

# 河北省唐山市2007—2018年蚊密度和蚊类多样性特征

运玲, 王福才, 李树双, 高庆华, 王秀英, 商秀丽, 晁亦舒, 刘媛媛, 董荣轩  
唐山市疾病预防控制中心消毒杀虫科, 河北 唐山 063000

**摘要:** **目的** 了解唐山市蚊密度的季节消长情况及蚊类多样性, 为有效防制蚊虫提供科学依据。**方法** 利用唐山市2007—2018年5—10月在城市居民区、公园、医院、郊区民房和牲畜棚5个监测点灯诱法所获的蚊类监测数据和资料, 对不同年月、生境的蚊种密度、物种多样性及季节消长情况进行了测定、比较和分析。采用物种多样性指数、均匀度指数、优势度指数和种群相对多度研究蚊虫多样性特征。**结果** 共捕获淡色库蚊、三带喙库蚊、凶小库蚊、迷走库蚊、褐尾库蚊、白纹伊蚊、刺扰伊蚊、背点伊蚊、中华按蚊和八代按蚊10种蚊种, 蚊总密度为1.70只/(灯·h), 其中淡色库蚊密度最高, 为1.65只/(灯·h); 不同年份不同蚊种的构成不同( $\chi^2=3\,393.930$ ,  $P<0.001$ ); 在不同生境中, 以牲畜棚的密度最高, 为2.94只/(灯·h)。从不同生境物种多样性指数分析看, 居民区多样性指数和均匀度指数均最高, 分别为0.23和0.14, 农村民房优势度指数最高, 为0.98。蚊密度的季节消长呈单峰曲线, 高峰出现在7月, 为3.75只/(灯·h)。物种多样性指数和均匀度指数均在8月最高, 分别为0.31和0.17; 10月优势度指数最高, 为0.99。**结论** 淡色库蚊为唐山市的优势蚊种, 牲畜棚蚊密度最高, 居民区蚊种最多, 不同蚊种的密度最均匀, 农村民房优势度最高; 7月蚊密度最高, 8月蚊种最多, 不同蚊种的密度最均匀, 10月优势度最高。

**关键词:** 蚊虫; 密度; 物种多样性; 消长; 唐山市

中图分类号: R384.1

文献标志码: A

文章编号: 1003-8280(2020)03-0325-06

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2020.03.016

## Seasonal variation of mosquito density and species diversity in Tangshan, Hebei province, China, 2007–2018

YUN Ling, WANG Fu-cai, LI Shu-shuang, GAO Qing-hua, WANG Xiu-ying, SHANG Xiu-li,  
CHAO Yi-shu, LIU Yuan-yuan, DONG Rong-xuan

Tangshan Center for Disease Control and Prevention, Tangshan 063000, Hebei Province, China

Supported by the Key Issues of Medical Science Research in Hebei Province (No. 20171386)

**Abstract:** **Objective** To investigate the seasonal variation of mosquito density and species diversity of mosquitoes in Tangshan, China, and to provide a scientific basis for effective mosquito prevention and control. **Methods** The mosquito surveillance data were obtained, using the light-trap method, from five surveillance sites in urban residential areas, parks, hospitals, suburban residential areas, and livestock sheds, in Tangshan, from May to October of each year during 2007–2018. The data were then used for measurement, comparison, and analysis of the density, species diversity, and seasonal variation of mosquitoes in different years/months and habitats. In this study, the Shannon-Wiener diversity index, Pielou uniformity index, Berger-Parker dominance index, and relative species abundance were used to study the diversity of mosquitoes. **Results** A total of 10 mosquito species were captured, i.e., *Culex pipiens pallens*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *Cx. modestus*, *Cx. vagans*, *Cx. fuscans*, *Aedes albopictus*, *Ae. vexans*, *Ae. dorsalis*, *Anopheles sinensis*, and *An. yatsushiroensis*. The mosquito density was 1.70 mosquitoes/light · hour, with the highest density observed for *Cx. pipiens pallens* (1.65 mosquitoes/light · hour). The composition of different mosquito species was different in different years ( $\chi^2 = 3\,393.930$ ,  $P < 0.001$ ). Among the different habitats, livestock sheds had the highest density of 2.94 mosquitoes/light · hour. According to the analysis of species diversity indices in different habitats, the diversity index and uniformity index of residential areas were the highest (0.23 and 0.14, respectively), and the dominance index of rural residential areas was the highest (0.98). The seasonal variation curve of mosquito density was unimodal, with a peak (3.75 mosquitoes/light · hour) observed in July. The species diversity index and uniformity index were the highest in August (0.31 and 0.17, respectively), and the dominance index was the highest in October (0.99). **Conclusion** *Culex pipiens pallens* is the dominant mosquito species in

基金项目: 河北省2017年度医学科学研究重点课题计划(20171386)

作者简介: 运玲, 女, 副主任医师, 主要从事病媒生物防制工作, Email: 845689649@qq.com

Tangshan. The highest mosquito density was observed in livestock sheds, and the mosquito species were most abundant in residential areas, with the most uniform density of different mosquito species. The highest dominance index was observed in rural houses. The highest mosquito density was observed in July, and the mosquito species was most abundant in August, with the most uniform density of different mosquito species, the highest dominance index was observed in October.

**Key words:** Mosquito; Density; Species diversity; Variation; Tangshan

唐山市位于渤海湾中心地带,东依滦河,南临渤海,属于暖温带半湿润季风型气候,夏季受海洋暖湿气团影响,高温、高湿、降雨量大且降雨次数多,地理环境和气候条件较适宜蚊虫的孳生和繁殖。蚊虫是多种虫媒传染病重要媒介,为了解唐山市蚊类的组成及群落特征、物种多样性及季节消长等情况,本研究收集和应用 2007—2018 年各年 5—10 月唐山市市区蚊种的监测数据,对不同年月、不同生境的蚊种密度、多度、物种多样性及消长情况进行了测定、比较和分析,为当地蚊媒疾病的防控提供参考依据。

## 1 材料与方法

**1.1 监测方法** 按照《全国病媒生物监测方案(试行)》<sup>[1]</sup>的蚊虫监测方案,选用诱蚊灯法,在唐山市区选取居民区、公园、医院,在郊区选取民房和牲畜棚 5 种监测生境,每个监测点布放 1 盏诱蚊灯,日落后 20 min 开始监测,连续监测 6 h,每年 5—10 月进行,每月监测 2 次。

**1.2 鉴定方法** 蚊虫鉴定种类的方法按照《中国重要医学昆虫分类与鉴定》<sup>[2]</sup>。

**1.3 统计分析** 使用 Excel 2007 和 SPSS 22.0 软件进行数据处理,对蚊种的构成采用  $\chi^2$  检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。根据物种多样性指数( $H'$ )、均匀度指数( $J$ )、优势度指数( $D$ )和种群相对多度( $R_a$ )研究蚊虫多样性特征,计算公式如下<sup>[3-5]</sup>:

$$H' = \sum_{i=1}^S (N_i/N) \times \ln(N_i/N), \text{式中 } N_i \text{ 表示第 } i \text{ 种的个体数,}$$

$N$  为总个体数,  $S$  为物种总数。

$$J = H' / \ln S, \text{式中 } H' \text{ 表示多样性指数, } S \text{ 为物种总数。}$$

$D = n_{\max}/N$ , 式中  $n_{\max}$  为群落中最大物种的个体数,  $N$  为总个体数。

$$R_a = N_i / N \times 100\%, \text{式中 } N_i \text{ 表示第 } i \text{ 种的个体数, } N \text{ 为总个体数。}$$

## 2 结果

**2.1 不同年份蚊种密度及相对多度** 共捕获蚊虫 3 亚科 3 属 10 种 25 416 只,蚊虫总密度为 1.70 只/(灯·h)。其中库蚊属有 5 种,分别为淡色库蚊(*Culex pipiens pallens*),相对多度为 96.96%,为优势种,密度为 1.65 只/(灯·h);三带喙库蚊(*Cx. tritaeniorhynchus*)、凶小库蚊(*Cx. modestus*)、迷走库蚊(*Cx. vagans*)和褐

尾库蚊(*Cx. fuscus*)的密度和相对多度见表 1。伊蚊属有 3 种,分别为白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)、刺扰伊蚊(*Ae. vexans*)和背点伊蚊(*Ae. dorsalis*),按蚊属有 2 种,分别为中华按蚊(*Anopheles sinensis*)和八代按蚊(*An. yatsushiroensis*),其相对多度和密度见表 1。不同年份成蚊种群构成不同( $\chi^2 = 3\ 393.930$ ,  $P < 0.001$ )。

**2.2 不同生境蚊种密度及相对多度** 不同生境蚊种密度从高到低的顺序为牲畜棚、农村民房、医院、公园和居民区,密度分别为 2.94、1.53、1.52、1.31 和 1.19 只/(灯·h),5 种生境中均以淡色库蚊为主,不同生境不同蚊种密度及其相对多度见表 2。

**2.3 不同生境蚊类的物种多样性** 唐山市 2007—2018 年居民区中的蚊种丰富度为 5 种,公园、医院和农村民房中蚊种的丰富度均为 6 种,牲畜棚中为 7 种,牲畜棚的物种丰富度最高。物种多样性指数最高的为居民区,为 0.23,其次是公园、医院和牲畜棚,分别为 0.22、0.17 和 0.14,农村民房最低,为 0.10。在均匀度指数中,居民区最高,为 0.14,农村民房最低,为 0.06。在优势度指数中,农村民房最高,为 0.98;居民区最低,为 0.95。各年份不同生境的蚊种群落生态学参数见表 3。

**2.4 蚊虫密度和物种多样性的消长情况** 总蚊密度高峰出现在 7 月,密度为 3.75 只/(灯·h),呈单峰型。从不同生境看,5 种生境季节消长均呈单峰曲线,高峰均出现在 7 月,其消长曲线与总密度高峰曲线类似,见图 1。

不同月份蚊虫的多样性指数和均匀度指数最高均出现在 8 月,分别为 0.31 和 0.17;优势度指数最高出现在 10 月,为 0.99,见图 2。

## 3 讨论

蚊虫监测及其群落特征分析是研究某一地区蚊虫多样性的基本方法,也是蚊媒疾病的监测内容之一<sup>[6]</sup>。

唐山市 2007—2018 年 5—10 月的成蚊监测显示,共发现蚊类 10 种,其中主要蚊种有淡色库蚊、中华按蚊、三带喙库蚊和白纹伊蚊,蚊种组成与河北省<sup>[7]</sup>、天津市<sup>[8]</sup>调查的结果基本相同。优势蚊种为淡色库蚊,其次是中华按蚊。密度较低的蚊种有凶小库蚊、

表 1 河北省唐山市 2007—2018 年蚊密度及其相对多度

Table 1 Density and relative species abundance of mosquitoes in Tangshan city, Hebei province, 2007–2018

年度	布灯总数 (盏)	捕获总数 (只)	总密度 [只/(灯·h)]	淡色库蚊			三带喙库蚊			凶小库蚊			迷走库蚊			褐尾库蚊		
				捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]
2007	78	1 105	1.18	858	77.65	0.92	227	20.54	0.24	3	0.27	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2008	120	766	0.53	755	98.57	0.52	3	0.39	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2009	120	897	0.62	865	96.43	0.60	4	0.45	0.00	0	0.00	0.00	1	0.11	0.00	1	0.11	0.00
2010	120	2 827	1.96	2 822	99.82	1.96	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2011	120	2 868	1.99	2 862	99.79	1.99	0	0.00	0.00	1	0.04	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2012	120	2 242	1.56	2 240	99.90	1.56	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2013	120	3 703	2.57	3 703	100.00	2.57	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2014	120	4 325	2.99	4 224	97.67	2.93	4	0.09	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2015	120	3 818	2.66	3 796	99.42	2.64	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2016	90	1 524	1.41	1 524	100.00	1.41	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2017	60	1 028	1.42	721	70.13	1.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2018	60	313	0.44	273	87.22	0.38	11	3.51	0.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
合计	1 248	25 416	1.70	24 643	96.96	1.65	249	0.98	0.02	4	0.02	0.00	1	0.00	0.00	1	0.00	0.00

年度	布灯总数 (盏)	捕获总数 (只)	总密度 [只/(灯·h)]	白纹伊蚊			刺扰伊蚊			背点伊蚊			中华按蚊			八代按蚊		
				捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]	捕获数 (只)	相对多度 (%)	密度 [只/(灯·h)]
2007	78	1 105	1.18	0	0.00	0.00	3	0.27	0.00	0	0.00	0.00	14	1.27	0.02	0	0.00	0.00
2008	120	766	0.53	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	8	1.04	0.01	0	0.00	0.00
2009	120	897	0.62	0	0.00	0.00	2	0.22	0.00	0	0.00	0.00	24	2.68	0.02	0	0.00	0.00
2010	120	2 827	1.96	1	0.04	0.00	1	0.04	0.00	0	0.00	0.00	3	0.10	0.00	0	0.00	0.00
2011	120	2 868	1.99	4	0.13	0.00	1	0.04	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2012	120	2 242	1.56	0	0.00	0.00	1	0.05	0.00	0	0.00	0.00	1	0.05	0.00	0	0.00	0.00
2013	120	3 703	2.57	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2014	120	4 325	2.99	17	0.39	0.01	3	0.07	0.00	1	0.02	0.00	75	1.74	0.05	1	0.02	0.00
2015	120	3 818	2.66	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	22	0.58	0.02	0	0.00	0.00
2016	90	1 524	1.41	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
2017	60	1 028	1.42	30	2.92	0.04	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	277	26.95	0.38	0	0.00	0.00
2018	60	313	0.44	29	9.27	0.04	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
合计	1 248	25 416	1.70	81	0.32	0.00	11	0.05	0.00	1	0.00	0.00	424	1.67	0.03	1	0.00	0.00

表 2 河北省唐山市 2007—2018 年不同生境蚊种密度及其相对多度  
Table 2 Density and relative species abundance of mosquitoes in different habitats in Tangshan city, Hebei province, 2007—2018

生境	淡色库蚊			三带喙库蚊			凶小库蚊			迷走库蚊			褐尾库蚊		
	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)
居民区	3 604	1.19	95.36	26	0.72	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
公园	3 979	1.31	95.65	32	0.80	0.01	3	0.08	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
医院	4 634	1.52	96.85	44	0.95	0.01	1	0.02	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
农村民房	4 509	1.53	98.32	51	1.13	0.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.02	0.00
牲畜棚	8 690	2.94	97.57	96	1.11	0.03	0	0.00	0.00	1	0.01	0.00	0	0.00	0.00
合计	25 416	1.70	96.96	249	0.98	0.02	4	0.02	0.00	1	0.00	0.00	1	0.00	0.00
生境	白纹伊蚊			刺扰伊蚊			背点伊蚊			中华按蚊			八代按蚊		
	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)	捕获数 (只)	密度 [只/(灯·h)]	相对多度 (%)
居民区	3 604	1.19	1.00	1	0.03	0.00	0	0.00	0.00	104	0.03	0.00	0	0.00	0.00
公园	3 979	1.31	0.80	1	0.03	0.00	0	0.00	0.00	105	0.03	0.00	0	0.00	0.00
医院	4 634	1.52	0.17	4	0.09	0.00	0	0.00	0.00	89	0.03	0.00	0	0.00	0.00
农村民房	4 509	1.53	0.11	2	0.04	0.00	0	0.00	0.00	17	0.01	0.00	0	0.00	0.00
牲畜棚	8 690	2.94	0.00	3	0.03	0.00	1	0.01	0.00	109	0.04	0.01	1	0.01	0.00
合计	25 416	1.70	0.32	11	0.05	0.00	1	0.00	0.00	424	0.03	0.03	1	0.00	0.00

迷走库蚊、褐尾库蚊、刺扰伊蚊、背点伊蚊和八代按蚊。淡色库蚊和中华按蚊可以传播丝虫病和疟疾，其自身也可以携带多种病毒<sup>[9-10]</sup>，应引起当地疾控部门的重视。

从不同生境看，唐山市蚊密度最高的生境是牲畜棚，最低的生境是居民区，这一结果可能与牲畜棚环境卫生脏乱差，多有污水淤积，为蚊虫提供了吸血场所有关<sup>[11]</sup>。居民区蚊密度最低与当地政府对居民区的卫生清理，及时清除积水，并定期为居民区喷洒灭蚊药物有关。

对唐山市 2007—2018 年监测的蚊种进行群落生物学参数分析，蚊种的丰富度居民区为 5 种，公园、医院和农村民房中均为 6 种，牲畜棚中为 7 种。分析了蚊种多样性指数、均匀度指数和优势度指数，多样性指数和均匀度指数均是在居民区最高，在农村民房最低，这是由于群落中物种的丰富度以及各物种数量的均匀度共同界定了物种的多样性，优势度则是反映了物种多样性的另一个参数。多样性指数和均匀度指数的趋势相同，多样性越高，则物种的均匀度越高，优势度的定义和结果则与二者相反，优势度数值高说明种群中优势物种的数量比较突出，相反均匀度就会较低，多样性也会较低<sup>[12]</sup>。所以本研究优势度指数在农村民房最高，在居民区最低。

唐山市 2007—2018 年每年的总蚊密度高峰均出现在 7 月，5 种生境蚊密度高峰也都出现在 7 月，主要是由于 7 月唐山市的气候炎热多雨，蚊虫的繁殖、数量及分布与气温和湿度有一定的关系<sup>[7,13]</sup>。因此，也导致和形成了当地蚊类密度单峰分布的格局及特征。群落生态学参数进行季节消长分析显示，2007—2018 年多样性指数最高出现在 8 月，说明 8 月蚊虫种类相对最多，随着气温的升高，降雨的增加，蚊虫孳生迅速，在 7 月蚊密度达到最高峰之后，随之 8 月蚊种也出现了高峰。均匀度指数也是在 8 月达到高峰，说明在 8 月蚊种最多的同时，各种蚊种的数量也相对比较均匀。优势度指数的高峰出现在 10 月，随着气温的迅速下降，蚊虫种类和数量都是迅速的减少，而淡色库蚊的数量就形成了绝对优势。

物种多样性研究是研究有害生物过程中的一种常用方法，通过分析有害生物种群的多样性，来研究病媒生物与其他生物之间以及与地理环境分布、气候因素的改变之间的关系，本文从生态系统的角度深入研究了该物种的群落构成、种群动态和生物演替的全过程，对有效防制病媒生物具有深远的意义<sup>[14-15]</sup>。



表3 河北省唐山市2007—2018年不同生境蚊虫群落生态学参数

年度	居民区				公园				医院				农村民房				牲畜棚			
	S	H'	J	D	S	H'	J	D	S	H'	J	D	S	H'	J	D	S	H'	J	D
2007	3	0.67	0.61	0.77	5	0.57	0.36	0.82	4	0.68	0.49	0.74	2	0.54	0.78	0.77	2	0.53	0.76	0.78
2008	2	0.07	0.10	0.99	3	0.17	0.15	0.97	1	0.00	—	1.00	2	0.06	0.09	0.99	2	0.06	0.09	0.99
2009	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	4	0.27	0.19	0.94	5	0.26	0.16	0.94
2010	3	0.06	0.05	0.99	1	0.00	—	1.00	2	0.01	0.02	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00
2011	2	0.04	0.06	0.99	1	0.00	—	1.00	3	0.02	0.02	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00
2012	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	3	0.02	0.02	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00
2013	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00
2014	2	0.10	0.15	0.98	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	3	0.07	0.06	0.99	6	0.19	0.11	0.96
2015	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	2	0.04	0.05	0.99	2	0.05	0.08	0.99
2016	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00
2017	3	0.73	0.66	0.64	3	0.80	0.72	0.66	3	0.68	0.62	0.69	1	0.00	—	1.00	1	0.00	—	1.00
2018	2	0.54	0.77	0.77	2	0.36	0.51	0.89	2	0.29	0.41	0.92	2	0.32	0.46	0.90	2	0.31	0.45	0.91
合计	5	0.23	0.14	0.95	6	0.22	0.13	0.96	6	0.17	0.10	0.97	6	0.10	0.06	0.98	7	0.14	0.07	0.97

注:—表示分母为0,无法计算;S. 物种丰富度;H'. 多样性指数;J. 均匀度指数;D. 优势度指数。

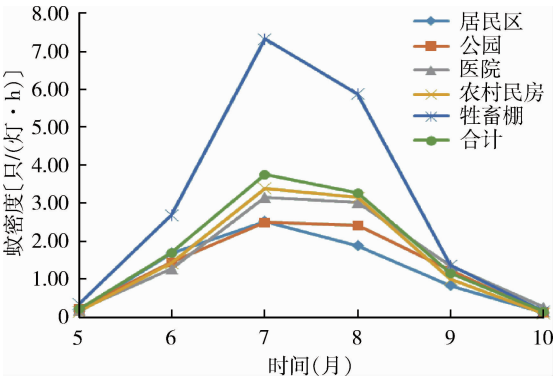


图1 河北省唐山市2007—2018年不同生境蚊密度的消长情况

Figure 1 Seasonal variation of mosquito density in different habitats in Tangshan city, Hebei province, 2007-2018

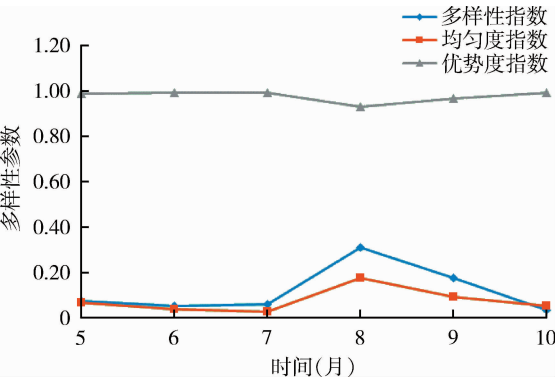


图2 河北省唐山市2007—2018年蚊类物种多样性的消长情况

Figure 2 Seasonal variation of mosquito species diversity in Tangshan city, Hebei province, 2007-2018

参考文献

[1] 中华人民共和国卫生部. 全国病媒生物监测方案(试行)[Z]. 北京:中国疾病预防控制中心, 2005.  
The Ministry of Health of the People's Republic of China. The

vector biological monitoring program (trial) [Z]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2005.

[2] 陆宝麟, 吴厚永. 中国重要医学昆虫分类与鉴别[M]. 郑州:河南科学技术出版社, 2003:375-418.  
Lu BL, Wu HY. Classification and identification of important medical insects of China [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Publishing House, 2003:375-418.

[3] 孔凡洲, 于仁成, 徐子钧, 等. 应用Excel软件计算生物多样性指数[J]. 海洋科学, 2012, 36(4):57-62.  
Kong FZ, Yu RC, Xu ZJ, et al. Application of Excel in calculation of biodiversity indices [J]. Mar Sci, 2012, 36(4): 57-62.

[4] 燕瑞斌, 吴太平, 甘贤主, 等. 武汉市3种生境鼠类多样性及种群动态[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(4): 361-364. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.04.012.  
Yan RB, Wu TP, Gan XZ, et al. The diversity and population dynamics of rodents in three types of habitat in Wuhan [J]. Chin J Vector Biol Control, 2016, 27(4): 361-364. DOI: 10.11853/j. issn.1003.8280.2016.04.012.

[5] 运玲, 王福才, 张秋芬, 等. 2011—2016年唐山市蝇类种群密度及多样性分析[J]. 现代预防医学, 2017, 44(16): 3048-3051, 3064.  
Yun L, Wang FC, Zhang QF, et al. Population density and species diversity for flies in Tangshan from 2011 to 2016 [J]. Mod Prev Med, 2017, 44(16): 3048-3051, 3064.

[6] 王剑, 姜进勇, 聂志坚, 等. 云南省南部人房蚊虫群落特征和季节消长分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2017, 28(1):42-45. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2017.01.012.  
Wang J, Jiang JY, Nie ZJ, et al. Investigations of indoor mosquito community characteristics and seasonal fluctuation in the southern area of Yunnan province [J]. Chin J Vector Biol Control, 2017, 28(1): 42-45. DOI: 10.11853/j.issn.1003. 8280.2017.01.012.

[7] 高文, 马丽华, 黄钢, 等. 河北省2013—2015年蚊媒传染病与蚊密度相关性分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(4):350-353. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.04.009.  
Gao W, Ma LH, Huang G, et al. Analysis on correlation between

- mosquito-borne diseases and seasonality of mosquito density in Hebei province from 2013 to 2015 [J]. Chin J Vector Biol Control, 2016, 27(4): 350–353. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.04.009.
- [8] 秦娜, 李培羽. 天津市病媒生物监测分析[J]. 中华卫生杀虫药械, 2014, 20(6): 552–554.
- Qin N, Li PY. Investigation of medical vectors in Tianjin [J]. Chin Health Pestic Mach, 2014, 20(6): 552–554.
- [9] 薛志静, 刘小波, 郭玉红, 等. 山东省蚊虫及蚊媒病毒调查研究概况[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2019, 30(4): 481–484. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.04.032.
- Xue ZJ, Liu XB, Guo YH, et al. An investigation of mosquitoes and mosquito-borne viruses in Shandong province, China [J]. Chin J Vector Biol Control, 2019, 30(4): 481–484. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.04.032.
- [10] 程睿, 付士红, 范娜, 等. 中华按蚊分离的版纳病毒全基因组序列测定与分子遗传进化分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2018, 29(6): 550–556. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.06.002.
- Cheng R, Fu SH, Fan N, et al. Genome sequencing and phylogenetic analysis of Banna virus (genus Seadornavirus, family Reoviridae) isolated from *Anopheles sinensis* [J]. Chin J Vector Biol Control, 2018, 29(6): 550–556. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.06.002.
- [11] 运玲, 王福才, 张秋芬, 等. 唐山市世界园艺博览会园区和周边区域蚊类密度及淡色库蚊的抗药性研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2018, 29(4): 351–354. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.04.007.
- Yun L, Wang FC, Zhang QF, et al. Investigation of mosquito population density and insecticide resistance of *Culex pipiens pallens* for international horticultural exposition park and surrounding area in Tangshan city [J]. Chin J Vector Biol Control, 2018, 29(4): 351–354. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.04.007.
- [12] 马桢红, 陈学良, 顾灯安. 江苏省苏州市 2011–2015 年蚊类群落结构及其分布特征[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2018, 29(3): 271–273. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.03.013.
- Ma ZH, Chen XL, Gu DA, et al. Characteristics of community structure and species distribution of mosquitoes in Suzhou city of Jiangsu province, 2011–2015 [J]. Chin J Vector Biol Control, 2018, 29(3): 271–273. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.03.013.
- [13] 谢博, 冯磊, 顾盈培, 等. 气候因素对浦东新区蚊虫密度影响的效应分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2019, 30(4): 430–433. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.04.017.
- Xie B, Feng L, Gu YP, et al. An analysis of the effect of climatic factors on mosquito density in Pudong New Area, Shanghai, China [J]. Chin J Vector Biol Control, 2019, 30(4): 430–433. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.04.017.
- [14] 岳仁苹, 龚正达, 王海波, 等. 云南省澜沧江流域居民区蚊类  $\gamma$ -多样性空间梯度格局与环境因素关系[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(3): 220–227. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.03.003.
- Yue RP, Gong ZD, Wang HB, et al. Spatial distribution pattern of mosquitoes  $\gamma$ -diversity and relationship with environmental factors of residential area along Lancang river in Yunnan province [J]. Chin J Vector Biol Control, 2016, 27(3): 220–227. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.03.003.
- [15] 陆华, 侯佩强, 赵爱华, 等. 山东省泰山风景区蚊类多样性调查分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2018, 29(4): 364–366. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.04.011.
- Lu H, Hou PQ, Zhao AH, et al. Analysis on the diversity of mosquito species in Mount Tai scenic spots in Shandong province [J]. Chin J Vector Biol Control, 2018, 29(4): 364–366. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.04.011.

收稿日期: 2020-01-08 (编辑: 卢亮平)