

宁夏六盘山国家级自然保护区蝴蝶多样性调查

贺奇¹ 冯新华² 王新谱² 陈红兵² 杨锋^{3*}

(1. 宁夏农林科学院农作物研究所, 永宁 750105; 2. 宁夏大学农学院, 银川 750021;

3. 宁夏农垦集团有限公司, 银川 750001)

摘要: 为明确宁夏六盘山国家级自然保护区蝴蝶群落结构的多样性及其与季节变化特征的关系, 采用样线法于2017年4—9月对该保护区内3种不同生境中的蝴蝶群落结构及其多样性时间动态进行调查, 并对蝴蝶群落的多样性指数、丰富度指数、均匀度指数及优势度指数的变化进行分析。结果显示, 在该保护区内共记录蝴蝶标本1 030号, 隶属7科38属54种。在不同生境中, 眼蝶科Satyridae为优势类群, 相对多度为31.55%, 绢蝶科Parnassiidae为稀有类群, 相对多度为0.10%; 蛱蝶科Nymphalidae蝴蝶群落的多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均最高, 分别为1.52、3.53和0.96; 凤蝶科Papilionidae蝴蝶群落的优势度指数最高, 为0.67; 绢蝶科蝴蝶群落的丰富度指数、优势度指数和均匀度指数最低, 均为0。在不同调查时间内, 粉蝶科Pieridae蝴蝶群落的优势度指数和多样性指数均最高, 分别为0.80和2.30; 蛱蝶科蝴蝶群落的丰富度指数最高, 为3.53; 绢蝶科蝴蝶群落的均匀度指数最高, 为1.00, 但多样性指数、丰富度指数和优势度指数均最低, 为0。6月记录到的蝴蝶个体数最多, 为384只, 9月记录到的个体数最少, 仅21只。在物种的时间相似性方面, 9月与其它各月的相似性最低, 相似系数仅为0.13, 处于极不相似水平; 6月和7月的相似性最高, 相似系数为0.57, 处于中等相似水平, 其它调查时间的相似性均处于中等不相似水平。表明不同生境和季节的蝴蝶优势种可以作为对生境状况进行评估的指示类群, 生境差异性和干扰与蝴蝶群落的物种多样性密切相关, 保护六盘山国家级自然保护区植被的生境异质性和维持适度干扰是保护蝴蝶多样性的关键。

关键词: 六盘山国家级自然保护区; 蝴蝶; 物种多样性; 生境; 群落特征

Diversity of butterflies in Liupanshan National Nature Reserves of Ningxia

He Qi¹ Feng Xinhua² Wang Xinpu² Chen Hongbing² Yang Feng^{3*}

(1. Institute of Crop Research, Ningxia Academy of Agricultural Sciences, Yongning 750105, Ningxia Hui Autonomous Region, China; 2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, Ningxia Hui Autonomous Region, China;

3. Ningxia Agricultural Reclamation Group Co., Ltd., Yinchuan 750001, Ningxia Hui Autonomous Region, China)

Abstract: To study the relationship between the diversity of butterfly community and seasonal variation of different habitats in Liupanshan National Nature Reserve of Ningxia, the diversity of butterfly community and seasonal variation in the three habitats were investigated and the diversity index, richness index, evenness index and dominance index were analyzed by using the transect method from April to September in 2017. The results showed that a total of 1 030 individuals of butterflies belonging to 54 species, 38 genera and seven families were recorded in this study. In the different habitats, Satyridae was found to be dominant with the highest relative abundance (31.55%) compared with the rare species of Parnassiidae (0.10%). The diversity index, richness index and evenness index were the highest in Nymphalidae (1.52, 3.53 and 0.96, respectively). The dominance index in Papilionidae was the highest

基金项目: 宁夏青年科技人才托举工程项目, 宁夏自然科学基金(2019AAC03153), 宁夏农林科学院科技先导资金资助项目(NKYJ-18-15-2)

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: yf-407@163.com

收稿日期: 2019-06-29

(0.67); the richness index, dominance index and evenness index in Parnassiidae were the lowest (0 for all). In the different survey periods, Pieridae was found to be the highest in dominance index and diversity index (0.80 and 2.30, respectively); the richness index in Nymphalidae was the highest (3.53); the evenness index in Parnassiidae was the highest (1.00), but the diversity index, richness index and dominance index were the lowest (0 for all). The butterfly species richness was the highest with 384 individuals in June and the lowest (21 individuals) in September. Comparison of butterfly species similarity revealed that the similarity of 0.13 in September was the lowest compared with in other months, and there was a medium similarity of 0.57 between June and July; in other months, there was a medium dissimilarity with each other. The results indicated that the dominant species in different habitats and seasons could be used as indicator groups for determining habitat conditions, and the habitat variation and disturbance were closely related to the species diversity of butterfly communities and were the main factor for conserving butterfly diversity in Liupanshan National Nature Reserve.

Key words: Liupanshan National Nature Reserve; butterfly; species diversity; habitat; community characteristics

六盘山国家级自然保护区位于宁夏回族自治区(简称宁夏)南部,黄土高原西部,是我国西北地区重要的水源涵养基地和生态屏障,也是我国具有代表性的温带山地森林生态系统(房丽君和张雅林, 2010; 左甲虎等, 2018)。该保护区建立于1982年, 1988年被批准为国家级自然保护区,其动植物资源丰富,植被覆盖率超过80%,水资源丰富,气候四季分明,蝶类资源十分丰富(宁夏林业厅自然保护区办公室和宁夏六盘山自然保护区管理处, 1989)。蝶类是生物多样性研究中的热点类群之一,种类丰富,分布广泛,对环境的细微变化十分敏感。环境的改变能够迅速、准确地反映在蝴蝶的种群动态和群落结构特征中(旦智措等, 2018),蝴蝶常被公认为是生态环境监测和评价的指示性生物(Nelson, 2007; Kumar et al., 2009; 马方舟等, 2018)。因此,在六盘山国家级自然保护区开展蝴蝶多样性调查研究对于该保护区生态环境的监测具有重要的实践意义。

近年来,我国横断山区(黎璇等, 2009)、新疆东部天山(张鑫等, 2013)、浙江省括苍山自然保护区(李业乐等, 2018)和青海玉树高原(旦智措等, 2018)等地区都开展了蝶类多样性研究,在宁夏主要林区也开展了多次昆虫资源科学考察,对蝴蝶都有相关调查(贾彦霞等, 2008; 张云会等, 2014),但是对六盘山国家级自然保护区的蝶类多样性研究极少,仅房丽君和张雅林(2010)对六盘山国家自然保护区的蝶类多样性进行了调查,共记录了5科68属130种蝴蝶。近些年,六盘山地区的旅游业兴起,对六盘山及其周边林区进行了开发,为了解是否会影响该地区的生物多样性,本研究将针对人为干扰生境下六盘

山蝴蝶资源进行详细调查,对不同生境蝴蝶群落的多样性特征及季节变化进行分析。

生物多样性在生态系统中具有极其重要的地位,保护生物多样性能维持并改善生态环境。蝴蝶是生物资源重要的组成部分,也是生物多样性研究与保护的对象(Samways, 1993)。因此,本研究拟通过分析六盘山国家级自然保护区3类生境中蝴蝶群落的多样性,明确其多样性与时间、生境的关系,对蝴蝶群落相似性进行时间动态分析,探讨蝴蝶优势种群作为生境状况评估指示类群的可行性,以期六盘山国家级自然保护区的蝶类合理保护利用和环境质量监测提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

研究区域概况:宁夏六盘山国家自然保护区地处35°15'~35°41' N, 106°09'~106°31' E,横贯陕甘宁3个省区,总面积为6.78万hm²,是宁夏3大次生林区之一,黄河水系的泾河、清水河、葫芦河均发源于此,最高峰米缸山达2 942 m(高睿和张晓娥, 2009)。该地区属大陆性和海洋季风边缘气候,降雨充沛,水资源十分丰富,有大小河流60余条,年径流量为2.13亿m³,年蓄水能力逾8 000万t。森林茂密,气候湿润,山高谷深,地形复杂,土壤肥沃,动植物种类资源丰富,周边有大量农户耕地,种植荞麦、玉米、高粱、马铃薯和繁育树苗等。

仪器:LM-8000A气象仪,台湾路昌电子企业股份有限公司;捕虫网,网口直径28 cm,网深71 cm,手柄长大约74 cm,60目尼龙网纱,自制。

1.2 方法

1.2.1 研究区不同生境中蝴蝶的调查方法

根据宁夏六盘山国家级自然保护区及其边缘的植被特征和干扰类型,选择3种生境共设置6条样线进行调查。生境1位于冶家村,海拔为1 792.7~1 842.5 m,植被类型以栽培植被为主,多为繁育树苗,人为干扰强度中;生境2位于龙潭林场,海拔为1 860.0~1 894.0 m,植被类型为针阔混交林,人为干扰强度弱;生境3位于龙潭水库,海拔为1 850.6~1 873.7 m,植被类型以栽培植被及灌木为主,局部已被开发建设为旅游区,游人多,人为干扰强度高。每种生境中随机设置2条样线,每条样线长2 km,样线间距大于2 km,按100 m分段统计样线上的蝴蝶种类和数量。

调查时间为2017年4—9月,每月初调查1次,共调查6次,中间间隔约20 d,每种生境调查2 d,调查方法依据《生物多样性观测技术导则:蝴蝶》,尽量选择晴朗的天气进行观察,每日于蝶类活动频繁的9:00—17:00时段进行调查。调查时沿样线匀速前行,速度1.0~1.5 km/h,记录样线左右2.5 m、上方5.0 m、前方5.0 m范围内见到的所有蝴蝶种类和数量,不重复计数同一只个体和身后的蝴蝶,在水库边沿样线记录一侧宽度为5.0 m范围内的所有蝴蝶种类和数量。对于不能确定的种类,网捕后进行鉴定,种类确定后原地释放。当场不能确定的种类进行少量网捕并编号,带回实验室鉴定后统计记录。蝴蝶标本的鉴定依据《宁夏昆虫名录》(王希蒙等,1992)、《中国蝴蝶分类与鉴定》(周尧,1998)、《中国蝴蝶原色图鉴》(周尧,1999)、《中国蝶类志:上下卷》(周尧,1994)、《宁夏贺兰山昆虫》(王新谱和杨贵军,2010)进行。

1.2.2 研究区不同生境中蝴蝶群落的多样性分析

按照群落生态学的统计方法,采用相对多度、多样性指数、均匀度指数、优势度指数和丰富度指数分析不同生境中及不同调查时间里蝴蝶的群落结构和物种多样性。相对多度(relative abundance, R_a)是指群落中某一物种的多度占所有物种多度之和的百分比, $R_a = N_i/N \times 100\%$,式中, N_i 为物种*i*的个体数, N 为所有物种的个体数, $R_a \geq 10\%$ 者为优势类群, $1\% \leq R_a < 10\%$ 者为常见类群, $R_a < 1\%$ 者为稀有类群;蝴蝶群落物种多样性分析采用Shannon-Wiener多样性指数 H' , $H' = -\sum P_i \ln P_i$,其中 $P_i = N_i/N$, P_i 是第*i*种的个体比例;均匀度分析采用Pielou均匀度指数 J , $J = H'/\ln S$;优势度分析采用Simpson优势度指数 C , $C = \sum (n_i/N)^2$;

丰富度分析采用Margalef丰富度指数 D , $D = (S-1)/\ln N$ (赵志模和郭依泉,1990;马克平和刘玉明,1994;胡懿君等,2016)。

1.2.3 研究区不同生境中蝴蝶群落的相似性分析

为研究蝴蝶群落不同生境内的季节变化趋势及其与不同生境植被生长季节的相关关系,采用二项相似系数法评价蝴蝶群落的相似性,主要通过群落相似性系数进行表示。利用Jaccard公式计算相似性系数 I , $I = c/(a+b-c)$,式中: a 、 b 分别为不同采集次数的物种数, c 为采集的共有物种数。参照马克平和刘玉明(1994)方法进行群落相似性评价,即当相似性系数 < 0.25 ,为极不相似; $0.25 \leq$ 相似系数 < 0.50 ,为中等不相似; $0.50 \leq$ 相似系数 < 0.75 ,为中等相似; $0.75 \leq$ 相似系数 < 1.00 ,为极相似。

2 结果与分析

2.1 不同生境中蝴蝶科、属、种组成及分布

在冶家村生境中,灰蝶科Lycaenidae所占比例最高,为29.82%,其余蝴蝶科所占比例依次为眼蝶科Satyridae(28.28%)、粉蝶科Pieridae(24.68%)、蛱蝶科Nymphalidae(16.20%)、弄蝶科Hesperiidae(0.51%)、凤蝶科Papilionidae(0.51%)、绢蝶科Parnassiidae(0)。在龙潭林场生境中,眼蝶科所占比例最大,为37.16%,其次是蛱蝶科(21.71%)和灰蝶科(19.83%),所占比例最小的是凤蝶科(0),次低的是绢蝶科(0.21%)。在龙潭水库生境中,蛱蝶科种类最多,所占比例为32.10%,其次是粉蝶科(25.93%)和眼蝶科(22.84%),绢蝶科所占比例最小,为0(表1)。眼蝶科在这3种生境中都占据了较大的比例,而凤蝶科和绢蝶科所占比例最小。根据相对多度,眼蝶科为优势类群,相对多度为31.55%,绢蝶科为稀有类群,相对多度为0.10%。

冶家村生境的蝴蝶优势种分别为菜粉蝶Pieris rapae、斑缘豆粉蝶Colias erate、橙黄豆粉蝶Colias fieldii、灿福蛱蝶Fabriciana adippe、西冷珍蛱蝶Clossiana selenis、荨麻蛱蝶Aglais urticae、蟾眼蝶Triphysa phryne、牧女珍眼蝶Coenonympha amaryllis、爱珍眼蝶Coenonympha oedippus、亚洲白眼蝶Melanargia asiatica、多眼灰蝶Polyommatus erotides、红珠灰蝶Lycaeides argyrognomon。龙潭水库生境中的蝴蝶优势种分别为菜粉蝶、突角小粉蝶Leptidea amurensis、珍蛱蝶Clossiana gong、帝网蛱蝶Melitaea diamina、亚洲白眼蝶、蓝灰蝶Everes argiades。龙潭林场生境中的蝴蝶优势种分别为菜粉蝶、斑缘

豆粉蝶、突角小粉蝶、白钩蛱蝶 *Polygonia c-album*、白眼蝶、蓝灰蝶(表1)。其中,菜粉蝶和亚洲白眼蝶分别是这3种生境中的优势种。

表1 宁夏六盘山国家级自然保护区不同生境中蝴蝶的种类与数量

Table 1 Species and individual number of butterflies in different habitats in Liupanshan National Nature Reserves of Ningxia

科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Number of individuals				相对多度 (%) Relative abundance
			冶家村 Yeja Village	龙潭林场 Longtan forest farm	龙潭 水库 Longtan reservoir	合计 Total	
粉蝶科 Pieridae	钩粉蝶属 <i>Gonepteryx</i>	钩粉蝶 <i>Gonepteryx mahaguru</i>	1	3	4	8	0.78
		粉蝶属 <i>Pieris</i>					
		东方菜粉蝶 <i>Pieris canidia</i>	2	4	5	11	1.07
		菜粉蝶 <i>Pieris rapae</i>	41	11	9	61	5.92
		豆粉蝶 <i>Colias hyale</i>	1	0	0	1	0.10
		豆粉蝶属 <i>Colias</i>					
		斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i>	37	19	6	62	6.02
		橙黄豆粉蝶 <i>Colias fieldii</i>	11	9	2	22	2.14
		黎明豆粉蝶 <i>Colias hoes</i>	0	1	0	1	0.10
		小粉蝶属 <i>Leptidea</i>					
		突角小粉蝶 <i>Leptidea amurensis</i>	3	27	14	44	4.27
	襟粉蝶属 <i>Anthocharis</i>						
	红襟粉蝶 <i>Anthocharis cardamines</i>	0	0	1	1	0.10	
	绢粉蝶属 <i>Aporia</i>						
	暗色绢粉蝶 <i>Aporia bieti</i>	0	13	1	14	1.36	
	小计 Subtotal		96	87	42	225	21.84
蛱蝶科 Nymphalidae	钩蛱蝶属 <i>Polygonia</i>	白钩蛱蝶 <i>Polygonia c-album</i>	9	13	2	24	2.33
	福蛱蝶属 <i>Fabriciana</i>	蟾福蛱蝶 <i>Fabriciana nerippe</i>	0	8	4	12	1.17
		灿福蛱蝶 <i>Fabriciana adippe</i>	4	2	0	6	0.58
	红蛱蝶属 <i>Vanessa</i>	小红蛱蝶 <i>Vanessa cardui</i>	6	0	0	6	0.58
	红蛱蝶属 <i>Vanessa</i>	大红蛱蝶 <i>Vanessa indica</i>	0	0	1	1	0.10
	珍蛱蝶属 <i>Clossiana</i>	珍蛱蝶 <i>Clossiana gong</i>	11	8	4	23	2.23
		西冷珍蛱蝶 <i>Clossiana selenis</i>	12	2	5	19	1.84
	白斑迷蛱蝶属 <i>Mimathyma</i>	白斑迷蛱蝶 <i>Mimathyma schrenckii</i>	0	0	1	1	0.10
	麻蛱蝶属 <i>Aglais</i>	荨麻蛱蝶 <i>Aglais urticae</i>	20	1	1	22	2.14
	豹蛱蝶属 <i>Brenthis</i>	小豹蛱蝶 <i>Brenthis daphne</i>	0	0	4	4	0.39
		老豹蛱蝶 <i>Argyronome laodice</i>	0	1	4	5	0.49
	环蛱蝶属 <i>Neptis</i>	单环蛱蝶 <i>Neptis rivularis</i>	0	21	7	28	2.72
		重环蛱蝶 <i>Neptis alwina</i>	0	3	1	4	0.39
		黄环蛱蝶 <i>Neptis themis</i>	0	0	1	1	0.10
	孔雀蛱蝶属 <i>Inachis</i>	孔雀蛱蝶 <i>Aglais io</i>	1	7	0	8	0.78
	线蛱蝶属 <i>Limenitis</i>	扬眉线蛱蝶 <i>Limenitis helmanni</i>	0	18	3	21	2.04
	网蛱蝶属 <i>Melitaea</i>	帝网蛱蝶 <i>Melitaea diamina</i>	0	13	9	22	2.14
		兰网蛱蝶 <i>Melitaea bellona</i>	0	5	2	7	0.68
		大网蛱蝶 <i>Melitaea scotosia</i>	0	1	3	4	0.39
	琉璃蛱蝶属 <i>Kaniska</i>	琉璃蛱蝶 <i>Kaniska canace</i>	0	1	0	1	0.10
小计 Subtotal		63	104	52	219	21.26	
眼蝶科 Satyridae	蟾眼蝶属 <i>Triphysa</i>	蟾眼蝶 <i>Triphysa phryne</i>	8	0	0	8	0.78
	蛇眼蝶属 <i>Minois</i>	蛇眼蝶 <i>Minois dryas</i>	13	6	4	23	2.23
	仁眼蝶属 <i>Eumenis</i>	仁眼蝶 <i>Eumenis autonoe</i>	5	1	0	6	0.58
	阿芬眼蝶属 <i>Aphantopus</i>	阿芬眼蝶 <i>Aphantopus hyperanthus</i>	0	67	6	73	7.09
	珍眼蝶属 <i>Coenonympha</i>	牧女珍眼蝶 <i>Coenonympha amaryllis</i>	19	8	2	29	2.82
		爱珍眼蝶 <i>Coenonympha oedippus</i>	36	14	7	57	5.53
链眼蝶属 <i>Lopinga</i>	黄环链眼蝶 <i>Lopinga achine</i>	0	30	4	34	3.30	

续表 1 Continued

科 Family	属 Genus	种 Species	个体数 Number of individuals				相对多度 (%) Relative abundance
			冶家村 Yeja Village	龙潭林场 Longtan forest farm	龙潭 水库 Longtan reservoir	合计 Total	
	云眼蝶属 <i>Hyponephele</i>	居间云眼蝶 <i>Hyponephele interposita</i>	4	5	0	9	0.87
		西方云眼蝶 <i>Hyponephele dysdora</i>	2	2	0	4	0.39
	矍眼蝶属 <i>Ypthima</i>	矍眼蝶 <i>Ypthima balda</i>	0	0	3	3	0.29
	白眼蝶属 <i>Melanargia</i>	亚洲白眼蝶 <i>Melanargia asiatica</i>	23	45	11	79	7.67
	小计 Subtotal		110	178	37	325	31.55
灰蝶科 Lycaenidae	眼灰蝶属 <i>Polyommatus</i>	多眼灰蝶 <i>Polyommatus erotides</i>	77	2	5	84	8.16
	蓝灰蝶属 <i>Everes</i>	蓝灰蝶 <i>Everes argiades</i>	15	41	15	71	6.89
	红灰蝶属 <i>Lycaena</i>	红灰蝶 <i>Lycaena phlaeas</i>	1	7	0	8	0.78
	璃灰蝶属 <i>Celastrina</i>	璃灰蝶 <i>Celastrina argiola</i>	10	30	5	45	4.37
	红珠灰蝶属 <i>Lycaeides</i>	红珠灰蝶 <i>Lycaeides argyrognomon</i>	12	10	0	22	2.14
	洒灰蝶属 <i>Satyrrium</i>	优秀洒灰蝶 <i>Satyrrium eximium</i>	1	5	2	8	0.78
	小计 Subtotal		116	95	27	238	23.11
弄蝶科 Hesperiidae	弄蝶属 <i>Pyrgus</i>	锦葵花弄蝶 <i>Pyrgus malvae</i>	1	0	0	1	0.10
	银弄蝶属 <i>Carterocephlus</i>	白斑银弄蝶 <i>Carterocephlus christophi</i>	0	0	1	1	0.10
	赭弄蝶属 <i>Ochlodes</i>	小赭弄蝶 <i>Ochlodes venata</i>	1	10	1	12	1.17
	链弄蝶属 <i>Heteropterus</i>	链弄蝶 <i>Heteropterus morpheus</i>	0	4	1	5	0.49
	小计 Subtotal		2	14	3	19	1.85
凤蝶科 Papilionidae	凤蝶属 <i>Papilio</i>	柑橘凤蝶 <i>Papilio xuthus</i>	1	0	1	2	0.19
		金凤蝶 <i>Papilio machaon</i>	1	0	0	1	0.10
	小计 Subtotal		2	0	1	3	0.29
绢蝶科 Parnassiidae	绢蝶属 <i>Parnassius</i>	小红珠绢蝶 <i>Parnassius nomion</i>	0	1	0	1	0.10
	小计 Subtotal		0	1	0	1	0.10
合计 Total			389	479	162	1 030	100.00

2.2 蝴蝶群落的多样性特征

2.2.1 不同生境中蝴蝶群落的多样性特征

3种生境中共调查记录到蝴蝶7科38属54种1 030号标本。冶家村生境中共调查记录蝴蝶6科24属32种389号标本,龙潭林场生境中共调查记录6科30属41种479号标本,龙潭水库生境中共调查记录6科29属39种162号标本(表2)。冶家村和龙潭水库生境中蝴蝶群落的优势度指数相等并且均为

最高(0.76),龙潭林场生境中蝴蝶群落的优势度指数次之,为0.75,三者间相差不大。蝴蝶群落的均匀度指数则是在龙潭林场生境中最高,为0.85;在冶家村生境中最低,为0.77。蝴蝶群落的丰富度指数在龙潭水库生境中最高,为7.47,在冶家村生境中最低,为5.20。蝴蝶群落的多样性指数在龙潭水库生境中最高,其次是在龙潭林场生境中,在冶家村生境中最低,但三者间相差不大。

表 2 宁夏六盘山国家级自然保护区不同生境中蝴蝶群落多样性指数

Table 2 Diversity index of butterfly communities in different habitats in Liupanshan National Nature Reserves of Ningxia

生境 Habitat	科数 Family	属数 Genus	种数 Species	个体数 Individual number	多样性指数 Diversity index	丰富度指数 Richness index	优势度指数 Dominance index	均匀度指数 Evenness index
冶家村 Yeja Village	6	24	32	389	2.17	5.20	0.76	0.77
龙潭林场 Longtan forest farm	6	30	41	479	2.21	6.48	0.75	0.85
龙潭水库 Longtan reservoir	6	29	39	162	2.22	7.47	0.76	0.79

2.2.2 不同生境科级水平蝴蝶群落的多样性特征

3个生境中共记录到眼蝶科蝴蝶325只、灰蝶科

蝴蝶238只、粉蝶科蝴蝶225只、蛱蝶科蝴蝶219只、弄蝶科蝴蝶19只、凤蝶科蝴蝶3只、绢蝶科蝴蝶1只、

相对多度分别为31.55%、23.11%、21.84%、21.26%、1.85%、0.29%和0.10%。

不同生境中,蛱蝶科蝴蝶群落的多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均最高,分别为1.52、3.53和

0.96,且优势度指数为0.64仅次于凤蝶科的0.67;绢蝶科蝴蝶群落的多样性指数为1.00,但丰富度指数、均匀度指数和优势度指数均最小,都为0(表3)。

表3 宁夏六盘山国家级自然保护区不同生境中科级水平蝴蝶群落的多样性特征
Table 3 Diversity characteristics of butterfly communities at family level in different habitats in Liupanshan National Nature Reserves of Ningxia

科名 Family	个体数 Number of individuals			多样性指数 Diversity index	丰富度指数 Richness index	优势度指数 Dominance index	均匀度指数 Evenness index
	冶家村 Yeji Village	龙潭林场 Longtan forest farm	龙潭水库 Longtan reservoir				
	粉蝶科 Pieridae	96	87				
蛱蝶科 Nymphalidae	63	104	52	1.52	3.53	0.64	0.96
眼蝶科 Satyridae	110	178	37	1.36	1.73	0.57	0.86
灰蝶科 Lycaenidae	116	95	27	1.39	0.73	0.59	0.88
弄蝶科 Hesperidae	2	14	3	1.09	1.02	0.44	0.69
凤蝶科 Papilionidae	2	0	1	0.92	0.91	0.67	0.92
绢蝶科 Parnassiidae	0	1	0	1.00	0.00	0.00	0.00

2.2.3 不同调查时间科级水平蝴蝶群落的多样性特征

4月调查记录到的粉蝶科个体数最多,为24只,蛱蝶科个体数为15只,凤蝶科和绢蝶科的个体数最少,均为0。5月调查记录到的灰蝶科个体数最多,为57只,其次为粉蝶科,个体数为35只。6月调查记录到的眼蝶科个体数最多,为139只,其次为蛱蝶科,个体数为95只。7月调查记录到的眼蝶科个体数最多,为155只,绢蝶科的个体数最少,仅1只,其它科蝴蝶则介于两者之间。8月调查记录到的粉蝶科个体数最多,为50只,其次是灰蝶科和蛱蝶科,个体数分别为28只和24只,弄蝶科和绢蝶科的个体数

最低,均为0。其中,凤蝶科仅调查到3只、绢蝶科仅调查到1只,因此凤蝶科和绢蝶科是宁夏六盘山国家级自然保护区的稀有科。总体上看,在6月调查记录到的蝴蝶个体数最多,为384只;在9月调查记录到的个体数最少,仅21只,且只调查采集到粉蝶科、蛱蝶科和灰蝶科(表4)。

在不同调查时间内,粉蝶科蝴蝶群落的优势度指数和多样性指数均最高,分别为0.80和2.30;蛱蝶科蝴蝶群落的丰富度指数最高,为3.53;绢蝶科蝴蝶群落的均匀度指数最高,为1.00,但多样性指数、丰富度指数和优势度指数均最低,都为0(表4)。

表4 宁夏六盘山国家级自然保护区不同调查时间科级水平蝴蝶群落的多样性特征
Table 4 Diversity characteristics of butterflies at family level at different investigation periods in Liupanshan National Nature Reserves of Ningxia

科名 Family	个体数 Number of individuals						多样性指数 Diversity index	丰富度指数 Richness index	优势度指数 Dominance index	均匀度指数 Evenness index
	4月 April	5月 May	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September				
	粉蝶科 Pieridae	24	35	54	52	50				
蛱蝶科 Nymphalidae	15	15	95	67	24	3	1.91	3.53	0.68	0.82
眼蝶科 Satyridae	9	19	139	155	3	0	1.47	1.73	0.58	0.63
灰蝶科 Lycaenidae	6	57	85	54	28	8	2.03	0.73	0.74	0.87
弄蝶科 Hesperidae	1	1	11	6	0	0	1.43	1.02	0.59	0.71
凤蝶科 Papilionidae	0	0	0	2	1	0	0.92	0.91	0.67	0.92
绢蝶科 Parnassiidae	0	0	0	1	0	0	0.00	0.00	0.00	1.00
总结 Total	55	127	384	337	106	21				

2.4 不同调查时间蝴蝶群落的相似性

在六盘山国家级自然保护区3种不同生境中,

从物种的时间相似性方面进行分析,发现6月和7月的蝴蝶群落相似性较大,相似系数为0.57,处于中等

相似水平。9月与各月的相似性都较小,相似系数最低,为0.13,处于极不相似水平。其它调查时间的蝴蝶群落相似性均处于中等不相似水平(表5)。

表5 宁夏六盘山国家级自然保护区不同调查时间蝴蝶群落相似性

Table 5 Similarity of butterfly communities at different investigation periods in Liupanshan National Nature Reserves of Ningxia

月份 Month	4月 April	5月 May	6月 June	7月 July	8月 August	9月 September
4月 April		0.33	0.28	0.33	0.41	0.14
5月 May	7		0.30	0.41	0.34	0.21
6月 June	6	11		0.57	0.40	0.19
7月 July	9	11	21		0.33	0.20
8月 August	9	11	10	13		0.13
9月 September	3	6	4	6	2	

左下三角为共有种群数,右上三角为相似性系数。The lower left triangle is number of common species, and the upper right triangle is the similarity coefficient.

3 讨论

本研究结果显示,宁夏六盘山国家级自然保护区3种典型生境中共调查记录到7科38属54种蝴蝶,且发现了新记录科绢蝶科;在不同生境中,蛱蝶科蝴蝶群落的多样性指数、丰富度指数和均匀度指数均最高,而绢蝶科蝴蝶群落的优势度指数、丰富度指数和均匀度指数均最低,凤蝶科蝴蝶群落的优势度指数最高但多样性指数最低;蛱蝶科数量在3种生境中均较多且分布均匀,弄蝶科数量均较少,分布不均;凤蝶科共调查到3只,分布于冶家村和龙潭林场;绢蝶科只调查到1只,是该保护区中新记录科。房丽君和张雅林(2010)在宁夏六盘山国家自然保护区调查记录了蝴蝶5科68属130种,较本研究中调查记录到的蝴蝶数多。可能原因是本次调查选择了六盘山国家自然保护区3种典型的生境,多了人为干扰因素的影响,且这类生境中主要以栽培植物为主。植物环境是蝴蝶赖以生存的基础,也是蝴蝶的食物来源,决定了蝴蝶的分布要以寄主植物为中心,因此植被丰富程度和植物种类组成可以影响蝶类群落的构成(Weibull et al., 2000; Vu, 2009)。

根据Connell(1978)提出的中度干扰假说,人类活动的适当干扰可以提高环境的空间异质性,为昆虫提供多样的栖息环境,从而提高蝴蝶物种的多样性。也有研究表明,局部干扰比影响蝴蝶结构组成的景观因素更为重要,可以提供额外的资源,能提高蝴蝶的丰富度,维持较大的蝴蝶群落结构(Bhardwaj et al., 2012; 洪雪萌等, 2018; Riva et al., 2018)。因此在不同生境中,人工干扰强度强的龙潭水库生境中蝴蝶群落的多样性指数最高,该生境中植被较丰富、水源居多,有游客活动;人工干扰强度中的冶

家村生境中蝴蝶群落的多样性指数最低,该生境中植被是栽培植物,存在人为施用一定农药的现象,可能会在一定程度上造成蝴蝶多样性降低;龙潭林场生境人工干扰强度弱,但是因为龙潭林场植被类型相对丰富,为针阔混交林,所以龙潭林场生境中蝴蝶群落的多样性指数中等,这也充分证明了生境越复杂,蝶类种类越丰富。

本研究结果显示,不同调查时间里蝴蝶在每个月份的优势类群明显不同,6月和7月调查到的蝴蝶个体数最多,分别为384只和337只,蝴蝶个体数最少的是9月,仅21只。在宁夏六盘山国家级自然保护区,9月时蜜源少且温度较低,不适宜蝴蝶栖息,而6月和7月温度适宜、植物种类丰富度高,更适合蝴蝶生存与繁衍。通过对不同调查时间蝴蝶群落相似性发现,6月和7月蝴蝶群落相似性系数最大且处于中等相似水平,可能是由于天气变暖、蜜源植物增加和寄主植物生长期符合蝴蝶成虫羽化的时间,表现出一定的适应特性,对蝴蝶的生存和活动有明显的促进作用,蝴蝶的种类会大幅增加,从而导致6月和7月的蝴蝶群落相似性系数增大。Menéndez et al. (2007)研究发现温度也是影响蝶类分布的最主要因素之一,蝴蝶活动的温度范围是16~34℃,在23~34℃范围内最活跃,在蝴蝶生活动作的温度范围内,基本上蝴蝶的种类和数量随着温度的升高而增加。

昆虫群落特征指数是反映群落结构水平的重要依据,不仅代表了群落的多样性、丰富度、均匀度等变化规律,在一定程度上也体现了其所处的地理、生存环境状况(赵紫华等, 2015; 2016; 胡文超等, 2018)。本研究结果表明,从不同生境的蝴蝶群落多样性指数来看,多样性指数最高的是人工干扰程度

最强的龙潭水库生境,多样性指数最低的是人工干扰程度最弱的冶家村生境。因此,在蝴蝶生境保护中,应进行适度的人工干扰,增加生境植物丰富度。同时,大力促进人工植被的天然化,增加植被和生境类型的多样性和异质性,在空间配置上提高景观多样性,才能提高蝴蝶物种多样性(贺奇等,2011)。

参 考 文 献 (References)

- Bhardwaj M, Uniyal VP, Sanyal AK, Singh AP. 2012. Butterfly communities along an elevational gradient in the Tons valley, western Himalayas: implications of rapid assessment for insect conservation. *Journal of Asia Pacific Entomology*, 15(2): 207–217
- Connell JH. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335): 1302–1310
- Dan ZC, Bao M, Ma CX, Li LL, Hao HW, Cheng F, Cai XZM, Chen ZN. 2018. Community structure and butterfly diversity in different habitat types in the Qinghai Yushu plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 38(21): 7557–7564 (in Chinese) [旦智措, 鲍敏, 马存新, 李雷雷, 郝会文, 成帆, 才项卓玛, 陈振宁. 2018. 青海玉树高原不同生境类型蝶类群落结构与多样性. *生态学报*, 38(21): 7557–7564]
- Fang LJ, Zhang YL. 2010. Community structure and diversity of butterfly in Mt. Liupanshan National Nature Reserve of Ningxia, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 21(4): 973–978 (in Chinese) [房丽君, 张雅林. 2010. 宁夏六盘山国家自然保护区蝶类群落结构和多样性. *应用生态学报*, 21(4): 973–978]
- Gao R, Zhang XE. 2009. Investigation report on forest protection in Liupanshan. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, (6): 97–98 (in Chinese) [高睿, 张晓娥. 2009. 六盘山森林资源保护调研报告. *宁夏农林科技*, (6): 97–98]
- He Q, Wang XP, Yang GJ. 2011. Species diversity of carabid beetles in desert steppe in Yanchi of Ningxia, China. *Acta Ecologica Sinica*, 31(4): 923–932 (in Chinese) [贺奇, 王新谱, 杨贵军. 2011. 宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性. *生态学报*, 31(4): 923–932]
- Hong XM, Ge XY, Li JL. 2018. Butterfly diversity and its influencing factors in Saihanwula Nature Reserve. *Biodiversity Science*, 26(6): 590–600 (in Chinese) [洪雪萌, 戈昕宇, 李俊兰. 2018. 赛罕乌拉自然保护区蝶类多样性及其影响因素. *生物多样性*, 26(6): 590–600]
- Hu WC, He DH, Guan XQ, Liu JH, Zhao ZH. 2018. Community diversity and temporal dynamics of spiders in alfalfa fields under three different cropping patterns in Yinchuan Plain. *Journal of Plant Protection*, 45(2): 272–281 (in Chinese) [胡文超, 贺达汉, 关晓庆, 刘军和, 赵紫华. 2018. 银川平原不同种植模式下苜蓿田地蜘蛛群落多样性及时间动态模拟. *植物保护学报*, 45(2): 272–281]
- Hu YJ, Zhao YS, Chen L, Hong B, Guan XQ, He DH. 2016. Community diversity and population dynamics of dominant parasitoids and hyperparasitoids of wheat aphids in Zhongning County, Ningxia. *Journal of Plant Protection*, 43(4): 662–669 (in Chinese) [胡懿君, 赵映书, 陈龙, 洪波, 关晓庆, 贺达汉. 2016. 宁夏中宁县麦蚜寄生蜂群落多样性及优势种群动态. *植物保护学报*, 43(4): 662–669]
- Jia YX, Hu TH, Yang GJ, Wang XP, Wang JF. 2008. Study on community diversity of butterfly in Helan Mountain Nature Reserve. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 36(30): 13197–13199, 13233 (in Chinese) [贾彦霞, 胡天华, 杨贵军, 王新谱, 王继飞. 2008. 宁夏贺兰山国家级自然保护区蝴蝶多样性研究. *安徽农业科学*, 36(30): 13197–13199, 13233]
- Kumar S, Simonson SE, Stohlgren TJ. 2009. Effects of spatial heterogeneity on butterfly species richness in Rocky Mountain National Park, CO, USA. *Biodiversity and Conservation*, 18(3): 739–763
- Li X, Yuan XZ, Deng HL. 2009. Vertical distribution and diversity of butterflies in Hengduan Mountains, Southwest China. *Chinese Journal of Ecology*, 28(9): 1847–1852 (in Chinese) [黎璇, 袁兴中, 邓合黎. 2009. 横断山区蝶类的垂直分布及其多样性. *生态学杂志*, 28(9): 1847–1852]
- Li YL, Chen CT, Zhou LY, Cen WS, Wu PN, Qi X. 2018. Study on the diversity of butterfly in the Kuocang Mountain Nature Reserve, Zhejiang Province. *Hubei Agricultural Sciences*, 57(14): 56–59 (in Chinese) [李业乐, 陈春棠, 周丽娅, 岑王莎, 吴佩妮, 齐鑫. 2018. 浙江省括苍山自然保护区蝴蝶多样性研究. *湖北农业科学*, 57(14): 56–59]
- Ma FZ, Xu HG, Chen MM, Tong WJ, Wang CB, Cai L. 2018. Progress in construction of China butterfly diversity observation network (China BON-Butterflies). *Journal of Ecology and Rural Environment*, 34(1): 27–36 (in Chinese) [马方舟, 徐海根, 陈萌萌, 童文君, 王晨彬, 蔡蕾. 2018. 全国蝴蝶多样性观测网络(China BON-Butterflies)建设进展. *生态与农村环境学报*, 34(1): 27–36]
- Ma KP, Liu YM. 1994. Measurement of biotic community diversity: I α diversity (part 2). *Chinese Biodiversity*, 2(4): 231–239 (in Chinese) [马克平, 刘玉明. 1994. 生物群落多样性的测度方法: I α 多样性的测度方法(下). *生物多样性*, 2(4): 231–239]
- Menéndez R, González-Megías A, Collingham Y, Fox R, Roy DB, Ohlemüller R, Thomas CD. 2007. Direct and indirect effects of climate and habitat factors on butterfly diversity. *Ecology*, 88(3): 605–611
- Nature Reserve Office of Ningxia Forestry Department, Administration of Ningxia Liupanshan Nature Reserve. 1989. Scientific expedition of Liupanshan National Nature Reserve. Yinchuan: Ningxia People's Press (in Chinese) [宁夏林业厅自然保护区办公室, 宁夏六盘山自然保护区管理处. 1989. 六盘山国家级自然保护区科学考察. 银川: 宁夏人民出版社]
- Nelson SM. 2007. Butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) as potential ecological indicators of riparian quality in the semiarid western United States. *Ecological Indicators*, 7(2): 469–480

- Riva F, Acorn JH, Nielsen SE. 2018. Localized disturbances from oil sands developments increase butterfly diversity and abundance in Alberta's boreal forests. *Biological Conservation*, 217: 173–180
- Samways MJ. 1993. Insect in biodiversity conservation: some perspective and directives. *Biodiversity and Conservation*, 2(3): 258–282
- Vu LV. 2009. Diversity and similarity of butterfly communities in five different habitat types at Tam Dao National Park, Vietnam. *Journal of Zoology*, 277(1): 15–22
- Wang XM, Ren GD, Liu RG. 1992. Insect checklist of Ningxia. Xi'an: Shaanxi Normal University Press (in Chinese) [王希蒙, 任国栋, 刘荣光. 1992. 宁夏昆虫名录. 西安: 陕西师范大学出版社]
- Wang XP, Yang GJ. 2010. Insects of Helan mountains in Ningxia. Yinchuan: Ningxia People's Press (in Chinese) [王新谱, 杨贵军. 2010. 宁夏贺兰山昆虫. 银川: 宁夏人民出版社]
- Weibull AC, Bengtsson J, Nohlgren E. 2000. Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography*, 23(6): 743–750
- Zhang X, Hu HY, Lü ZZ. 2013. Butterfly diversity and vertical distribution in eastern Tianshan Mountain in Xinjiang. *Acta Ecologica Sinica*, 33(17): 5329–5338 (in Chinese) [张鑫, 胡红英, 吕昭智. 2013. 新疆东部天山蝶类多样性及其垂直分布. *生态学报*, 33(17): 5329–5338]
- Zhang YH, Wang ZX, Wang XP, Jia YX. 2014. Species diversity and fauna characteristics of butterfly in 3 major forest areas of Ningxia. *Journal of West China Forestry Science*, 43(5): 76–80, 86 (in Chinese) [张云会, 王章训, 王新谱, 贾彦霞. 2014. 宁夏3大林区蝶类多样性及其区系特征. *西部林业科学*, 43(5): 76–80, 86]
- Zhao ZH. 2016. From “integrated pest management” to “ecologically based pest management”. *Chinese Science Bulletin*, 61(18): 2027–2034 (in Chinese) [赵紫华. 2016. 从害虫“综合治理”到“生态调控”. *科学通报*, 61(18): 2027–2034]
- Zhao ZH, Gao F, He DH, Ge F. 2015. Ecologically based pest management at multiple spatial scales. *Scientia Sinica Vitae*, 45(8): 755–767 (in Chinese) [赵紫华, 高峰, 贺达汉, 戈峰. 2015. 多尺度空间下害虫生态调控理论与应用. *中国科学: 生命科学*, 45(8): 755–767]
- Zhao ZM, Guo YQ. 1990. Principle and methods of community ecology. Chongqing: Chongqing Branch of Scientific and Technical Literature Press, pp. 147–172 (in Chinese) [赵志模, 郭依泉. 1990. 生境类型生态学原理和方法. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, pp. 147–172]
- Zhou Y. 1994. Monographia Rhopalocerorum Sinensium/Monograph of Chinese butterflies: volume 1–2. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House (in Chinese) [周尧. 1994. 中国蝶类志: 上下卷. 郑州: 河南科学技术出版社]
- Zhou Y. 1998. Classification and identification of butterflies in China. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House (in Chinese) [周尧. 1998. 中国蝴蝶分类与鉴定. 郑州: 河南科学技术出版社]
- Zhou Y. 1999. Illustrated handbook of Chinese butterfly with primary color. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House (in Chinese) [周尧. 1999. 中国蝴蝶原色图鉴. 郑州: 河南科学技术出版社]
- Zuo JH, Gong DJ, Chen Z, Huang QT. 2018. Population dynamics and conservation of amphibians in Liupan Mountain Nature Reserve. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 32(4): 75–79 (in Chinese) [左甲虎, 龚大洁, 陈章, 黄荣通. 2018. 六盘山自然保护区两栖类种群动态与保护研究. *干旱区资源与环境*, 32(4): 75–79]

(责任编辑: 李美娟)