环境昆虫学报　2025，47（5）：1528-1538
Journal of Environmental Entomology

http://hjkcxb.alljournals.net
doi:10.3969/j.issn.1674－0858.2025.05.18

孙赞瑞，武爱华，谢佳宏，谢东航，相会明，程　杰，马瑞燕，李先伟．山西省太谷区灯诱昆虫种群的动态监测与多样性分析[J].环境昆虫学报，2025，47（5）：1528-1538. SUN Zan-Rui, WU Ai-Hua, XIE Jia-Hong, XIE Dong-Hang, XIANG Hui-Ming, CHENG Jie, MA Rui-Yan, LI Xian-Wei. Dynamic monitoring and biodiversity analysis of light-trapped insect population in Taigu District of Shanxi Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*，2025，47（5）：1528-1538.

山西省太谷区灯诱昆虫种群的动态监测与多样性分析

孙赞瑞，武爱华，谢佳宏，谢东航，相会明，程　杰，马瑞燕，李先伟*
（山西农业大学植物保护学院，山西太谷 030801）

摘要：为明确山西省晋中市太谷区农田昆虫种类、物种多样性，以对当地制定农业害虫防治方案提供基础数据指导，本研究利用虫情测报灯和高空诱虫灯对当地昆虫的种类和数量进行了周年监测。结果表明，两种灯诱设备共诱集到昆虫33 957头，隶属于11目46科217种。其中农业害虫32 221头，分属4目29科196种，天敌昆虫1 569头，分属5目8科12种，益害比1∶20.5。鳞翅目和鞘翅目昆虫是物种数最丰富的两大类群，其个体总数分别为29 673头和2 674头。丝棉木金星尺蛾*Calospilos suspecta*、槐尺蛾*Semiothisa cinerearia*、玉米螟*Ostrinia furnacalis*、旱柳原野螟*Proteuclasta stotzneri*、棉铃虫*Helicoverpa armigera*、银锭夜蛾*Macdunnoughia crassisigna*、旋幽夜蛾*Scotogramma trifolii*、八字地老虎*Agrotis c-nigrum*和黄褐丽金龟*Anomala exoleta*为优势害虫，中华草蛉*Chrysoperla sinica*为优势天敌。相较于虫情测报灯，高空诱虫灯下能诱捕到更多的昆虫种类和数量，对当地优势种的发生期预测更为精准。查明了上述主要害虫与天敌的发生高峰期。本研究结果明确了太谷区灯下昆虫群落组成和优势种昆虫的发生规律，为当地昆虫群落多样性调查与害虫综合治理提供理论依据。

关键词：虫情测报灯；高空诱虫灯；种群动态；优势种；害虫监测；物种多样性
中图分类号：Q968.1　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674-0858（2025）05-1528-11

Dynamic monitoring and biodiversity analysis of light-trapped insect population in Taigu District of Shanxi Province

SUN Zan-Rui, WU Ai-Hua, XIE Jia-Hong, XIE Dong-Hang, XIANG Hui-Ming, CHENG Jie, MA Rui-Yan, LI Xian-Wei* (Plant Protection College of Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi Province, China)

Abstract: In order to clarify the species composition and species diversity of farmland insects in Taigu District of Jinzhong City, Shanxi Province, and to provide basic data for formulating local agricultural pest control programs, this study conducted annual monitoring of the insect species and quantities using insect forecasting lamps and high-altitude trap lamps. The results showed that a total of 33 957 insects were trapped by the two light traps, belonging to 217 species, 46 families and 11 orders. Among them, there were 32 221 agricultural pests, belonging to 196 species, 29 families, and 4 orders; and 1 569 natural enemies, belonging to 12 species, 8 families, and 5 orders, with a benefit-harm ratio of 1∶20.5. Lepidoptera and Coleoptera were the two most abundant groups with 29 673 and 2 674 individuals, respectively. *Calospilos suspecta*, *Semiothisa cinerearia*, *Ostrinia furnacalis*, *Proteuclasta stotzneri*, *Helicoverpa armigera*,

基金项目：国家现代农业产业技术体系（CARS-28-19）；国家重点研发计划（2023YFD1401404-3）；山西省科技创新人才团队（领军）专项计划（202304051001006）
作者简介：孙赞瑞，男，硕士研究生，研究方向为生物安全与生物防治，E-mail：zanrui03@163.com
*通讯作者 Author for correspondence：李先伟，男，博士，副教授，研究方向为生物安全与生物防治，E-mail：xianweili@sxau.edu.cn
收稿日期Received：2024-04-24；修回日期Revision received：2024-06-04；接受日期Accepted：2024-06-06

Macdunnoughia crassisigna, *Scotogramma trifolii*, *Aestia c-nigrum*, and *Anomala exoleta* were identified as dominant pests, while *Chrysoperla sinica* was the dominant natural enemy. Compared with the insect forecasting lamp, the high-altitude trap lamp showed higher trapping efficiency, enabling more precise prediction of the occurrence periods of local dominant insect species. The peak periods of occurrence of the above major pests and natural enemies were identified. The results of this study clarified the composition of the insect community and the occurrence patterns of dominant insect species under the lamps in the Taigu area, providing a theoretical basis for investigating local insect community diversity and integrated pest management.

Key words: Pest forecasting lamp; high-altitude trap lamp; population dynamics; dominant species; pest monitoring; insect species diversity

太谷区位于山西省晋中盆地东北部，总面积1 033.6 km²，地理位置为东经112°28′~113°01′，北纬37°12′~37°3′，降雨比较少，全年可利用的地面水和地下水资源总量为1.71亿m³（张鑫等，2018）。以小麦、玉米、马铃薯、桃、梨、枣、苹果、苗木等为主要田间作物。其中小麦和玉米的种植面积最大。随着太谷区农作物品种、种植结构、栽培技术等的变化，导致主要虫害发生种类在不断变化，防治难度大，给当地带来巨大的农林业损失（杨俊芸，2015）。

昆虫种群结构调查和优势种分析有助于掌握当地害虫的发生情况（卢国彩等，2023），灯光诱集昆虫是目前昆虫种类调查、种群结构分析和物理防控的重要手段之一（马艳清等，2019；韩海亮等，2023）。同时，灯诱可以用于监测作物害虫分布的变化情况，预测害虫的发生期（寇爽等，2021）。如刘珍等（2022）运用虫情测报灯监测小菜蛾 *Plutella xylostella*、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 和斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* 的种群发生动态；常虹等（2023）利用高空探照灯研究昆虫群落的结构特征。虫情测报灯与高空诱虫灯作为两种不同类型的灯诱装置，在昆虫诱捕种类和诱捕力上都具有一定的差异，将虫情测报灯与高空诱虫灯联合应用于昆虫的监测诱捕，将能更加全面的反映当地昆虫的种群结构（赵志英等，2017；陈琦等，2018）。结合历史监测结果和近年新增的自动虫情测报灯、高空诱虫灯两种灯具的诱捕效果对比，科学评价监测工具对昆虫的诱捕效果，将为推广选用不同诱测工具提供重要依据。

本研究采用虫情测报灯与高空诱虫灯，对太谷区灯诱昆虫发生种类进行了周年调查，摸清了当地昆虫的发生种类和数量、明确了优势种群的种类及消长动态，研究结果可为当地制定有效的害虫防治策略提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

虫情测报灯和高空诱虫灯放置于山西农业大学生物安全与生物防治试验基地（112°34′E，37°25′N）。该基地种植有梨树、桃树、枣树、番茄、玉米、菜豆、小油菜等作物，周边农田主要种植玉米、小麦、小米、棉花、高粱等作物。

1.2 调查方法

1.2.1 昆虫诱集及分类鉴定

虫情测报灯为JDA0-III型，20 W黑光灯管，主波长365 nm，220 V电源，虫体按天存放，光感自动开灯，遇雨自动关闭。高空诱虫灯为JDGK-2型，1 200 W金属卤化物光源，220 V电源，不锈钢集虫箱，光感自动开灯，遇雨自动关闭。监测时间从2023年3月4日至2023年11月12日，每日早晨8:00收集诱虫装置箱体内的昆虫，通过体视镜（型号SZ650）按种进行分类并统计数量。依据形态学特征对收集的昆虫种类进行鉴定。

1.2.2 数据分析

采用益害比、Margalef丰富度指数（R）、Simpson集中性指数（C）、Shannon-Wiener多样性指数（H）、Pielou均匀度指数（J）和Berger-Parker优势度指数（D）对诱集昆虫的物种多样性进行分析（刘雨芳等，2019；范燕等，2023；房钢，2024）。昆虫每日诱捕量、优势种发生动态、多样性指数动态插图采用Origin 2021绘制。

2 结果与分析

2.1 昆虫群落结构

鳞翅目昆虫共计29 673头，隶属于18科179种。其中，夜蛾科Noctuidae（39.1%）、尺蛾科Geometridae（16.8%）和螟蛾科Pyralidae（14.0%）的物种数较多，以上三科的诱捕总数占鳞翅目诱捕总量的92.8%，天蛾科Sphingidae、舟蛾科Notodontidae、灯蛾亚科Arctiinae、枯叶蛾科Lasiocampidae、毒蛾亚科Lymantriinae、刺蛾科Limacodidae、蚕蛾科Bombycidae、波纹蛾科Thyatiridae、草蛾科Elachistidae、大蚕蛾科Saturniidae、蠹蛾科Cossidae、粉蝶科Pieridae、蛱蝶科Nymphalidae、卷蛾科Tortricidae和裳蛾科Erebidae的昆虫种类占比不超过5.0%（表1）。

鞘翅目昆虫共计2 674头，隶属于8科14种。其中鳃金龟科Melolonthidae、天牛科Cerambycidae、丽金龟科Rutelidae和步甲科Carabidae的种类较多，共占鞘翅目物种数的71.4%，鳃金龟科Melolonthidae和丽金龟科Rutelidae诱捕量分别占鞘翅目诱捕昆虫总数的46.9%和43.8%；瓢甲科Coccinellidae、虎甲科Cicindelidae、金龟子科Scarabaeidae、龙虱科Dytiscidae、瓢甲科Coccinellidae和犀金龟科Dynastidae均只有1种（表1）。

其余昆虫共计1 610头，隶属于9个目。其中脉翅目诱捕数占剩余诱捕总数的81.6%（表1）。

表1 太谷区灯诱昆虫数量特征

Table 1 Quantitative characteristics of insects under trap lights in Taigu area

目 Order	科 Family	物种数（种）Number of species	同目下物种比例（%）Proportion of species under the same order	个体数量（头）Numbers of individuals
鳞翅目 Lepidoptera	夜蛾科 Noctuidae	70	39.1	11 602
	尺蛾科 Geometridae	30	16.8	8 550
	螟蛾科 Pyralidae	25	14.0	7 379
	天蛾科 Sphingidae	13	7.3	396
	舟蛾科 Notodontidae	10	5.6	359
	灯蛾亚科 Arctiinae	8	4.5	940
	枯叶蛾科 Lasiocampidae	5	2.8	73
	毒蛾亚科 Lymantriinae	5	2.8	180
	刺蛾科 Limacodidae	3	1.7	32
	裳蛾科 Erebidae	2	1.1	3
	波纹蛾亚科 Thyatirinae	1	0.6	2
	草蛾科 Elachistidae	1	0.6	24
	大蚕蛾科 Saturniidae	1	0.6	3
	蠹蛾科 Cossidae	1	0.6	21
	粉蝶科 Pieridae	1	0.6	2
	蛱蝶科 Nymphalidae	1	0.6	1
	卷蛾科 Tortricidae	1	0.6	104
	蚕蛾科 Bombycidae	1	0.6	2

续表1 Continued table 1

目 Order	科 Family	物种数（种） Number of species	同目下物种比例（%） Proportion of species under the same order	个体数量（头） Numbers of individuals
鞘翅目 Coleoptera	鳃金龟科 Melolonthidae	3	21.4	1 253
	天牛科 Cerambycidae	3	21.4	11
	步甲科 Carabidae	2	14.3	74
	丽金龟科 Rutelidae	2	14.3	1 170
	瓢甲科 Coccinellidae	1	7.1	66
	虎甲科 Cicindelidae	1	7.1	1
	龙虱科 Dytiscidae	1	7.1	98
	犀金龟科 Dynastidae	1	7.1	1
半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	3	42.9	11
	蜡蝉科 Fulgoridae	1	14.3	8
	蝉科 Cicadidae	1	14.3	20
	长蝽科 Lygaeidae	1	14.3	1
	缘蝽科 Coreidae	1	14.3	16
螳螂目 Mantodea	螳螂科 Mantidae	3	100.0	60
脉翅目 Neuroptera	草蛉科 Chrysopidae	1	50.0	1 314
	蚁蛉科 Myrmeleontidae	1	50.0	26
蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣科 Ephemeridae	1	100.0	30
直翅目 Orthoptera	螽斯科 Tettigoniidae	1	33.3	34
	蟋蟀科 Gryllidae	1	33.3	22
	蝼蛄科 Gryllotalpidae	1	33.3	24
双翅目 Diptera	大蚊科 Tipulidae	1	50.0	3
	毛蚊科 Bibionidae	1	50.0	6
膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	1	25.0	1
	姬蜂科 Ichneumonidae	1	25.0	25
	蜜蜂科 Apidae	1	25.0	1
	木蜂亚科 Xylocopinae	1	25.0	1
蜚蠊目 Blattaria	蜚蠊科 Blattidae	1	100.0	5
蜻蜓目 Odonata	蟌科Coenagrionidae	1	100.0	2

2.2 群落多样性

诱集所得昆虫的Margalef丰富度指数在1.41~11.72之间，平均数为6.00；Shannon-Wiener多样性介于1.28~3.53，平均数为2.52；Margalef丰富度指数和Shannon-Wiener多样性指数的变化趋势相似。Pielou均匀度指数介于0.56~0.91之间，平均数为0.73；Simpson集中性概率指数介于0.05~0.42，平均数为0.15；Pielou均匀度指数与Simpson

集中性概率指数的变化趋势恰恰相反（图1）。由此可见，太谷地区的物种丰富度较高，物种分布较均匀，且生物多样性较丰富，但是优势种地位不突出。

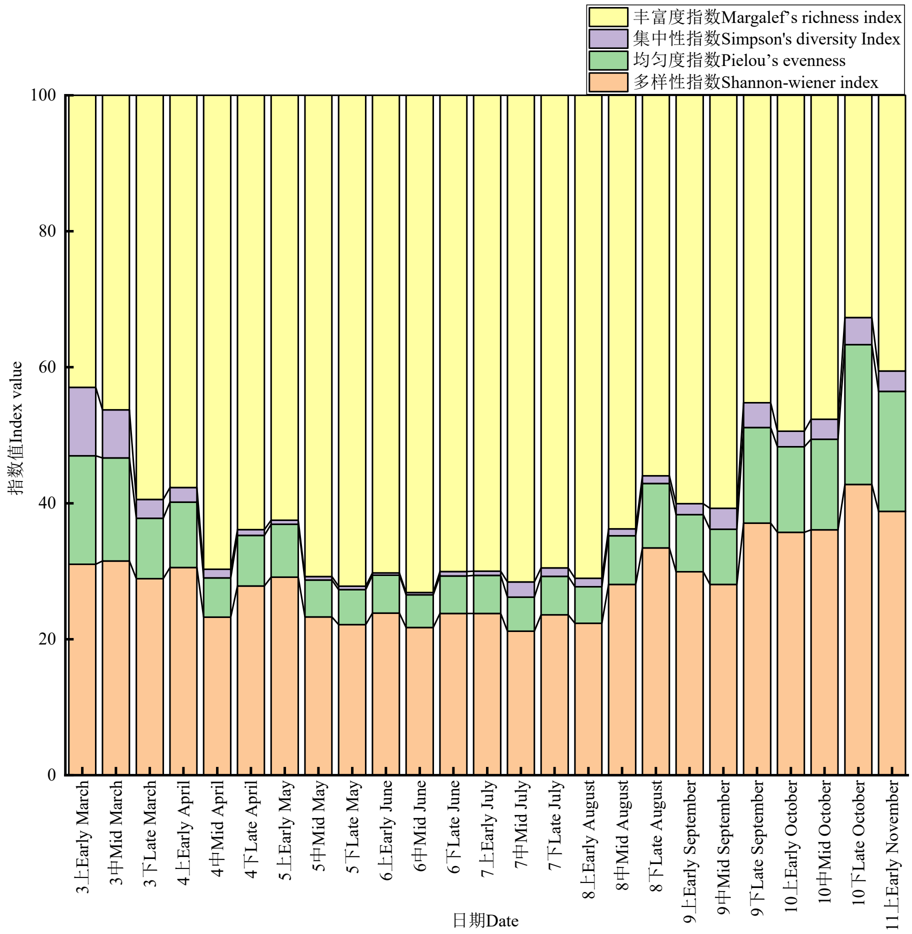


图1 太谷地区昆虫群落多样性指数动态分析

Fig.1 Dynamics of insect community diversity indices in Taigu area

2.3 优势昆虫种类

不同时间段Berger-Parker优势度指数分析表明，丝棉木金星尺蛾*Calospilos suspecta*、槐尺蛾*Semiothisa cinerearia*、玉米螟*Ostrinia furnacalis*、旱柳原野螟*Proteuclasta stotzneri*、棉铃虫*Helicoverpa armigera*、银锭夜蛾*Macdunnoughia crassisigna*、旋幽夜蛾*Scotogramma trifolii*、八字地老虎*Agrotis c-nigrum*、和黄褐丽金龟*Anomala exoleta*确定为太谷地区的优势害虫，中华草蛉*Chrysoperla sinica*为优势天敌（表2）。

2.3 每日诱捕昆虫数量

高空诱虫灯从4月起每日诱捕量开始呈现上升趋势，在4月20日和5月18日出现两次高峰。高空诱虫灯从6-8月为诱捕高峰期，其中6月22日诱捕量高达741头，至9月起诱捕量逐渐降低，4-6月相较于6-9月诱捕量相对较低。虫情测报灯诱捕虫量主要集中在6月中旬-8月上旬，在6月21日为全年诱捕最高峰，诱捕量为127头。全年高空诱虫灯共诱集昆虫30 556头，虫情测报灯共诱集昆虫3 401头，高空诱虫灯诱捕量要远高于虫情测报灯（图2）。

2.4 每日诱捕昆虫物种数

两种诱虫装置在每日诱集昆虫物种数指标上也具有一定差异（图3）。高空诱虫灯每日诱捕昆虫物种数从3月开始有增长趋势，在6月22日时达到周年监测最高峰，为54种。虫情测报灯每日物种数从4月中旬开始有增长趋势，在6月21日达到周年监测最高峰，为14种。虫情测报灯与高空诱虫灯每日物种数全年变化趋势基本相似，但高空诱虫灯诱捕物种总数达到208种，明显高于虫情测报灯的80种，说明高空诱虫灯在全年物种发现量的监测中要优于虫情测报灯。

表2 太谷区不同时间段灯下昆虫优势度

Table 2 Insect dominance under trap lights at different time periods in Taigu area

日期（月-旬）Date	物种Species	第一优势度 1st dominance	物种Species	第二优势度 2nd dominance	物种Species	第三优势度 3rd dominance
3月上旬 Early March	桑皱翅尺蛾 *Apochima excavata*	0.6207	春尺蠖 *Apocheima cineraria*	0.1379	龙虱 Dytiscidae	0.0690
3月中旬 Mid March	桑皱翅尺蛾 *Apochima excavata*	0.5417	龙虱 Dytiscidae	0.1667	春尺蠖 *Apocheima cineraria*	0.0833
3月下旬 Late March	二点委夜蛾 *Athetis lepigone*	0.4150	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.1423	日微小卷蛾 *Dichrorampha okui*	0.1067
4月上旬 Early April	二点委夜蛾 *Athetis lepigone*	0.2617	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.2477	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.1308
4月中旬 Mid April	二点委夜蛾 *Athetis lepigone*	0.3045	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.1559	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.1042
4月下旬 Late April	二点委夜蛾 *Athetis lepigone*	0.1865	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.1216	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.1132
5月上旬 Early May	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.1465	槐尺蛾 *Semiothisa cinerearia*	0.0849	黄褐丽金龟 *Anomala exoleta*	0.0786
5月中旬 Mid May	八字地老虎 *Agrotis c-nigrum*	0.1745	甘蓝夜蛾 *Mamestra brassicae*	0.0899	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.0875
5月下旬 Late May	八字地老虎 *Agrotis c-nigrum*	0.2164	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.0897	棉铃虫 *Helicoverpa armigera*	0.0785
6月上旬 Early June	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.1569	八字地老虎 *Agrotis c-nigrum*	0.0765	中华草蛉 *Chrysoperla sinica*	0.0725
6月中旬 Mid June	槐尺蛾 *Semiothisa cinerearia*	0.1223	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.1185	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.0705
6月下旬 Late June	槐尺蛾 *Semiothisa cinerearia*	0.1499	黄褐丽金龟 *Anomala exoleta*	0.1141	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.1059
7月上旬 Early July	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.1866	槐尺蛾 *Semiothisa cinerearia*	0.1425	东方绢金龟 *Maladera orientalis*	0.0799
7月中旬 Mid July	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.4865	旱柳原野螟 *Proteuclasta stotzneri*	0.0709	槐尺蛾 *Semiothisa cinerearia*	0.0495
7月下旬 Late July	旱柳原野螟 *Proteuclasta stotzneri*	0.2741	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.2090	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.0950
8月上旬 Early August	旱柳原野螟 *Proteuclasta stotzneri*	0.2510	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.2312	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.1175

续表2 Continued table 2

日期（月-旬）Date	物种 Species	第一优势度 1st dominance	物种 Species	第二优势度 2nd dominance	物种 Species	第三优势度 3rd dominance
8月中旬 Mid August	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.1722	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.1470	棉铃虫 *Helicoverpa armigera*	0.1235
8月下旬 Late August	棉铃虫 *Helicoverpa armigera*	0.1595	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.1445	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.1219
9月上旬 Early September	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.2526	玉米螟 *Ostrinia furnacalis*	0.1591	棉铃虫 *Helicoverpa armigera*	0.1439
9月中旬 Mid September	棉铃虫 *Helicoverpa armigera*	0.4518	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.1036	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.0735
9月下旬 Late September	棉铃虫 *Helicoverpa armigera*	0.4125	丝棉木金星尺蛾 *Abraxas sylvata*	0.0970	旋幽夜蛾 *Scotogramma trifolii*	0.0909
10月上旬 Early October	黄地老虎 *Agrotis segetum*	0.1929	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.1878	八字地老虎 *Agrotis c-nigrum*	0.1726
10月中旬 Mid October	美冬夜蛾 *Xanthia* sp.	0.2753	黄地老虎 *Agrotis segetum*	0.2079	蚀夜蛾 *Oxytrypia orbiculosa*	0.1292
10月下旬 Late October	蚀夜蛾 *Oxytrypia orbiculosa*	0.2448	美冬夜蛾 *Xanthia* sp.	0.1888	黄地老虎 *Agrotis segetum*	0.1678
11月上旬 Early November	锈黄缨突野螟 *Uresiphita ferrugalis*	0.2391	黄地老虎 *Agrotis segetum*	0.1957	银锭夜蛾 *Macdunnoughia crassisigna*	0.1522

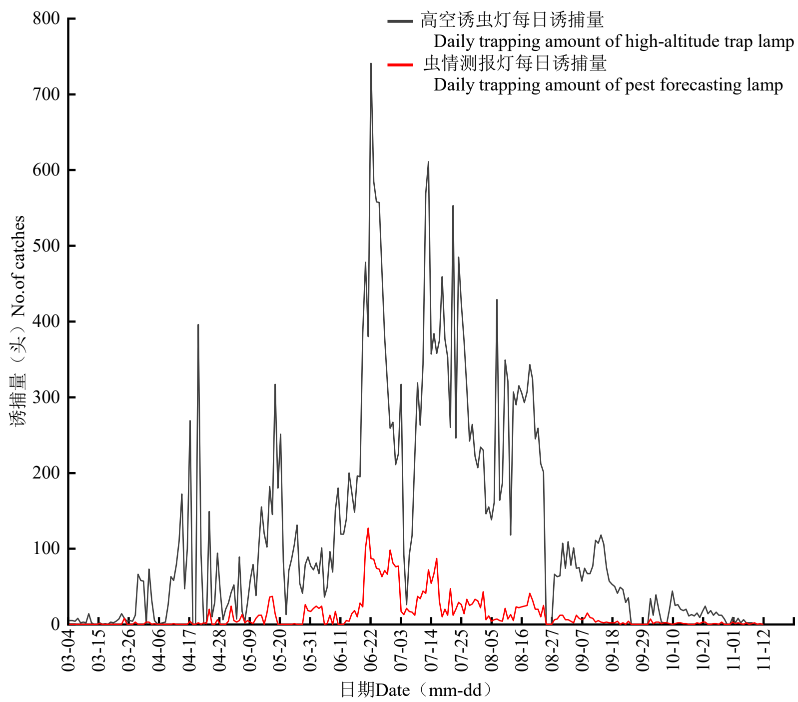


图2 太谷区不同灯诱设备的昆虫每日诱捕量

Fig. 2 Daily trapping numbers of insects with different trapping lights in Taigu area

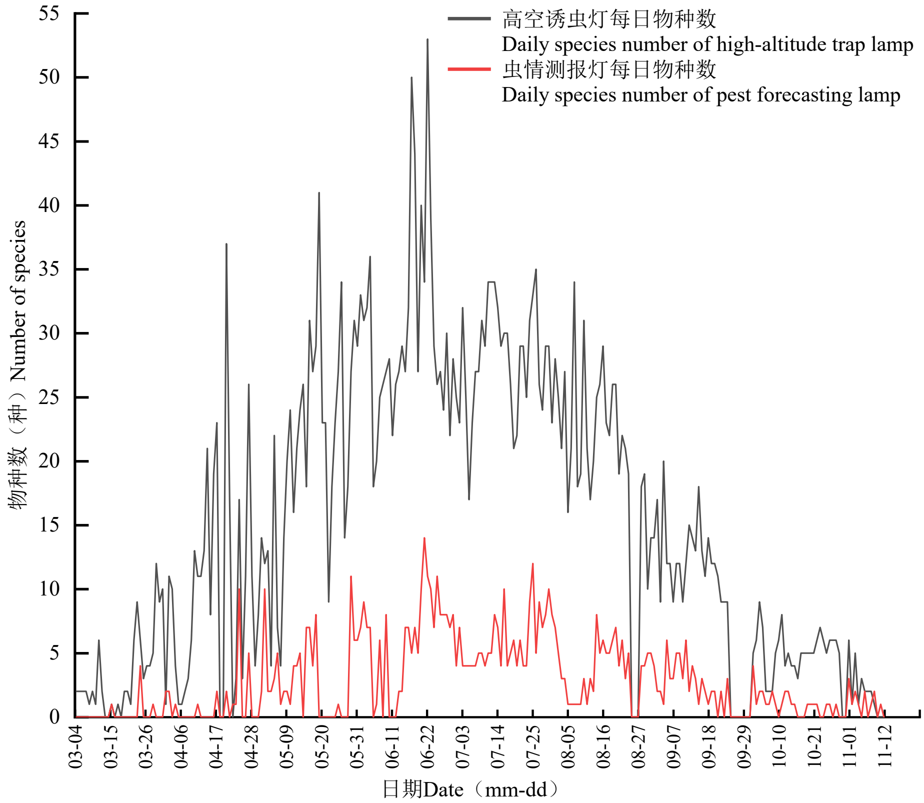


图3 太谷区不同灯诱设备的每日诱集昆虫物种数量

Fig. 3 Daily number of insects trapped by different trapping lights in Taigu area

2.5 优势种类发生动态

对获得的10种优势昆虫进行了周年发生动态分析。虫情测报灯与高空诱虫灯的周年监测，对优势害虫做动态分析。丝棉木金星尺蛾、槐尺蛾和玉米螟是总诱捕数最多的三种昆虫，分别为5 162头、2 778头和2 970头。丝棉木金星尺蛾、旱柳原野螟和黄褐丽金龟在虫情测报灯和高空诱虫灯的发生动态一致，主要发生期分别为7月–8月下旬、7月上旬–8月上旬和6月中旬–7月上旬。槐尺蛾、玉米螟、棉铃虫、银锭夜蛾、旋幽夜蛾和八字地老虎在高空诱虫灯下的种群动态较为明显。其中槐尺蛾的主要发生期集中在6月–8月下旬；玉米螟有两次发生期分别在6–7月和8–9月；棉铃虫共有三个发生期包括6月中旬–7月、8–9月和9月中旬–9月下旬；银锭夜蛾的发生期为4月–4月下旬、5月中旬–6月、6月中旬–7月和7月中旬–8月；旋幽夜蛾的主要发生期为4月中旬、6月中旬和8月中旬；八字地老虎发生期主要集中在5–6月。中华草蛉发生期主要集中在6–7月（详细数据见网络版增强出版附图Ⅰ）。

通过优势种的周年发生动态，本研究发现在5月中旬后的时间里，大多数的优势种的诱捕量在5月22日、5月底–6月初、6月28日、7月2日–7月4日、7月20日、7月底–8月初和8月25–26日均出现突然降低的趋势。

3 结论与讨论

相关研究表明，不同区域与不同生境灯下的优势种以鳞翅目为主（王冲等，2019；丁俊男等，2021）。鳞翅目是农林作物、果树、蔬菜等重要农业害虫，对农业生产和粮食安全带来严重威胁，部分害虫长期被我国列为重大害虫监测和防治对象（江幸福等，2016；闫家河等，2017；王洪喜和夏婉丽，2017；郭井菲等，2019）。本研究表明丝棉木金星尺蛾、槐尺蛾、玉米螟、旱柳原野螟、棉铃虫、银锭夜蛾、旋幽夜蛾和八字地老虎是太谷地区的优势害虫种。且在高空诱虫灯下的发生期较为明显，集中表现在6–9月。丝棉木金星尺蛾和槐尺蛾主要以绿化树种的树叶为食，严重时会将整片树林的叶片全部啃食（赵红蕊等，2022；

王小雷，2023）。此次灯诱玉米螟有两次主要发生期分别在6-7月和8-9月。当进入6月中下旬后，玉米螟的卵开始成长为幼虫，此时是玉米幼苗心叶期阶段，当玉米进入开花期时，对玉米产量的危害也将更大（郝福丽，2024）。旱柳原野螟主要发生期在7月上旬-8月上旬，大发生年还为害枣树、酸枣树等（李占文等，2008），对太谷地区当地的枣树、酸枣树有潜在的危害。银锭夜蛾幼虫主要为害大豆和十字花科蔬菜（路红等，1999）。旋幽夜蛾是一种食叶性害虫，幼虫具有多食性、暴发性和迁移危害性的特点，对大豆和甜菜有不同程度的危害（杨安沛等，2023）。而大豆、甜菜和十字花科蔬菜作为太谷区的主要农产品，应将银锭夜蛾与旋幽夜蛾作为防治主要对象。棉铃虫和八字地老虎主要危害棉花和玉米（黄鹏等，2020；楚士娇等，2024）。棉铃虫主要以第二代危害为主，灯下发生期8-9月，八字地老虎发生期在5-6月中旬，可作为预测棉铃虫和八字地老虎在当地农区大面积发生为害时间。

黄褐丽金龟和中华草蛉也是当地优势种。据研究表明黄褐丽金龟幼虫可为害小麦、大麦、玉米、高粱、谷子、糜子、马铃薯、向日葵、豆类等作物以及蔬菜、林木、果树的地下部分（薛铎和郭秀兰，1991），而黄褐丽金龟的发生期在6月中旬-7月上旬，正值太谷区农作物生长盛期，应在农业生产中重视对黄褐丽金龟的防治。鉴于丽金龟的幼虫为土栖，因此可在每年封冻前对土壤进行翻耕，以使黄褐丽金龟幼虫裸露于地表，达到防治的目的。中华草蛉作为本研究灯诱诱捕的主要天敌昆虫，其高峰期基本持续在6月下旬和8月下中旬，与已有的报道相似（Pumario *et al.*，2012）。然而除中华草蛉外，其它天敌昆虫在周年的调查中发现的种类和数量均较少，表明利用天敌生物控制害虫在当地的农业生产中仍不具备成熟的条件。功能植物可以增加相邻农田内天敌昆虫的多样性与丰富度（Paredes *et al.*，2019），进而提高益害比，因此可在太谷区农业种植和作物布局等环节考虑对天敌的保护，以减少虫害对农业发展的影响。

本研究结果表明，虫情测报灯和高空诱虫灯均能用于害虫的监测，但两种灯诱设备在诱捕监测力上具有一定差异。全年监测中高空诱虫灯诱捕量远高于虫情测报灯，虫情测报灯在7-8月诱捕量相对较少，无明显峰值，而高空诱虫灯从6-8月均为诱捕高峰期。同时虫情测报灯和高空诱虫灯每日诱集物种数的变化浮动高于每日诱捕量，而每日诱捕量的集中性高于每日诱集的物种数，高空诱虫灯虫具有峰较多、峰值较高和消长变化更为显著的特点，自动虫情测报灯虽然也可以进行有效监测，由于诱虫数较少，虫情测报灯监测的害虫动态不明显。由此可见高空诱虫灯在对害虫的发生期和发生量的预测中更有优势。推测可能在于高空诱虫灯的金属卤化物灯泡发光光谱涵盖紫外区和可见区，且相对光强较大，显著高于虫情测报灯的黑光灯灯管；另外，虫情测报灯由于防雨设计加有顶盖，限制了灯光射向空中，只能诱集低空和地面的昆虫（韩海亮等，2023），因此，在诱虫数量、诱集物种受到局限。

从丰富度和组成方面分析群落（Iserhard *et al.*，2017）。太谷地区的物种丰富度较高，物种分布较均匀，且生物多样性较丰富，但是优势种地位不突出。对于6月、7月、8月份的多样性与丰富度部分时间段下相对值较低。考虑到部分时期降雨量与空气湿度较大，对于昆虫的诱捕造成一定的影响（Davidson，1933；Wainwright *et al.*，2022）。同时许多昆虫种群的高度动态性、生命周期短和对天气等环境因素的敏感性，对优势种群的评估可能容易出现偏差（Fox *et al.*，2018）。太谷区5月中旬开始气温逐渐上升，9月下旬气温开始逐渐下降，期间遇到阴雨天气或者温度骤然降低，均会导致灯诱昆虫的诱捕量减少。阴雨天气在5月中旬以前，对于灯诱效果影响不是很大，但是在5月中旬后部分日期的诱捕量减少，可能是因为阴雨天气的原因导致气温骤降影响昆虫的行为活动。在5月22日、5月底-6月初、6月28日、7月2日-7月4日、7月20日、7月底-8月初和8月25日-26日，太谷区均有不同程度的降雨且气温骤减的自然天气现象。因此部分特殊天气对于预测昆虫发生期可能会产生一些影响。受到部分昆虫存在体型微小、虫体保存不完整、鉴定特征不明显等问题的影响，本研究将鳞翅目昆虫作为主要鉴定物种，对鳞翅目以外的昆虫仅对体型相对较大且虫体保存完整的进行形态学鉴定。对于鉴定特征不明显的昆虫，本研究仅将其分类单元鉴定至属级或科级，研究有一定的局限性。因而，后期应继续深入研究该地区昆虫物种多样性，全面了解昆虫群落结构，以确保农作物的生产安全。

参考文献（References）

Chang H, Gao Y, Wang SW, *et al*. Structural characteristics of aerial insect community in Leizhou peninsula [J]. *Journal of Plant Protection*, 2023, 50 (5): 1113-1119. [常虹, 高燕, 王思威, 等. 雷州半岛空中昆虫群落结构特征 [J]. 植物保护学报, 2023, 50 (5): 1113-1119]

Chen Q, Shen HL, Chen L, *et al*. Monitoring effect of two light trapping tools on armyworm population [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2018, 55 (5): 843-848. [陈琦, 沈海龙, 陈莉, 等. 两种灯光诱测工具对粘虫种群的监测效果 [J]. 应用昆虫学报, 2018, 55 (5): 843-848]

Chu SJ, Liu B, Wang PL, *et al*. Life table of *Astia c-nigrum* (Lepidoptera: Noctuidae) population at different temperatures and the dynamics of field adults captured in light trap in Korla, Xinjiang, Northwest China [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2024, 67 (2): 246-254. [楚士娇, 刘冰, 王佩玲, 等. 新疆库尔勒八字地老虎在不同温度下的实验种群生命表及灯下成虫种群动态 [J]. 昆虫学报, 2024, 67 (2): 246-254]

Davidson J. Effect of rainfall-evaporation ratio on insects inhabiting the soil surface [J]. *Nature*, 1933, 131: 837-838.

Ding JN, Yu SP, Shi CQ, *et al*. Insect communities and its relationship with environments in Alejin Island National Wetland Park [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2021, 49 (8): 90-94. [丁俊男, 于少鹏, 史传奇, 等. 阿勒锦岛国家湿地公园昆虫群落结构与环境的关系 [J]. 东北林业大学学报, 2021, 49 (8): 90-94]

Fan Y, Zhao XF, Mo T, *et al*. Insect species composition and ecological analysis of peanut production areas in Tangshan city, Hebei province [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2023, 27 (4): 69-74. [范燕, 赵雪飞, 幺田, 等. 河北省唐山市花生产区昆虫种类组成及生态学分析 [J]. 河北农业科学, 2023, 27 (4): 69-74]

Fang G. Xinbin county lepidoptera moths resource changes and interannual dynamic analysis [J]. *Liaoning Forestry Science and Technology*, 2024, 1: 16-21. [房钢. 新宾县鳞翅目蛾类昆虫资源变化及年际动态分析 [J]. 辽宁林业科技, 2024, 1: 16-21]

Fox R, Harrower CA, Bell JR, *et al*. Insect population trends and the IUCN red list process [J]. *Journal of Insect Conservation*. 2018, 23: 268-278.

Guo JF, Jing DP, Tai HK, *et al*. Morphological characteristics of *Spodoptera frugiperda* and its comparison with three other lepidopteran species with similar injury characteristics and morphology in cornfields [J]. *Journal of Plant Protection*, 2019, 45 (2): 7-12. [郭井菲, 静大鹏, 太红坤, 等. 草地贪夜蛾形态特征及与3种玉米田为害特征和形态相近鳞翅目昆虫的比较 [J]. 植物保护学报, 2019, 45 (2): 7-12]

Han HL, Zhang JM, Dong HS, *et al*. Population monitoring and dynamic analysis of pests in maize central area of Zhejiang Province by two types of forecasting [J]. *Acta Agriculturae Shanghai*, 2023, 39 (4): 78-84. [韩海亮, 章金明, 董航顺, 等. 两种测报灯对浙中地区玉米田害虫的种群监测与动态分析 [J]. 上海农业学报, 2023, 39 (4): 78-84]

Hao FL. Key points of integrated control techniques for *Ostrinia furnacalis* [J]. *World Tropical Agriculture Information*, 2024, 1: 65-67. [郝福丽. 玉米螟综合防治技术要点 [J]. 世界热带农业信息, 2024, 1: 65-67]

Huang P, Cheng DY, Lu SJ, *et al*. In recent years, the causes and control strategies of the occurrence of *Helicoverpa armigera* in corn fields in Xinyi city [J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2020, 4: 201-202, 307. [黄鹏, 程大勇, 陆松静, 等. 近年来新沂市玉米田棉铃虫大发生特点原因及防治策略 [J]. 农业科技通讯, 2020, 4: 201-202, 307]

Iserhard CA, Romanowski HP, Richter A, *et al*. Monitoring temporal variation to assess changes in the structure of subtropical atlantic forest butterfly communities [J]. *Environmental Entomology*, 2017, 4: 804-813.

Jiang XF, Zhang L, Cheng YX, *et al*. Research and prospect on the mechanism of migration and disaster-causing of main lepidoptera agricultural pests in China [J]. *China Science: Life Science*, 2016, 46 (5): 565-572. [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]

Kou S, Tian ZY, Guo R, *et al*. Population monitoring and dynamic analysis of common noctuid moths in Tongzhou, Beijing [J]. *China Plant Protection*, 2021, 41 (7): 48-52. [寇爽, 田兆迎, 郭然, 等. 北京通州常见夜蛾种群监测与动态分析 [J]. 中国植保导刊, 2021, 41 (7): 48-52]

Li ZW, Sun YW, Zong SX, *et al*. Investigation on damage characteristics and natural enemies of *Proteuclasta stotzneri* in eastern Ningxia [J]. *Journal of Agricultural Sciences*, 2008, 3: 95-96. [李占文, 孙耀武, 宗世祥, 等. 宁夏东部地区旱柳原野螟的为害特性及其天敌调查 [J]. 农业科学研究, 2008, 3: 95-96]

Liang XX. The impact of climate warming on agricultural production in the Taigu region and countermeasures [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2017, 22: 187-189. [梁星星. 太谷区气候变暖对农业生产的影响及应对措施 [J]. 现代农业科技, 2017, 22: 187-189]

Liu YF, Yang H, Yang F, *et al*. Research on the relationship between habitat heterogeneity and biodiversity [J]. *Insect Research of Central China*, 2019, 1: 9. [刘雨芳, 杨荷, 阳菲, 等. 生境异质性与生物多样性关系研究态势分析 [J]. 华中昆虫研究, 2019, 1: 9]

Liu Z, Wang FF, Li YH, *et al*. The application effect of intelligent identification pest forecasting lamp in vegetable pest forecasting [J]. *China Plant Protection*, 2022, 42 (8): 37-41.[刘珍, 王菲菲, 李勇华, 等. 智能识别虫情测报灯在蔬菜害虫测报上的应用效果 [J]. 中国植保导刊, 2022, 42 (8): 37-41]

Lu GC, Tian HP, Wang TQ, *et al*. Population dynamics monitoring of main moths under light in Weifang, Shandong [J]. *China Plant Protection*, 2023, 43 (9): 48-52, 59. [卢国彩, 田洪平, 王同芹, 等. 山东潍坊灯下主要蛾类昆虫种群动态监测 [J]. 中国植保导刊, 2023, 43 (9): 48-52, 59]

Lu H, Xu W, Chen RZ, *et al*. Biological characteristics of *Macdunnoughia crassisigna* [J]. *Journal of Jilin Agricultural

University, 1999, 21 (3): 26-28. [路红, 徐伟, 陈日曌, 等. 银锭夜蛾生物学特性的研究 [J]. 吉林农业大学学报, 1999, 21 (3): 26-28]

Ma YQ, Liu SG, Yang ZG. Application of automatic pest forecast lamp in pest prediction and production [J]. *Yunnan Agricultural Science and Technology*, 2019, 2: 43-46. [马艳清, 柳树国, 杨占刚. 自动虫情测报灯在害虫预测预报及生产中的应用 [J]. 云南农业科技, 2019, 2: 43-46]

Paredes D, Daniel S. Chaplin-Kramer, RebeccaBenitez, *et al*. Natural habitat increases natural pest control in olive groves: Economic implications [J]. *Journal of Pest Science*, 2019, 3: 1111-1121.

Pumario L, Alomar O, Lundgren JG. Effects of floral and extrafloral resource diversity on the fitness of an omnivorous bug, *Orius insidiosus* [J]. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2012, 3: 181-190.

Tang JH, Lu H, Lv BG. Scolytidae trap lamp trapping of *Platypodidae* in Haikou and Danzhou, Hainan [J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2022, 42 (3): 83-87. [唐继洪, 卢辉, 吕宝乾. 海南海口、儋州两地中对长小蠹高空诱虫灯诱集 [J]. 热带农业科学, 2022, 42 (3): 83-87]

Wainwright CE, Volponi SN, Stepanian PM, *et al*. Using cloud radar to investigate the effect of rainfall on migratory insect flight [J]. *Methods in Ecology and Evolution*, 2022, 2: 655-668.

Wang C, Li SH, Rao Z, *et al*. Investigation of common phototactic insect species under high-altitude searchlights in Fenggang River Wetland Park, Fuzhou City, Jiangxi Province [J]. *Jiangxi Agriculture*, 2019, 4: 79-81. [王冲, 李思红, 饶治, 等. 江西省抚州市凤岗河湿地公园高空探照灯下趋光性常见昆虫种类调查 [J]. 江西农业, 2019, 4: 79-81]

Wang HX, Xia WL. Lepidoptera pests common to leafy vegetables in Anshan area and comprehensive prevention and control technology [J]. *Liaoning Agricultural Science*, 2017, 3: 86-88. [王洪喜, 夏婉丽. 鞍山地区危害叶菜类常见的鳞翅目害虫及综合防控技术 [J]. 辽宁农业科学, 2017, 3: 86-88]

Wang XL. Investigation on the occurrence regularity of *Semiothisa cinerearia* and screening of control agents [J]. *Special Economic Animals and Plants*, 2023, 26 (7): 14-16. [王小雷. 槐尺蠖发生规律调查及防治药剂筛选研究 [J]. 特种经济动植物, 2023, 26 (7): 14-16]

Xue D, Guo XL. Studies on the biological characteristics of *Anomala exolete* Faldermann [J]. *Journal of Gansu Agricultural University*, 1991, 1: 75-80. [薛铎,郭秀兰. 黄褐丽金龟的生物学特性研究 [J]. 甘肃农业大学学报, 1991, 1: 75-80]

Yan JH, Liu TT, Liu ZY, *et al*. Record and identification of leaf-feeding lepidoptera on *Ulmus* in northwest Shandong Province [J]. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, 2017, 47 (2): 24-31, 37. [闫家河, 刘腾腾, 刘志勇, 等. 鲁西北地区榆树鳞翅目食叶害虫种类记述与识别 [J]. 山东林业科技, 2017, 47 (2): 24-31, 37]

Yang AP, Zhang H, Bai WW, *et al*. Research progress and prospect on biological characteristics, ecological adaptability and control technology of *Scotogramma trifolii* [J]. *Sugar Crops of China*, 2023, 45 (2): 75-81. [杨安沛, 张航, 白微微, 等. 旋幽夜蛾生物学特性、生态适应性及防治技术的研究进展与展望 [J]. 中国糖料, 2023, 45 (2): 75-81]

Yang JY. Discussion on the professional prevention and control strategy of agricultural plant protection in Taigu District [J]. *China Agricultural Informatics*, 2015, 15: 144. [杨俊芸. 略谈太谷区农业植保专业化防治策略 [J]. 中国农业信息, 2015, 15: 144]

Zhang X, Li L, Yu F, *et al*. Study on water footprint of maize planting in functional agricultural demonstration area based on virtual water theory-taking Shanxi Taigu as an example [J]. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 2018, 46 (8): 1349-1353. [张鑫, 李磊, 于斐, 等. 基于虚拟水理论的功能农业示范区玉米种植水足迹研究——以山西太谷为例 [J]. 山西农业科学, 2018, 46 (8): 1349-1353]

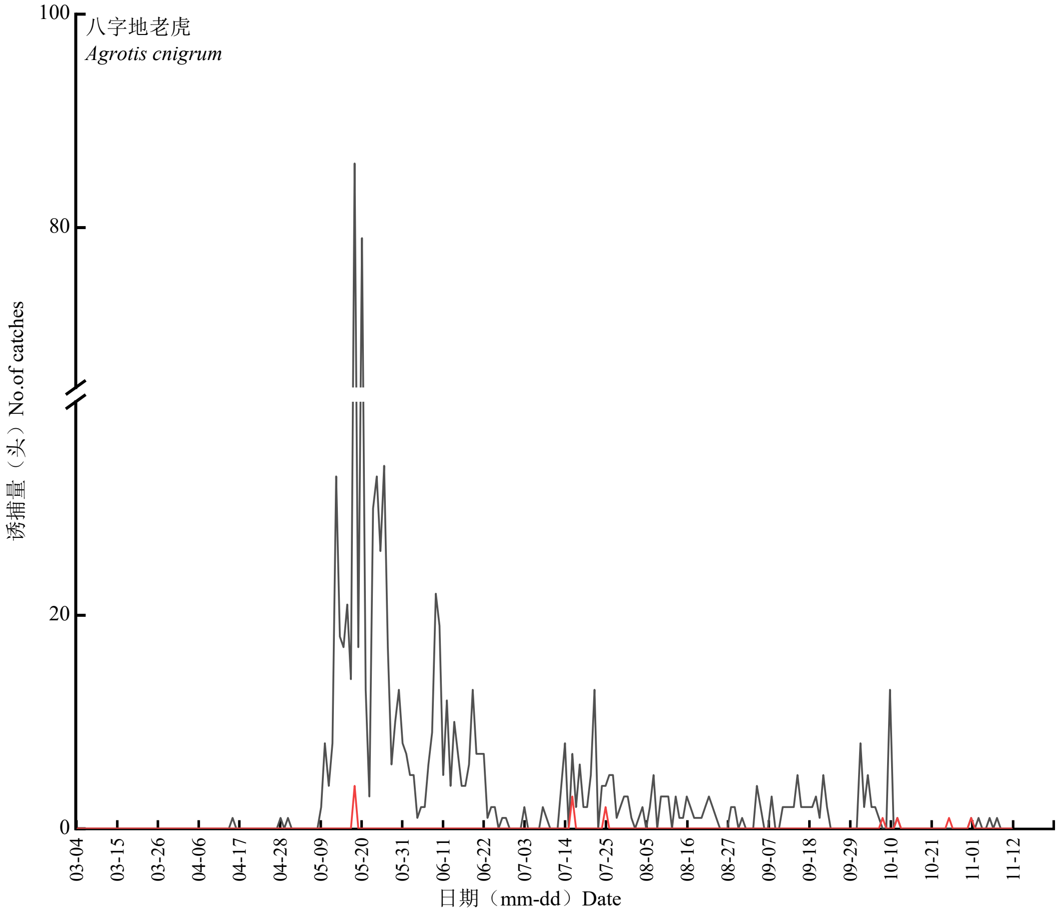
Zhao HR, Li N, Liu H, *et al*. Life history and population dynamics of *Calospilos suspecta* in Jilin area [J]. *Journal of Beihua University* (Natural Science Edition), 2022, 23 (1): 20-25. [赵红蕊, 李楠, 刘辉, 等. 吉林地区丝棉木金星尺蛾生活史及种群动态 [J]. 北华大学学报(自然科学版), 2022, 23 (1): 20-25]

Zhao ZY, Kang AG, Jiang XF, *et al*. Monitoring effects of different trapping tools on *Mythimna separata* population [J]. *China Plant Protection*, 2017, 37 (5): 46-50, 55. [赵志英, 康爱国, 江幸福, 等. 不同诱测工具对黏虫种群的监测效果 [J]. 中国植保导刊, 2017, 37 (5): 46-50, 55]

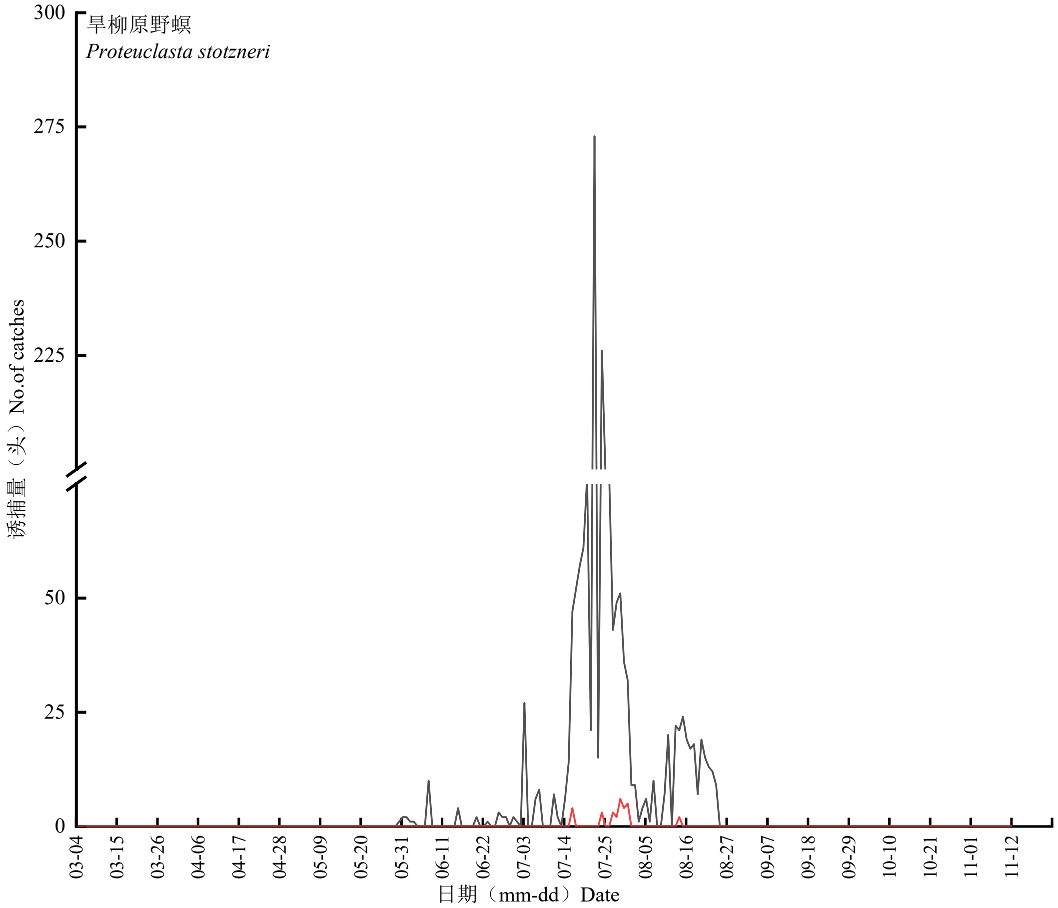
附录：图1 太谷区不同灯诱设置下优势昆虫年发生动态

详细数据见网络版增强出版材料（http: //hjkcxb. alljournals. net /）

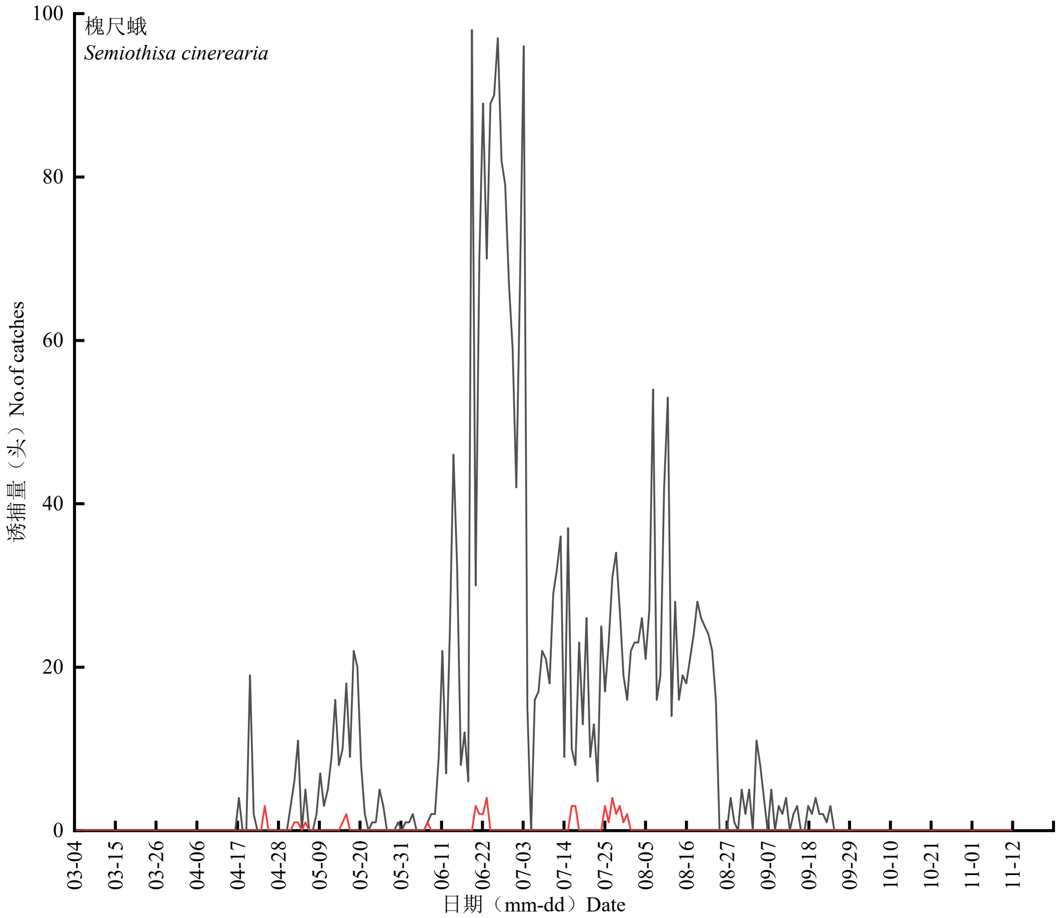
附录

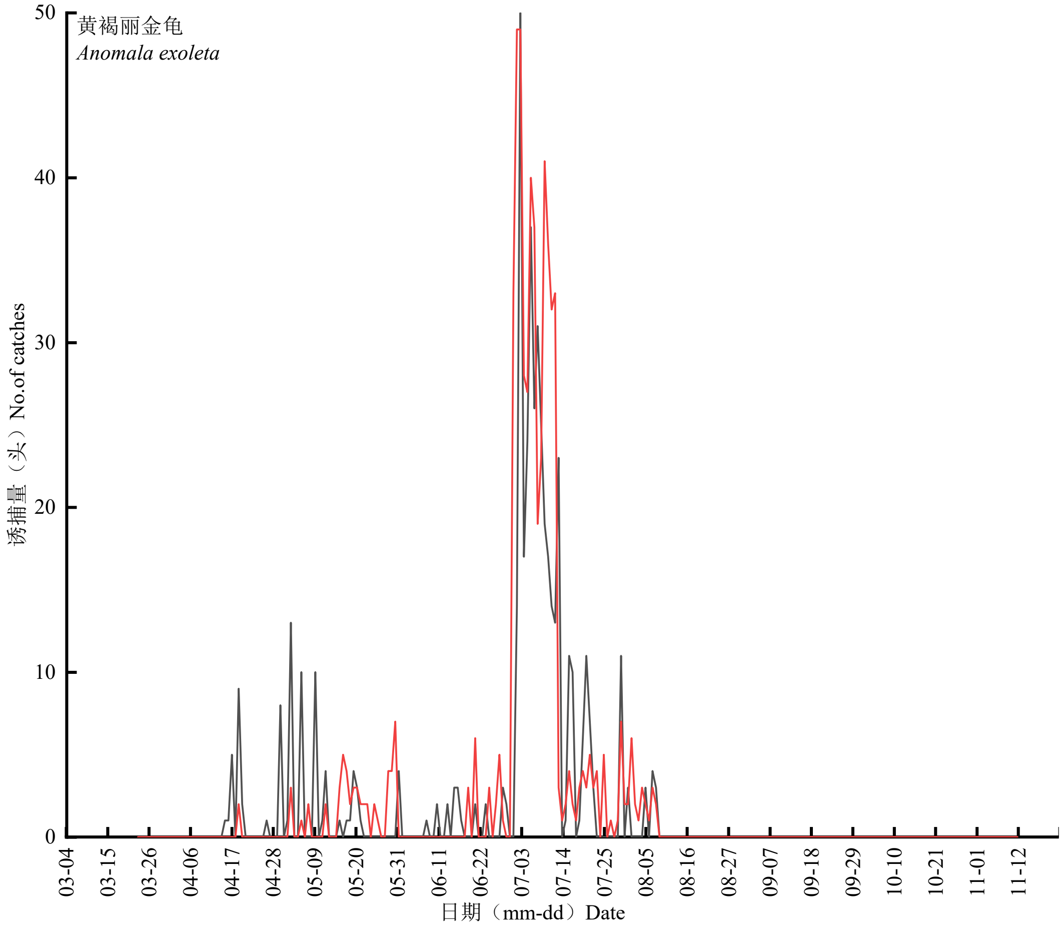


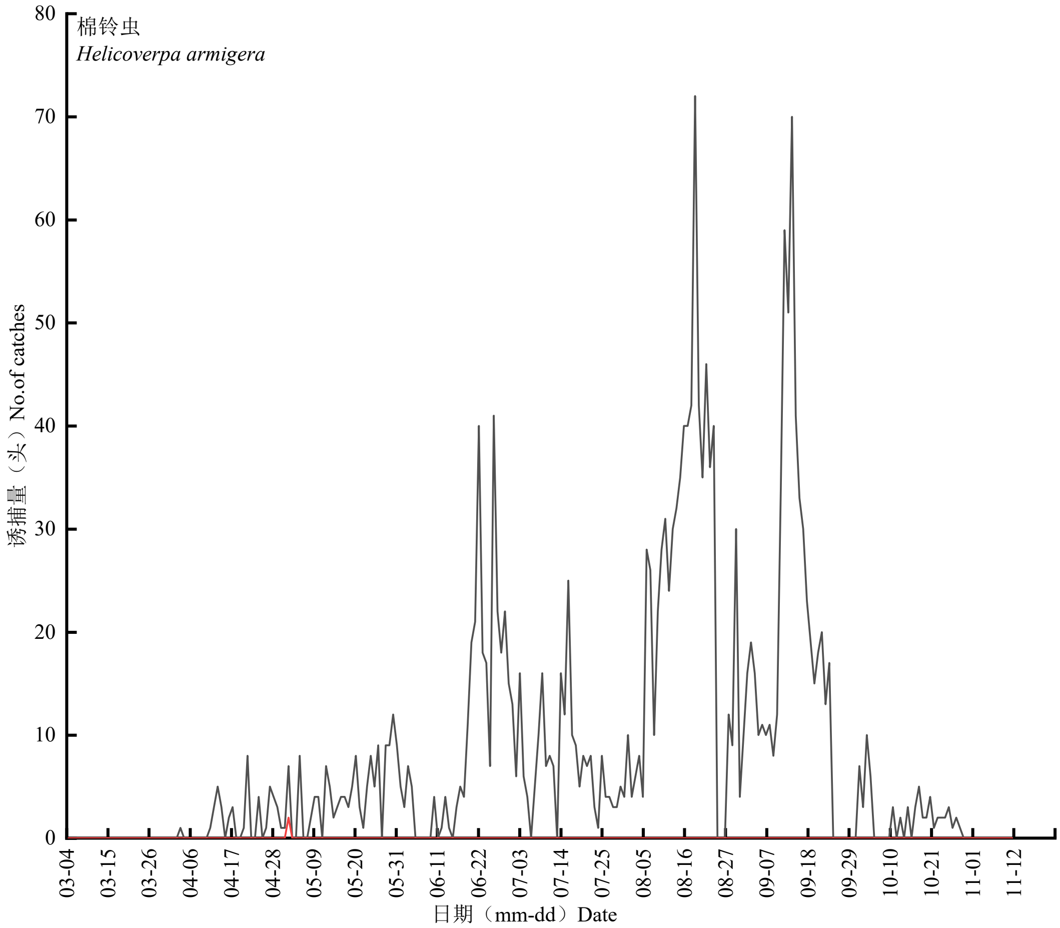
八字地老虎
Agrotis cnigrum
诱捕量（头）No.of catches
日期（mm-dd）Date
100
80
20
0
03-04
03-15
03-26
04-06
04-17
04-28
05-09
05-20
05-31
06-11
06-22
07-03
07-14
07-25
08-05
08-16
08-27
09-07
09-18
09-29
10-10
10-21
11-01
11-12

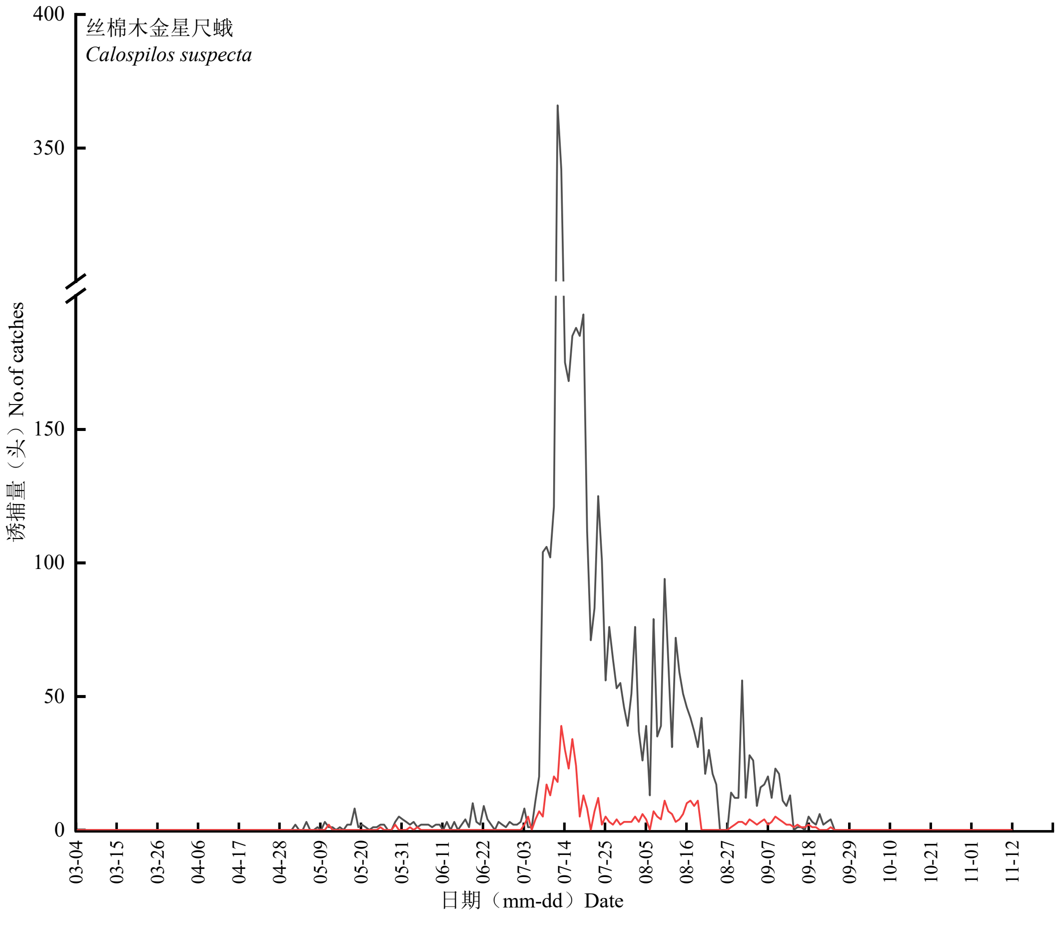


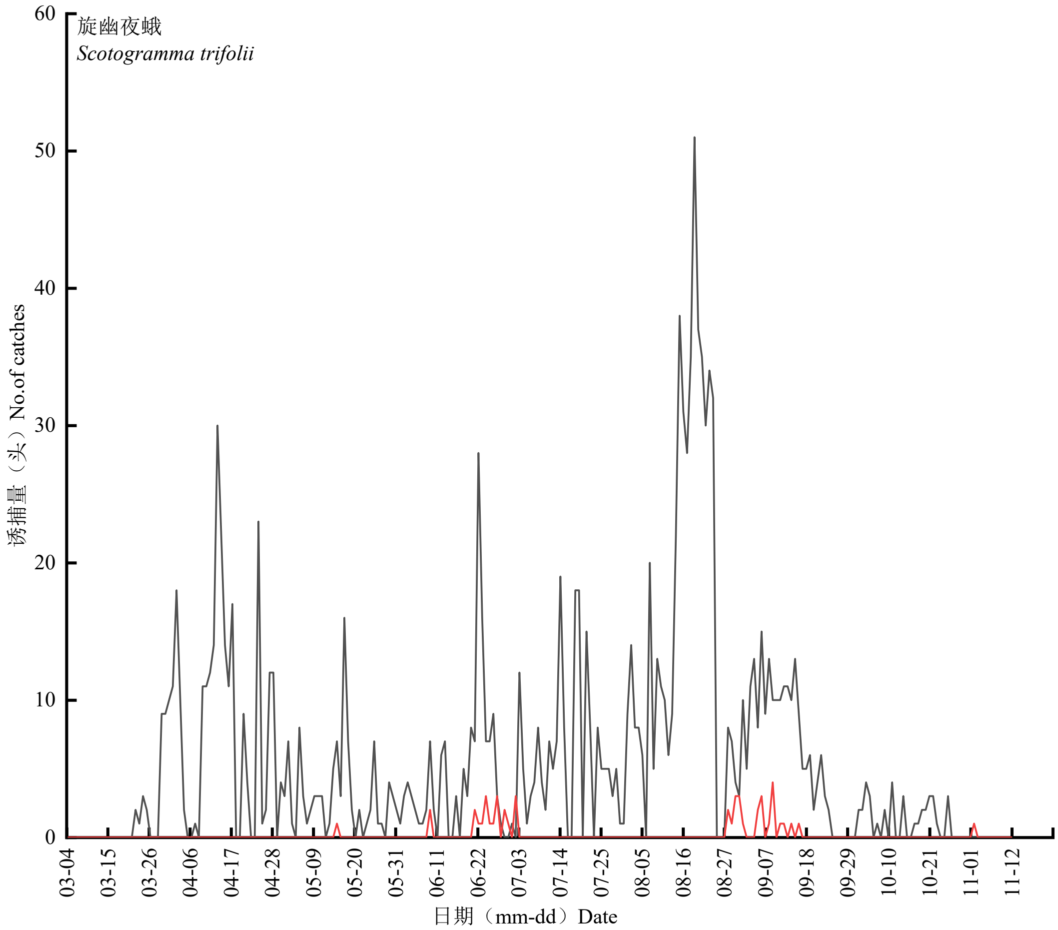
旱柳原野螟
Proteuclasta stotzneri
诱捕量（头）No.of catches
日期（mm-dd）Date
300
275
250
225
50
25
0
03-04
03-15
03-26
04-06
04-17
04-28
05-09
05-20
05-31
06-11
06-22
07-03
07-14
07-25
08-05
08-16
08-27
09-07
09-18
09-29
10-10
10-21
11-01
11-12


槐尺蛾
Semiothisa cinerearia
100
80
60
40
20
0
诱捕量（头）No.of catches
03-04
03-15
03-26
04-06
04-17
04-28
05-09
05-20
05-31
06-11
06-22
07-03
07-14
07-25
08-05
08-16
08-27
09-07
09-18
09-29
10-10
10-21
11-01
11-12
日期（mm-dd）Date

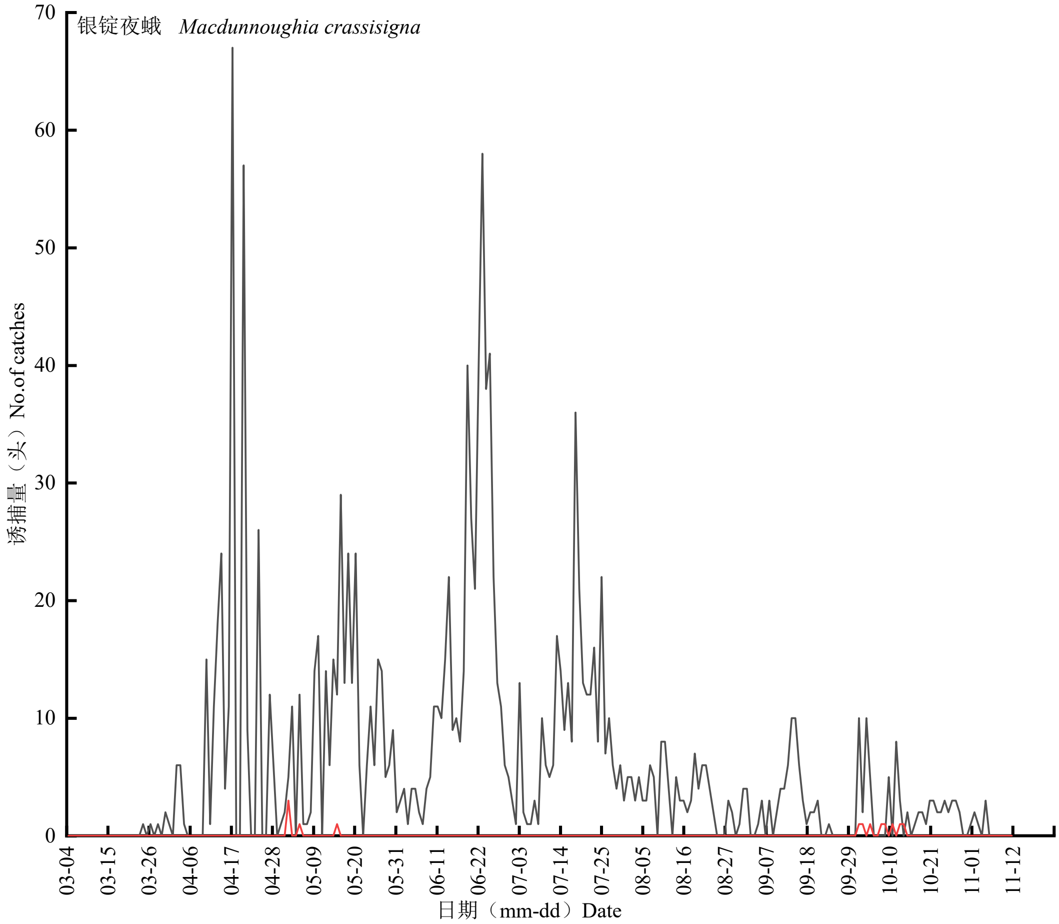

黄褐丽金龟
Anomala exoleta
50
40
30
20
10
0
诱捕量（头）No.of catches
03-04
03-15
03-26
04-06
04-17
04-28
05-09
05-20
05-31
06-11
06-22
07-03
07-14
07-25
08-05
08-16
08-27
09-07
09-18
09-29
10-10
10-21
11-01
11-12
日期（mm-dd）Date


棉铃虫
Helicoverpa armigera
诱捕量（头）No.of catches
日期（mm-dd）Date
0
10
20
30
40
50
60
70
80
03-04
03-15
03-26
04-06
04-17
04-28
05-09
05-20
05-31
06-11
06-22
07-03
07-14
07-25
08-05
08-16
08-27
09-07
09-18
09-29
10-10
10-21
11-01
11-12

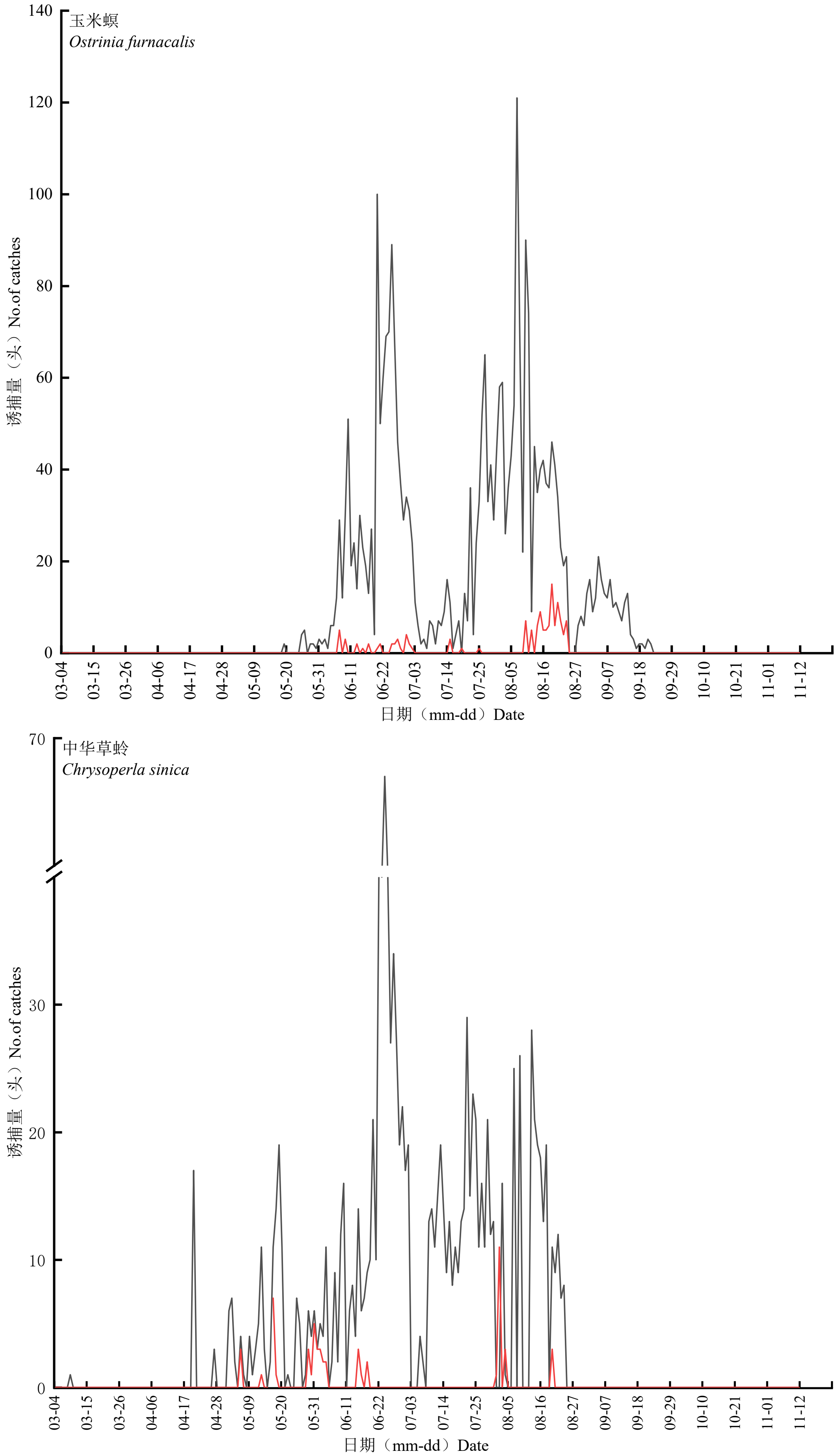

丝棉木金星尺蛾
Calospilos suspecta
诱捕量（头）No.of catches
日期（mm-dd）Date
0
50
100
150
350
400
03-04
03-15
03-26
04-06
04-17
04-28
05-09
05-20
05-31
06-11
06-22
07-03
07-14
07-25
08-05
08-16
08-27
09-07
09-18
09-29
10-10
10-21
11-01
11-12



旋幽夜蛾
Scotogramma trifolii
诱捕量（头）No.of catches
日期（mm-dd）Date



银锭夜蛾 Macdunnoughia crassisigna
诱捕量（头）No.of catches
日期（mm-dd）Date



附图 1 太谷区不同灯诱设置下优势昆虫年发生动态

Appendix Fig. 1 Annual occurrence dynamics of the dominant insect species trapped with different trapping lights in Taigu area

注：图中黑色折线代表高空诱虫灯诱捕量，红色折线代表虫情测报灯诱捕量。Note: The black line in the picture represented the trapping amount of the high-altitude trap lamp, and the red line represented the trapping amount of the pest forecasting lamp.