafchafer	30.30
	螟蛾科 Pyralididae	8.08		鳃金龟科 Melolonthidae	67.63
	枯叶蛾科 Lasiocampidae	0.03		芫菁科 Meloidae	0.03
	灯蛾科 Arctiidae	0.20		隐翅虫科 Staphylinidae	0.09
	卷蛾科 Tortricidae	0.06		瓢甲科 Coccinellidae	0.30
	天蛾科 Sphingidae	2.99		水龟虫科 Hydrophilidae	1.43
	舟蛾科 Notodontidae	0.04		天牛科 Cerambycidae	0.08
	大蚕蛾科 Saturniidae	0.01		龙虱科 Dytiscidae	0.02
	麦蛾科 Gelechiidae	0.02			
	毒蛾科 Lymantridae	0.07			
	刺蛾科 Eucleridae	0.10			

南阳地区3月初灯下开始零星诱到昆虫，5月份虫量开始明显增加，6-8月出现持续3个月的高峰期，9月份虫量快速下降，10月下旬日均诱虫量下降到20头左右。2021年8月份单月诱虫量15 746头，为全年各月诱虫量最高；2022年和2023年诱虫量最高值均出现在7月份，分别为23 919头、17 513头（图6）。

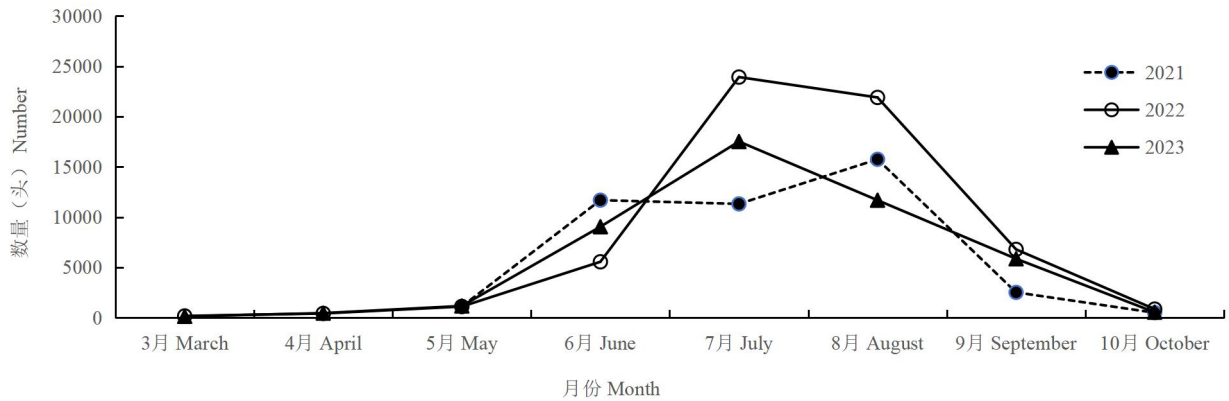


图 6 2021-2023 年月诱虫量动态

Fig. 6 Dynamics of insects month trapping under the searchlight trap from 2021 to 2023

以单日诱虫量大于 100 头且能持续 3 d 以上作为诱虫量高峰期开启的标志，2021-2023 年均经历 4 个虫量高峰期。2021 年第 1 个高峰期起始日是 5 月 31 日，为 3 年中最早，2022 年为 6 月 20 日，为 3 年中最晚。以单日诱虫量小于 100 头作为第 4 个虫量高峰期结束日，2021 年为 9 月 16 日，2022 年为 10 月 1 日，2023 年为 9 月 23 日。此外，2022 年 7 月 11 日，单日诱虫量 4 575 头，为三年内单日诱虫量最高值，2021 年单日诱虫量最高值为 8 月 11 日的 1 336 头，2023 年单日诱虫量的最高值为 6 月 30 日的 1 825 头。单日诱虫量最高值 2022 年是 2021 年的 3.4 倍，2023 年的 2.5 倍（图 7）。

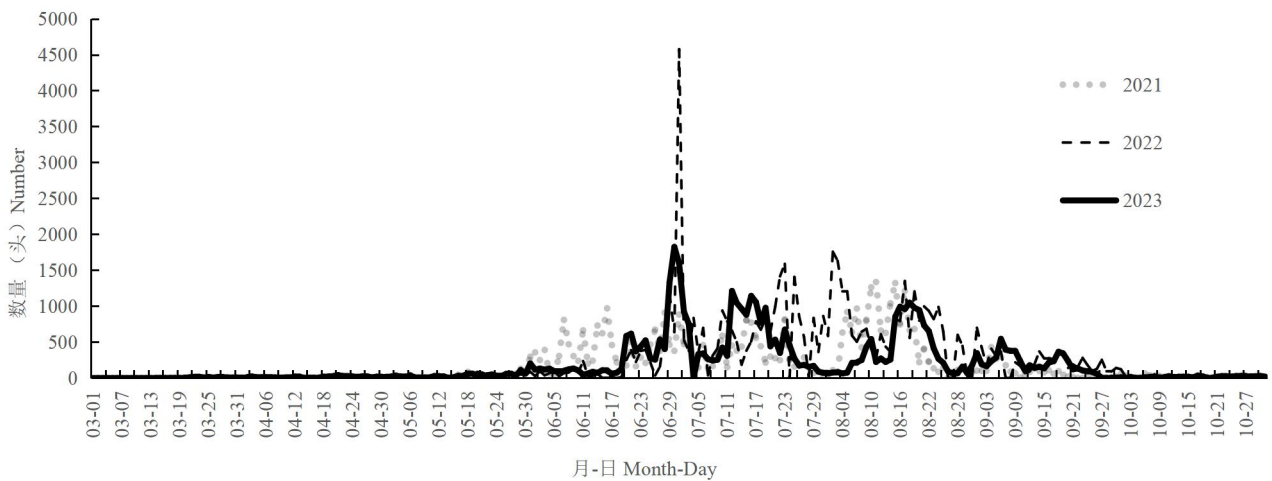


图 7 2021-2023 年每日诱虫量动态

Fig. 7 Dynamics of insects day tapping under the searchlight trap from 2021 to 2023

3 结论与讨论

空中迁飞性昆虫群落的多样性能直接影响农田生态系统中昆虫群落的多样性，对空中昆虫群落结构的系统监测，可以提早明确群落组成，为害虫监测预警、昆虫生物多样性解析等提供理论依据和实践基础（翟保平，2001；封洪强，2003）。在南阳地区，利用探照灯诱虫器 3 年共诱到昆虫 10 目 42 科 112 种。鳞翅目、鞘翅目和半翅目昆虫合计 100 种，占总物种

的 89.29%，是当地空中昆虫群落的 3 个主要类群，其空中昆虫群落结构与河南北部相同（高丽娜等，2013）。鳞翅目昆虫种类最多，共计 71 种，夜蛾科有 31 种，在种类上占据绝对优势，而其中棉铃虫、粘虫、小地老虎、甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae*、甜菜夜蛾、银纹夜蛾 *Ctenoplosia agnata*、草地贪夜蛾和二点委夜蛾 *Athetis lepigone* 均为已报道的迁飞害虫，且是近年来当地主要的农业害虫（封洪强，2003；张云慧，2008；张智等，2013；张智，2013；张智等，2018）。

群落生物多样性分析结果表明，南阳地区空中昆虫群落结构存在一定的年际间差异。2021 年昆虫丰富度、恒有种和常见种的数量最高，其次为 2023 年，2022 年最低。棉铃虫、劳氏粘虫、小地老虎、甘薯天蛾、甜菜夜蛾、雀纹天蛾、铜绿丽金龟、暗黑鳃金龟、亚洲玉米螟、钝刺腹牙甲 *Hydrochara affinis*、东方蝼蛄和油葫芦构成了当地主要的昆虫种群。而近年备受关注的草地贪夜蛾，仅在 9 月成为了当地的常见种，整体危害程度较轻，种群动态与河南其他地区相似（刘彬等，2020；孙明明等，2020；刘迪等，2021；陈培育等，2022；刘思敏等，2023）。

农业害虫监测预警和预测预报是实现高效防控和绿色防控的关键（吴孔明等，2009），掌握害虫季节性种群动态规律是实现精准预测的前提之一。夜蛾科、鳃金龟科和丽金龟科是诱集昆虫数量最多的 3 个科。棉铃虫为当地第 1 大种群，与暗黑鳃金龟、铜绿丽金龟、甜菜夜蛾和亚洲玉米螟一起构成了当地的优势种群。2022 年甜菜夜蛾大暴发，种群数量占当年总诱虫量的 21.91%，仅次于第 1 大种群棉铃虫的 35.45%，这可能与 2022 年夏季持续的高温干旱天气有关。此外，2022 年总诱虫量最多，但昆虫群落的生物多样性指数、物种丰富度、均匀度指数均低于其他 2 年，这证明了昆虫优势种群的暴发会引起群落多样性指数的降低，优势种群占比高低是影响生态系统中群落多样性的主要因子（罗志义，1982；刘迪等，2021）。

迁飞性害虫往往造成异地突然暴发，防治难度大，短时间内导致农作物大量减产，造成极大的经济损失，掌握害虫种群动态，才能进行有效预警（蒋志刚等，2014；姜玉英等，2021；张智等，2021）。南阳地区 1 年有 4 个诱虫高峰期，一般 6 月份开启第 1 个高峰期，7 月和 8 月经历 2 个诱虫量最大的高峰期，9 月中下旬最后 1 个诱虫高峰期结束，而河南北部诱虫量最高峰在 6 月份（高丽娜等，2013）。本研究仅使用探照灯诱虫器对南阳空中昆虫进行了诱集，后续仍需完善相关监测技术，与省内其他监测点形成联动，明确南阳独特的地形结构对昆虫迁飞路线的影响，进一步探明我国主要害虫的迁飞规律。

参考文献(References)

- Chen PY, Niu YT, Ju L, et al. Study on economic threshold of *Spodoptera frugiperda* on summer maize in nanyang [J]. *China Plant Protection*, 2022, 42 (11): 46-50. [陈培育, 牛银亭, 鞠乐, 等. 草地贪夜蛾为害南阳地区夏玉米的经济阈值 [J]. 中国植保导刊, 2022, 42 (11): 46-50]
- Feng HQ, Wu KM, Ni YX, et al. Return migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) during autumn in northern China [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2005, 95: 361-370.

- Feng HQ. Community Aloft and Radar Observations of Seasonal Migration of Insects in Northern China [D]. Beijing: Doctoral Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2003. [封洪强. 华北地区空中昆虫群落及昆虫季节性迁移的雷达观测 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2003]
- Fu XW. Study on the Community Structure and Population Dynamics of Migratory Insects across the Bohai Strait [D]. Beijing: Doctoral Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2015. [付晓伟. “渤海湾”迁飞性昆虫群落结构种群动态研究 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2015]
- Gao LN, Tian CH, Feng HQ, *et al.* Preliminary investigation of nocturnal aerial insect community in northern Henan Province [J]. *Journal of Henan Agricultural Science*, 2013, 42 (2): 83 - 88. [高丽娜, 田彩红, 封洪强, 等. 河南省北部夜间空中昆虫群落的初步研究 [J]. 河南农业科学, 2013, 42 (2): 83-88]
- Jiang YY, Liu J, Zeng J, *et al.* Occurrence of, and damage caused by, major migratory pests and techniques for monitoring and forecasting these in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2021, 58 (3): 542-551. [姜玉英, 刘杰, 曾娟, 等. 我国农作物重大迁飞性害虫发生为害及监测预报技术 [J]. 应用昆虫学报, 2021, 58 (3): 542-551]
- Jiang ZG, Ma KP. Principles of Conservation Biology [M]. Beijing: Science press, 2014. [蒋志刚, 马克平. 保护生物学原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2014]
- Liu B, Huang B, Zhao J, *et al.* Occurrence of *Spodoptera frugiperda* in Xinxiang city, Henan Province in autumn 2019 [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (5): 181-185. [刘彬, 黄博, 赵军, 等. 2019年秋季河南新乡草地贪夜蛾发生调查 [J]. 植物保护, 2020, 46 (5): 181-185]
- Liu D, Dai P, Hou YH, *et al.* Community structure of agricultural pests under the lamp in luohu city of Henan Province from 2010 to 2019 [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2021, 43 (4): 879-890. [刘迪, 戴晋, 侯艳红, 等. 2010-2019年河南漯河灯下农作物害虫群落结构分析 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (4): 879-890]
- Lu YH, Zhao ZH, Cai XM, *et al.* Progresses on integrated pest management (IPM) of agricultural insect pests in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2017, 54 (3): 349-363. [陆宴辉, 赵紫华, 蔡晓明, 等. 我国农业害虫综合防治研究进展 [J]. 应用昆虫学报, 2017, 54 (3): 349-363]
- Luo ZY. Diversity analysis of arthropoda community in cotton fields of sheshan districted and diversity effect made by insecticides [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1982, 2 (3): 255-266. [罗志义. 上海佘山地区棉田节肢动物群落多样性分析及杀虫剂对多样性的影响 [J]. 生态学报, 1982, 2 (3): 255-266]
- Pang XF, You MS. Ecology of Insect Community [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1996. [庞雄飞, 尤民生. 昆虫群落生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996]
- Song HY, Li LL, Zhang QQ, *et al.* The species and population dynamics of insects attracted by searchlight traps in Jinan, Shandong [J]. *Journal of Plant Protection*, 2021, 48 (4): 927-928. [宋海燕, 李丽莉, 张晴晴, 等. 山东省济南市探照灯诱集昆虫种类及种群动态分析 [J]. 植物保护学报, 2021, 48 (4): 927-928]
- Sun MM, Lv GQ, Feng HK, *et al.* Preliminary study on the trapping effect of different monitoring tools on the adult of *Spodoptera frugiperda* in Henan Province [J]. *China Plant Protection*, 2020, 40 (7): 51-54. [孙明明, 吕国强, 冯贺奎, 等. 河南省不同测报工具对草地贪夜蛾成虫诱集效果初探 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40 (7): 51-54]
- Sun XX. Community Structure of Aerial Insects and Population Dynamics of Important Agricultural Pests in Western Yunnan. Doctoral dissertation [D]. Chongqing: Doctoral Thesis of Southwest University, 2020. [孙小旭. 滇西空中昆虫群落结构与重要农业害虫的种群动态 [D]. 重庆: 西南大学博士学位论文, 2020]
- Tian YC. Nanyang Yearbook [M]. Zhengzhou: Zhongzhou Ancient Book Press, 2023: 26. [田永朝. 南阳统计年鉴 [M]. 郑州: 中州古籍出版社, 2023: 26]
- Wu KM, Lu YH, Wang ZY. Advance in integrated pest management of crops in China [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2009, 46 (6): 831-836. [吴孔明, 陆宴辉, 王振营. 我国农业害虫综合防治研究现状与展望 [J]. 昆虫知识, 2009, 46 (6): 831-836]
- Wu KM. Development direction of crop pest control science and technology in China [J]. *Journal of Agriculture*, 2018, 8 (1): 35-38. [吴孔明. 中国农作物病虫害防控科技的发展方向 [J]. 农学学报, 2018, 8 (1): 35-38]
- Yan C, Ruan XY, Wang WW, *et al.* Analysis of insect population community structure under Xinyang's searchlight [J]. *Journal of Xinyang Agriculture and Forestry University*, 2021, 31 (3): 107-110. [闫创, 阮小玉, 王稳稳, 等. 信阳高空灯下昆虫种群群落结构的分析 [J]. 信阳农林学院学报, 2021, 31 (3): 107-110]
- Zhai BP. Accompanying migration of natural enemies and biodiversity [J]. *Biodiversity Science*, 2001, 9 (2): 176-180. [翟保平. 天敌伴迁与生物多样性 [J]. 生物多样性, 2001, 9 (2): 176-180]

- Zhang YH. Radar Observation and Population Analysis of Migratory Insects in North and Northeast of China [D]. Beijing: Doctoral Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008. [张云慧. 东北与华北地区迁飞昆虫的垂直昆虫雷达监测与虫源分析 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2008]
- Zhang Z, Qi JF, Zhang Y, *et al.* Development of monitoring and forecasting technologies for migratory insect pests and suggestions for their future application [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2021, 58 (3): 530-541. [张智, 祁俊锋, 张瑜, 等. 迁飞性害虫监测预警技术发展概况与应用展望 [J]. 应用昆虫学报, 2021, 58 (3): 530-541]
- Zhang Z, Zhang YH, Jiang YY, *et al.* Monitoring of the population dynamics of *Proxenus lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae) in north China and analysis of the source of its populations in northern Beijing [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2013, 56 (10): 1189-1202. [张智, 张云慧, 姜玉英, 等. 华北二点委夜蛾种群动态监测及北京北部地区虫源性质分析 [J]. 昆虫学报, 2013, 56 (10): 1189-1202]
- Zhang Z, Zhang YH, Liu J, *et al.* Population dynamics and temporal patterns of abundance of *Mythimna separata* during migration [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2018, 55 (5): 834-842. [张智, 张云慧, 刘杰, 等. 粘虫迁飞的种群动态监测与夜间扑灯节律研究 [J]. 应用昆虫学报, 2018, 55(5): 834-842]
- Zhang Z. Monitoring and Population Dynamics Analyses of Important Migratory Pest Insects in Northern China [D]. Beijing: Doctoral Thesis of Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013. [张智. 北方地区重大迁飞性害虫的监测与种群动态分析 [D]. 北京: 中国农业科学院博士学位论文, 2013]
- Zhang ZT. Insect migration and its field [J]. *Plant Protection*, 1992, 18 (1): 48-49. [张志涛. 昆虫迁飞及昆虫迁飞场 [J]. 植物保护, 1992, 18 (1): 48-49]
- Zhou XY, Zhao SY, Yan R, *et al.* Study on the community structure of nocturnal aerial insects in southern hainan province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (3): 638- 659. [周先涌, 赵胜园, 闫冉, 等. 海南南部夜间空中昆虫群落结构研究 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (3): 638-659]

附表 1 2021-2023 年南阳空中昆虫种类

Appendix 1 Species Compositon of aerial insects in Nanyang from 2021 to 2023

序号 Series number	种 Species	相对丰盛度指数 Relative abundance index		
		2021	2022	2023
	鳞翅目 Lepidoptera	0.4936	0.6700	0.5768
	夜蛾科 Noctuidae			
1	棉铃虫 <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner)	0.3630	0.3545	0.4163
2	东方粘虫 <i>Mythimna separata</i> (Walker)	0.0006	0.0009	0.0012
3	劳氏粘虫 <i>Leucania loreyi</i> (Duponchel)	0.0314	0.0205	0.0229
4	小地老虎 <i>Agrotis ipsilon</i> (Hüfnagel)	0.0072	0.0066	0.0071
5	黄地老虎 <i>Agrotis segetum</i> (Denis et Schiffermüller)	0.0002	0.0001	0.0002
6	八字地老虎 <i>Xestia c-nigrum</i> (Linnaeus)	0.0008	0.0009	0.0005
7	皱地夜蛾 <i>Agrotis clavis</i> (Hüfnagel)	0.0000	0.0000	0.0000
8	草地贪夜蛾 <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith)	0.0027	0.0032	0.0062
9	乏夜蛾 <i>Niphonix segregate</i> (Butler)	0.0001	0.0000	0.0000
10	甘蓝夜蛾 <i>Mamestra brassicae</i> (Linnaeus)	0.0000	0.0003	0.0004
11	陌夜蛾 <i>Trachea atriplicis</i> Linnaeus	0.0000	0.0001	0.0000
12	白条夜蛾 <i>Argyrogramma albostrigata</i> (Bremer et Grey)	0.0000	0.0000	0.0001
13	平嘴壶夜蛾 <i>Oraesia lata</i> (Butler)	0.0000	0.0000	0.0000
14	红棕灰夜蛾 <i>Polia iloba</i> (Butler)	0.0000	0.0001	0.0000
15	桃剑纹夜蛾 <i>Acronycta ineretata</i> Hampson	0.0001	0.0000	0.0000
16	弧角散纹夜蛾 <i>Callipistria duplicans</i> Walker	0.0000	0.0001	0.0002
17	朽木夜蛾 <i>Axylia putris</i> Linnaeus	0.0001	0.0001	0.0002
18	宽胫夜蛾 <i>Protoschinia scutosa</i> Denis & Schiffermüller	0.0002	0.0002	0.0003

19	烟青虫 <i>Helicoverpa assulta</i> (Guenée)	0.0001	0.0001	0.0001
20	二点委夜蛾 <i>Athetis lepigone</i> (Möschler)	0.0028	0.0029	0.0048
21	一点钻夜蛾 <i>Earias pudicana</i> Staudinger	0.0001	0.0001	0.0000
22	中带三角夜蛾 <i>Chalciope geometrica</i> Fabricius	0.0001	0.0001	0.0000
23	紫金翅夜蛾 <i>Plusia chryson</i> (Esper)	0.0000	0.0000	0.0001
24	甜菜夜蛾 <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner)	0.0088	0.2191	0.0068
25	斜纹夜蛾 <i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)	0.0027	0.0064	0.0032
26	银纹夜蛾 <i>Ctenoplusia agnata</i> (Staudinger)	0.0016	0.0009	0.0019
27	臭椿皮蛾 <i>Eligma narcissus</i> (Cramer)	0.0038	0.0003	0.0009
28	瘦银锭夜蛾 <i>Macdunnoughia agnata</i> (Stephens)	0.0001	0.0001	0.0003
29	棉大造桥虫 <i>Ascotis selenaria</i> (Hübner)	0.0003	0.0003	0.0004
30	棉小造桥虫 <i>Anomis flava</i> (Fabricius)	0.0004	0.0001	0.0000
31	大螟 <i>Sesamia inferens</i> (Walker)	0.0004	0.0000	0.0001
	尺蛾科 Geometridae			
32	丝绵木金星尺蠖 <i>Calospilos suspecta</i> Warren	0.0035	0.0001	0.0004
33	槐尺蛾 <i>Semiothisa cinerearia</i> (Bremer et Grey)	0.0006	0.0004	0.0009
34	灰茶尺蠖 <i>Ectropis grisescens</i> Warren	0.0001	0.0000	0.0000
	菜蛾科 Plutellidae			
35	小菜蛾 <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus)	0.0012	0.0006	0.0015
	螟蛾科 Pyralididae			
36	桃蛀螟 <i>Conogethes punctiferalis</i> (Guenée)	0.0131	0.0040	0.0100
37	亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i> (Guenée)	0.0132	0.0298	0.0636
38	瓜绢野螟 <i>Diaphania indica</i> (Saunders)	0.0003	0.0001	0.0003
39	草地螟 <i>Loxostege sticticalis</i> (Linne)	0.0002	0.0001	0.0006
40	稻纵卷叶螟 <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (Guenée)	0.0033	0.0021	0.0040
41	大豆卷叶螟 <i>Lamprosema indicata</i> Fabricius	0.0004	0.0001	0.0008
	枯叶蛾科 Lasiocampidae			
42	李枯叶蛾 <i>Gastropacha quercifolia</i> Linnaeus	0.0000	0.0000	0.0002
43	黄褐天目毛虫 <i>Malacosoma neustria</i> Motschulsky	0.0001	0.0000	0.0000
44	斜带枯叶蛾 <i>Bharetta cinnamomea</i> Moore	0.0000	0.0000	0.0002
	灯蛾科 Arctiidae			
45	人纹污灯蛾 <i>Spilarectia subcarnea</i> (Walker)	0.0002	0.0002	0.0005
46	美国白蛾 <i>Hyphantria cunea</i> (Drury)	0.0001	0.0000	0.0000
47	白雪灯蛾 <i>Spilosoma niveus</i> Ménétrés	0.0002	0.0001	0.0002
48	红缘灯蛾 <i>Amsacta lactinea</i> Cramer	0.0013	0.0004	0.0004
	卷蛾科			
49	梨小食心虫 <i>Grapholita molesta</i> (Busck)	0.0002	0.0004	0.0004
	天蛾科			
50	甘薯天蛾 <i>Agrius convolvuli</i> (Linnaeus)	0.0116	0.0060	0.0057
51	雀纹天蛾 <i>Theretra japonica</i> (Orza)	0.0100	0.0034	0.0053
52	豆天蛾 <i>Clanis bilineata</i> Mell	0.0002	0.0001	0.0002
53	霜天蛾 <i>Psilogamma menephron</i> Gramer	0.0009	0.0002	0.0007
54	钩翅天蛾 <i>Mimastilia christophi</i> Staudinger	0.0010	0.0003	0.0009
55	榆绿天蛾 <i>Callambulyx tartarunovii</i> Bremer et Grey	0.0010	0.0018	0.0025
56	蓝目天蛾 <i>Smerithus planus</i> Wallker	0.0001	0.0001	0.0002
57	葡萄天蛾 <i>Ampelophaga rubiginosa</i> Bremer et Grey	0.0012	0.0002	0.0002
58	丁香天蛾 <i>Psilogamma increta</i> Walker	0.0002	0.0001	0.0001

59	芝麻天蛾 <i>Acherontia styx</i> (Westwood)	0.0005	0.0001	0.0006
	舟蛾科 Notodontidae			
60	杨二尾舟蛾 <i>Cerura menciana</i> (Moore)	0.0002	0.0000	0.0000
61	刺槐掌舟蛾 <i>Phalera grotei</i> (Moore)	0.0001	0.0000	0.0001
62	杨扇舟蛾 <i>Clostera anachoreta</i> (Fabricius)	0.0001	0.0000	0.0001
	大蚕蛾科 Saturniidae			
63	绿尾大蚕蛾 <i>Actias selene</i> (Felder)	0.0001	0.0000	0.0001
64	天蚕 <i>Antheraea yamamai</i> Guerin-Meneville	0.0000	0.0000	0.0000
	麦蛾科 Gelechiidae			
65	麦蛾 <i>Sitotroga cerealella</i> (Olivier)	0.0000	0.0002	0.0001
	毒蛾科 Lymantridae			
66	舞毒蛾 <i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus)	0.0001	0.0003	0.0007
67	戟盗毒蛾 <i>Euproctis pulverea</i> (Leech)	0.0001	0.0000	0.0001
	刺蛾科 Eucleridae			
68	扁刺蛾 <i>Thosea sinensis</i> (Walker)	0.0000	0.0001	0.0001
69	黄刺蛾 <i>Cnidocampa flavescens</i> (Walker)	0.0001	0.0000	0.0005
70	褐边绿刺蛾 <i>Parasa consocia</i> (Walker)	0.0001	0.0001	0.0003
71	拟三纹环刺蛾 <i>Birthosea trigrammoidea</i> (Wu et Fang)	0.0000	0.0001	0.0003
	半翅目 Hemiptera	0.0091	0.0027	0.0105
	盲蝽科 Miridae			
72	绿盲蝽 <i>Apolygus lucorum</i> (Meyer-Dür)	0.0001	0.0002	0.0005
73	中黑盲蝽 <i>Adelphocoris suturalis</i> (Jakovlev)	0.0001	0.0000	0.0001
74	三点苜蓿盲蝽 <i>Adelphocoris fasciaticollis</i> (Reuter)	0.0001	0.0000	0.0000
	长蝽科 Lygaeidae			
75	小长蝽 <i>Nysius ericae</i> (Schilling)	0.0001	0.0001	0.0001
	蝽科 Pentatomidae			
76	斑须蝽 <i>Dolycoris baccarum</i> (Linnaeus)	0.0008	0.0002	0.0006
77	茶翅蝽 <i>Halyomorpha halys</i> (Fabricius)	0.0002	0.0001	0.0001
78	稻绿蝽 <i>Nezara viridula</i> Linnaeus	0.0002	0.0002	0.0004
	猎蝽科 Reduviidae			
79	茶褐盗猎蝽 <i>Pirates fulvescens</i> Lindberg	0.0000	0.0000	0.0000
	臭蝽科 Cimicidae			
80	大臭蝽 <i>Metonymia glandulosa</i> (Wolff)	0.0003	0.0000	0.0000
	蝉科 Cicadidae			
81	蝉 <i>Cryptotympana atrata</i> Fabricius	0.0017	0.0008	0.0035
	负子蝽科 Belostomatidae			
82	田鳖 <i>Kirkaldyia deyrollei</i> (Vuillefroy)	0.0018	0.0003	0.0011
	蚜总科 Aphididoidea			
83	麦长管蚜 <i>Sitobion avenae</i> (Fabricius)	0.0036	0.0007	0.0040
	鞘翅目 Coleoptera	0.4725	0.2771	0.3238
	步甲科 Carabidae			
84	毛婪步甲 <i>Harpalus griseus</i> (Panzer)	0.0001	0.0000	0.0001
85	中华广肩步甲 <i>Calosoma maderae</i> (Kirby)	0.0002	0.0000	0.0000
86	黄缘步甲 <i>Nebria livida</i> Linnaeus	0.0001	0.0000	0.0000
87	中华金星步甲 <i>Calosoma chinense</i> Kirby	0.0000	0.0000	0.0000
	拟步甲科 Tenebrionidae			
88	网目拟地甲 <i>Opatrum subaratum</i> (Fald)	0.0002	0.0002	0.0003

	丽金龟科 shining leafchafer			
89	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i> Motschulsky	0.1343	0.0756	0.1174
	鳃金龟科 Melolonthidae			
90	暗黑鳃金龟 <i>Holotrichia parallela</i> Motschulsky	0.2721	0.1616	0.1837
91	毛黄鳃金龟 <i>Holotrichia trichophora</i> (Fairmaire)	0.0176	0.0214	0.0010
92	华北大黑鳃金龟 <i>Holotrichia oblita</i> Faldermann	0.0370	0.0144	0.0146
	芫菁科 Meloidae			
93	大斑芫菁 <i>Mylabris phalerata</i>	0.0001	0.0000	0.0001
	隐翅虫科 Staphylinidae			
94	尖腹隐翅虫 <i>Tachyporus obtusus</i>	0.0002	0.0001	0.0006
	瓢甲科 Coccinellidae			
95	龟纹瓢虫 <i>Propylaea japonica</i> (Thunberg)	0.0005	0.0006	0.0012
96	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	0.0002	0.0001	0.0001
97	七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus)	0.0000	0.0004	0.0000
	水龟虫科 Hydrophilidae			
98	钝刺腹牙甲 <i>Hydrochara affinis</i> (Sharp)	0.0093	0.0025	0.0042
	天牛科 Cerambycidae			
99	桑天牛 <i>Apriona germari</i> (Hope)	0.0004	0.0002	0.0002
	龙虱科 Dytiscidae			
100	黄缘龙虱 <i>Cybister japonicas</i> (Sharp)	0.0001	0.0000	0.0001
	双翅目 Diptera			
	食蚜蝇科 Syrphidae			
101	黑带食蚜蝇 <i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer)	0.0012	0.0005	0.0016
	脉翅目 Neuroptera			
	草蛉科 Chrysopidae			
102	中华通草蛉 <i>Chrysoperla sinica</i> (Tjeder)	0.0030	0.0021	0.0032
	同翅目 Homoptera			
	叶蝉科 Cicadellidae			
103	大青叶蝉 <i>Cicadella viridis</i> (Linnaeus)	0.0007	0.0005	0.0018
	飞虱科 Delphacidae			
104	灰飞虱 <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallén)	0.0116	0.0133	0.0135
	蜻蜓目 Odonata			
	蜻科 Libellulidae			
105	黄蜻 <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius)	0.0007	0.0006	0.0034
	螳螂目 Mantodea			
	螳螂科 Mantidea			
106	中华大刀螳螂 <i>Tenodera aridifolia</i> (Saussure)	0.0005	0.0004	0.0004
	直翅目 Orthoptera			
	蝗科 Acrididae			
107	东亚飞蝗 <i>Locusta migratoria mani</i> (Meyen)	0.0001	0.0001	0.0015
	蟋蟀科 Gryllotalpidae			
108	东方蟋蟀 <i>Gryllotalpa orientalis</i> (Burmeister)	0.0042	0.0013	0.0001
	蟋蟀科 Gryllidae			
109	油葫芦 <i>Cryllus testaceus</i> (Walker)	0.0015	0.0295	0.0621
110	多伊棺头蟋 <i>Loxoblemmus doenitzi</i> Stein	0.0003	0.0003	0.0007
	螽斯科 Tettigoniidae			
111	中华尤螽 <i>Uvarovina chinensis</i> (Ramme)	0.0004	0.0005	0.0007

	蜚蠊目 <i>Blattaria</i>	0.0006	0.0011	0.0002
	蜚蠊科 <i>Blattidae</i> Handlirsch			
112	美洲大蠊 <i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus)	0.0006	0.0011	0.0002
