



•研究报告•

燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子

韩艺茹^{1,2}, 薛琪琪^{1,2}, 宋厚娟¹, 祁靖宇^{1,2}, 高瑞贺^{1,2}, 崔绍朋^{1,2}, 门丽娜^{1,2*}, 张志伟^{1,2*}

1. 山西农业大学林学院, 山西太谷 030801; 2. 山西省林业危险性有害生物检验鉴定中心, 山西太谷 030801

摘要: 为了解燕山地区访花昆虫的群落结构及与其生境类型、干扰程度、海拔之间的关系, 本文采用样线法和灯诱法于2019年、2020年每年的7–8月对该地区湿地、森林、灌丛、草地、农田5种生境, 不同海拔梯度(0–1,200 m)的访花昆虫进行了采集。共采集访花昆虫1,306头, 隶属7目44科153种, 其中鳞翅目昆虫物种数最多, 半翅目昆虫个体数最多。灌丛生境的访花昆虫多样性最高。在中低海拔200–400 m段, Shannon-Wiener多样性指数、Margalef丰富度指数和Simpson优势度指数均最高。双变量回归结果表明, Shannon-Wiener多样性指数和Margalef丰富度指数分别与最暖季降水量和年降水量显著正相关($P < 0.05$)。冗余分析(redundancy analysis)结果表明, 环境因子显著影响访花昆虫多样性, 但不同测度之间存在一定差异。温度和湿度均与Pielou均匀度指数呈正相关, 与Shannon-Wiener多样性指数、Margalef丰富度指数和Simpson优势度指数呈负相关; 弱干扰和中干扰程度对访花昆虫多样性影响最小, 科学管理农牧活动是保护访花昆虫多样性的关键。

关键词: 访花昆虫; 多样性; 干扰程度; 冗余分析; 燕山地区

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448. doi: 10.17520/biods.2021448.

Han YR, Xue QQ, Song HJ, Qi JY, Gao RH, Cui SP, Men LN, Zhang ZW (2022) Diversity and influencing factors of flower-visiting insects in the Yanshan area. Biodiversity Science, 30, 21448. doi: 10.17520/biods.2021448.

Diversity and influencing factors of flower-visiting insects in the Yanshan area

Yiru Han^{1,2}, Qiqi Xue^{1,2}, Houjuan Song¹, Jingyu Qi^{1,2}, Ruihe Gao^{1,2}, Shaopeng Cui^{1,2}, Lina Men^{1,2*}, Zhiwei Zhang^{1,2*}

1 College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801

2 Shanxi Forestry Dangerous Pest Inspection and Identification Center, Taigu, Shanxi 030801

ABSTRACT

Aim: Our aim is to clarify the relationship between diversity and community structure of flower-visiting insects and their habitat type, disturbance degree, and altitude in the Yanshan area.

Methods: Throughout July–August of 2019 and 2020, we collected flower-visiting insects in five habitats, including wetland, forest, shrub, grassland and farmland, with different gradients of 0–1,200 m above the sea level by using the method of transects and light lures.

Result: A total of 1,306 flower-visiting insects were collected, belonging to 153 species, 44 families, and 7 orders, among which Lepidoptera had the largest number of species and Hemiptera had the largest number of individuals. The diversity of flower-visiting insects is highest in the shrub cluster. The Shannon-Wiener, Margalef, and Simpson indices are the highest in the middle and low altitudes of 200–400 m. The results of bivariate regression indicate that the Shannon-Wiener and Margalef indices are positively correlated with precipitation in the warmest season and annual precipitation respectively ($P < 0.05$). Redundancy analysis (RDA) demonstrated that environmental factors significantly affected the diversity of flower-visiting insects, but there was some variation among different measures. Temperature and humidity are positively correlated with the Pielou index and negatively correlated with the Shannon-Wiener, Margalef, and Simpson indices. The results further indicate that scientific management of husbandry activities is the key

收稿日期: 2021-11-09; 接受日期: 2022-01-29

基金项目: 生物多样性调查评估项目(2019HJ2096001006)、国家自然科学基金(32171806)、山西省基础研究计划(自由探索类)面上项目、山西省回国留学人员科研资助项目(2021-067)和山西省林业重点研发计划专项

* 共同通讯作者 Co-authors for correspondence. E-mail: zhiweizhang2012@163.com; linamen81@163.com

<https://www.biodiversity-science.net>

to protecting the diversity of flower-visiting insects.

Conclusion: Scientific management of husbandry activities is the key to protecting the diversity of flower-visiting insects.

Key words: flower-visiting insects; diversity; disturbance degree; redundancy analysis; Yanshan area

访花昆虫主要指频繁活动在显花植物上的昆虫, 涉及半翅目、膜翅目、双翅目、鳞翅目、直翅目、螳螂目等多个目(李孟楼, 2005; Sousa et al, 2021)。在自然界中, 植物的物种形成和生长发育高度依赖访花昆虫(Kehinde & Samways, 2014), 而访花昆虫作为传粉者或盗食者, 参与到植物的物种形成和进化过程(张旭凤和邵有全, 2014), 影响生态系统植物的物种组成、群落结构以及群落的稳定性(冯立超等, 2015)。在人类的粮油作物和蔬菜水果生产体系中, 蜜蜂等重要访花昆虫为农作物授粉而增加的经济效益比蜂产品的价值总和要高出几十倍甚至上百倍(张茂林等, 2011)。无论是自然界中还是人类的生产生活中, 访花昆虫均有着无可替代的关键性地位。

访花昆虫物种多样性既能体现访花昆虫之间以及访花昆虫与环境之间的复杂关系, 又能体现访花昆虫资源的丰富性(李慧蓉, 2004; 宋海天等, 2013)。它们对环境变化较为敏感, 生境、海拔、干扰强度等因子均会影响其多样性。因此, 研究访花昆虫的多样性, 评估访花昆虫多样性的影响因素, 对生态系统环境状况和特性具有指示作用, 能够为其物种共存机制以及生存环境变化的监测、评价提供重要参考(龙莎, 2008^①; 杜秀娟等, 2021), 进一步研究访花昆虫所提供的生态服务价值提供基础资料(钦俊德和王琛柱, 2001; 韦小平等, 2020)。

燕山山脉作为京津冀地区的天然屏障和水源涵养地, 海拔梯度较大, 涵盖了森林、灌丛、草地、农田、湿地等多样的生境类型以及阔叶林、针叶林、混交林、灌木林、草丛、草原、沼泽等丰富的植被类型, 物种多样性丰富, 是我国生物多样性优先保护区域之一(<https://www.mee.gov.cn/gkml/bb/bgg/201801/t20180108429275.htm>)。本研究基于实际调查数据, 研究燕山地区访花昆虫的多样性, 旨在: (1)阐明燕山地区的访花昆虫物种多样

性现状; (2)分析燕山地区访花昆虫物种多样性随海拔梯度和生境类型的变化规律; (3)评估该地区影响访花昆虫多样性的人为干扰类型及程度, 以期为该访花昆虫物种多样性的监测和保育提供依据。

1 材料与方法

1.1 样线选择和调查方法

根据燕山地区的植被、地形地貌等特征, 调查地点选在燕山山脉覆盖的北京市怀柔区、密云区和平谷区, 河北省承德市兴隆县和唐山市遵化市以及天津市蓟州下营镇(附录1), 应用分层随机抽样法布设样线, 涵盖燕山地区所有海拔和生境类型。

用样线法和灯诱法于2019年、2020年的7–8月对燕山地区的访花昆虫进行了3次系统性调查。根据《县域昆虫多样性调查与评估技术规范》(<https://www.mee.gov.cn/gkml/bb/bgg/201801/t20180108429275.htm>), 在调查区内选30个10 km × 10 km的网格, 基于全面性、代表性、可达性原则布设调查样线, 每网格各选取2条样线, 不完整网格选取1条样线, 每条样线长200 m; 样线涉及调查区内所有生境, 其中湿地生境位于不完整网格内, 1条样线的数据未纳入不同生境访花昆虫多样性差异比较分析。采集过程中, 详实记录采集日志, 内容包括: 地点、经纬度、海拔、温度、湿度、采集人、采集日期和生境。采集到的昆虫依种类分别用不同方式(棉花包、酒精浸泡、三角包)保存, 带回实验室进行标本制作和鉴定。

访花昆虫类群参考《北京访花昆虫图谱》(虞国跃, 2019)、《中国蝶类志》(周尧, 2000)、《华北灯下蛾类图志》(华北农业大学, 1997)等进行初步鉴定, 进一步的鉴定请相关专家完成, 并应用DNA barcoding进行辅助鉴定。生境类型、干扰强度和干扰类型参考《县域昆虫多样性调查与评估技术规范》(<https://www.mee.gov.cn/gkml/bb/bgg/201801/t20180108429275.htm>)进行划分。

分子辅助鉴定采用昆虫纲通用的DNA barcoding方法(Hebert, 2003), 基于线粒体细胞色素C氧化酶

① 龙莎 (2008) 黑龙江省帽儿山地区访花昆虫种类及其多样性研究. 硕士学位论文, 东北林业大学, 哈尔滨.

亚基I (COI)的5'端部分序列作为标记,提取物种基因组DNA,利用昆虫通用引物对物种COI基因进行扩增和测序,将测序结果与NCBI数据库(<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)和BOLD数据库(<https://www.boldsystems.org/>)基因序列进行比对。

1.2 环境数据

记录调查地点的生态系统类型、人为干扰类型和强度、实时温度、湿度和海拔信息,用于冗余分析(redundancy analysis)。从WorldClim (<https://www.worldclim.org/>)和EarthEnv (<http://www.earthenv.org/>)网站获取全球性生物气候学因子以及地形因子的数据地图,根据调查点的经纬度,利用R4.1.1软件的“raster”包,从数据地图中提取燕山地区19个生物气候学因子和2个地形因子,用于双变量回归分析。

1.3 访花昆虫多样性

使用Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数、Margalef丰富度指数、Simpson优势度指数(钱迎倩和马克平, 1994; 马克平等, 1995)分析访花昆虫的群落多样性。计算公式分别为:

Shannon-Wiener多样性指数:

$$H' = -\sum P_i (\ln P_i) \quad (1)$$

$$\text{Pielou均匀度指数: } E = H' / \ln S \quad (2)$$

$$\text{Margalef丰富度指数: } R = (S - 1) / \ln A \quad (3)$$

$$\text{Simpson优势度指数: } D = 1 - \sum P_i^2 \quad (4)$$

式中, P_i 为第*i*个物种的个体数占总个体数的比例, S 为昆虫群落的所有物种数, A 为群落内总个体数。

群落相似性系数采用Jaccard相似性系数(Jaccard, 1912)计算:

$$I = c / (a + b - c) \quad (5)$$

式中, a 为一种生境的物种数, b 为另一种生境的物种数, c 为两种生境共有的物种数。

相似性系数介于0-1之间,其值越接近1,表明两个地区分类单元的相似性程度越高。相似性系数在1-0.75之间为极相似,在0.75-0.50之间为中等相似,在0.25-0.50之间为中等不相似,在0.25以下为极不相似。

1.4 数据分析

数据经Microsoft Excel 2019整理。应用Past 4.07b进行多样性指数计算;运用R4.1.1软件分析多样性指数与环境因子的相关性;利用Canoco 5软件,以环境因子作为解释变量,以生物多样性指数作为

响应变量,数据不做转化,生物多样性指数中心化,进行冗余分析;应用R4.1.1、Canoco 5和GraphPad Prism 8软件作图。

利用R软件的“Hmisc”和“corrplot”软件包分别计算出21个环境因子与研究区访花昆虫4个多样性指数之间的相关性系数,选择合适的环境因子进行下一步分析;利用R软件的“iNEXT”程序包估计访花昆虫群落不同生境和海拔各水平(以200 m为梯度进行分组)之间的多样性群落组成差异。基于实际采集的访花昆虫个体数和物种数关系进行稀疏外推分析,参数 $q = 0$ 时,计算得到物种丰富度,表示物种是否存在,不考虑相对丰度,值越大表明群落中物种数越多; $q = 1$ 时,计算得到Shannon-Wiener多样性,表示群落中常见物种的有效数量; $q = 2$ 时,计算得到Simpson多样性,表示群落中优势种的有效数量(Hsieh et al, 2016)。利用“ggpubr”“ggplot2”“geosphere”软件包的线性回归分析方法,分别对挑选出来的环境因子与群落多样性的指数之间的关系进行拟合。

2 结果

2.1 燕山地区样地内访花昆虫群落组成结构

经鉴定和统计,30个网格共采集访花昆虫1,306头,隶属7目44科153种(附录2)。鳞翅目昆虫物种数最多,有40种,占总物种数的26.14%;其中,蛱蝶科16种,灰蝶科8种,弄蝶科、粉蝶科均有4种,草螟科3种,凤蝶科2种,天蛾科、夜蛾科和尺蛾科均仅有1种,东方菜粉蝶(*Pieris canidia*, 10头)和丝带凤蝶(*Sericanus montelus*, 12头)个体数量较多。半翅目昆虫的个体数最多,有634头,隶属于8科35种,占总个体数的48.55%;其中小长蝽个体数最多(343头),盲蝽科10种,蝽科9种,缘蝽科7种,长蝽科4种,姬蝽科2种,土蝽科、猎蝽科和地长蝽科都仅有1种。螳螂目昆虫的物种数最少,仅2种,有20头,占总个体数的1.53% (表1)。

2.2 燕山地区访花昆虫多样性

2.2.1 不同生境下访花昆虫多样性

不同生境下,访花昆虫类群的物种数和个体数差异较大。草地中个体数最多(473头),森林中的科数(37科)和物种数(92种)最多,而湿地中的科数、物种数和个体数均最少(表2)。基于实际采集的访花

昆虫个体数和物种数关系进行外推估计分析显示, 森林中访花昆虫的Shannon-Wiener多样性、物种丰富度以及Simpson多样性均最高, 灌丛次之; 虽然草地访花昆虫的个体数最多, 但是Shannon-Wiener多样性也较低; 农田的物种丰富度最低(图1)。

Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数均以灌丛最高(2.137、0.7763、0.8412), 而森林Shannon-Wiener多样性指数最低(2.022), 草地Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数均最低(0.5629、0.7907); Margalef丰富度指数以草地为最高(4.043), 农田最低(2.837) (图2)。

草地与农田、草地与灌丛、以及灌丛与森林的访花昆虫群落之间的相似性系数均在0.25–0.50之间, 为中等不相似, 其他生境访花昆虫群落之间的相似性系数均在0.25以下, 为极不相似。其中, 森林和灌丛的访花昆虫群落最相似, 在相似性系数为0.3008时聚为一类, 而在相似性系数为0.2692时, 农田和草地的访花昆虫群落聚为一类(图3)。

2.2.2 燕山地区不同海拔访花昆虫多样性

不同海拔下, 访花昆虫的群落结构有明显的差异。分布在400–600 m范围内的访花昆虫科数及物种数最多, 在0–200 m范围内的个体数最多, 在800–1,000 m范围内的科数、物种数以及个体数均最少(表3)。基于实际采样的个体数和物种数关系进行稀疏外推分析, 在中海拔范围(600–800 m), 访花昆虫的个体数和物种数均居中, 但其Shannon-Wiener多样性和Simpson多样性最高, 且物种丰富度较高; 低海拔范围(0–200 m) Shannon-Wiener多样性

和Simpson多样性均最低; 高海拔范围(800–1,000 m) 物种丰富度最低(图4)。

在海拔范围200–400 m条件下, 访花昆虫的Shannon-Wiener多样性指数、Margalef丰富度指数和Simpson优势度指数均最高(2.267、4.019、0.8494); 在海拔800–1,000 m和1,000–1,200 m, 访花昆虫的Shannon-Wiener多样性指数和Margalef丰富度指数较低(均为1.776、1.921), 而Pielou均匀度指数较高(均为0.9115)。海拔400–600 m的Pielou均匀度指数最低(0.6734), 海拔0–200 m的Simpson优势度指数最低(0.7927) (图5)。

低海拔0–200 m、200–400 m和400–600 m范围的访花昆虫群落之间, 以及高海拔800–1,000 m和1,000–1,200 m范围的访花昆虫群落的相似性系数均在0.25–0.50之间, 说明各海拔范围访花昆虫群落

表1 燕山地区访花昆虫群落结构
Table 1 Composition and structure of flower-visiting insect communities in the Yanshan area

类群 Order	科数 No. of families	种数 No. of species	个体数 No. of individuals
螳螂目 Mantodea	1 (2.27%)	2 (1.32%)	20 (1.53%)
直翅目 Orthoptera	3 (6.82%)	4 (2.62%)	51 (3.91%)
半翅目 Hemiptera	8 (18.18%)	35 (22.88%)	634 (48.55%)
鞘翅目 Coleoptera	8 (18.18%)	33 (21.57%)	341 (26.11%)
双翅目 Diptera	6 (13.65%)	17 (11.11%)	60 (4.59%)
鳞翅目 Lepidoptera	9 (20.45%)	40 (26.14%)	98 (7.5%)
膜翅目 Hymenoptera	9 (20.45%)	22 (14.37%)	102 (7.81%)
合计 Total	44	153	1,306

括号内是各数据占比情况 The percentage is shown in brackets.

表2 燕山地区不同生境下访花昆虫群落结构
Table 2 Composition and structure of flower-visiting insects communities under different habitats in the Yanshan area

类群 Order	湿地 Wetland			草地 Grassland			农田 Farmland			灌丛 Shrub			森林 Forest		
	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.
螳螂目 Mantodea	0	0	0	1	1	4	1	1	5	1	1	5	2	2	6
直翅目 Orthoptera	0	0	0	2	2	9	2	2	6	3	4	29	2	2	7
半翅目 Hemiptera	4	4	22	5	15	293	5	7	54	7	24	145	6	23	120
鞘翅目 Coleoptera	3	3	15	6	15	139	3	5	15	6	21	106	7	17	66
双翅目 Diptera	2	2	3	2	2	6	1	1	13	4	8	17	6	10	21
鳞翅目 Lepidoptera	0	0	0	5	6	12	0	0	0	5	11	13	9	30	73
膜翅目 Hymenoptera	1	1	1	5	6	10	3	3	12	6	12	49	5	8	30
合计 Total	10	10	41	26	47	473	15	19	105	32	81	364	37	92	323

F, No. of families; S, No. of species; Ind., No. of individuals

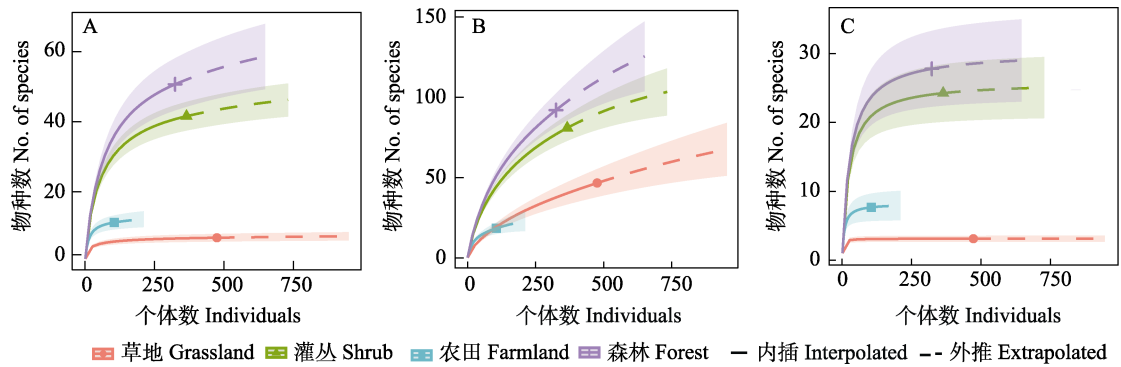


图1 燕山地区不同生境访花昆虫多样性。(A) Shannon-Wiener 多样性; (B) 物种丰富度; (C) Simpson 多样性。
Fig. 1 Diversity of flower-visiting insects under different habitats in the Yanshan area. (A) Shannon-Wiener diversity; (B) Species richness; (C) Simpson diversity.

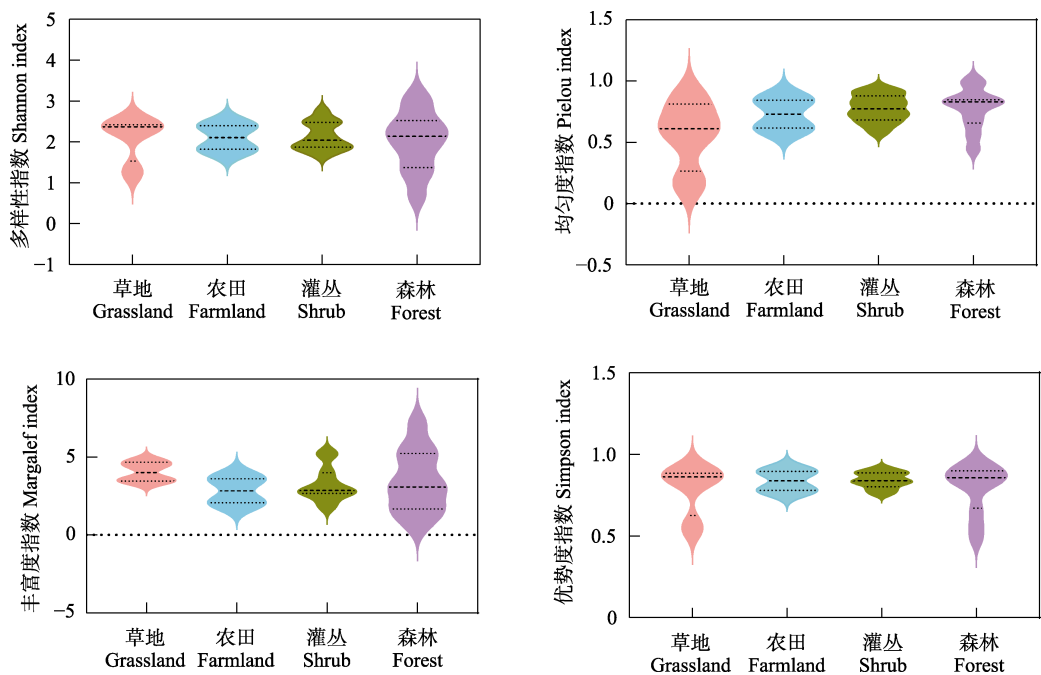


图2 燕山地区不同生境访花昆虫多样性差异
Fig. 2 Differences of flower-visiting insects diversity under different habitats in the Yanshan area

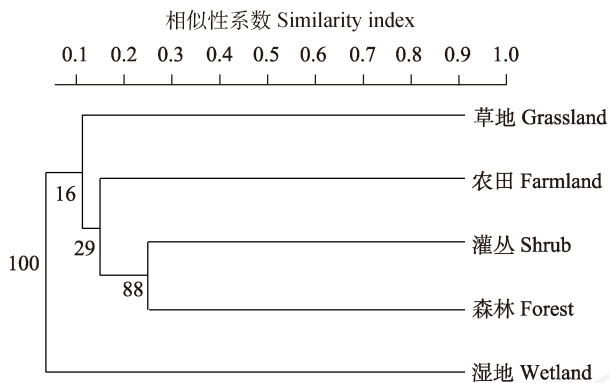


图3 燕山地区不同生境访花昆虫群落相似性聚类
Fig. 3 Similarity cluster of flower-visiting insects communities under different habitats in the Yanshan area

之间为中等不相似, 而其他海拔范围的访花昆虫群落之间的相似性系数均在0.25以下, 说明各海拔范围访花昆虫群落的相似性较低。其中200–400 m和400–600 m海拔范围内的访花昆虫群落最相似, 在相似性系数为0.3699时聚为一类, 而在相似性系数为0.3077时, 海拔800–1,000 m和1,000–1,200 m的访花昆虫群落聚为一类(图6)。

2.2.3 燕山地区访花昆虫多样性与环境因子的关系

冗余分析结果表明, Shannon-Wiener多样性指数、Margalef丰富度指数和Simpson优势度指数均与第1主成分负相关, 而Pielou均匀度指数与第1主

表3 燕山地区不同海拔访花昆虫群落结构

Table 3 Composition and structure of flower-visiting insects community under different altitudes in the Yanshan area

类群 Orders	0-200 m			200-400 m			400-600 m			600-800 m			800-1000 m			1000-1200 m		
	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.	科数 F	种数 S	个体数 Ind.
螳螂目 Mantodea	1	1	9	2	2	2	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
直翅目 Orthoptera	2	2	17	2	2	12	2	2	10	1	1	9	0	0	0	1	1	3
半翅目 Hemiptera	5	13	296	6	14	44	8	24	166	7	20	57	3	4	7	6	11	64
鞘翅目 Coleoptera	6	16	155	5	15	44	7	20	95	3	8	24	2	4	12	2	3	11
双翅目 Diptera	2	3	9	3	3	11	6	9	26	3	3	3	1	1	2	3	4	9
鳞翅目 Lepidoptera	5	6	12	6	9	12	8	19	39	7	19	35	0	0	0	0	0	0
膜翅目 Hymenoptera	4	6	21	7	8	11	6	11	34	4	6	15	3	3	14	3	3	7
合计 Total	25	47	519	31	53	136	38	86	379	25	57	143	9	12	35	15	22	94

F, No. of families; S, No. of species; Ind., No. of individuals

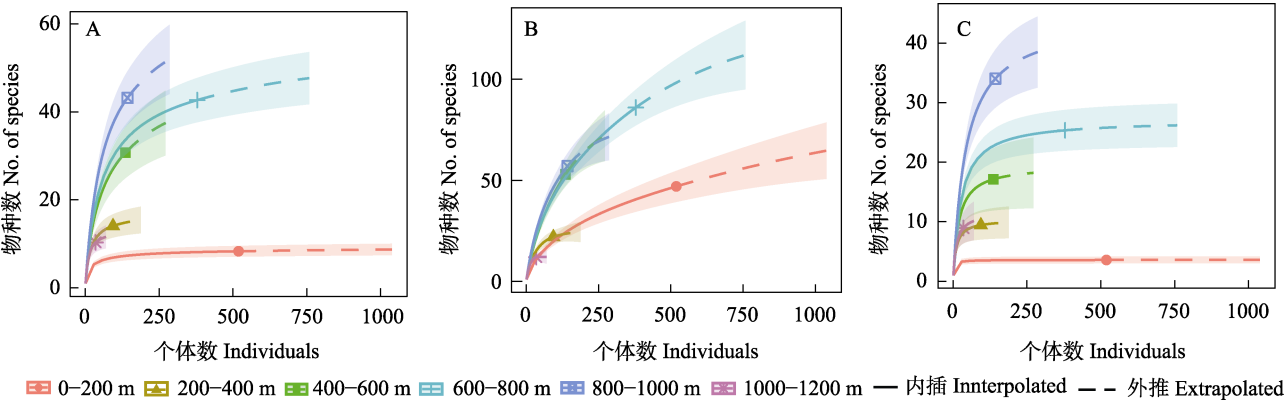


图4 燕山地区不同海拔访花昆虫多样性。(A) Shannon-Wiener 多样性; (B) 物种丰富度; (C) Simpson 多样性。

Fig. 4 Diversity of flower-visiting insects under different altitudes in Yanshan area. (A) Shannon-Wiener diversity; (B) Species richness; (C) Simpson diversity.

成分正相关; Margalef丰富度指数与第1主成分相关性最高, 其次是Shannon-Wiener多样性指数。Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数以及Simpson优势度指数均与第2主成分负相关, 而Margalef丰富度指数与第2主成分正相关; Pielou均匀度指数与第2主成分相关性最高, 其次是Simpson优势度指数(图7)。

RDA排序图显示, 海拔、湿度和温度3个环境因子均与第1主成分正相关; 其中, 温度与第1主成分相关性最高, 海拔和湿度与第1主成分相关性极小。温度和湿度两个环境因子与第2主成分负相关, 而海拔与第2主成分正相关; 其中海拔与第2主成分相关性最高, 温度和湿度与第2主成分的相关性极小。Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数均与海拔因子负相关;

Pielou均匀度指数与温度和湿度因子正相关; 而Shannon-Wiener多样性、Margalef丰富度指数和Simpson优势度却与温度和湿度因子负相关(图7)。

从RDA排序图中生境类型点的分布来看, 农田生境和湿地生境均位于第一象限, 位置相对较近, 表明这两类生境的访花昆虫群落有相似性。灌丛生境单独位于第二排序轴正半轴上, 表明与其他生境的访花昆虫群落多样性差异性较大。草地生境和森林生境位于第三象限, 且分布的位置接近, 说明它们的访花昆虫群落多样性相似度很高(图7)。

不同干扰程度和干扰类型在RDA图中的位置相对分散, 表明在不同干扰程度和类型下, 访花昆虫群落多样性差异较大。弱干扰和中度干扰在RDA排序图中位于坐标原点附近, 与各主成分相关度较小, 说明对访花昆虫各指数影响均较小, 无干

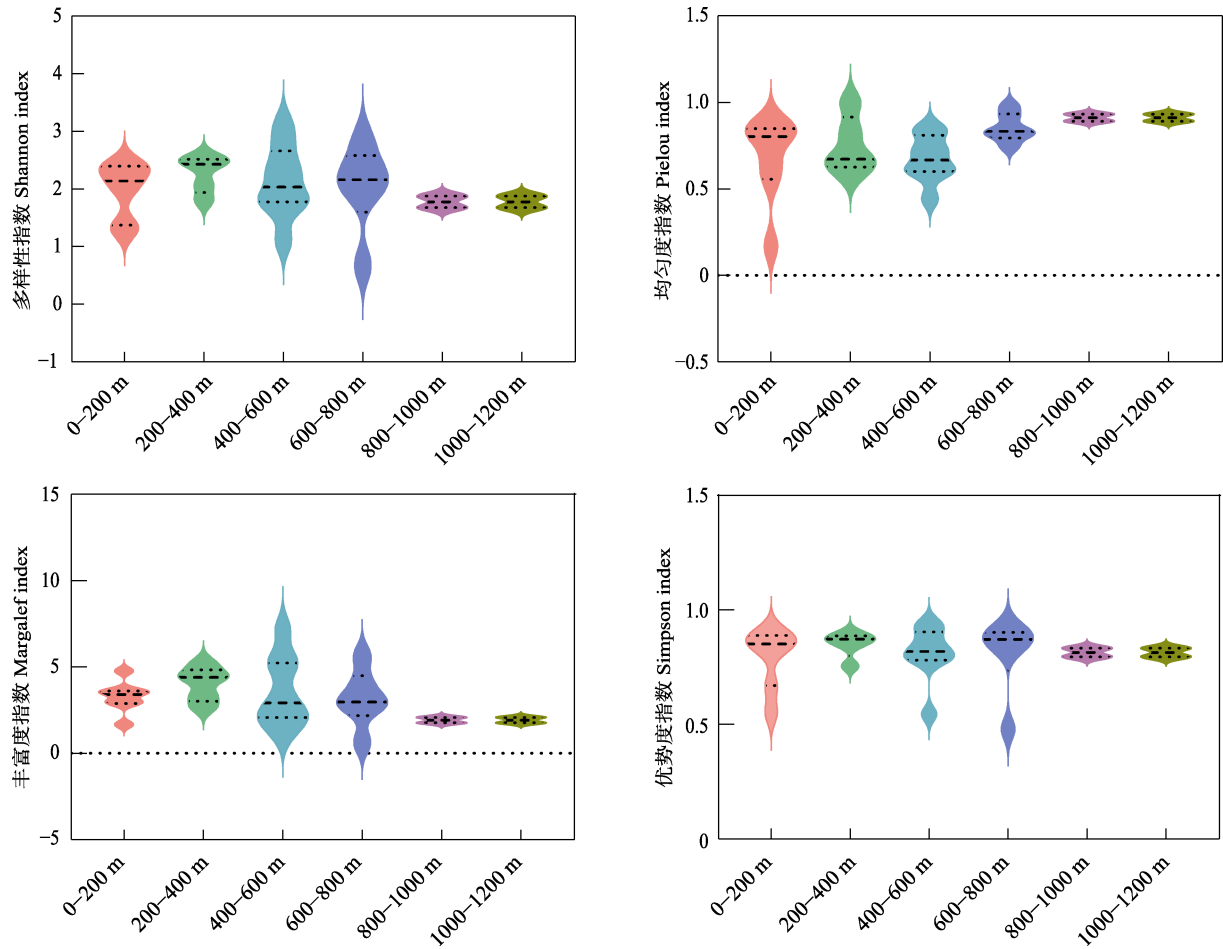


图5 燕山地区不同海拔条件访花昆虫多样性差异
Fig. 5 Differences of flower-visiting insects diversity under different altitudes in Yanshan area

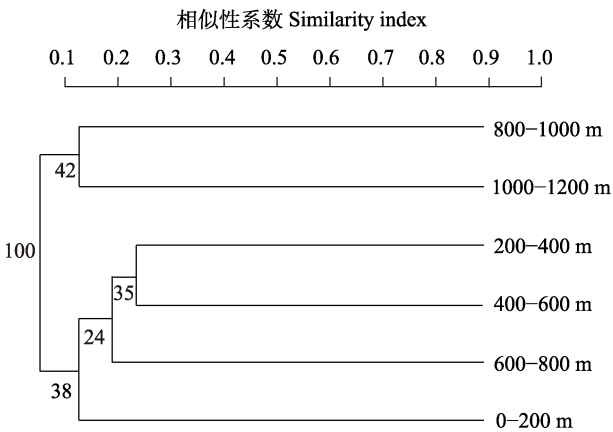


图6 燕山地区不同海拔条件访花昆虫群落相似性聚类
Fig. 6 Similarity cluster of flower-visiting insects communities under different altitudes in the Yanshan area

扰程度下访花昆虫的群落多样性指数比弱干扰和中干扰的小一些, 强干扰对访花昆虫多样性指数影响均最大。无人干扰对访花昆虫指数影响均最

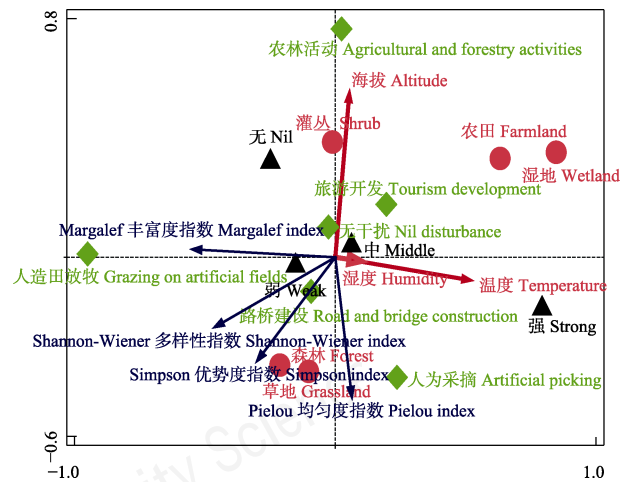


图7 燕山地区访花昆虫群落多样性与环境因子的RDA排序。
●生境类型; ▲干扰程度; ◆干扰类型。
Fig. 7 RDA sequence diagram of community diversity of flower-visiting insects and five environmental factors in the Yanshan area. ● Habitat type; ▲ Disturbance degree; ◆ Disturbance type.

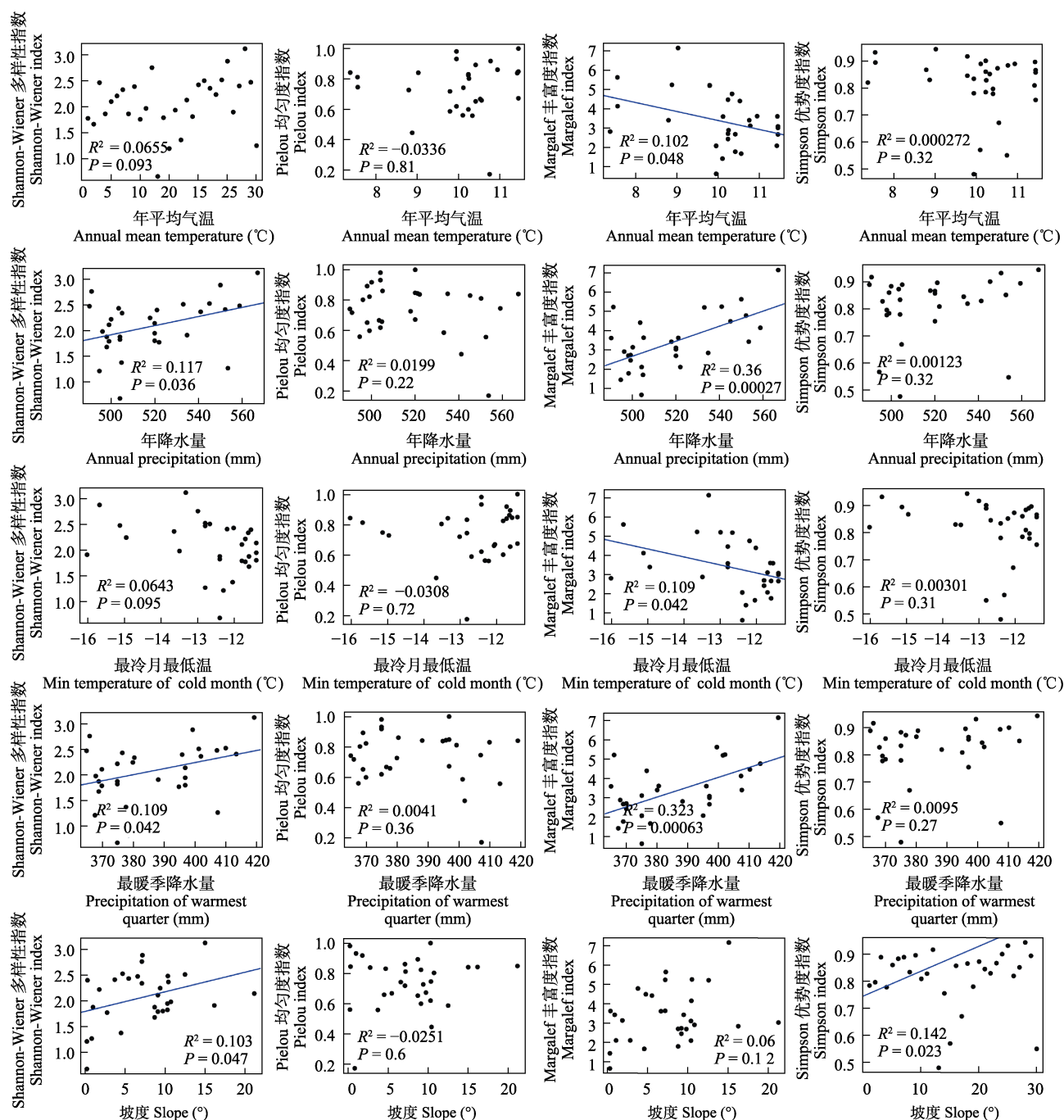


图8 访花昆虫多样性与5种环境因子的线性拟合

Fig. 8 Linear correlation fitting diagram between flower-visiting insects diversity and five environmental factor

小, 其次为路桥建设和旅游开发, 农林活动和人为采摘对访花昆虫多样性指数影响均较大, 人造田放牧对Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数影响均较大(图7)。

双变量回归结果表明, 环境因子显著影响访花昆虫多样性, 但不同测度之间存在一定差异(图8)。

Shannon-Wiener多样性和Margalef丰富度指数均随年降水量和最暖季降水量的增加而增大, 但年降水量和最暖季降水量对Margalef丰富度指数的解释度更高($R^2 = 0.36$ 和 $R^2 = 0.323$), 年平均气温和最冷季最低温对Margalef丰富度指数均产生负效应。Simpson优势度指数仅与坡度显著正相关($R^2 =$

0.142, $P = 0.023$), 而与其他环境因子无关。Pielou均匀度指数与所有环境因子均无统计学意义。

3 讨论与结论

3.1 不同生境下访花昆虫多样性

昆虫与植物之间有着十分密切的关联(杜秀娟等, 2021), 而访花昆虫与蜜源植物之间存在很强的联系, 开花类植物的分布及数量往往对访花昆虫的分布、数量和活动的影响最具决定性, 访花昆虫的多样性相应地可以体现出开花类植物的多样性, 尤其是某特定地区的草本植物和灌木的多样性(任炳忠等, 2006; 尚利娜, 2010)。燕山地区不同生境下访花昆虫群落的组成有明显差异, 可能是不同生境中植被类型的差异所导致。由于每条样线生境下植被类型不完全一致, 访花昆虫通常在蜜源植物周围聚集分布, 对森林和灌丛生境下的多年生植物的花蜜资源利用具有明显的偏向性(李欣芸等, 2020), 灌丛访花昆虫的Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数以及Simpson优势度指数均最高, 说明灌丛为访花昆虫提供了较为稳定的生存环境。草地生境中访花昆虫Margalef丰富度指数最高, 但是Pielou均匀度和Simpson优势度指数最低, 且Shannon-Wiener多样性指数也较低, 说明草地的访花昆虫群落更易受到各种因子的干扰, 导致群落多样性低, 该生境中开花类草本植物多样性较高, 草本植物物种丰富度的维持对保护该生境中的访花昆虫多样性具有重要意义(任炳忠等, 2012)。对于蜜源植物和草本植物的丰富度之间的相关性, 以及对访花昆虫多样性的作用仍有待进一步深入研究。

3.2 燕山地区不同海拔访花昆虫多样性

海拔梯度是山地生境差异的主导因子之一, 影响着其他环境因子, 进而影响着该地区昆虫群落结构及物种多样性(杨益春等, 2017)。访花昆虫群落结构随海拔梯度和燕山地区植被类型呈现一定的相关性(杜秀娟等, 2009; 张杰等, 2017)。访花昆虫在200–400 m海拔范围内的Shannon-Wiener多样性指数、Margalef丰富度指数和Simpson优势度指数均为最高, 说明在7–8月低海拔梯度范围的环境条件适宜许多访花昆虫的生存。处于不同高海拔梯度的昆虫物种构成差异性较大, 每个海拔梯度范围

都存在各自特有的昆虫种类, 相互重叠种类较少^①。这种差异可能是由生境、温度、湿度及其他环境因子的不同而造成的。低海拔地区由于气候温和湿润、植被类型丰富, 昆虫群落会较为复杂; 而较高海拔地区因为温度较低、气候寒冷、植被类型呈现相对单一, 访花昆虫群落会比较简单(尚利娜等, 2012)。低海拔0–200 m、200–400 m和400–600 m范围的访花昆虫群落之间, 以及高海拔800–1,000 m和1,000–1,200 m范围的访花昆虫群落相似性系数在0.25–0.50, 为中等不相似, 表明相邻海拔的昆虫群落有着较高的相似性。可能是因为相邻海拔群落存在重叠的蜜源植物, 同种蜜源植物的开花节律基本相似, 以及泌蜜时间比较集中(刘林德等, 2002), 也可能是因为不同的昆虫飞行能力存在一定差异, 一些昆虫飞行能力较差, 很难飞入高海拔范围(刘莎等, 2018), 导致访花昆虫在不同海拔范围内有一定程度的相似性和差异性。

3.3 环境因子对燕山地区访花昆虫多样性的影响

在自然界中, 多个环境因子之间可能存有叠加和交互作用, 共同影响访花昆虫的群落结构与多样性。本研究基于实地考察对该地区干扰的类型和程度进行了划分。发现弱干扰和中干扰程度生境中的访花昆虫的种类和数量要明显高于无干扰和强干扰程度生境, 不同类型的人为干扰对访花昆虫多样性的影响均大于无干扰情况。很多山地由于人为干扰过度破坏了原有的植被, 访花昆虫生存环境遭到破坏, 导致其寄主植物的数量减少, 从而严重威胁到当地访花昆虫的多样性, 而访花昆虫多样性的下降会进一步影响相关植物的多样性, 导致物种多样性进一步下降。有研究表明, 适当的人为干扰会营造有利于访花昆虫生存的环境条件, 增加访花昆虫寄主植物的数量, 有利于提高访花昆虫多样性(王美娜等, 2018; 郑晓旭等, 2021)。

访花昆虫生存的环境温度和湿度是影响其多样性的重要因素。在RDA和双变量回归分析中, Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数和Simpson优势度指数会随海拔升高而减小, Pielou均匀度指数随温度和湿度的升高而增大, 而Shannon-Wiener多样性指数、Margalef丰富度指数和

^① 吴艳光 (2006) 长白山地区访花昆虫多样性及访花行为的研究. 硕士学位论文, 东北师范大学, 长春.

Simpson优势度指数却随着温度和湿度的升高而降低。相关研究表明:在一定湿度范围内,一些昆虫存活率随湿度的增加而变大(Wardhaugh, 1980)。Margalef丰富度指数随年平均气温和最冷季最低温升高而降低。低温不仅对昆虫的生长发育存在影响,而且对昆虫的生殖能力和生存能力有很大影响,随外界温度降低和暴露时间延长,成虫抗寒能力降低,成活率逐渐降低(Nedvěd, 1998; 冯宇倩, 2017; 宋玉锋, 2017^①)。


3.4 燕山地区访花昆虫多样性保护建议

通过系统全面地研究燕山地区访花昆虫多样性,发现调查的网格均受到不同程度和不同类型的干扰,对访花昆虫多样性造成一定程度的影响。人造田放牧、农林活动以及人为采摘对访花昆虫影响较大,旅游开发和路桥建设影响相对较小,这些人为干扰破坏植被,造成植被类型单一,访花昆虫栖息地受到不同程度的破坏,其生长发育和繁殖受到较大威胁,导致访花昆虫物种多样性减少(Uhl & Brühl, 2019; 周立奎等, 2020)。我们建议:(1)增加保护区和国家公园的设立,加强保护区内的管理;(2)政府相关部门加强监管力度,减少开发与建设;(3)当地植保部门加强宣传,提高当地村民保护生态环境意识,并普及保护生物多样性和合理施用农药的相关知识。

致谢:诚挚感谢中国科学院沈阳应用生态研究所任静博士对数据分析提供的帮助和建议。

ORCID

张张伟  <https://orcid.org/0000-0002-1873-5617>

门丽娜  <https://orcid.org/0000-0002-7747-8876>

参考文献

- Chou I (2000) Monographia Rhopalocerorum Sinensium. Henan Scientific and Technological Publishing House, Zhengzhou. (in Chinese) [周尧 (2000) 中国蝶类志. 河南科学技术出版社, 郑州.]
- Du XJ, Ji GQ, Zhang F, Wu XQ, Zhao LX, Qin DF (2021) Diversity of flower-visiting insects from various habitats in Shanxi Province. Journal of Jilin Forestry Science and Technology, 50(1), 25–30. (in Chinese with English abstract) [杜秀娟, 吉国强, 张芳, 武新琴, 赵立曦, 秦东风 (2021) 山西省几种生境访花昆虫多样性分析. 吉林林业科技, 50(1), 25–30.]
- Du XJ, Ren BZ, Wu YG, Song LW (2009) Differences of flower-visiting hoverfly (Diptera: Syrphidae) communities in habitats with various degrees of disturbance and altitude in Changbai Mountain, N. E. China. Acta Entomologica Sinica, 52, 551–560. (in Chinese with English abstract) [杜秀娟, 任炳忠, 吴艳光, 宋丽文 (2009) 长白山北坡不同海拔及干扰程度下访花食蚜蝇群落的差异. 昆虫学报, 52, 551–560.]
- Feng LC, Meng QF, Gao WT (2015) Diversity and behavior of flower visitors insects of *Malus komarovii* in the southwest slope of Changbai Mountain. Guangdong Agricultural Sciences, 42(3), 147–152. (in Chinese with English abstract) [冯立超, 孟庆繁, 高文韬 (2015) 长白山西南坡山楂海棠访花昆虫多样性及其行为研究. 广东农业科学, 42(3), 147–152.]
- Feng YQ (2017) Cold Hardiness and Adaptive Mechanism of the *Anoplophora glabripennis* Larva. PhD dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. (in Chinese with English abstract) [冯宇倩 (2017) 光肩星天牛幼虫的耐寒性及其适应机制. 博士学位论文, 北京林业大学, 北京.]
- Hebert P, Cywinska A, Ball SL, Dewaard JR (2003) Biological identification through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 270, 313–321.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A (2016) iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). Methods in Ecology and Evolution, 7, 1451–1456.
- Jaccard P (1912) The distribution of the flora in the alpine zone. New Phytologist, 11, 37–50.
- Kehinde T, Samways MJ (2014) Effects of vineyard management on biotic homogenization of insect–flower interaction networks in the Cape Floristic Region biodiversity hotspot. Journal of Insect Conservation, 18, 469–477.
- Li HR (2004) Review on study of biodiversity and ecosystem functioning. Chinese Journal of Ecology, 23(3), 109–114. (in Chinese with English abstract) [李慧蓉 (2004) 生物多样性和生态系统功能研究综述. 生态学杂志, 23(3), 109–114.]
- Li ML (2005) Resource Entomology. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [李孟楼 (2005) 资源昆虫学. 中国林业出版社, 北京.]
- Li SH (2002) On fauna of butterflies in Chongqing and their geographic division. Journal of Southwest Agricultural University, 24, 542–545. (in Chinese with English abstract) [李树恒 (2002) 重庆蝶类区系与地理区划的探讨. 西南农业大学学报, 24, 542–545.]
- Li XY, Yang YC, He ZS, Yang GJ (2020) Diversity of butterflies community and its environmental factors in Helan Mountain Nature Reserve, Ningxia. Journal of Environmental Entomology, 42, 660–673. (in Chinese with English abstract) [李欣芸, 杨益春, 贺泽帅, 杨贵军 (2020) 宁夏贺兰山自然保护区蝴蝶群落多样性及其环境因子分析. 环境昆虫学报, 42, 660–673.]
- ① 宋玉锋 (2017) 绿豆象成虫低温耐受性及其生理生化机制研究. 硕士学位论文, 西南大学, 重庆.

- 宁夏贺兰山自然保护区蝴蝶群落多样性及其环境影响因子. 环境昆虫学报, 42, 660–673.]
- Liu LD, Li W, Zhu N, Shen JH, Zhao HX (2002) The relations among the nectar secretive rhythms, nectar compositions and diversities of floral visitors for both *Eleutherococcus senticosus* and *E. sessiliflorus*. Acta Ecologica Sinica, 22, 847–853. (in Chinese with English abstract) [刘林德, 李玮, 祝宁, 申家恒, 赵惠勋 (2002) 刺五加、短梗五加的花蜜分泌节律、花蜜成分及访花者多样性的比较研究. 生态学报, 22, 847–853.]
- Liu S, Lü ZY, Gao HH, Zhai YF, Liu Q, Yang PY, Li P, Zheng L, Li Q, Yu Y (2018) Research advances on flight capacity of insect. Journal of Environmental Entomology, 40, 995–1002. (in Chinese with English abstract) [刘莎, 吕召云, 高欢欢, 翟一凡, 刘倩, 杨普云, 李萍, 郑礼, 李强, 于毅 (2018) 昆虫飞行能力研究进展. 环境昆虫学报, 40, 995–1002.]
- Ma KP, Huang JH, Yu SL, Chen LZ (1995) Plant community diversity in Dongling Mountain, Beijing, China. II. Species richness, evenness and species diversities. Acta Ecologica Sinica, 15, 268–277. (in Chinese with English abstract) [马克平, 黄建辉, 于顺利, 陈灵芝 (1995) 北京东灵山地区植物群落多样性的研究. II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数. 生态学报, 15, 268–277.]
- Nedvď O (1998) Modelling the relationship between cold injury and accumulated degree days in terrestrial arthropods. Cryo-Letters, 19, 267–274.]
- North China Agricultural University (1997) Moths of North China (I). North China Agricultural University Press, Beijing. (in Chinese) [华北农业大学 (1997) 华北灯下蛾类图志 (上). 华北农业大学出版社, 北京.]
- Qin JD, Wang CZ (2001) The relation of interaction between insects and plants to evolution. Acta Entomologica Sinica, 44, 360–365. (in Chinese with English abstract) [钦俊德, 王琛柱 (2001) 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系. 昆虫学报, 44, 360–365.]
- Qian YQ, Ma KP (1994) Principles and Methods of Biodiversity Research. China Science & Technology Publishing House, Beijing. (in Chinese) [钱迎倩, 马克平 (1994) 生物多样性研究的原理与方法. 中国科学技术出版社, 北京.]
- Ren BZ, Shang LN, Gao Y, Wang XS, Lu Y, Dong Q (2012) Relationship between floral scent of the major nectar source plants and their flower visitors in Changbai Mountain region. Journal of Jilin Agricultural University, 34(1), 24–30, 36. (in Chinese with English abstract) [任炳忠, 尚利娜, 高毅, 王雪松, 鲁莹, 董琴 (2012) 长白山地区优势蜜源植物花的气味与访花昆虫种类的关系. 吉林农业大学学报, 34(1), 24–30, 36.]
- Ren BZ, Wu YG, Du XJ, Guan ZY, Li N, Yuan HB (2006) Research on pollinators in north slope of Changbai Mountain III: Diversity of pollinators. Journal of Northeast Normal University, 38(3), 96–100. (in Chinese with English abstract) [任炳忠, 吴艳光, 杜秀娟, 官昭瑛, 李娜, 袁海滨 (2006) 长白山北坡访花昆虫研究(III): 访花昆虫多样性. 东北师大学报(自然科学版), 38(3), 96–100.]
- Shang LN (2010) Coadaptation of Flowers and Their Visitors in Changbai Mountain Region. PhD dissertation, Northeast Normal University, Changchun. (in Chinese with English abstract) [尚利娜 (2010) 长白山地区访花昆虫与蜜源植物的协同适应. 博士学位论文, 东北师范大学, 长春.]
- Shang LN, Wang P, Lu Y, Gao Y, Zhang X, Yu C, Ren BZ (2012) Diversity and spatio-temporal dynamics of flower visitors in the northern slope of Changbai Mountain. Journal of Jilin Agricultural University, 34, 395–408. (in Chinese with English abstract) [尚利娜, 王璞, 鲁莹, 高毅, 张雪, 于晨, 任炳忠 (2012) 长白山北坡访花昆虫的多样性及时空动态. 吉林农业大学学报, 34, 395–408.]
- Song HT, Li BP, Meng L (2013) Flower-visiting insect diversity of the alien plant *Erigeron annuus* (Asteraceae) in Nanjing, southeastern China and an analysis of factors influencing their foraging preference. Acta Entomologica Sinica, 56, 293–298. (in Chinese with English abstract) [宋海天, 李保平, 孟玲 (2013) 南京地区外来植物一年蓬上访花昆虫的多样性及其访花选择性的影响因素分析. 昆虫学报, 56, 293–298.]
- Sousa PF, Eduardo PC, De B, Lucia I, Cristina GT (2021) Edible fruit plant species in the Amazon forest rely mostly on bees and beetles as pollinators. Journal of Economic Entomology, 114, 710–722.
- Uhl P, Brühl CA (2019) The impact of pesticides on flower-visiting insects: A review with regard to European risk assessment. Environmental Toxicology and Chemistry, 38, 2355–2370.
- Wang MN, Lu XL, Cui Y, Wang MR, Ding SY (2018) Effects of woodland types with different levels of human disturbance on pollinators: A case study in Gongyi, Henan, China. Acta Ecologica Sinica, 38, 464–474. (in Chinese with English abstract) [王美娜, 卢训令, 崔洋, 王梦茹, 丁圣彦 (2018) 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. 生态学报, 38, 464–474.]
- Wardhaugh KG (1980) The effects of temperature and moisture on the inception of diapause in eggs of the Australian plague locust, *Chortoicetes terminifera* Walker (Orthoptera: Acrididae). Austral Ecology, 5, 187–191.]
- Wei XP, Lin P, Wang H, Li Y, Li HJ, He XJ (2020) Pollinator diversity of *Camellia oleifera* forest and foraging behavior of dominant species under different habitat of Guizhou. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 33, 2145–2152. (in Chinese with English abstract) [韦小平, 林平, 王海, 李应, 黎华君, 贺兴江 (2020) 贵州不同生境油茶林传粉昆虫的多样性及其优势种的访花行为. 西南农业学报, 33, 2145–2152.]
- Yang YC, Yang GJ, Wang J (2017) Effects of topographic factors on the distribution pattern of carabid species diversity in the Helan Mountains, northwestern China. Acta

- Entomologica Sinica, 60, 1060–1073. (in Chinese with English abstract) [杨益春, 杨贵军, 王杰 (2017) 地形对贺兰山步甲群落物种多样性分布格局的影响. 昆虫学报, 60, 1060–1073.]
- Yu GY (2019) Photographic Atlas of Beijing Flower-visiting Insects. Publishing House of Electronics Industry, Beijing. (in Chinese) [虞国跃 (2019) 北京访花昆虫图谱. 电子工业出版社, 北京.]
- Zhang J, Jiang XF, Chen LL, Li QJ (2017) Altitudinal variations of the reproductive strategies of *Primula florindae*. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 37, 1404–1413. (in Chinese with English abstract) [张杰, 蒋显锋, 陈玲玲, 李庆军 (2017) 巨伞钟报春繁殖策略随海拔梯度的变异. 西北植物学报, 37, 1404–1413.]
- Zhang ML, Wang RJ (2011) The status and trend of insect diversity conservation. Chinese Journal of Applied Entomology, 48, 739–745. (in Chinese with English abstract) [张茂林, 王戎疆 (2011) 昆虫多样性的保护现状与趋势. 应用昆虫学报, 48, 739–745.]
- Zhang XF, Shao YQ (2014) Species and diversity analysis of flower-visiting insects of Asian sacred *Lotus* in Jiangxi, Hunan and Hubei provinces. Agricultural Science & Technology, 15, 269–274.
- Zheng XX, Xiao NW, Zhao MH, Wen D, He SJ, Li XM, Yang FL, Wu G (2020) Investigation and evaluation of insect diversity in Xingshan County, Three Gorges Reservoir Area, Hubei Province, Central China. Acta Entomologica Sinica, 63, 1497–1507. (in Chinese with English abstract) [郑晓旭, 肖能文, 赵慕华, 文栋, 何帅洁, 李雪梅, 杨凤连, 吴刚 (2020) 湖北三峡库区兴山县昆虫多样性调查与评估. 昆虫学报, 63, 1497–1507.]
- Zhou LY, Ding SY, Lu XL, Liu YM (2020) Effects of anthropogenic disturbance on species diversity and niche of dominant group in pollinators community. Acta Ecologica Sinica, 40, 2111–2121. (in Chinese with English abstract) [周立垚, 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, 2111–2121.]
- (责任编辑: 白明 责任编辑: 周玉荣)

附录 Supplementary Material

附录1 访花昆虫调查样线基本信息

Appendix 1 Information of transects for flower-visiting insects survey in the Yanshan area
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021448-1.pdf>

附录2 燕山地区访花昆虫名录

Appendix 2 Checklist of flower-visiting insects in the Yanshan area
<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2021448-2.pdf>

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448. <https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

附录 1 访花昆虫调查样线基本信息

Appendix 1 Information of transects for flower-visiting insects survey in the Yanshan area

样线编号 Transects	地点 Site	经度 Longitude (°)	纬度 Latitude (°)	海拔 Altitude (m)
58804380	河北省怀来县官厅水库湿地公园 Guanting Reservoir Wetland Park, Huailai, Hebei	116.24	40.35	485
58804400	河北省怀来县金家口沟 Jinjiakougou, Huailai, Hebei	116.23	40.35	1011
58904420	河北省赤城县施家村 Shijia village, Chicheng, Hebei	116.80	40.59	1063
59004420	河北省赤城县苇子沟 Weizigou, Chicheng, Hebei Province	116.23	40.35	1046
59104420	河北省赤城县里长沟村 Lichanggou village, Chicheng, Hebei	116.24	40.35	733
59204440	河北省赤城县李二沟 Liergou, Chicheng, Hebei	116.36	40.37	736
59404440	河北省赤城县三尖地 Sanjiandi, Chicheng, Hebei	116.88	40.19	125
59304460	河北省赤城县头道沟 Toudaogou, Chicheng, Hebei	116.66	40.49	935
59504460	北京市怀柔区雕窝村 Diaowo village, Huairou, Beijing	116.88	40.19	48
59604460	北京市怀柔区杨树沟 Yangshugou, Huairou, Beijing	116.88	40.19	535
59604410	北京市怀柔区百泉山 Baiquan Mountain, Huairou, Beijing	116.79	40.24	132
59804390	北京市顺义区郊区 Suburb of Shunyi, Beijing	117.02	40.59	517
59904430	北京市密云区车道岭村 Chedaoling village, Miyun, Beijing	116.78	40.59	779
59804380	北京市顺义区陈格庄村 Chengezhuang village, Shunyi, Beijing	116.66	40.49	256
59704420	北京市怀柔区精灵谷风景区 Jingling Valley Scenic Area, Huairou, Beijing	116.88	40.19	556
59504410	北京市怀柔区庄户村 Zhuanghu village, Huairou, Beijing	116.23	40.35	294
59304390	北京市怀柔区下口村 Xiakou village, Huairou, Beijing	116.88	40.19	40
59504390	北京市怀柔区红林村 Honglin village, Huairou, Beijing	116.66	40.50	36
59404390	北京市顺义区七连区村 Qilianqu village, Shunyi, Beijing	116.66	40.49	663
59904390	北京市顺义区七连区村 Qilianqu village, Shunyi, Beijing	116.24	40.35	243
60204430	北京市密云县新城子镇遥桥峪村 Yaoqiaoyu village, Xinchengzi, Miyun, Beijing	117.15	40.28	394
60304430	河北省兴隆县雾灵山镇大安峪村 Daanyu village, Wuling Mountain, Xinglong, Hebei	117.22	40.32	368
60304420	河北省兴隆县雾灵山镇眼石村 Yanshi, Wuling Mountain, Xinglong, Hebei	117.38	40.63	435
60104400	北京市平谷区罗营史家台 Luoyingshijiat, Pinggu, Beijing	117.44	40.18	211
60104390	北京市平谷区熊儿寨东沟 Xiongerzhaidonggou, Pinggu, Beijing	117.50	40.52	662
60404390	天津市蓟县下营镇八仙山 Baxian Mountain, Xiaying, Jixian, Tianjin	117.43	40.62	677
60304380	天津市蓟县下营镇苦梨峪 Kuliyu, Xiaying, Jixian, Tianjin	117.54	40.16	179
60404380	天津市蓟县下营镇寺沟村 Sigou village, Xiaying, Jixian, Tianjin	117.55	40.19	475
60504410	河北省兴隆县南天门满族乡东八品叶村 Dongbapinye village, Nantianmen Manzu Countryside, Xinglong, Hebei	117.64	40.39	760
60604390	河北省遵化市马兰峪镇魏进河村 Weijinhe village, Malanyu, Zunhua, Hebei	117.76	40.18	69

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448.
<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

附录2 燕山地区访花昆虫名录

Appendix 2 Checklist of flower-visiting insects in the Yanshan area

序号 No.	目名 Order name	科名 Family name	种名 Chinese name of species	拉丁学名 Latin name of species	数量 Number of individuals
1	螳螂目 Mantodea	螳科 Mantidae	广腹螳螂	<i>Hierodula patellifera</i>	1
2	螳螂目 Mantodea	螳科 Mantidae	中华大刀螳	<i>Paratenodea sinensis</i>	19
3	直翅目 Orthoptera	蟋蟀科 Gryllidae	长瓣树蟋	<i>Conocephalus exemptus</i>	9
4	直翅目 Orthoptera	锥头蝗科 Pyrgomorpha conica	短额负蝗	<i>Atractomorpha sinensis</i>	33
5	直翅目 Orthoptera	斑腿蝗科 Catantopidae	大斑外斑腿蝗	<i>Xenocatantops humilis</i>	5
6	直翅目 Orthoptera	斑腿蝗科 Catantopidae	短角外斑腿蝗	<i>Xenocatantops brachycerus</i>	4
7	半翅目 Hemiptera	猎蝽科 Reduviidae	中国螳蝥	<i>Cnizocoris sinensis</i>	18
8	半翅目 Hemiptera	长蝽科 Lygaeidae	白斑地长蝽	<i>Panaorus albomaculatus</i>	6
9	半翅目 Hemiptera	姬蝽科 Nabidae	姬蝽科一种	Nabidae sp.	1
10	半翅目 Hemiptera	姬蝽科 Nabidae	华姬蝽	<i>Nabis sinoferus</i>	1
11	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	珠蝽	<i>Rubiconia intermedia</i>	6
12	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	北曼蝽	<i>Menida scotti</i>	1
13	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	茶翅蝽	<i>Halyomorpha halys</i>	17
14	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	紫蓝曼蝽	<i>Menida violacea</i>	3
15	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	斑须蝽	<i>Dolycoris baccarum</i>	4
16	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	蝽	<i>Arma chinensis</i>	4
17	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	广二星蝽	<i>Eysarcoris ventralis</i>	15
18	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	横纹菜蝽	<i>Eurydema gebleri</i>	3
19	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	菜蝽	<i>Eurydema dominulus</i>	5
20	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	三点苜蓿盲蝽	<i>Adelphocoris fasciaticollis</i>	28
21	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	条赤须盲蝽	<i>Trigonotylus coelestialium</i>	30
22	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	黑食蚜盲蝽	<i>Deraeocoris punctulatus</i>	2
23	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	黑头苜蓿盲蝽	<i>Adelphocoris melanocephalus</i>	2
24	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	蒙古条斑翅盲蝽	<i>Tuponia mongolica</i>	2
25	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	绿后丽盲蝽	<i>Apolygus lucorum</i>	24

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448.
<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

序号 No.	目名 Order name	科名 Family name	种名 Chinese name of species	拉丁学名 Latin name of species	数量 Number of individuals
26	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	斑楔齿爪盲蝽	<i>Deraeocoris ater</i>	1
27	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	眼斑厚盲蝽	<i>Eurystylus coelestialium</i>	1
28	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	苜蓿盲蝽	<i>Adelphocoris</i> sp.	7
29	半翅目 Hemiptera	盲蝽科 Miridae	黑唇苜蓿盲蝽	<i>Adelphocoris nigritylus</i>	10
30	半翅目 Hemiptera	土蝽科 Cydnidae	圆阿土蝽	<i>Adomerus rotundus</i>	35
31	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	点蜂缘蝽	<i>Riptortus pedestris</i>	13
32	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	点伊缘蝽	<i>Rhopalus latus</i>	8
33	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	栗缘蝽	<i>Liorhyssus hyalinus</i>	2
34	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	开环缘蝽	<i>Stictopleurus minutus</i>	7
35	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	稻棘缘蝽	<i>Cletus punctiger</i>	17
36	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	宽棘缘蝽	<i>Cletus schmidtii</i>	5
37	半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae	波原缘蝽	<i>Coreus potanini</i>	4
38	半翅目 Hemiptera	长蝽科 Lygaeidae	小长蝽	<i>Nysius ericae</i>	343
39	半翅目 Hemiptera	长蝽科 Lygaeidae	红脊长蝽	<i>Tropidothorax elegans</i>	5
40	半翅目 Hemiptera	长蝽科 Lygaeidae	角红长蝽	<i>Lygaeus hansenii</i>	3
41	半翅目 Hemiptera	长蝽科 Lygaeidae	日本小长蝽	<i>Nysius plebejus</i>	1
42	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	侧斑异丽金龟	<i>Anoma laluculenta</i>	2
43	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	彩丽金龟	<i>Mimela</i> sp.	1
44	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	铜绿异丽金龟	<i>Anomala corpulenta</i>	4
45	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	中华弧丽金龟	<i>Popillia quadriguttata</i>	14
46	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	粗绿彩丽金龟	<i>Mimela holosericea</i>	6
47	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	无斑弧丽金龟	<i>Popillia mutans</i>	1
48	鞘翅目 Coleoptera	丽金龟科 Rutelidae	苍翅蓆丽金龟	<i>Bitopthera pallidipennis</i>	1
49	鞘翅目 Coleoptera	金龟科 Scarabaeidae	脊绿丽金龟	<i>Amnala aulax</i>	1
50	鞘翅目 Coleoptera	金龟科 Scarabaeidae	弱脊异丽金龟	<i>Anomala szcipennis</i>	2
51	鞘翅目 Coleoptera	金龟科 Scarabaeidae	蓝边矛丽金龟	<i>Callistethus plagiicollis</i>	3

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448.
<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

序号 No.	目名 Order name	科名 Family name	种名 Chinese name of species	拉丁学名 Latin name of species	数量 Number of individuals
52	鞘翅目 Coleoptera	花萤科 Cantharidae	喀氏丽花萤	<i>Themus cavaleriei</i>	2
53	鞘翅目 Coleoptera	花萤科 Cantharidae	里森氏丽花萤	<i>Themus licenti</i>	1
54	鞘翅目 Coleoptera	拟步甲科 Tenebrionidae	杂色栉甲	<i>Cteniopinus hypocrita</i>	1
55	鞘翅目 Coleoptera	叩甲科 Elateridae	筛胸梳爪叩甲	<i>Melanotus legatus</i>	8
56	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	十二斑褐菌瓢虫	<i>Vibbidia duodecimguttata</i>	7
57	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	双带盘瓢虫	<i>Coelophora biplagiata</i>	9
58	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	龟纹瓢虫	<i>Propylaea japonica</i>	10
59	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	异色瓢虫	<i>Harmonia axyridis</i>	79
60	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	黑缘红瓢虫	<i>Chilocorus rubidus</i>	1
61	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	红点唇瓢虫	<i>Chilocorus kuwanae</i>	1
62	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	双七瓢虫	<i>Coccinella quatuordecimpustulata</i>	11
			异色瓢虫十九斑变种	<i>Harmonia axyridis ab.</i>	
63	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae		<i>Ovemdecimpunctata</i>	1
64	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	二星瓢虫	<i>Adalia bipunctata</i>	2
65	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	四斑小瓢虫	<i>Scymnus (pullus) quadrillum</i>	1
66	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	中国双七星瓢虫	<i>Coccinula sinensis</i>	29
67	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	方斑瓢虫	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	1
68	鞘翅目 Coleoptera	瓢虫科 Coccinellidae	二十八星瓢虫	<i>Henosepilachna vigintioctopunctata</i>	1
69	鞘翅目 Coleoptera	象甲科 Curculionidae	紫薇梨象	<i>Pseudorobitis gibbus</i>	26
70	鞘翅目 Coleoptera	叶甲科 Chrysomelidae	紫穗槐豆象	<i>Acanthoscelides pallidipennis</i>	64
71	鞘翅目 Coleoptera	叶甲科 Chrysomelidae	黑额光叶甲	<i>Smaragdina nigrifrons</i>	44
72	鞘翅目 Coleoptera	叶甲科 Chrysomelidae	多带天牛	<i>Polyzonus fasciatus</i>	5
73	鞘翅目 Coleoptera	叶甲科 Chrysomelidae	蚤瘦花天牛	<i>Strangalia fortunei</i>	1
74	鞘翅目 Coleoptera	叶甲科 Chrysomelidae	黑角伞花天牛	<i>Corymbia succedanea</i>	1
75	双翅目 Diptera	蜂虻科 Bombyliidae	姬蜂虻	<i>Systropus sp.</i>	1
76	双翅目 Diptera	蜂虻科 Bombyliidae	浅翅斑蜂虻	<i>Hemipenthes velutina</i>	5

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448.
<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

序号 No.	目名 Order name	科名 Family name	种名 Chinese name of species	拉丁学名 Latin name of species	数量 Number of individuals
77	双翅目 Diptera	蜂虻科 Bombyliidae	北京斑翅蜂虻	<i>Bombylius beijingensis</i>	2
78	双翅目 Diptera	蜂虻科 Bombyliidae	戴云姬蜂虻	<i>Systropus daiyunshanus</i>	1
79	双翅目 Diptera	寄蝇科 Tachinidae	金龟长喙寄蝇	<i>Prosenia siberita</i>	1
80	双翅目 Diptera	寄蝇科 Tachinidae	乡蜗寄蝇	<i>Voria rurals</i>	1
81	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	丝光绿蝇	<i>Lucilia sericata</i>	2
82	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	大头金蝇	<i>Chrysomya megacephala</i>	1
83	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	红头丽蝇	<i>Calliphora vicina</i>	2
84	双翅目 Diptera	麻蝇科 Sarcophagidae	棕尾别麻蝇	<i>Boettcherisca peregrina</i>	2
85	双翅目 Diptera	蝇科 Muscidae	家蝇	<i>Musca domestica</i>	28
86	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	羽芒宽盾食蚜蝇	<i>Bombus ignitus</i>	6
87	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	食蚜蝇科一种		2
88	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	四条小食蚜蝇	<i>Paragus quadrfasciatus</i>	1
89	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	印度细腹食蚜蝇	<i>Sphaerophoria indiana</i>	3
90	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	黑带食蚜蝇	<i>Episyrphus balteata DeGeer</i>	1
91	双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae	紫额异巴食蚜蝇	<i>Allobaccha apicalis</i>	1
92	鳞翅目 Lepidoptera	尺蛾科 Geometridae	丝绵木金星尺蛾	<i>Abraxas suspecta</i>	8
93	鳞翅目 Lepidoptera	草螟科 Crambidae	四斑绢丝野螟	<i>Diaphania quadrimaculalis</i>	5
94	鳞翅目 Lepidoptera	草螟科 Crambidae	艾锥额野螟	<i>Loxostege aeruginalis</i>	1
95	鳞翅目 Lepidoptera	草螟科 Crambidae	桑绢丝野螟	<i>Glyphodes pyloalis</i>	1
96	鳞翅目 Lepidoptera	粉蝶科 Pieridae	东方菜粉蝶	<i>Pieris canidia</i>	10
97	鳞翅目 Lepidoptera	粉蝶科 Pieridae	圆翅小粉蝶	<i>Leptidea gigantea</i>	1
98	鳞翅目 Lepidoptera	粉蝶科 Pieridae	斑缘豆粉蝶	<i>Colias erate</i>	1
99	鳞翅目 Lepidoptera	粉蝶科 Pieridae	菜粉蝶	<i>Pieris rapae</i>	7
100	鳞翅目 Lepidoptera	凤蝶科 Papilionidae	丝带凤蝶	<i>Sericanus montelus</i>	12
101	鳞翅目 Lepidoptera	凤蝶科 Papilionidae	碧凤蝶	<i>Papilio bianor</i>	1
102	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	红斑洒灰蝶	<i>Satyrium ornata</i>	2

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448.
<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

序号 No.	目名 Order name	科名 Family name	种名 Chinese name of species	拉丁学名 Latin name of species	数量 Number of individuals
103	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	蓝灰蝶	<i>Everes argiades</i>	2
104	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	大斑霾灰蝶	<i>Maculinea arionides</i>	1
105	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	胡麻霾灰蝶青海亚种	<i>Maculinea teleius sinalcon</i>	1
106	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	雾驳灰蝶	<i>Bothrinia nebulosa</i>	6
107	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	多眼灰蝶	<i>Polyommatus erotides</i>	1
108	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	钮灰蝶华西亚种	<i>Acytolepis puspa gisca</i>	1
109	鳞翅目 Lepidoptera	灰蝶科 Lycaenidae	红灰蝶华北亚种	<i>Lycaena phlaeas chinensis</i>	1
110	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	青豹蛱蝶	<i>Argynnis sagana</i>	1
111	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	链环蛱蝶指名亚种	<i>Neptis pryri pryri</i>	1
112	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	云豹蛱蝶	<i>Argynnis anadyomene</i>	1
113	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	矍眼蝶	<i>Ypthima balda</i>	2
114	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	黄钩蛱蝶	<i>Polygonia caureum</i>	1
115	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	老豹蛱蝶	<i>Argynnis laodice</i>	3
116	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	爱珍眼蝶	<i>Coenonympha oedippus</i>	5
117	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	东亚矍眼蝶	<i>Ypthima motschulskyi</i>	3
118	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	幽矍眼蝶	<i>Ypthima conjuncta</i>	2
119	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	黄钩蛱蝶指名亚种	<i>Polygonia c-aureum c-aureum</i>	1
120	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	啡环蛱蝶广布亚种	<i>Neptis philyra excellens</i>	1
121	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	牧女珍眼蝶	<i>Coenonympha amaryllis</i>	2
122	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	锦瑟蛱蝶	<i>Seokia pratti</i>	1
123	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	红老豹蛱蝶	<i>Argyronome rulsana</i>	1
124	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	珍眼蝶属一种		1
125	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	小环蛱蝶	<i>Neptis sappho</i>	1
126	鳞翅目 Lepidoptera	弄蝶科 Hesperidae	双带弄蝶	<i>Lobocla bifasciata</i>	1
127	鳞翅目 Lepidoptera	弄蝶科 Hesperidae	黑弄蝶	<i>Daimio tethys</i>	4
128	鳞翅目 Lepidoptera	弄蝶科 Hesperidae	锦葵花弄蝶指名亚种	<i>Pyrgus malvae malvae</i>	1

韩艺茹, 薛琪琪, 宋厚娟, 祁靖宇, 高瑞贺, 崔绍朋, 门丽娜, 张志伟 (2022) 燕山地区访花昆虫多样性及其影响因子. 生物多样性, 30, 21448.
<https://www.biodiversity-science.net/CN/10.17520/biods.2021448>.

序号 No.	目名 Order name	科名 Family name	种名 Chinese name of species	拉丁学名 Latin name of species	数量 Number of individuals
129	鳞翅目 Lepidoptera	弄蝶科 Hesperidae	赭弄蝶属一种		1
130	鳞翅目 Lepidoptera	天蛾科 Sphingidae	黑边天蛾	<i>Hemaris affinis</i>	1
131	鳞翅目 Lepidoptera	夜蛾科 Noctuidae	桑剑纹夜蛾	<i>Acronicta major</i>	1
132	膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	细黄胡蜂	<i>Vespula flaviceps</i>	4
133	膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	黄缘蜾蠃	<i>Rhynchium quinquecinctum</i>	1
134	膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	黄边胡蜂	<i>Vespa crabro</i>	1
135	膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	日本佳盾蜾蠃	<i>Euodynerus nipanicus</i>	3
136	膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	金环胡蜂	<i>Vespa mandarinia</i>	1
137	膜翅目 Hymenoptera	胡蜂科 Vespidae	孔蜾蠃	<i>Eumenes punctatus</i>	6
138	膜翅目 Hymenoptera	泥蜂科 Sphecidae	沙泥蜂	<i>Ammophila sp.</i>	6
139	膜翅目 Hymenoptera	泥蜂科 Sphecidae	黄柄壁泥蜂	<i>Sceliphron madraspatanum</i>	1
140	膜翅目 Hymenoptera	泥蜂科 Sphecidae	皇冠大头泥蜂	<i>Philanthus coronatus</i>	1
141	膜翅目 Hymenoptera	姬蜂科 Ichneumonidae	螟蛉悬茧姬蜂	<i>Charops bicolor</i>	1
142	膜翅目 Hymenoptera	蜜蜂科 Apidae	意大利蜜蜂	<i>Apis mellifera ligustica</i>	14
143	膜翅目 Hymenoptera	蜜蜂科 Apidae	东亚无垫蜂	<i>Amegilla parhypata</i>	3
144	膜翅目 Hymenoptera	蜜蜂科 Apidae	东方蜜蜂	<i>Apis cerana</i>	3
145	膜翅目 Hymenoptera	土蜂科 Scoliidae	厚长腹土蜂	<i>Campsomeris grossa</i>	1
146	膜翅目 Hymenoptera	熊蜂科 Bombidae	疏熊蜂	<i>Bombus remotus</i>	4
147	膜翅目 Hymenoptera	熊蜂科 Bombidae	红光熊蜂	<i>Bombus ignitus</i>	2
148	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	日本弓背蚁	<i>Camponotus japonicus</i>	42
149	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	路舍蚁	<i>Tetramorium caespitum</i>	3
150	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	掘穴蚁	<i>Formica cunicularia</i>	2
151	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	新红须蚁	<i>Formica neorufibarbis</i>	1
152	膜翅目 Hymenoptera	切叶蜂科 Megachilidae	淡翅切叶蜂	<i>Megachile remota</i>	1
153	膜翅目 Hymenoptera	三节叶蜂科 Argidae	榆叶蜂	<i>Arge captiva</i>	1