

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2024.02.013

# 云南菠萝蜜园优势科蛾类的时空生态位分析

杜浩, 只佳增, 岳建伟, 张建春, 赵丽娟, 刘学敏\*

云南省红河热带农业科学研究所, 云南河口 661300

**摘要:**【目的】探明菠萝蜜园的蛾类群落组成、优势科时空生态位特征, 为害虫的监测预警和生态控制等提供参考依据。【方法】采用灯光诱集的方法收集菠萝蜜园蛾类标本, 并进行分类鉴定和统计, 利用 Levins 生态位宽度和 Pianka 生态位重叠分析主要蛾类的时、空资源占有情况及群落间的竞争共存关系。

【结果】共收集到蛾类 10 科 47 种, 各科物种数占总物种数的比例及其个体数量相对多度均大于 5% 的优势科为天蛾科 (29.79%, 48.58%)、灯蛾科 (19.15%, 24.23%)、毒蛾科 (17.02%, 9.24%)、螟蛾科 (10.64%, 5.18%) 和尺蛾科 (8.51%, 7.84%)。优势科的时空生态位宽度普遍较大, 生态位重叠主要表现为“宽-宽”型重叠; 个体数量相对多度大于 1% 的 7 个科两两配对, 21 对组合中, 在时间和空间 2 个一维生态位上所有组合均具有重叠意义 ( $Q_{ij} > 0.3$ ), 在时间和空间维度上分别有 8 对和 7 对组合显著重叠 ( $Q_{ij} > 0.6$ ), 但在时空二维生态位上具有重叠意义的组合降低到 10 对, 且仅有 1 对组合显著重叠。【结论】菠萝蜜园蛾类优势科对时空资源占有能力普遍较强, 且优势科之间的时空生态位重叠较大, 其在时空生态位以外的其他资源维度可能存在较大的分化是其实现共存的原因。

**关键词:** 蛾类; 时空; 生态位; 菠萝蜜



开放科学标识码  
(OSID 码)

## Spatio-temporal niche analysis of dominant moths in jackfruit orchards in Yunnan Province

DU Hao, ZHI Jiazeng, YUE Jianwei, ZHANG Jianchun, ZHAO Lijuan, LIU Xuemin\*

Honghe Research Institute of Tropical Agriculture, Hekou, Yunnan 661300, China

**Abstract:** 【Aim】 Exploring the community composition and spatio-temporal niches of dominant families of moths in jackfruit orchard to provide a reference basis for monitoring, warning, and ecological control of pests. 【Method】 The moths in jackfruit orchard were collected using the light trapping method for classification, identification, and statistics. The Levins niche width and Pianka niche overlap index were used to analyze the temporal and spatial resource occupancy of major moths as well as the competitive coexistence relationship between communities. 【Result】 A total of 47 species of moths belonging to 10 families were collected. The dominant families with a proportion of species and a relative abundance greater than 5% were: Sphingidae (29.79%, 48.58%), Arctiidae (19.15%, 24.23%), Lymantridae (17.02%, 9.24%), Pyralididae (10.64%, 5.18%), Geometridae (8.51%, 7.84%). The spatio-temporal niche width of dominant families was generally larger, and the main types of niche overlap are "wide wide" types. 7 families with a relative abundance greater than 1% were paired to form 21 pairs of combinations. All the combinations have overlapping meanings in both the temporal and spatial one-dimensional niches. In the temporal and spatial dimensions, there were eight and seven pairs of combinations with significant overlaps, respectively. However, in the spatiotemporal two-dimensional niche, the number of combinations with overlapping significance decreased to 10 pairs, with only one pair of combinations significantly overlapping. 【Conclusion】 The dominant families of moths in jackfruit orchards generally have strong ability to occupy time and space resources. The spatial and temporal niche overlaps of dominant families are larger. There may be a significant separation in resource dimensions other than the space-time niche, which is the reason for their coexistence.

**Key words:** moths; spatio-temporal; niche; *Artocarpus heterophyllus*

收稿日期 (Received): 2023-03-21 接受日期 (Accepted): 2023-10-15

基金项目: 云南省科技厅“创新引导与科技型企业培育计划”项目 (202104AR040006); 云南省科技厅“科技人才与平台计划”项目 (202005AD160004, 202305AF150146, 202205AD160038); 云南省红河热带农业科学研究所青年人才成长基金 (HHS2024002)

作者简介: 杜浩, 男, 助理研究员。研究方向: 热作病虫害生态控制。E-mail: 1245854812@qq.com

\* 通信作者 (Author for correspondence), 刘学敏, E-mail: 368428262@qq.com

生态位是生态学中的重要概念,又称小生境、生态区位。1917年,Grinnell在研究加利福尼亚加州弯嘴嘲鸫 *Toxostoma redivivum* Gambel 的生态关系时首次提出(王自力等,2011; 只佳增等,2020)。生态位与种群之间的共生和竞争密切相关,反映了一个种群在生态系统中在时间和空间上所占据的位置及其与相关种群之间的功能关系(刘玥,2017)。昆虫作为生态系统中一个重要的组成部分,其群落结构、数量变动和行为变化等与生态系统的健康状况密切相关(侯沁文等,2015; Edgar & Burk,2006)。生态学研究,常用生态位宽度来表征物种对资源的占有能力,用生态位重叠来评估物种间对资源利用的竞争和共存机制。

昆虫群落中,鳞翅目昆虫对环境变化的敏感性较高,与生态环境中的寄主植物、鸟类、蜘蛛及其他捕食性小型动物之间的关系密切,已被用作反映其所处生境受干扰程度和生境内相关物种多样性变化的指示物种(侯沁文等,2015)。鳞翅目作为昆虫纲里仅次于鞘翅目的一个大目,包括蛾类和蝴蝶,其中蛾类物种数约占鳞翅目总物种数的90%,我国已记载的有4000多种(侯艳红等,2023; 闫振天,2022)。大多蛾类是植食性昆虫,其中许多种类均有暴食性,对森林及农作物损害极大,其群落结构不仅反映了群落本身的状况,也反映了栖息生境的优良,能较好地指示生态平衡和环境质量(张云会等,2016)。因蛾类具有易于灯诱调查和分类鉴定的特点,也成为植物保护学、昆虫生理学、生态学、毒理学等学科的重要研究对象(门丽娜等,2016; 王章训等,2015)。

菠萝蜜 *Artocarpus heterophyllus* Lam. 为桑科波罗蜜属的常绿乔木,又称树菠萝和木菠萝,原产于印度南部,多分布于东南亚国家。马来西亚、印度和孟加拉国等为其主产国,在国内,主要分布于海南、福建、广西、广东、云南、四川和台湾等地(刘爱勤等,2012)。近年来,关于菠萝蜜的研究主要集中于果实产品的开发及加工技术(何宇宁等,2020; 王萍等,2014; 王少曼等,2021)、果实及其附属产物(果皮、种子等)的功能活性成分研究利用(彭芍丹,2014; 张彦军等,2019)等方面。有关菠萝蜜病虫害的研究也较多(刘爱勤等,2012; Ahmed *et al.*, 2013; Kallekkattil *et al.*, 2020),但鲜有对菠萝蜜园蛾类群落组成和生态位的研究。因此,本研究通过

灯诱法对菠萝蜜园的蛾类昆虫进行收集和分类鉴定,并利用相对多度法分析优势科,利用 Levins 生态位宽度和 Pianka 生态位重叠等对蛾类群落的种间竞争协同关系等进行分析,以期为菠萝蜜园的害虫监测预警和生态控制等提供参考依据。

## 1 试验地概况与研究方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于云南省河口县红河流域低热河谷区域,海拔约100 m。该地区属热带雨林气候,年平均温度22.0℃,极端高温40.9℃,极端低温1.9℃;最热月(7月)平均温度27.6℃,最冷月(1月)平均温度16.4℃,年均降雨量1587.3 mm,降雨长达163 d,形成高温高湿的特点,土壤为酸性黄色砂壤土(只佳增等,2018)。

试验地主栽菠萝蜜品种为马来西亚1号,株行间距为6.0 m×8.0 m,树龄5 a,面积约3 hm<sup>2</sup>。试验地100 m范围内主要栽培香蕉 *Musa nana* Lour.、洋蒲桃 *Syzygium samarangense* Merr.、柚 *Citrus maxima* Merr.、鳄梨 *Persea americana* Mill. 和珠芽魔芋 *Amorphophallus bulbifer* Blume, 还零星栽培芒果 *Mangifera indica* L.、荔枝 *Litchi chinensis* Sonn.、龙眼 *Dimocarpus longan* Lour.、番木瓜 *Carica papaya* L. 等热带果树。菠萝蜜园里的优势杂草为白花鬼针草 *Bidens pilosa* L.、牛筋草 *Eleusine indica* Gaertn.、短叶水蜈蚣 *Kyllinga brevifolia* Rottb.、马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. 等。

### 1.2 研究方法

在样地内均匀设置太阳能杀虫灯(郑州欧柯奇仪器制造有限公司,型号OK-TS2)6盏,杀虫灯安装位置距林缘10 m以上,于2022年5—10月,每3 d进行1次调查,若遇不良天气,则顺延1 d,对杀虫灯诱杀到蛾类进行分类鉴定和计数。太阳能杀虫灯具备光控、时控和雨控技术:晚上7:00左右自动亮灯,11:30自动关闭;当环境相对湿度(relative humidity, RH)大于95%,频震灯进入自动保护状态,当环境RH小于95%,可自动恢复正常工作。标本鉴定参考《中国蛾类图鉴(I)》(中国科学院动物研究所,1981)、《中国蛾类图鉴(II)》(中国科学院动物研究所,1982)、《中国蛾类图鉴(III)》(中国科学院动物研究所,1982)、《中国蛾类图鉴(IV)》(中国科学院动物研究所,1983)、《中国昆虫生态大图鉴》(张巍巍,2011)、《云南蛾类生态图鉴(I)》

(易传辉等,2014)、《云南蛾类生态图鉴(Ⅱ)》(易传辉等,2015)等专著。

### 1.3 数据分析

1.3.1 相对多度分析 对收集到的蛾类昆虫进行分类鉴定和统计,并计算相对多度。相对多度  $R_i = N_i/N$ ,式中, $N_i$  为第  $i$  科的个体数, $N$  为所有物种个体数(杨立军和张丹丹,2014)。

1.3.2 时间生态位和空间生态位分析 以 15 d 为一个时间资源单元,共划分 12 个时间资源单元;以一盏杀虫灯为一个空间资源单元,共划分 6 个空间资源单元。利用 Colwell & Futuyma (1971) 加权修正 Levins 生态位宽度和 Pianka (1973) 生态位重叠对各种群进行时间生态位和空间生态位分析。

生态位宽度  $B_i = 1/(s \sum_{k=1}^s P_{ik}^2)$ ,式中, $s$  为资源单元数, $P_{ik}$  为在一个资源序列中,物种  $i$  利用资源单元  $k$  的个体数占资源序列中该种个体总数的比例。生态位重叠  $Q_{ij} = \sum_{k=1}^s (P_{ik} P_{jk}) / \sqrt{\sum_{k=1}^s P_{ik}^2 \sum_{k=1}^s P_{jk}^2}$ ,式中, $Q_{ij}$  为物种  $i$  与物种  $j$  的生态位重叠值, $P_{jk}$  为在一个资源序列中,物种  $j$  利用资源单元  $k$  的个体数占资源序列中该种个体总数的比例(高江勇等,2010; 门丽娜等,

2016)。生态位重叠指数取值范围为 0~1,值越大说明重叠程度越高, $Q_{ij} > 0.3$  视为重叠有意义, $Q_{ij} > 0.6$  视为显著重叠(陈亚东等,2023; Krebs,1999)。

1.3.3 时空二维生态位分析 根据 Cody (1974) 和 May (1975) 提出的多维生态位特征值计算方法,时空二维生态位宽度和重叠采用二者的乘积计算:时空生态位宽度 = 时间生态位宽度 × 空间生态位宽度;时空生态位重叠 = 时间生态位重叠 × 空间生态位重叠(张鹏等,2022)。

## 2 结果与分析

### 2.1 蛾类群落结构分析

蛾类群落结构如表 1 所示。从物种组成来看,本研究共采集到蛾类昆虫 47 种,分属于 10 个科,各科物种数量从多到少依次为天蛾科(14 种)、灯蛾科(9 种)、毒蛾科(8 种)、螟蛾科(5 种)、尺蛾科(4 种)、夜蛾科(2 种)、斑蛾科(2 种)、大蚕蛾科(1 种)、舟蛾科(1 种)、鹿蛾科(1 种);从物种个体数量来看,相对多度从大到小依次为天蛾科、灯蛾科、毒蛾科、尺蛾科、螟蛾科、斑蛾科、夜蛾科、鹿蛾科、舟蛾科、大蚕蛾科,其中后三者的相对多度均低于 1%。

表 1 蛾类群落结构分析

Table 1 Analysis of moth community structure

科 Family	种 Species	各科物种数占总物种数比例 Proportion of species of each family to total number of species/%	各科相对多度 Relative abundance of each family/%
天蛾科 Spingidae	白眉斜纹天蛾 <i>There suffusa</i>	29.79	48.58
	后红斜线天蛾 <i>Hippotion rafflesi</i>		
	青背斜纹天蛾 <i>Theretra nessus</i>		
	鬼脸天蛾 <i>Acherontia lachesis</i>		
	构月天蛾 <i>Parum colligata</i>		
	夹竹桃天蛾 <i>Daphnis nerii</i>		
	缺角天蛾 <i>Acosmeryx castanea</i>		
	直翅斜纹天蛾 <i>Theretra latreillei</i>		
	芋双线天蛾 <i>Theretra oldenlandiae</i>		
	青背长喙天蛾 <i>Macroglossum bombylans</i>		
	条背天蛾 <i>Cechenena lineosa</i>		
	斜纹后红天蛾 <i>Theretra alecto</i>		
	土色斜纹天蛾 <i>Theretra latreillii</i>		
	斜绿天蛾 <i>Pergesa actea</i>		
灯蛾科 Arctiidae	橙拟灯蛾 <i>Asota egens</i>	19.15	24.23
	方斑拟灯蛾 <i>Asota plaginota</i>		
	一点拟灯蛾 <i>Asota caricae</i>		
	八点灰灯蛾 <i>Cretonotos transiens</i>		
	黑条灰灯蛾 <i>Cretonotos gangis</i>		
	星白雪灯蛾 <i>Spilosoma menthastri</i>		
	伊贝鹿蛾 <i>Syntomoides imaon</i>		
	拟三色星灯蛾 <i>Utetheisa lotrix</i>		
	透黑望灯蛾 <i>Lemyra hyalina</i>		

续表 1

科 Family	种 Species	各科物种数占总物种数比例 Proportion of species of each family to total number of species/%	各科相对多度 Relative abundance of each family/%
毒蛾科 Lymantridae	小点白毒蛾 <i>Arctornis cygna</i>	17.02	9.24
	棕斑澳黄毒蛾 <i>Orvasca subnotata</i>		
	铅茸毒蛾 <i>Dasychira chekiangensis</i>		
	沁茸毒蛾 <i>Dasychira mendosa</i>		
	芒果毒蛾 <i>Lymantria marginata</i>		
	锈黄毒蛾 <i>Euprocti s plagiata</i>		
	丛毒蛾 <i>Locharna strigipennis</i>		
棉古毒蛾 <i>Orgyia postica</i>			
螟蛾科 Pyralididae	水稻刷须野螟 <i>Marasmia venialialis</i>	10.64	5.18
	亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i>		
	同条斑野螟 <i>Chabula acamasalis</i>		
	黄翅娟野螟 <i>Diaphania caesalis</i>		
	甜菜白带野螟 <i>Spoladea recurvalis</i>		
尺蛾科 Geometridae	玻璃尺蛾 <i>Krananda semihyalina</i>	8.51	7.84
	绿翠尺蛾 <i>Pelagodes proquadraria</i>		
	小四点波姬尺蛾 <i>Idea trisetata</i>		
	尾尺蛾 <i>Chiasmia</i> sp.		
夜蛾科 Noctuidae	袖巾夜蛾 <i>Dysgonia palumba</i>	4.26	1.67
	斜纹夜蛾 <i>Prodenia litura</i>		
斑蛾科 Zygaenidae	豹点锦斑蛾 <i>Cyclosia panthona</i>	4.26	2.15
	蝶形锦斑蛾 <i>Cyclosia papilionaris</i>		
大蚕蛾科 Saturniidae	明眸大蚕蛾 <i>Antheraea crypta</i>	2.13	0.08
舟蛾科 Notodontidae	著蕊尾舟蛾 <i>Dudusa nobilis</i>	2.13	0.16
鹿蛾科 Amatidae	南鹿蛾 <i>Amata sperbius</i>	2.13	0.83

## 2.2 蛾类生态位宽度分析

对相对多度大于 1% 的 7 个科进行生态位宽度分析,结果(表 2)表明,菠萝蜜园蛾类生态位宽度差异较大。时间生态位宽度从大到小依次为灯蛾科、天蛾科、毒蛾科、尺蛾科、螟蛾科、斑蛾科、夜蛾科,表明灯蛾科利用时间资源能力最强,天蛾科、毒蛾科次之,夜蛾科最差。空间生态位宽度从大到小依次为天蛾科、毒蛾科、尺蛾科、灯蛾科、螟蛾科、斑蛾科、夜蛾科,表明天蛾科利用空间资源能力最强,毒蛾科、尺蛾科次之,夜蛾科最差。时空生态位宽度从大到小依次为天蛾科、灯蛾科、毒蛾科、尺蛾科、螟蛾科、斑蛾科、夜蛾科,表明天蛾科利用时空资源的综合能力最强,其次为灯蛾科、毒蛾科,夜蛾科最差。

本研究中,7 个科的蛾类生态位宽度聚类分析结果如图 1 所示。在时间维度上,划分为 2 组:天蛾科、灯蛾科、毒蛾科和尺蛾科 4 个科为广生态位类群;夜蛾科、斑蛾科和螟蛾科 3 个科为窄生态位类群。在空间维度上,划分为 3 组:天蛾科为广生态位类群,毒蛾科、尺蛾科和灯蛾科 3 个科为中生态位类群;螟蛾科、斑蛾科和夜蛾科 3 个科为窄生态位类群。从时空生态位来看,划分为 3 组:天蛾科为广生态位类群,灯蛾科、毒蛾

科和尺蛾科 3 个科为中生态位类群,夜蛾科、斑蛾科和螟蛾科 3 个科为窄生态位类群。

## 2.3 蛾类生态位重叠分析

对相对多度大于 1% 的 7 个科两两配对后的 21 对组合进行生态位重叠分析(表 3)。从时间生态位重叠来看,所有组合均具有重叠意义( $Q_{ij} > 0.3$ ),其中显著重叠( $Q_{ij} > 0.6$ )的有 8 对;天蛾科与除夜蛾科外的 5 个科显著重叠,灯蛾科与天蛾科、毒蛾科、螟蛾科、尺蛾科 4 个科显著重叠,而毒蛾科、螟蛾科、尺蛾科两两组合之间重叠值居中,夜蛾科、斑蛾科与其他科的重叠值相对较低。重叠值从大到小依次为天蛾科与灯蛾科、灯蛾科与毒蛾科、天蛾科与螟蛾科、尺蛾科与灯蛾科、天蛾科与尺蛾科、天蛾科与斑蛾科、天蛾科与毒蛾科、灯蛾科与螟蛾科。

所有组合均具有空间生态位重叠意义,其中显著重叠的有 7 对,毒蛾科与天蛾科、灯蛾科、螟蛾科、尺蛾科 4 个科显著重叠,天蛾科与灯蛾科、毒蛾科、尺蛾科 3 个科显著重叠,灯蛾科与天蛾科、毒蛾科、尺蛾科 3 个科显著重叠,夜蛾科和斑蛾科与其他科的重叠值较低。重叠值从大到小依次为天蛾科与灯蛾科、灯蛾科与毒蛾科、天蛾科与毒蛾科、天蛾科与

尺蛾科、毒蛾科与尺蛾科、灯蛾科与尺蛾科、毒蛾科与螟蛾科。

从时空生态位重叠值来看,具有重叠意义的有 10 对,占比 47.62%,其中,显著重叠的仅有天蛾科与灯蛾科 1 对。具体表现为:天蛾科与除夜蛾科外的 5 个科具有重叠意义,灯蛾科与天蛾科、

毒蛾科、螟蛾科、尺蛾科 4 个科具有重叠意义,毒蛾科与天蛾科、灯蛾科、螟蛾科、尺蛾科 4 个科的组合具有重叠意义,螟蛾科和尺蛾科均分别与 3 个科的组合具有重叠意义,斑蛾科仅与天蛾科 1 个科具有重叠意义,夜蛾科与其他科的组合均不具有重叠意义(表 4)。

表 2 蛾类昆虫时间、空间以及时空二维生态位宽度

Table 2 Temporal, spatial and spatial-temporal two-dimensional niche width of moths

科 Family	时间生态位宽度 Temporal niche width	空间生态位宽度 patial niche width	时空生态位宽度 patial-temporal niche width
天蛾科 Sphingidae	0.842	0.899	0.757
灯蛾科 Arctiidae	0.853	0.727	0.620
毒蛾科 Lymantridae	0.795	0.779	0.619
螟蛾科 Pyralididae	0.622	0.616	0.383
尺蛾科 Geometridae	0.736	0.763	0.562
夜蛾科 Noctuidae	0.506	0.521	0.264
斑蛾科 Zygaenidae	0.532	0.585	0.311

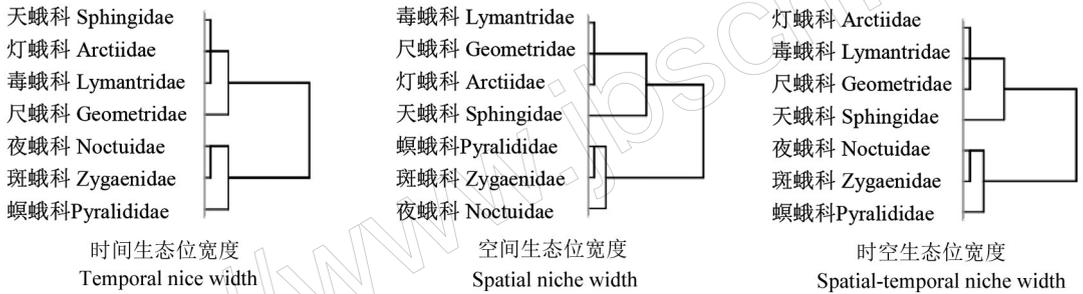


图 1 蛾类生态位宽度聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of niche width of moths

表 3 蛾类时间生态位(对角线以上)和空间生态位(对角线以下)重叠值

Table 3 Overlap values of temporal niche (above diagonal) and spatial niche (below diagonal) of moths

科 Family	天蛾科 Sphingidae	灯蛾科 Arctiidae	毒蛾科 Lymantridae	螟蛾科 Pyralididae	尺蛾科 Geometridae	夜蛾科 Noctuidae	斑蛾科 Zygaenidae
天蛾科 Sphingidae	-	0.825	0.627	0.668	0.646	0.506	0.629
灯蛾科 Arctiidae	0.878	-	0.745	0.626	0.652	0.531	0.491
毒蛾科 Lymantridae	0.713	0.754	-	0.533	0.588	0.487	0.368
螟蛾科 Pyralididae	0.551	0.595	0.606	-	0.496	0.490	0.381
尺蛾科 Geometridae	0.707	0.652	0.671	0.422	-	0.332	0.392
夜蛾科 Noctuidae	0.524	0.423	0.422	0.435	0.392	-	0.394
斑蛾科 Zygaenidae	0.537	0.413	0.532	0.474	0.465	0.403	-

表 4 蛾类时空生态位重叠值

Table 4 Overlap values of spatial-temporal niche of moths

科 Family	天蛾科 Sphingidae	灯蛾科 Arctiidae	毒蛾科 Lymantridae	螟蛾科 Pyralididae	尺蛾科 Geometridae	夜蛾科 Noctuidae	斑蛾科 Zygaenidae
天蛾科 Sphingidae	-						
灯蛾科 Arctiidae	0.724	-					
毒蛾科 Lymantridae	0.447	0.562	-				
螟蛾科 Pyralididae	0.368	0.372	0.323	-			
尺蛾科 Geometridae	0.457	0.425	0.395	0.209	-		
夜蛾科 Noctuidae	0.265	0.278	0.206	0.213	0.130	-	
斑蛾科 Zygaenidae	0.338	0.203	0.196	0.181	0.182	0.159	-

### 3 讨论与结论

本研究发现,菠萝蜜园蛾类共有 10 科 47 种,优势科明显,其中,天蛾科个体数量相对多度高达 48.58%,其次为灯蛾科 24.23%,物种占比和个体数量相对多度均大于 5% 的优势科还有毒蛾科、尺蛾科和螟蛾科。由于利用灯诱法采集蛾类标本,受到蛾类本身生物学特性,如趋光性强弱、敏感波段差异、飞行能力强弱等因素的影响,利用单一特定波段的灯诱法采集评估蛾类群落结构,可能导致趋光性相对较差的蛾类标本采集过少,而趋光性较强的蛾类采集过多,敏感波段蛾类采集过多,非敏感波段蛾类采集过少,以及部分迁飞能力较强的蛾类还可能由其他生境中迁飞到菠萝蜜园。因此,还需进一步通过网捕法、食诱法等开展补充研究,以更加准确地评价蛾类群落结构。

生态位宽度和生态位重叠是生态位理论的重要内容,是物种多样性及群落结构稳定性的决定性因素(胡宗文等,2016)。生态位宽度和重叠的定量测定,反映了群落中各物种对时间、空间、食物及其他环境资源的利用程度与关系。一般认为,物种的生态位宽度值越大,其资源利用能力更强,生态适应性更高和分布范围更广(王有年等,2009;周立垚,2020)。本研究中,作为蛾类优势种群的天蛾科和灯蛾科,时、空生态位宽度均居于前例,不仅反映了其数量优势,还揭示了其对栖息环境的占有能力更强。生态位宽度和生态位重叠之间有较大的关系,生态位宽度都较大的物种间通常生态位重叠较大,称为“宽-宽”型,高生态位宽度种群与低生态位宽度种群也可能有较高的重叠,称为“宽-窄”型,还有一些生态位宽度较窄的物种,由于本身生物学特性和对资源需求较为相近,也会有较高的生态位重叠,称之为“窄-窄”型(侯沁文等,2015)。在本研究中,空间维度、时间维度上整体表现为优势科蛾类的生态位宽度值更大,且优势科蛾类之间的生态位重叠值更大,说明当某个维度的资源一定时,物种的生态位宽度越大,他们之间的同步性或同域性就会越大,整体生态位重叠主要表现为“宽-宽”型重叠。

现有对时间、空间生态位宽度的研究中,由于计算方法不尽一致(如 Shannon 生态位宽度、Levins 生态位宽度等),且生态位宽度值的大小受到试验中设定资源单元大小或尺度的影响,其生态位宽度

值仅在特定条件才具有比较意义,因此目前对生态位宽度划分没有明确标准。本研究参考张鹏等(2022)的方法,对优势科蛾类的生态位宽度进行系统聚类,在时间一维生态位上将优势科蛾类划分为宽生态位类群和窄生态位类群 2 个类别,在空间一维生态位和时空二维生态位上划分为宽生态位、中生态位和窄生态位 3 个类群。由于利用聚类分析进行分组,其可行性受到聚类样本数量、组内和组间距离等因素的影响,该方法存在着一定的局限性,如本研究中,在时间生态位上,无法较好地将蛾类生态位类型划分为 3 个类群。如何建立一套普适性的生态位宽度划分和评价方法,使不同学者对同一物种或群落所作的研究间具有更高的对比性和参考性还有待进一步探索。

按照资源竞争理论,单个维度重叠较大的物种会在其他资源维度产生分化(陈亚东等,2023;南春容和董双林,2003)。本研究中,在时间和空间 2 个一维生态位上,所有组合均具有重叠意义,且在时间生态位上有 8 对组合显著重叠,空间生态位上有 7 对组合显著重叠,而从时空二维生态位来看,具有重叠意义的占比下降到 47.62%,仅有一对组合显著重叠。随着资源维度的增加,蛾类之间的生态位重叠显著降低,推测蛾类优势种群在时空维度以外的其他资源上产生了较大的分化以实现共存,蛾类之间的竞争共存关系还需要结合营养生态位等其他环境因素作进一步研究。

### 参考文献

- 陈亚东,任澆,徐跑,凡迎春,徐东坡,2023. 昆承湖优势种类时空间-营养生态位. *生态学报*, 43(4): 1655-1663.
- 高江勇,嵇保中,刘曙雯,王国兴,况美华,高玉国,2010. 微红梢斑螟蛀道节肢动物种群结构及生态位. *生态学杂志*, 29(2): 363-369.
- 侯沁文,白海艳,铁军,2015. 蟒河猕猴国家级自然保护区蛾类群落生态位特征. *生态学杂志*, 34(4): 1038-1045.
- 侯艳红,陈莉,杜梦园,李伟,陈琦,张元臣,沈海龙,刘迪,李雷雷,范志业,王文豪,李世民,2023. 漯河地区农田灯下蛾类群落结构和优势蛾生态位分析. *环境昆虫学报*, 45(3): 603-610.
- 何宇宁,黄和,钟赛意,刘海,秦小明,2020. 菠萝蜜果醋发酵菌种的选育及发酵特性. *食品科学*, 41(14): 183-189.
- 胡宗文,张学文,杨娟,王艳辉,黄新球,荀利杰,苗春辉,

2016. 祥云坝区冬季访花昆虫调查及生态位分析. 生态学报, 35(12): 3353-3359.
- 刘爱勤, 桑利伟, 孙世伟, 谭乐和, 苟亚峰, 吴刚, 2012. 海南省菠萝蜜主要病虫害识别与防治. 热带农业科学, 32(12): 64-69, 74.
- 刘玥, 2017. 廊坊地区玉米田四种鳞翅目害虫生态位研究. 硕士学位论文. 沈阳: 沈阳农业大学.
- 门丽娜, 张志伟, 王利军, 郝淑莲, 韩有志, 2016. 人工沙棘林灯下蛾类群落结构及时间生态位. 东北林业大学学报, 44(5): 78-83.
- 南春容, 董双林, 2003. 资源竞争理论及其研究进展. 生态学杂志, 22(2): 36-42.
- 彭苟丹, 2014. 菠萝蜜果皮抗氧化活性成分的研究. 硕士学位论文. 海口: 海南大学.
- 王萍, 易建勇, 刘璇, 吴昕焯, 钟耀广, 毕金峰, 2014. 菠萝蜜加工技术研究进展. 农产品加工(学刊)(6): 67-69.
- 王少曼, 张彦军, 吴刚, 徐飞, 胡荣锁, 谭乐和, 2021. 菠萝蜜果酒分批发酵动力学模型研究. 食品与发酵工业, 47(4): 74-79.
- 王有年, 邢彦峰, 周士龙, 孟海玲, 关伟, 师光禄, 2009. 观光桃园昆虫群落结构与优势种生态位. 林业科学, 45(4): 88-94.
- 王自力, 陈勇, 陈晓鸣, 王绍云, 赵杰军, 2011. 白蜡虫及其3种优势寄生蜂的时空生态位. 生态学报, 31(4): 914-922.
- 王章训, 张云会, 王新谱, 2015. 宁夏主要天然林区蛾类多样性及区系. 环境昆虫学报, 37(2): 234-241.
- 易传辉, 和秋菊, 王琳, 2014. 云南蛾类生态图鉴(I). 昆明: 云南科技出版社.
- 易传辉, 和秋菊, 王琳, 马华, 2015. 云南蛾类生态图鉴(II). 昆明: 云南科技出版社.
- 杨立军, 张丹丹, 2014. 井冈山自然保护区蛾类多样性及人为干扰的影响. 环境昆虫学报, 36(5): 679-686.
- 闫振天, 何忆, 付文博, 张馨丹, 邱洁, 吴佳峰, 陈斌, 2022. 武夷山国家级自然保护区夏季蛾类昆虫多样性调查及区系分析. 西南大学学报(自然科学版), 44(3): 44-51.
- 中国科学院动物研究所, 1981. 中国蛾类图鉴(I). 北京: 科学出版社.
- 中国科学院动物研究所, 1982. 中国蛾类图鉴(II). 北京: 科学出版社.
- 中国科学院动物研究所, 1982. 中国蛾类图鉴(III). 北京: 科学出版社.
- 中国科学院动物研究所, 1983. 中国蛾类图鉴(IV). 北京: 科学出版社.
- 只佳增, 周劲松, 杜浩, 李宗镨, 王朝, 高梅, 张光勇, 陈伟强, 2020. 云南山地香蕉园主要杂草生态位. 热带作物学报, 41(2): 394-400.
- 只佳增, 周劲松, 钱云, 陈鸿洁, 兰明, 2018. 河口热区肉桂人工林植被群落演替特征研究. 热带作物学报, 39(12): 2513-2520.
- 周立焯, 丁圣彦, 卢训令, 刘娅萌, 2020. 人为干扰对传粉昆虫群落物种多样性及其优势类群生态位的影响. 生态学报, 40(6): 2111-2121.
- 张鹏, 刘洋, 安瑞志, 乔楠茜, 达珍, 巴桑, 2022. 西藏拉萨河中下游原生动物优势种时空生态位. 林业科学, 58(1): 78-88.
- 张巍巍, 2011. 中国昆虫生态大图鉴. 重庆: 重庆大学出版社.
- 张云会, 王章训, 常春燕, 王新谱, 2016. 云雾山自然保护区蛾类群落结构与多样性分析. 草地学报, 24(3): 647-651.
- 张彦军, 王少曼, 左慧玉, 徐飞, 朱科学, 谭乐和, 吴刚, 2019. 菠萝蜜主要功能活性成分及其研究进展. 食品科学技术学报, 37(6): 16-22.
- AHMED K U, RAHMAN M M, ALAM M Z, HOSSAIN M M, MIAH M G, 2013. Evaluation of some control methods against the jackfruit trunk borer, *Batocera rufomaculata* De Geer (Cerambycidae: Coleoptera). *Bangladesh Journal of Zoology*, 41(2): 181-187.
- CODY M L, 1974. *Competition and the structure of bird communities*. New Jersey: Princeton University Press.
- COLWELL R K, FUTUYMA D J, 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, 52(4): 567-576.
- EDGAR C B, BURK T E, 2006. A simulation study to assess the sensitivity of a forest health monitoring network to outbreaks of defoliating insects. *Environmental Monitoring and Assessment*, 122: 289-307.
- KALLEKKATTIL S, KRISHNAMOORTHY A, VENKATESHA M G, 2020. Insect pest complex of jackfruit in South India. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(3): 513-525.
- KREBS C J, 1999. *Ecological methodology*. 2nd ed. Menlo Park: Addison-wesley Educational Publishers.
- MAY R M, 1975. Some notes on estimating the competition matrix. *Ecology*, 56: 737-74.
- PIANKA E R, 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1): 53-74.

(责任编辑: 郑姗姗)