

利用车载式采集方法研究贵州飞行昆虫多样性*

张圣芳¹, 杨曜铭², 潘威², 贾若², 寻慧², 王毅², 杨明^{2**}

(1. 贵州医科大学 分子生物学重点实验室, 贵州 贵阳 550004; 2. 贵州医科大学 基础医学院, 贵州 贵阳 550004)

[摘要] 目的: 探讨利用车载式采集方法研究贵州飞行昆虫多样性的可行性。方法: 选择贵州省7县, 采用自制车载式捕虫网分别在日出和日落前后1 h以车速48 km/h沿河采集飞行昆虫, 比较日出和日落前后1 h采集的各类飞行昆虫的数量, 体视显微镜下进行形态学初步分类。结果: 共采集昆虫标本49 622只, 日出前后1 h采集数量(7 842只)低于日落前后1 h采集数量(41 780只), 差异有统计学意义($P < 0.05$); 所采集除昆虫标本中除1只为双尾纲昆虫外, 其余均为昆虫纲昆虫, 共8目145科, 其中20科(分别属于5个目)此前未见分布于贵州的报道, 优势类群鞘翅目、双翅目、鳞翅目、膜翅目的科数分别占总科数的26.2%、25.5%、20.7%和20.0%, 半翅目和蜻蜓目各占4.8%和1.4%, 襀翅目和脉翅目各占0.7%。结论: 利用自制车载式捕虫网采集飞行昆虫研究当地昆虫多样性的方法可行, 日落前后采集效果最佳。

[关键词] 昆虫; 形态学分类; 多样性; 贵州; 车载式捕虫网

[中图分类号] R384.5; R273; Q968 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2707(2016)11-1249-05

DOI: 10.19367/j.cnki.1000-2707.2016.11.003

The Diversity of Flying Insects Collected with a Vehicle-mounted Net in Guizhou Province

ZHANG Shengfang¹, YANG Yaoming², PAN Wei², JIA Ruo², XUN Hui², WANG Yi², YANG Ming²

(1. Key Laboratory of Molecular Biology, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China; 2. School of Basic Medical Sciences, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[Abstract] Objective: To collect flying insects with a vehicle-mounted trap in Leishan, Rongjiang, Sansui, Jiangkou, Dejiang, Guanling, Kaiyang counties in Guizhou Province from July to September, 2014, investigate biodiversity of these flying insects and compare amount of these flying insects between the time-span from 1 h before sunrise to 1 h after sunrise and the time-span from 1 h before sunset to 1 h after sunset. **Methods:** A vehicle-mounted trap was used to collect flying insects along river-nearby roads at speed of 48 km/h at two time-spans: the time-span from 1 h before sunrise to 1 h after sunrise and the time-span from 1 h before sunset to 1 h after sunset. The preliminary morphological classification for collected flying insects was carried out under the stereo microscope. **Results:** The total counts of specimens are 49,622, and all belonged to order Insecta except 1 individual of order Entotrophi. Insecta specimens fell into 8 orders and 145 families. Among them, the most abundant family orders are Coleoptera, Diptera, Lepidoptera and Hymenoptera, accounting for 26.2%, 25.5%, 20.7%, and 20.0% of total families respectively. Other orders are Hemiptera (4.8%), Odonata (1.4%), Plecoptera (0.7%), and Neuroptera (0.7%). There was significant differences ($P < 0.05$) in number of insects between at the time-span from 1 h before sunrise to 1 h after sunrise (7,842 individuals) and the time-span from 1 h before sunset to 1 h after sunset (41,780 individuals).

Conclusions: This is the first report of flying insect diversity investigated with a vehicle-mounted net in

* [基金项目] 国家自然科学基金(30660021); 贵州省社会发展攻关项目[黔科合SY(2012)3083]

** 通信作者 E-mail: id.yang.ming@gmail.com

网络出版时间: 2016-11-15 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/52.1164.R.20161115.1757.027.html>

China. Among the 9 orders and 146 families flying insects collected, 20 families (falling into 5 orders) have not been reported in Guizhou. The preliminary analysis also shows that number of sunset batch is significantly higher than that of sunrise batch.

[**Key words**] insect; morphological analysis; biodiversity; Guizhou; vehicle-mounted trap

常用的昆虫采集方法有网捕法、诱集法和振落法^[1]。网捕法是根据昆虫的飞行高度、速度、方向,在树林、草丛和溪流区域内,对数量较多、种类较全的昆虫进行采集,但是这种方法有一定的区域局限性,只能在一定时间和空间范围内进行采集。诱集法是利用昆虫对光线、食物及气味等的趋性进行采集,如灯光诱集、蜜糖诱集和异性诱集,但是这种方法采集的昆虫种类单一,不能全面了解各类飞行昆虫。振落法是利用某些昆虫的“假死性”,摇动或敲击树干和树梢,令昆虫振落到地面,但是该方法采集的昆虫数量较少。1947-1952年 Stage 等应用在车顶上安装锥形袋的方法获得多样性昆虫,1956年 Davies & Peterson 在吉普车上安装过滤型捕虫网研究获得蚋类的多样性^[2];1972年 Davies 等^[2]设计了较为成熟的车载式采集方法,被广泛用于蚋类和其他昆虫的采集^[3]。目前国内尚未见利用车载式捕虫网研究昆虫多样性的报道。本研究参照 Davies & Roberts 的报道,自行设计车载式捕虫方法来捕捉蚋类昆虫,同时捕获了大量的其他飞行昆虫。

1 材料与方法

1.1 车载式捕虫网采集方法

按照参考文献^[2]的方法设计制作车载式捕虫装置,由捕虫网、固定架和收集网构成(图1)。捕虫网由50目的尼龙网制成开口120 cm×80 cm,长为200 cm的锥形网,用铝合金锥形固定架固定,安装在皮卡车车顶;收集网为50目尼龙网袋,直径10 cm,长度30 cm,以直径为10 cm的PVC管与捕虫网尾部连接。采集时,车速为48 km/h,沿采集路线往返,在折返点和终点处理收集网中的昆虫,用佳明(Garmin)户外手持式导航仪记录采集点经纬度;从收集网中获得的昆虫标本立即保存于70%的酒精中,返回实验室后换成95%的酒精,4℃保存。

1.2 标本采集时间和地点

2014年7~9月进行采集,根据当地日出和日

落时间,在日出前后1 h(如05:30~07:30)及日落前后1 h(如17:30~19:30)进行采集,采集时间参考蚋类昆虫飞行活动高峰期设定^[4]。采集地点选择贵州省雷山(26°23.604'N,108°4.482'E)、榕江(25°56.189'N,108°30.903'E)、三穗(26°57'27.38"N,108°40'58.04"E)、江口(27°41'22.13"N,108°50'44.79"E)、德江(28°15'19.29"N,108°06'52.25"E)、关岭(25°55'59.46"N,105°36'25.42"E)及开阳(27°03'14.13"N,106°58'30.83"E)7县,采集点沿河流分布。采集线路根据是否适合车辆行驶,要求采集路线全程(约48公里)能基本保证沿河。采集点的河流包括宽10 m以上的大河或宽2 m左右的细流;采集点有人为活动频繁的生活区或人烟稀少的山区;每个采集点,以固定点(经纬度测定点)为基准,往返采集标本。

1.3 标本的分类

参考《昆虫分类》^[5]和《中国重要医学昆虫分类与鉴别》^[6]的分类方法,在体视显微镜下对所采集的昆虫进行形态学初步分类,分类到科。

1.4 统计学处理

用统计学软件 SPSS 19.0 对结果进行分析,采用配对样本 *t* 检验对日出与日落前后 1 h 昆虫数量进行差异性比较, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 采集数量

共采集昆虫标本 49 622 只,日出前后 1 h 采集 7 842 只,日落前后 1 h 采集 41 780 只,日落前后 1 h 采集的昆虫总数高于日出前后 1 h,差异有统计学意义($P < 0.05$);各采集点日出和日落前后 1 h 的采集数量见表 1 及图 2。

2.2 形态学分类

采集的标本除 1 只为双尾纲【棒亚目康(虫八)科】昆虫外,均属昆虫纲。昆虫纲昆虫分为 8 目 145 科(表 2~表 6),鞘翅目、双翅目、鳞翅目和膜翅目共计 134 科,占总科数的 91.7%(表 7)。此前未见分布于贵州的报道的飞行昆虫共 20 科,分别属于 5 个目(表 8)。

表 1 昆虫标本的采集数量

Tab. 1 Number of collecting insect specimens

编号	雷山		榕江		三穗		江口		德江		关岭		开阳	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	678	2 701	1 145	5 384	596	250	648	6 964	158	2 348	844	3 944	374	1 267
2	71	175	130	40	22	5	322	3 084	197	3 162	411	4 789	109	555
3	15	57	10	31	0	17	155	479	11	254	222	571	24	329
4	34	73	11	6	11	9	117	357	21	154	316	567	40	80
5	83	93	38	65	3	37	263	1 265	28	499	664	1 612	93	94
6	1	1	1	4	0	0	5	3	0	7	0	4	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	2	2
8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
总计	882	3 105	1 335	5 530	632	318	1 510	12 154	415	6 424	2 459	11 489	642	2 727

注:A 为日出前后 1 h,B 为日落前后 1 h, $P < 0.05$;1 为双翅目,2 为鞘翅目,3 为鳞翅目,4 为膜翅目,5 为半翅目,6 为蜻蜓目,7 为襀翅目,8 为脉翅目,9 为棒亚目

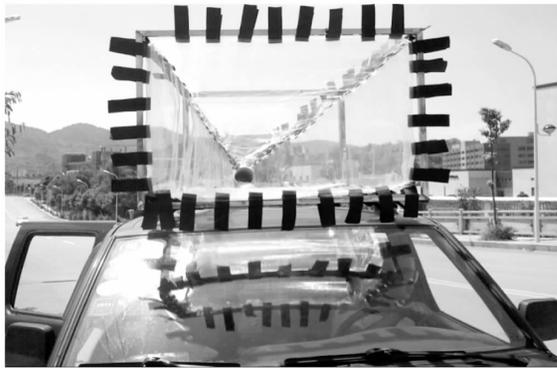
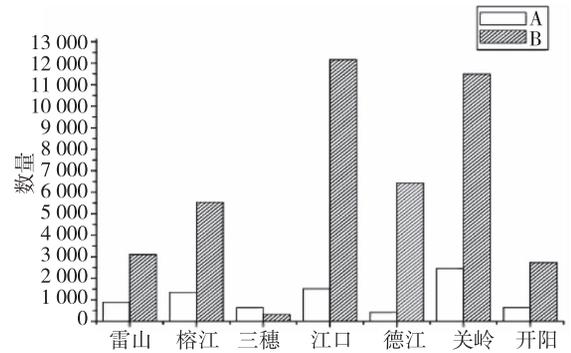


图 1 标本采集车和采集网

Fig. 1 Specimen collecting vehicle and net



注:A 为日出前后 1 h,B 为日落前后 1 h

图 2 各采集点采集昆虫数量分布

Fig. 2 The number distribution of insects at each county

表 2 双翅目 37 科

Tab. 2 37 family of Diptera

科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)
毛蚊科	584	蠓科	1	果蝇科	1 332	禾蝇科	3
摇蚊科	10 393	虻科	6	蚤蝇科	1 174	胃蝇科	117
豪蚊科	2 771	蜂虻科	1	寄蝇科	624	潜蝇科	21
蚊科	5 156	鹬虻科	1	实蝇科	337	蜉蝣科	7
细蚊科	6	舞虻科	1	厕蝇科	731	头蝇科	2
粪蚊科	3	食木虻科	1	茎蝇科	4	麻蝇科	16
大蚊科	54	丽蝇科	28	花蝇科	69	隐芒蝇科	10
眼蕈蚊科	273	蝇科	94	突眼蝇科	165		
网蚊科	3	食蚜蝇科	2 512	秆蝇科	13		
圆目蝇科	10	粪蝇科	76	蚋科	702		

表 3 鞘翅目 38 科

Tab.3 38 family of Coleoptera

科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)
瓢虫科	13	平唇水龟科	78	花甲科	10	蚁甲科	1
三锥象科	15	水龟甲科	1 676	阎甲科	2	红金龟科	1
三栉牛科	1	铁甲科	1	叶甲科	151	花萤科	1
天牛科	9 468	沼梭甲科	24	长颈甲科	1	花金龟科	1
长蠹科	115	粪金龟科	83	姬花甲科	2	拟天牛科	1
粉蠹科	585	水缨甲科	70	苔甲科	3	吉丁虫科	2
眼甲科	58	长朽木甲科	71	扁泥甲科	4	负泥虫科	1
萤科	146	皮金龟科	1	叩甲科	4	毛蕈甲科	1
缨甲科	96	长角象科	1	大蕈甲科	363		
拟步甲科	12	露尾甲科	2	拟叩甲科	7		

表 4 鳞翅目 30 科

Tab.4 30 family of Lepidoptera

科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)
枯叶蛾科	3	祝蛾科	7	眼蝶科	8	大蚕蛾科	1
巢蛾科	230	夜蛾科	26	潜蛾科	2	圆钩蛾科	1
卷蛾科	36	绢蛾科	3	尖蛾科	2	蓑蛾科	16
斑蛾科	1	菜蛾科	43	透翅蛾科	10	木蠹蛾科	31
织蛾科	98	麦蛾科	131	蛱蝶科	2	锚纹蛾科	1
细蛾科	16	小潜蛾科	10	舟蛾科	3	长角蛾科	16
草蛾科	57	谷蛾科	1 379	尺蛾科	2		
螟蛾科	30	喙蝶科	2	木蛾科	8		

表 5 膜翅目 29 科

Tab.5 29 family of Hymenoptera

科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)	科	数量(只)
钩土蜂科	31	蚁科	100	小蜂科	1	梨头蜂科	37
柄腹细蜂科	38	姬小蜂科	28	旋小蜂科	1	榕小蜂科	40
姬蜂科	462	缘腹细蜂科	120	蚜小蜂科	19	青蜂科	9
茧蜂科	121	扁股小蜂科	3	窄腹细蜂科	8	蜜蜂科	1
细蜂科	215	螯蜂科	94	长尾小蜂科	1	松叶蜂科	6
广腹细蜂科	109	土蜂科	1	泥蜂科	8		
锤角细蜂科	287	肿腿蜂科	1	举腹蜂科	1		
分盾细蜂科	42	金小蜂科	7	蚁蜂科	5		

3 讨论

根据《贵州农林昆虫志》^[7-10]、《茂兰景观昆虫》^[11]、《习水景观昆虫》^[12]、《贵州大沙河昆虫》^[13]、《赤水桫欏景观昆虫》^[14]、《梵净山景观昆虫》^[15]、《雷公山景观昆虫》^[16]、《麻阳河景观昆虫》^[17]、《贵州望谟苏铁自然保护区科学考察集》^[18]、《贵州野生动物名录》^[19]、《宽阔水景观昆虫》^[20]、以及近 40 年来发表在《动物分类学报》、《昆虫分类学报》、《动物学研究》、《贵州林业科

技》、《贵州科学》、《贵州农学院学报》、《贵州农业科学》、《山地农业生物学报》以及《贵州茶叶》等科学期刊上研究贵州省昆虫的文献,迄今已报道贵州飞行昆虫 21 目 408 科,其中 283 科本次未采获,包括:直翅目 20 科,半翅目 60 科,鞘翅目 41 科,鳞翅目 32 科,双翅目 15 科,膜翅目 28 科,蜻蜓目 20 科,毛翅目 7 科,脉翅目 8 科,广翅目 1 科,襁翅目 4 科,螳螂目 3 科,长翅目 2 科,蜉蝣目 10 科,蟪目 3 科,纺足目 1 科,(虫齿)目 14 科,捻翅目 1 科,革翅目 5 科,等翅目 5 科,缨翅目 3 科。在研究贵州省昆虫的历史文献中未见记录,而本文首次报道分

表 6 半翅目、蜻蜓目、蚤蠊目、同翅目、
襍翅目、脉翅目和棒亚目分类情况

Tab. 6 Classification situation of Hemiptera,
Odonata, Grylloblattodea, Homoptera,
Plecoptera, Neuroptera, Rhabdara

目	科	数量(只)	目	科	数量(只)
蜻蜓目	蜻科	25	脉翅目	鳞蛉科	5
半翅目	叶蝉科	4 287		大蜻科	1
	长蝽科	525		皮蝽科	1
	盲蝽科	417		姬蝽科	3
	束长蝽科	3		龟蝽科	1
襍翅目	襍科	9			

表 7 贵州省 7 县车载式采集飞行昆虫科目

Tab. 7 Composition of insects collected by vehicle-
mounted trap in 7 counties in Guizhou province

目	科	
	数量	比率(%)
鞘翅目	38	26.2
双翅目	37	25.5
鳞翅目	30	20.7
膜翅目	29	20.0
半翅目	7	4.8
蜻蜓目	2	1.4
襍翅目	1	0.7
脉翅目	1	0.7

表 8 贵州省未报道的飞行昆虫

Tab. 8 Unreported flying insects in Guizhou province

目	科	数量 (只)	目	科	数量 (只)
双翅目	毫蚊科	2 771	脉翅目	鳞蛉科	5
	细蚊科	6		茎蝇科	4
	粪蚊科	3		禾蝇科	3
	蜚蝇科	7		网蚊科	3
鞘翅目	三带牛科	1	圆目蝇科	10	
	平唇水龟科	78	皮金龟科	1	
	水缨甲科	70	姬花甲科	2	
膜翅目	柄腹细蜂科	38	红金龟科	1	
	举腹蜂科	1	蚁蜂科	5	
半翅目	皮蝽科	1	榕小蜂科	40	

布于贵州的飞行昆虫共计 20 科,极大地丰富了贵州省的昆虫多样性,这些飞行昆虫包括:双翅目 8 科(毫蚊科、细蚊科、粪蚊科、网蚊科、茎蝇科、禾蝇科、蜚蝇科、圆目蝇科),鞘翅目 6 科(三带牛科、平唇水龟科、水缨甲科、皮金龟科、姬花甲科、红金龟科),膜翅目 4 科(柄腹细蜂科、举腹蜂科、蚁蜂科、榕小蜂科),半翅目 1 科(皮蝽科),脉翅目 1 科(鳞

蛉科)。

网捕法、诱集法、振落法和车载式采集方法各有其优缺点,迄今国内尚未见利用车载式捕虫网进行昆虫采集的报道。从本研究来看,对于昆虫多样性研究而言,车载式采集方法是对其他传统采集方法的有力补充。车载式采集方法采集的昆虫数量庞大,种类繁多,采集的昆虫不易受损,且简单、方便,不费时、费力。但车载式采集方法要求具备适于车辆通行的道路,采集地点和路线均受到限制。不过,车辆能够通行的地方,往往也是人类活动最为频繁的地方,对于研究媒介昆虫可能具有独特的优势。

4 参考文献

- [1] 廖肖依, 肖芬. 昆虫标本的采集、制作和保存方法[J]. 现代农业科技, 2012(6):42-43.
- [2] Davies L, Roberts DM. A net and a catch-segregating apparatus mounted in a motor vehicle for field studies on flight activity of Simuliidae and other insects[J]. Bulletin of Entomological Research, 1973(1): 103-112.
- [3] Takahashi K, Matsumura T. Sampling of flying insects with a track-mounted trap[J]. Japan Agricultural Research Quarterly, 1993(4): 282-286.
- [4] Roberts DM, Irving-Bell RJ. Effect of weather conditions on the flight activity of Nigerian blackflies (Diptera: Simuliidae)[J]. Medical and Veterinary Entomology, 1996(2): 137-144.
- [5] 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, 2003:1-800.
- [6] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类[M]. 南京:南京师范大学出版社, 1999:1-1070.
- [7] 郭振中. 贵州农林昆虫志(卷 1)[M]. 贵阳:贵州人民出版社, 1987:1-557.
- [8] 郭振中. 贵州农林昆虫志(卷 2)[M]. 贵阳:贵州人民出版社, 1989:1-633.
- [9] 郭振中. 贵州农林昆虫志(卷 3)[M]. 贵阳:贵州人民出版社, 1991:1-432.
- [10] 李子忠, 汪廉敏. 贵州农林昆虫志(卷 4)[M]. 贵阳:贵州人民出版社, 1992:1-304.
- [11] 李子忠, 金道超. 茂兰景观昆虫志[M]. 贵阳:贵州科技出版社, 2002:1-615.
- [12] 李子忠, 金道超. 习水景观昆虫志[M]. 贵阳:贵州科技出版社, 2005:1-624.
- [13] 杨茂发, 金道超. 贵州大沙河昆虫[M]. 贵阳:贵州人民出版社, 2005:1-607.

(下转第 1257 页)

葡萄糖吸收^[14]。当 Na^+ 进入细胞后,细胞内 Na^+ 浓度升高,启动钠钾泵 ($\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶), $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶分子中有 16 个与自由基结合的巯基,易被氧化成二硫键。竹荪多糖可以降低大鼠体内砷含量的原因,可能是启动了 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶,使其与砷结合,使砷最终随尿液排出。

另外谷胱甘肽 (GSH) 是巯基酶,砷亦可与 GSH 结合,并且 GSH 还能保护某些蛋白质中的巯基,如红细胞膜和血红蛋白上的巯基。NADPH + H^+ 是 GSH 还原酶的辅酶,对维持还原型 GSH 的正常含量有重要的作用。而磷酸戊糖途径是葡萄糖在体内氧化分解的一条重要途径,主要发生在肝脏和脂肪组织、红细胞等组织细胞的胞液中,磷酸戊糖途径的产物之一就是 NADPH + H^+ ^[15]。故推测竹荪多糖可以降低砷中毒大鼠肝脏和血液中砷含量的另一个原因,可能是竹荪多糖进入机体后水解成葡萄糖,葡萄糖在肝脏和红细胞中,通过磷酸戊糖途径氧化分解,产生 NADPH + H^+ ,维持还原型 GSH 含量,GSH 自身含有的巯基和其保护下的红细胞膜和血红蛋白上巯基与砷结合,使砷最终随尿液排出。

4 参考文献

- [1] Chao D, Fu H, Xu J, et al. Physicochemical and biological properties of phosphorylated polysaccharides from *Dictyophora indusiata* [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2014(72):894-899.
- [2] Dong Z, Liu C, Liu Y, et al. Using publicly available data, a physiologically - based pharmacokinetic model and Bayesian simulation to improve arsenic non - cancer dose - response [J]. *Environment International*, 2016(92-93):239-246.
- [3] 李羨筠. 砷的毒性及排砷研究进展 [J]. *职业与健康*, 2012(6):742-745.
- [4] 袁娟,肖雄斌,李颖,等. 二巯基丙磺酸钠驱砷治疗所致药疹 33 例临床分析 [J]. *中国职业医学*, 2013(6):531-532.
- [5] Chao D, Fu H, Xu J, et al. Physicochemical and biological properties of phosphorylated polysaccharides from *dictyophora indusiata* [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2015(72):894-899.
- [6] 郑杨,邹青青,张岱,等. 竹荪的化学成分及生理活性研究进展 [J]. *食品科学技术学报*, 2013(3):39-45.
- [7] 叶敏,文竹,潘文芳,等. 红托竹荪多糖抗衰老和降血糖作用研究 [J]. *食品工业科技*, 2016(7):343-345.
- [8] 叶敏,文竹,黄家振,等. 红托竹荪多糖抗疲劳和耐缺氧作用研究 [J]. *天然产物研究与开发*, 2016(3):416-419.
- [9] 王宪伟. 竹荪多糖的抑菌活性研究 [J]. *安徽农业科学*, 2013(4):1415.
- [10] 韩俊洋,吴顺华. 地方性砷中毒致肝损伤机制研究进展 [J]. *中国公共卫生*, 2014(3):374-376.
- [11] 徐惠龙,杨志坚,郑金贵. 3 种食用菌对高脂血症大鼠脂质代谢的影响 [J]. *福建农林大学学报:自然科学版*, 2014(4):430-433.
- [12] 姚茂琳,张爱华,于春,等. 高砷煤烘玉米粉致大鼠砷中毒模型的建立 [J]. *中华预防医学杂志*, 2013(9):799-805.
- [13] 易春霞,王生玲,地力夏提·亚克甫. 饮水型砷中毒致人体红细胞膜 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性的改变及膜损伤 [J]. *疾病预防控制通报*, 2009(3):8-11.
- [14] 李羨筠,陈晓琴,张振明,等. 天然植物蜈蚣草对大鼠排砷效果评价 [J]. *中国公共卫生*, 2014(11):1408-1410.
- [15] 黄谄森,张光毅. 生物化学与分子生物学 [M]. 2 版. 科学出版社,北京:2012:88-112.
- (2016-07-27 收稿,2016-11-12 修回)
中文编辑:吴昌学;英文编辑:刘 华
- [14] 李子忠,金道超. 赤水桫欏景观昆虫志 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2006:1-409.
- [15] 李子忠,金道超. 梵净山景观昆虫志 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2006:1-780.
- [16] 李子忠,金道超. 雷公山景观昆虫志 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2007:1-759.
- [17] 陈祥盛,李子忠,金道超. 麻阳河景观昆虫志 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2010:1-519.
- [18] 罗扬,刘浪. 贵州望漠苏铁自然保护区科学考察集 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2010:1-507.
- [19] 李子忠. 贵州野生动物名录 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2011:1-678.
- [20] 戴仁怀,李子忠,金道超. 宽阔水景观昆虫志 [M]. 贵阳:贵州科技出版社,2012:1-789.
- (2016-08-01 收稿,2016-10-27 修回)
中文编辑:吴昌学;英文编辑:刘 华

(上接第 1253 页)