



赵苓, 颜振雄, 濮永胜, 李强, 马丽. 西双版纳不同经济作物环境泥蜂物种多样性研究 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (3): 569–578.

西双版纳不同经济作物环境泥蜂物种多样性研究

赵 苓, 颜振雄, 濮永胜, 李 强*, 马 丽*

(云南农业大学植物保护学院, 昆明 650201)

摘要: 泥蜂是一类重要的捕猎性天敌昆虫和传粉昆虫。本研究于 2018 年 6 月–2019 年 11 月对西双版纳地区观赏经作区、柚林区、古茶林区和农田区 (样地 I–IV) 4 个调查区采用马氏网诱捕方法定期定点调查, 每月调查一次。结果如下: 西双版纳调查区域分布有泥蜂类群 3 科 15 族 27 属 110 种; 其中, 泥蜂科包括 3 族 5 属 7 种; 蟻泥蜂科包括 2 族 3 属 8 种; 方头泥蜂科包括 10 族 19 属 95 种, 为该地区的优势科。脊短柄泥蜂属 *Psenulus*、小唇泥蜂属 *Larra* 和短翅泥蜂属 *Trypoxylon* 为优势属, 刻臀小唇泥蜂 *Larra fenchihuensis*、磨光小唇泥蜂红腿亚种 *Larra polita luzonensis* 为优势种。4 个作物区的优势科均为方头泥蜂科, 但不同作物区泥蜂的优势属种存在差异, 观赏经作区 (样地 I) 优势属为脊短柄泥蜂属和短翅泥蜂属, 优势种为普氏脊短柄泥蜂指名亚种 *Psenulus pulcherrimus pulcherrimus* (17.4%) 和岩田隆痣短柄泥蜂 *Carinostigmus iwatai* (15.6%); 柚木林区 (样地 II) 优势属为脊短柄泥蜂属和短翅泥蜂属, 优势种为普氏脊短柄泥蜂指名亚种 (17.7%) 和锡兰脊短柄泥蜂 *Psenulus ceylonicus* (11.3%); 古茶林区 (样地 III) 优势属为短翅泥蜂属和小唇泥蜂属, 优势种为刻臀小唇泥蜂 (15.6%) 和吉打州短翅泥蜂 *Trypoxylon kedah* (12.5%); 农田区 (样地 IV) 优势属为小唇泥蜂属和短翅泥蜂属, 优势种为刻臀小唇泥蜂 (21.7%) 和磨光小唇泥蜂红腿亚种 (21.7%)。15 属多区分布, 12 属单区分布。植被差异是影响泥蜂物种多样性的重要因子, 植被群落复杂程度影响泥蜂群落特征指数, 植被群落越复杂的环境, 泥蜂群落种类越丰富, 物种多样性越高。泥蜂物种多样性随季节的变化而明显变化, 降雨量和温度等气候因素是影响泥蜂多样性变化的重要因子。4 个样地之间泥蜂群落相似性系数表示为中等不相似或极度不相似水平, 表明不同样地中泥蜂群落组成差异很大。本研究明确了西双版纳 4 个不同经济作物环境中的泥蜂物种多样性, 可为天敌昆虫资源的保护和利用以及害虫生物防治等研究提供依据。

关键词: 泥蜂; 物种多样性; 生态环境; 西双版纳

中图分类号: Q968.1; S476

文献标识码: A

文章编号: 1674–0858 (2022) 03–0569–10

Study on species diversity of sphecid wasp in different economic crop environments in Xishuangbanna

ZHAO Ling, YAN Zhen-Xiong, PU Yong-Sheng, LI Qiang*, MA Li* (College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The sphecid wasp is an important predatory insect and pollinator. From June 2018 to November 2019, four survey areas (ornamental cash crop, pomelo forest, ancient tea forest and farmland) in Xishuangbanna were investigated once a month by using malaise trap. The results were as follows: 1) A total of 3 families, 15 tribes, 27 genera and 110 species were collected. Among them, 3 tribes, 5 genera and 7 species belonged to Sphecidae, 2 tribes, 3 genera and 8 species belonged to

基金项目: 国家自然科学基金 (31760641, 31960112)

作者简介: 赵苓, 女, 1995 年生, 四川绵阳人, 硕士研究生, 主要从事农业多样性与害虫综合治理研究, E-mail: 946847251@qq.com

* 共同通讯作者 Author for correspondence: 李强, 教授, 主要从事昆虫分类及害虫生态治理研究, E-mail: liqiangkm@126.com; 马丽, 教授, 主要从事昆虫分类及害虫生态治理研究, E-mail: maliwasps@aliyun.com

收稿日期 Received: 2021–04–01; 接受日期 Accepted: 2021–06–15

Ampulicidae, and 10 tribes, 19 genera and 95 species belonged to Crabronidae. Crabronidae was the dominant family, *Psenulus*, *Larra* and *Trypoxylon* were the dominant genera, and *Larra fenchihuensis* and *Larra polita luzonensis* were the dominant species. 2) There were differences in the dominant genera and species in different crop areas: The dominant genera of the ornamental cash crop area (Plot I) were *Psenulus* and *Trypoxylon*, and the dominant species were *Psenulus pulcherrimus pulcherrimus* (17.4%) and *Carinostigmus iwatai* (15.6%); in the pomelo forest (Plot II) the dominant genera were *Psenulus* and *Trypoxylon*, and the dominant species were *P. pulcherrimus pulcherrimus* (17.7%) and *Psenulus ceylonicus* (11.3%); in the ancient tea forest (Plot III) the dominant genera were *Trypoxylon* and *Larra*, and the dominant species were *L. fenchihuensis* (15.6%) and *Trypoxylon kedah* (12.5%); in the farmland (Plot IV) the dominant genera were *Larra* and *Trypoxylon*, and the dominant species were *L. fenchihuensis* (21.7%) and *L. polita luzonensis* (21.7%). Fifteen genera occurred in several plots while 12 genera occurred in single plot. 3) Difference in vegetation was an important factor affecting the species diversity of sphecid wasp. The complexity of the vegetation community affected the characteristic index of wasp community. The more complex the vegetation community was, the more abundant and diverse the wasp community was. 4) The species diversity of wasp changed significantly with the change of seasons, and climate factors such as rainfall and temperature were important factors affecting the diversity of wasp. 5) The similarity coefficient of wasp community among the four plots was showed as a moderately dissimilar or extremely dissimilar level, indicating that the composition of wasp communities in different plots was very different. The research had clarified the species diversity of sphecid wasps in four different economic crop environments in Xishuangbanna, which could provide a basis for the protection and utilization of natural enemy insect resources and the biological control of pests.

Key words: Sphecid wasp; species diversity; ecological environment; Xishuangbanna

泥蜂 Sphecid wasps 隶属膜翅目 Hymenoptera 细腰亚目 Apocrita 针尾部 Aculeata 蜜蜂总科 Apoidea, 共分为 4 个科, 目前我国已知泥蜂科 Sphecidae、螻泥蜂科 Ampulicidae 和方头泥蜂科 Crabronidae 等 3 个科。国外对于泥蜂属种的研究始于 18 世纪, 欧美等国家学者在泥蜂科、属、种的修订以及发育系统等方面作了大量研究工作, 发表了大量论文与专著 (Lith, 1976; Melo, 1999), 目前世界已知泥蜂 4 个科 14 亚科 279 属 10 007 种。另外, 外国学者对不同生态环境中泥蜂物种多样性、群落动态等已有少量研究报道。Tscharnke (1998) 通过诱捕泥蜂在内的蜂类, 对其栖息地进行评估, 探讨群落结构与土壤环境的关系; Miguel *et al.* (2011) 分析了在野火过后, 环境变化对泥蜂群落结构的影响, 同时还分析了火灾发生后, 物种的相对丰度变化, 并确定物种对火灾引起的干扰有抵抗力。泥蜂既是重要的天敌昆虫又是重要的传粉昆虫, 大多数为独栖性, 少数种类类似共同生活。泥蜂捕捉的猎物多样, 包括直翅目、鳞翅目幼虫、半翅目等害虫, 不同类群泥蜂的猎物差异

明显。泥蜂在自然界中对许多农业害虫种群数量起到直接的控制作用, 例如在 1925 年从菲律宾向夏威夷引进红腿小唇泥蜂 *Larra luzonensis* 防治危害甘蔗 *Saccharum officinarum* 的非洲蝼蛄 *Gryllotalpa africana*。我国学者对于泥蜂的研究始于 20 世纪 80 年代, 对我国泥蜂进行了分类研究 (李强和杨集昆, 1992; 吴燕如和周勤, 1996; 马丽, 2010), 目前我国已知泥蜂 3 个科 11 亚科 100 属 778 种, 尚未见对农业生态系统中泥蜂物种多样性等方面的研究报道。

生物多样性对生态系统的生产力和可持续性至关重要 (Christensen *et al.*, 1996)。昆虫物种多样性作为生物多样性的重要组成部分, 在维持生态平衡、生物防治、农业生产等方面起重要作用 (吴燕如, 1992)。近些年来, 农业景观的生物多样性急剧下降, 农业集约化和栖息地破碎化是导致农田生态系统的生物多样性大幅度降低的主要因素 (Steffan-Dewenter, 2010; 谢正华, 2017)。有研究证明, 在农业生态系统中建立的生态补偿区可以增加授粉服务和对作物害虫的生物控制, 并

保护昆虫多样性 (Fabian, 2013)。西双版纳是世界生物多样性保护的关键和热点地区, 其独特的气候与地理位置使其生物种类繁多、植被类型丰富、生物区系复杂, 是我国生物多样性最丰富的地区之一 (梁娟, 2007; 朱华, 2015)。同时西双版纳也是我国种植各种作物如橡胶 (张佩芳, 2006)、普洱茶 (陈红伟, 2006)、甘蔗 (孙涛, 2014)、花生 (柳志玲, 1983) 的种植基地。本研究在西双版纳地区不同经济作物区域开展泥蜂物种多样性和群落季节动态及其与生态环境之间关系的调查研究, 为天敌昆虫资源的保护、害虫的防治以及寻找更加合理的农业生产方式提供数据资料与科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查样地概况

调查研究位于云南省西双版纳傣族自治州勐腊县勐仑镇中国科学院热带植物园和勐海县勐混镇贺开村 (两地直线距离 82 km, 均属于热带季风气候), 选取了 4 个不同经济作物种植区如下。

样地 I: 观赏经济作物区, 位于勐仑镇热带植物园植物专区, 植被种类较多, 主要以橡胶树 *Hevea brasiliensis*、可可 *Theobroma cacao*、槟榔 *Areca catechu*、普洱茶树 *Camellia sinensis* 等为主; 地被植物主要以马塘 *Digitaria sanguinalis* 等禾本科植物为主, 落叶层薄, 阳光充足靠近车行道, 人为中度干扰。

样地 II: 柚木林区, 位于勐仑镇热带植物园, 植被种类较单一, 主要柚木 *Tectona grandis*、紫檀树 *Pterocarpus indicus* 为主; 地被植被较少; 落叶层较厚, 阳光充足, 靠近路边, 人为中度干扰。

样地 III: 古茶林区, 位于勐混镇贺开村, 是单一型古茶林区域, 以普洱茶树 *Camellia sinensis* 为主, 植被比较单一, 杂草较少, 落叶层较薄, 在采茶季节人为干扰较大。

样地 VI: 农田区, 位于勐混镇贺开村, 是混合型农田, 种植作物多样, 主要以甘蔗 *Saccharum officinarum*、花生 *Arachis hypogaea* 以及玉米 *Zea mays* 等作物为主, 在田埂处草本植物丰富, 阳光充足, 人为干扰较大。

1.2 调查方法

本研究以马氏网诱捕法进行标本采集。在以

上 4 个不同经济作物种植区域根据经济作物区的地形结合植被密度以及风向等各方面因素在适当的地理位置架设一个马氏网, 马氏网瓶装 2/3 的酒精, 浓度为 95%。在 2018 年 6 月 - 2019 年 11 月期间每月调查一次, 定期定点换取马氏网瓶, 并将换下的马氏网瓶带回实验室进行分类鉴定。

1.3 数据分析

1.3.1 物种多样性分析

Margalef 丰富度指数 $D_{ma} = \frac{S-1}{\ln N}$ (S 物种数, N 个体数)

Shannon-Wiener 多样性指数 (H) 计算公式:

$$H = - \sum_{i=1}^i P_i \ln P_i$$

(P_i 为第 i 种物种占群落物种总数的比率; S 为群落物种数)

Simpson 优势度集中性指数 (C) 计算公式:

$$C = \sum_{i=1}^i P_i^2 = \sum_{i=1}^i (N_i/N)^2$$

(P_i 为第 i 种物种占群落物种总数的比率; S 为群落物种数)

Pielou 均匀度指数 (J) 计算公式: $J = H/\ln S$

(H 为 Shannon 多样性指数; S 为物种丰富度)

1.3.2 群落相似性系数分析

群落相似性分析采用 Jaccard 相似性系数 $C_j = J/(a+b-j)$ (j 为两个群落或样地共有种数, a 和 b 分别为样地 A 和样地 B 的物种数; 该公式规定相似性等级为: 当 $0 < q < 0.25$ 时, 极不相似; 当 $0.25 \leq q < 0.5$ 时, 中等不相似; 当 $0.5 \leq q < 0.75$ 时, 中等相似; 当 $0.75 \leq q < 1.00$ 时, 极相似。)

2 结果与分析

2.1 西双版纳不同经济作物环境泥蜂类群组成

从西双版纳调查区域总体情况分析表明 (表 1), 该区域共采集到泥蜂 1 187 头, 分属于 3 科 15 族 27 属 110 种, 其中, 泥蜂科包括 3 族 5 属 7 种 13 头; 蟻泥蜂科包括 2 族 3 属 8 种 47 头; 方头泥蜂科包括 10 族 19 属 95 种, 共 1 127 头, 为该地区的优势科。在物种数量方面, 脊短柄泥蜂属 *Psenulus* 物种数最多, 共 21 种, 占物种总数的 19.1%; 其次为短翅泥蜂属 *Trypoxylon*, 共

16 种, 占物种总数的 14.5%; 其余属物种数占比均小于 10%, 其中壁泥蜂属 *Sceliphron*、蓝泥蜂属 *Chalybion*、沙大唇泥蜂属 *Bembecinus*、大头泥蜂属 *Philanthus*、三节蠊泥蜂属 *Trirogma*、长足泥蜂属 *Podalonia*、宏痣短柄泥蜂属 *Spilomena*、滑领泥蜂属 *Piyuma* 等 8 属各仅有 1 种。在属所包含的个体数量方面, 小唇泥蜂属 *Larra* 个体数最多, 共 407 头, 占总个体数的 34.3%; 脊短柄泥蜂属、短翅泥蜂属次之, 分别为 230 头、147 头, 占总个体数的 19.4%、12.4%; 其余属个体数占比均小于 10%。在种类所包含的个体数量方面, 刻臀小唇泥蜂 *Larra fenchihuensis* 个体数量最多, 151 头, 占比 12.7%, 次之为磨光小唇泥蜂红腿亚种 *Larra polita luzonensis*, 148 头, 占比 12.5%; 其余各种类个体数均小于 10%, 其中 43 种泥蜂的个体数仅有 1~2 头。

对 4 类经济作物区分别分析结果表明, 样地 I (观赏经作区) 分布有泥蜂 19 属、68 种、448 头; 脊短柄泥蜂属 (16 种 182 头) 为优势属, 次之为短翅泥蜂属 (10 种 48 头); 壁泥蜂属、蓝泥蜂属、三节蠊泥蜂属、狭额短柄泥蜂属、宏痣短柄泥蜂属和滑领泥蜂属等 6 个属为该区的特有属, 宏痣短柄泥蜂属 2 种外, 其余 5 属均为 1 种; 优势种为普氏脊短柄泥蜂指名亚种 *Psenulus pulcherrimus pulcherrimus* (78 头, 占比为 17.4%), 次之为岩田隆痣短柄泥蜂 *Carinostigmus iwatai* (70 头, 占比为 15.6%)。样地 II (柚木林区) 有泥蜂 11 属 32 种 62 头; 脊短柄泥蜂属 (12 种 38 头) 为优势属, 次之为短翅泥蜂属 (7 种 9 头), 该地区无特有属; 优势种为普氏脊短柄泥蜂指名亚种 (11 头, 占比为 17.7%), 次之为锡兰脊短柄泥蜂 *Psenulus ceylonicus* (7 头, 占比为 11.3%)。样地 III (古茶林区) 有泥蜂 9 属 21 种 32 头; 短翅泥蜂属 (8 种 10 头) 为优势属, 次之为小唇泥蜂属 (4 种 8 头), 该地区无特有属; 优势种为刻臀小唇泥蜂 (5 头, 占比为 15.6%), 次之为吉打州短翅泥蜂 *Trypoxylon kedah* (4 头, 占比为 12.5%)。样地 IV (农田区) 有泥蜂 18 属 62 种 645 头, 小唇泥蜂属 (7 种 376 头) 为优势属, 次之为短翅泥蜂属 (12 种 80 头); 长足泥蜂属 (1 种)、沙泥蜂属 *Ammophila* (2 种)、蠊泥蜂属 *Ampulex* (2 种)、三室短柄泥蜂属 *Psen* (2 种)、沙大唇泥蜂属

(1 种)、瘤腿泥蜂属 *Alysson* (2 种) 等 6 属为该区特有属; 优势种为刻臀小唇泥蜂和磨光小唇泥蜂红腿亚种, 均为 140 头, 占比为 21.7%。

对属种分布情况分析表明, 同时分布于 4 个区的属有 5 个, 分别为: 黑蠊泥蜂属 *Dolichurus*、隆痣短柄泥蜂属 *Carinostigmus*、短翅泥蜂属、脊短柄泥蜂属、小唇泥蜂属; 同时分布于 3 个区的属有 5 个, 分别为: 棒柄泥蜂属 *Rhopalum*、切方头泥蜂属 *Ectemnius*、节腹泥蜂属 *Cerceris*、琴完眼泥蜂属 *Lyroda*、捷小唇泥蜂属 *Tachytes*; 同时分布于 2 个区的属有 5 个, 分别为: 等齿泥蜂属 *Isodontia*、双脊泥蜂属 *Dasypoctus*、缨角泥蜂属 *Crossocerus*、快足小唇泥蜂属 *Tachysphex*、大头泥蜂属 *Philanthus*; 其余 12 属仅分布在 1 个区中。

对属种分布按季节分析表明: 棒柄泥蜂属、短翅泥蜂属、黑蠊泥蜂属、脊短柄泥蜂属、隆痣短柄泥蜂属、小唇泥蜂属等 6 个属在 3 个季节均有分布; 狭额短柄泥蜂属 1 属出现在雾凉季与雨季, 快足小唇泥蜂属、蠊泥蜂属、双脊泥蜂属、缨角泥蜂属等 4 个属出现在干热季和雨季; 其余 17 属仅分布出现在 1 个季节: 大头泥蜂属 1 属仅出现在干热季, 其余 16 个属均在雨季出现。

2.2 西双版纳不同经济作物区泥蜂群落特征指数比较分析

不同经作区之间泥蜂群落特征指数存在一定的差异 (表 2), 样地 I 观赏经作区泥蜂群落多样性指数 (3.380) 与丰富度指数 (10.975) 均最高, 均匀度指数 (0.801) 相对较高, 优势度指数 (0.069) 相对较小, 说明该区域泥蜂群落的属种组成丰富, 各物种的个体数量较平衡; 样地 II 柚木林区泥蜂群落多样性指数 (3.112) 和均匀度指数 (0.898) 次之高, 丰富度指数较低, 优势度指数最低, 表明该区域泥蜂群落的属种组成较少, 但各物种的个体数量更平衡; 样地 III 古茶林区的多样性指数 (2.868) 与丰富度指数 (5.771) 最低, 均匀度指数 (0.942) 最高, 说明该区域泥蜂群落的属种组成较少, 但各物种的个体数量相对平衡。样地 VI 农田区优势集中性指数 (0.120) 最大, 均匀度指数 (0.721) 最小, 而多样性指数 (2.974) 相对较小, 说明该区域泥蜂各物种的个体数量不平衡, 优势种个体数量多。

表 1 西双版纳不同样地泥蜂种类和个体数量

Table 1 Number of species and individuals of sphecid wasp in different plots in Xishuangbanna

泥蜂类群科、属 Family and genus of sphecid wasp	I		II		III		IV	
	S	N	S	N	S	N	S	N
泥蜂科 Sphecidae	2	2	1	1	1	1	3	9
等齿泥蜂属 <i>Isodontia</i>			1	1	1	1		
长足泥蜂属 <i>Podalonia</i>							1	4
沙泥蜂属 <i>Ammophila</i>							2	5
壁泥蜂属 <i>Sceliphron</i>	1	1						
蓝泥蜂属 <i>Chalybion</i>	1	1						
螋泥蜂科 Ampulicidae	4	10	1	1	1	1	6	35
黑螋泥蜂属 <i>Dolichurus</i>	3	9	1	1	1	1	4	31
三节螋泥蜂属 <i>Trirogma</i>	1	1						
螋泥蜂属 <i>Ampulex</i>							2	4
方头泥蜂科 Crabronidae	62	436	30	60	19	30	53	601
狭额短柄泥蜂属 <i>Polemistus</i>	2	3						
宏痣短柄泥蜂属 <i>Spilomena</i>	1	1						
隆痣短柄泥蜂属 <i>Carinostigmus</i>	2	73	1	1	2	2	2	12
短翅泥蜂属 <i>Trypoxylon</i>	10	48	7	9	6	10	12	80
棒柄泥蜂属 <i>Rhopalum</i>	5	25	3	4	1	2		
滑领泥蜂属 <i>Piyuma</i>	1	3						
切方头泥蜂属 <i>Ectemnius</i>	1	5	1	2	1	2		
双脊泥蜂属 <i>Dasyproctus</i>	2	16					4	11
缨角泥蜂属 <i>Crossocerus</i>	5	17					3	18
节腹泥蜂属 <i>Cerceris</i>	1	1			1	1	3	4
脊短柄泥蜂属 <i>Psenulus</i>	16	182	12	38	4	5	5	5
三室短柄泥蜂属 <i>Psen</i>							2	4
琴完眼泥蜂属 <i>Lyroda</i>	1	2	1	1			2	19
捷小唇泥蜂属 <i>Tachytes</i>	7	39	1	1			6	34
快足小唇泥蜂属 <i>Tachysphex</i>	1	1					3	25
小唇泥蜂属 <i>Larra</i>	7	20	3	3	4	8	7	376
大头泥蜂属 <i>Philanthus</i>			1	1			1	1
沙大唇泥蜂属 <i>Bembecinus</i>							1	8
瘤腿泥蜂属 <i>Alysson</i>							2	4
总计 Total	68	448	32	62	21	32	62	645

注: N , 每个样地中出现的泥蜂个体总数; S , 每个样地中出现的泥蜂物种数。Note: N , Total number of sphecid wasp individuals in each habitat; S , Number of species of sphecid wasp in each habitat.

表 2 西双版纳四个样地泥蜂群落特征

Table 2 Community characteristics of sphecid wasp in four sample plots in Xishuangbanna

样地 Plot	Margalef 丰富度指数 Margalef index (D)	Shannon-Weiner 指数 Shannon-Weiner index (H)	Simpson 指数 Simpson index (C)	Pielou 指数 Pielou index (J')
I	10.975	3.380	0.069	0.801
II	7.511	3.112	0.067	0.898
III	5.771	2.868	0.070	0.942
IV	9.429	2.974	0.120	0.026

2.3 西双版纳泥蜂群落特征季节动态变化

西双版纳不同经作区内群落特征各指数呈明显的季节性变化及不同的变化趋势(图1)。样地 I 干热季的多样性指数(2.353)和丰富度指数(3.859)最高,均匀度指数(0.958)相对较高;雨季的多样性指数(1.870)和丰富度指数(3.407),均匀度指数(0.777)最低;雾凉季的均匀度指数(0.963)最高,多样性指数(1.534)和丰富度指数(2.485)均最低;说明在样地 I 干

热季泥蜂种类丰富、各种类的个体数量较均匀,而雨季泥蜂虽然种类丰富,但个体数量差异较大,雾凉季泥蜂种类少、个体数量均匀。样地 II 雨季的多样性指数(1.620)、均匀度指数(0.960)、丰富度指数(2.859)均达到最大,干热季的多样性指数(0.817)、均匀度指数(0.839)、丰富度指数(1.373)次之,雾凉季最低(均为0),说明样地 II 雨季泥蜂种类丰富且分布最为均匀,干热季泥蜂种类较少,分布较为均匀,雾凉季几乎无

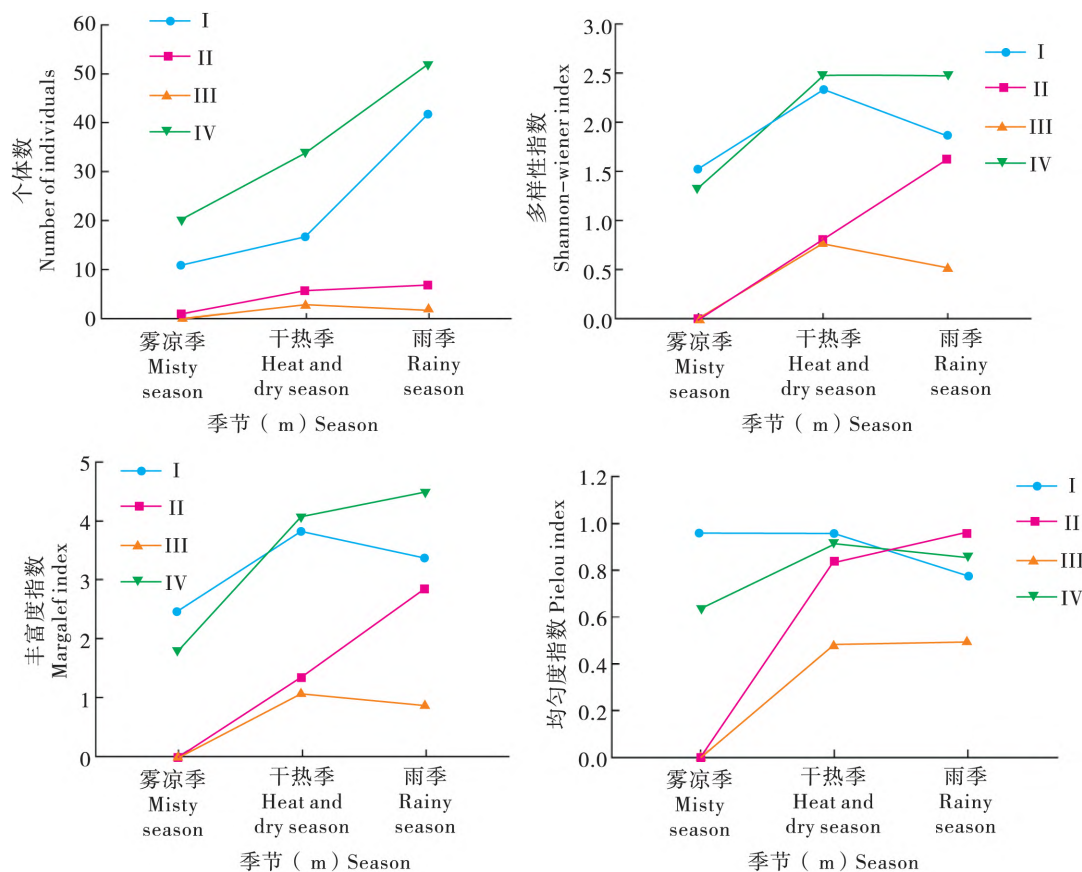


图 1 不同季节泥蜂群落特征指数动态

Fig. 1 Community characteristic index of sphecid wasp in different seasons

注: 雾凉季, 11 月 - 次年 2 月; 干热季, 3 - 4 月; 雨季, 5 - 10 月。Note: Misty season, November to February of the following year; Heat and dry season, March to April; Rainy season, May to October.

泥蜂活动。样地Ⅲ干热季的多样性指数(0.781)和丰富度指数(1.116)最高,均匀度指数(0.485)次之高;雨季的多样性指数(0.530)和丰富度指数(0.905)次之高,均匀度指数(0.500)最高;雾凉季各指数均为0;说明样地Ⅲ干热季泥蜂种类丰富,分布较为均匀,雨季泥蜂种类相对丰富且分布最为均匀,雾凉季几乎无泥蜂活动。样地Ⅳ干热季的多样性指数(2.484)和均匀度指数(0.917)最高,丰富度指数(4.072)次之高;雨季的多样性指数(2.475)和均匀度(0.857)次之高,丰富度指数(4.525)最高;雾凉季的多样性指数(1.331)、均匀度指数(0.636)和丰富度指数(1.827)均最低;说明样地Ⅳ干热季泥蜂分布均匀、种类较为丰富,雨季泥蜂分布较为丰富,其种类多样,雾凉季泥蜂分布少且种类较少。

2.4 西双版纳泥蜂优势种动态变化

分别选择4个作物区的最优优势代表种:样地Ⅰ(普氏脊短柄泥蜂指名亚种),样地Ⅱ(普氏脊短柄泥蜂指名亚种),样地Ⅲ(刻臀小唇泥蜂),样地Ⅳ(刻臀小唇泥蜂)在2018年6月-2019年10月1年中个体数动态变化如图2。不同样地中的优势种变化存在较大差异,样地Ⅰ普氏脊短柄泥蜂指名亚种集中出现时间在3-5月,峰值出现在雨季。样地Ⅱ普氏脊短柄泥蜂指名亚种集中集中出现时间在3-5月,峰值出现在干热季。样地Ⅲ刻臀小唇泥蜂集中出现时间在8-10月,峰值出现在雨季,样地Ⅳ刻臀小唇泥蜂几乎在全年均有分布,出现4个峰值,分别为2018年10月、2018年12月、2019年5月、2019年9月,其中2019年5月是最大峰值,出现在雨季。

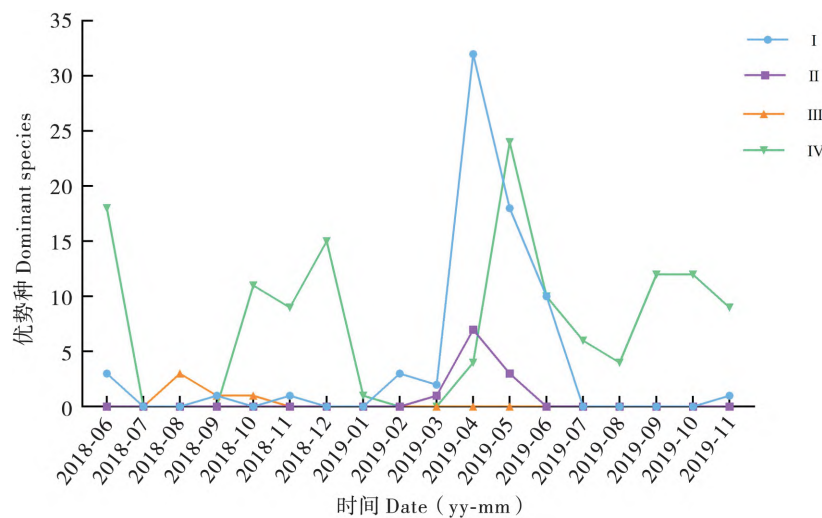


图2 不同作物区泥蜂优势种时序动态

Fig. 2 Temporal dynamics of dominant species of sphecid wasp in different crop areas

2.5 西双版纳不同经济作物区泥蜂群落相似性比较

各样区间昆虫群落相似性均较低(表3),其中,观赏经作区与柚林区相似性系数最高,为0.316,观赏经作区与农田区相似性系数次之,为0.300,均处于中等不相似水平;其它各区之间的相似性系数均处于极度不相似水平。

表3 西双版纳不同样地泥蜂群落相似性系数
Table 3 Similarity coefficients of wasp community in different plots in Xishuangbanna

样地 Plot	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
Ⅰ	0.316	0.186	0.300
Ⅱ		0.171	0.190
Ⅲ			0.169

3 结论与讨论

3.1 西双版纳不同经济作物对泥蜂类群组成的影响

西双版纳研究区域采集到泥蜂1187头,分属于3科15族27属110种,其中方头泥蜂科属种和

个体数量均显著多于其它2个科,在4个作物区均属于优势科;不同的作物区泥蜂类群存在差异,优势种类也不尽相同。观赏经作区(样地Ⅰ)优势属为脊短柄泥蜂属和短翅泥蜂属,优势种为普氏脊短柄泥蜂指名亚种和岩田隆痣短柄泥蜂;柚

木林区(样地Ⅱ)脊短柄泥蜂属和短翅泥蜂属优势种为普氏脊短柄泥蜂指名亚种和锡兰脊短柄泥蜂;古茶林区(样地Ⅲ)短翅泥蜂属和小唇泥蜂属,优势种为刻臀小唇泥蜂和吉打州短翅泥蜂;农田区(样地Ⅳ)小唇泥蜂属为优势属和短翅泥蜂属,优势种为刻臀小唇泥蜂和磨光小唇泥蜂红腿亚种。15 属多区分布,12 属单区分布。植物群落的组成及变化决定着昆虫群落的特征,反映出植物与昆虫群落相互作用的效应(朱华,2015)。这与顾伟、李志刚等(李志刚,2010;顾伟,2011)研究结果一致,不同生态环境中泥蜂属种组成存在一定差异。泥蜂类群和属种组成随生态环境的变化而变化,与生态环境关系密切。

3.2 西双版纳不同经济作物区泥蜂群落特征

位于热带植物园的 2 个样地的泥蜂群落多样性指数均高于勐混镇贺开村的 2 个样地。样地Ⅰ观赏经作区泥蜂群落多样性指数和丰富度指数均最高,样地Ⅱ柚木林区均次之高;样地Ⅲ古茶林区的均匀度指数最高,多样性指数和丰富度指数最低;样地Ⅵ农田区优势集中性指数最大,均匀度指数最小,多样性指数相对较小。在农业生态系统中,周边半自然生境等非农生境对泥蜂物种多样性有着重要的影响。农业景观中的自然、半自然生境等非农生境可为传粉昆虫提供丰富的食物来源、栖息地、繁殖地、避难所等,增加昆虫的多样性(王润,2016)。不同类型的半自然栖息地可能支持特定的物种组合,从而增加景观水平的生物多样性(Diekötter,2013)。在本实验研究中,不同经作区泥蜂群落特征指数与上述泥蜂属种组成分析结果相辅,周边半自然生境丰富的作物区,样地Ⅰ和样地Ⅱ植被相对稳定,连续性强,周围的开花植物多,属种组成丰富,各物种的个体数量较平衡。样地Ⅲ泥蜂群落属种组成较少,但各物种的个体数量相对平衡;样地Ⅵ农田区虽然田埂草本能为泥蜂提供半自然生境的环境,但整体环境中作物单一,植食性昆虫种类单一,种群数量相对较大,故泥蜂各物种的个体数量不平衡,优势种个体数量多。

3.3 西双版纳季节动态对泥蜂群落特征的影响及群落特征相似性

西双版纳季节变化直接影响泥蜂群落组成,泥蜂物种多样性呈明显的季节性变化,群落特征各指数变化差异较大,各生境泥蜂群落多样性指

数与均匀度指数随季节变化趋势不一致。在除样地Ⅱ以外的 3 个样地,干热季泥蜂种类丰富、个体数量较均衡,而雨季泥蜂虽然种类丰富,但优势种种群数量较多,雾凉季泥蜂种类少。植被单一样地Ⅱ雨季泥蜂种类丰富且分布最为均匀,干热季泥蜂种类较少,分布较为均匀,雾凉季几乎无泥蜂活动。空气湿度和温度等非生物因素的时间变化以及资源的季节可用性可能会影响许多节肢动物种群(Matós,2016)。在本试验中,通过对不同研究区季节动态变化,发现空气湿度和温度等时间变化是影响泥蜂多样性的重要因子。刘娅萌等(2020)研究不同农业景观下传粉昆虫群落研究中发现开花植物的大量出现,可为传粉者提供了超量的资源,使传粉者密度迅速增加。在本次研究中,各样地泥蜂优势种个体数随时间的变化而变化,不同作物优势种变化差异大,优势种变化与该地区植物开花时间相辅相成,样地Ⅰ优势种类出现时间主要集中在 3-5 月,与主要植物橡胶树、槟榔等主要植物开花时间相对应;而样地Ⅱ优势种类出现时间集中在 3-5 月,与紫檀等开花时间对应;样地Ⅲ优势种类主要出现在 8-10 月,与普洱茶开花时间相一致;样地Ⅳ优势种类几乎全年出现,且多次出现峰值,此现象可能与农田中作物变化以及巡捕猎物的习性有着紧密的联系。泥蜂在一年中的活动月份主要集中在 5-8 月(薛明,1996)。在热带或部分亚热带地区,泥蜂活动月份较长,如在云南的南部地区 3 月中下旬至 11 月均可采集到,在此次研究中,泥蜂活动符合该规律。

在西双版纳 4 个调查区泥蜂群落之间相似性系数均较低,均处于中等不相似或极度不相似水平,表明不同调查区中泥蜂群落组成差异很大。4 个经作区主要植物种类不同、植物群落组成差异较大,导致植食性昆虫群落的组成变化较大,从而使作为天敌昆虫的泥蜂群落组成差异显著;同时,泥蜂成虫主要取食花蜜,是传粉昆虫类群之一,如上所述,因不同经作区中主要植物种类不同而开花期不同以及不同泥蜂优势种发生期不同,因此,植物开花期为同期也发生的泥蜂优势种提供了食物,此时期泥蜂优势种的种群数量相应增加;不同生境中的植被差异是影响泥蜂群落相似性的重要因子。许多研究学者研究表明,昆虫群落组成产生差异的主要原因是植被群落结构组成差异(王丽娟,2018;王美娜,2018;Ramzan,

2020), 本研究结果与其结论相似。此外, 虽然 4 个样地相距不远, 同处于热带季风气候环境, 除了生境中植物群落组成差异甚大而对泥蜂群落组成影响甚大以外, 人为干扰程度和其它环境因素等也对泥蜂群落组成和动态产生影响, 需要进一步研究与探讨。

参考文献 (References)

- Chen HW. Tourism resources of Pu'er tea culture in Xishuangbanna [J]. *China Tea Processing*, 2006, 1: 51–52. [陈红伟. 西双版纳的普洱茶文化旅游资源 [J]. 中国茶叶加工, 2006, 1: 51–52]
- Christensen NL, Bartuska AM, Brown JH, et al. The report of the ecological society of America committee on the scientific basis for ecosystem management [J]. *Ecological Applications*, 1996, 6 (3): 665–691.
- Cruz – Sánchez MA, Asís JD, Gayubo SF, et al. The effects of wildfire on Spheciformes wasp community structure: The importance of local habitat conditions [J]. *Journal of Insect Conservation*, 2011, 15 (4): 487–503.
- Diekötter T, Crist TO, Stewart A, et al. Quantifying habitat – specific contributions to insect diversity in agricultural mosaic landscapes [J]. *Insect Conservation & Diversity*, 2013, 6 (5): 607–618.
- Fabian Y, Sandau N, Bruggisser OT, et al. The importance of landscape and spatial structure for hymenopteran – based food webs in an agro-ecosystem [J]. *Journal of Animal Ecology*, 2013, 82 (6): 1203–1214.
- Gu W, Ma L, Ding XH, et al. Insect diversity in different habitats of Zhalong Wetland [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2011, 22 (9): 2405–2412. [顾伟, 马玲, 丁新华, 等. 扎龙湿地不同生境的昆虫多样性 [J]. 应用生态学报, 2011, 22 (9): 2405–2412]
- Li Q, Yang JK. Three new species of *Podalonia* from China (Hymenoptera, Sphecidae) [J]. *Journal of Beijing Agricultural University*, 1992, 1: 85–90. [李强, 杨集昆. 中国长足泥蜂属三新种 (膜翅目: 泥蜂科) [J]. 北京农业大学学报, 1992, 1: 85–90]
- Li ZG, Zhang BS, Di X, et al. Insect diversity in different habitats of Guangzhou [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2010, 29 (2): 357–362. [李志刚, 张碧胜, 翟欣, 等. 广州不同生境类型区域昆虫多样性 [J]. 生态学杂志, 2010, 29 (2): 357–362]
- Liang J. Changes of Land Use/Cover and Species Diversity in Wangtian Forest Area of Xishuangbanna in Recent 20 Years [D]. Xishuangbanna: Graduate School of Chinese Academy of Sciences (Xishuangbanna Tropical Botanical Garden), 2007. [梁娟. 西双版纳望天树林分布区土地利用/覆被及物种多样性近二十年变化 [D]. 西双版纳: 中国科学院研究生院 (西双版纳热带植物园), 2007]
- Liu YM, Lu XL, Ding SY, et al. Distribution differences of pollinator communities in different agricultural landscapes [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2020, 40 (7): 2376–2385. [刘娅萌, 卢训令, 丁圣彦, 等. 不同农业景观背景下传粉昆虫群落的分布差异 [J]. 生态学报, 2020, 40 (7): 2376–2385]
- Liu ZL. Introduction of peanut in Yunnan Province [J]. *Peanut Technology*, 1983, 3: 10–12. [柳志玲. 云南省花生引种试验情况简报 [J]. 花生科技, 1983, 3: 10–12]
- Ma L. Taxonomy and Phylogeny of Pemphredoninae (Hymenoptera: Crabronidae) from China [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2010. [马丽. 中国短柄泥蜂亚科分类及系统发育研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2010]
- Matos M, Silva SS, Teodoro AV. Seasonal population abundance of the assembly of solitary wasps and bees (Hymenoptera) according to land – use in Maranhão state, Brazil [J]. *Revista Brasileira de Entomologia*, 2016, 60 (2): 171–176.
- Melo G. Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera), with emphasis on the crabronid wasps [J]. *José Luis Meilán Gil*, 1999, 14: 1–5.
- Ramzan U, Majeed W, Rana N, et al. Occurrence of different insect species with emphasis on their abundance and diversity in different habitats of Faisalabad, Pakistan [J]. *International Journal of Tropical Insect Science*, 2020: 1–8. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00314-5>.
- Steffan-Dewenter I, Tscharntke T. Butterfly community structure in fragmented habitats [J]. *Ecology Letters*, 2010, 3 (5): 449–456.
- Sun T, Li YF, Wu CY, et al. Study on sugarcane mechanization technology in Xishuangbanna [J]. *Sugar Crops of China*, 2014, 1: 53–54. [孙涛, 李艳芳, 伍彩云, 等. 西双版纳甘蔗机械化配套农艺技术研究 [J]. 中国糖料, 2014, 1: 53–54]
- Tscharntke T, Steffan – Dewenter GI. Bioindication using trap – nesting bees and wasps and their natural enemies: Community structure and interactions [J]. *Journal of Applied Ecology*, 1998, 35 (5): 708–719.
- Van Lith J. New species and records of Indo – Australian Psenini (Hymenoptera, Sphecidae, Pemphredoninae) [J]. *Tijdschrift Voor Entomologie*, 1976, 119: 79–122.
- Wang LJ. Diversity and Edge Effect of Surface Beetles in Different Forest Types of Ziwuling National Nature Reserve [D]. Yan'an: Yan'an University, 2018. [王丽娟. 陕西子午岭国家级自然保护区不同林型地表甲虫多样性及边缘效应研究 [D]. 延安: 延安大学, 2018]
- Wang MN, Lu XL, Cui Y, et al. Effects of woodland types with different levels of human disturbance on pollinators: A case study in Gongyi, Henan, China [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38 (2): 464–474. [王美娜, 卢训令, 崔洋, 等. 不同人为干扰下林地类型对传粉昆虫的影响——以河南省巩义市为例 [J]. 生态学报, 2018, 38 (2): 464–474]
- Wang R, Ding SY, Lu XL, et al. Multi scale effects of agricultural landscape heterogeneity on pollinator diversity in the middle and lower reaches of the Yellow River: A case study of Gongyi City [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, 27 (7): 2145–2153. [王润, 丁圣彦, 卢训令, 等. 黄河中下游农业景观异质性对传粉昆虫多样性的多尺度效应——以巩义市为例 [J]. 应用生态学报, 2016, 27 (7): 2145–2153]

- Wu YR, Zhou Q. Economic Entomology of China. Vol. 52, Hymenoptera: Sphecidae [M]. Beijing: Science Press, 1996: 197. [吴燕如, 周勤. 中国经济昆虫志. 第52册, 膜翅目: 泥蜂科 [M]. 北京: 科学出版社, 1996: 197]
- Wu YR. Research and suggestions on insect diversity in China [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1992, 29 (4): 227 – 230. [吴燕如. 我国昆虫多样性研究和建议 [J]. 昆虫知识, 1992, 29 (4): 227 – 230]
- Xie M, Li Q, Li JD. *Ammophila atripes* preliminary observation on biological characteristics [J]. *Forest Pest Communication*, 1996, 1: 24 – 25. [薛明, 李强, 李景东. 红足沙泥蜂生物学特性初步观察 [J]. 森林病虫通讯, 1996, 1: 24 – 25]
- Xie ZH, Teichroew J, An JD. Differential response of pollinator density to habitat loss in pumpkin in Southeast Yunna [J]. *Chinese Journal of Ecological Agriculture*, 2017, 25 (3): 337 – 344. [谢正华, Teichroew Jonathan, 安建东. 滇东南南瓜传粉昆虫密度对生境丧失的差异性响应 [J]. 中国生态农业学报, 2017, 25 (3): 337 – 344]
- Zhang PF, Xu JC, Wang MX, et al. Remote sensing study on rubber planting characteristics and its impact on tropical forest landscape in Xishuangbanna [J]. *Remote Sensing of Land and Resources*, 2006, 3: 51 – 55. [张佩芳, 许建初, 王茂新, 等. 西双版纳橡胶种植特点及其对热带森林景观影响的遥感研究 [J]. 国土资源遥感, 2006, 3: 51 – 55]
- Zhu H, Wang HG, Li BG, et al. Study on forest vegetation in Xishuangbanna [J]. *Plant Science Journal*, 2015, 33 (5): 641 – 726. [朱华, 王洪, 李保贵, 等. 西双版纳森林植被研究 [J]. 植物科学学报, 2015, 33 (5): 641 – 726]