



王玉芹, 丁文静, 刘岩, 卢增斌, 卢亚菲, 于毅, 郭文秀. 丹参田花期昆虫群落结构及多样性研究 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (4): 910–915.

丹参田花期昆虫群落结构及多样性研究

王玉芹¹, 丁文静^{2*}, 刘岩³, 卢增斌¹, 卢亚菲¹, 于毅¹, 郭文秀^{1**}

(1. 山东省农业科学院植物保护研究所/山东省植物病毒学重点实验室, 济南 250000; 2. 临沂市农业科学院, 山东临沂 276012; 3. 山东中医药高等专科学校, 山东烟台 264199)

摘要: 为明确丹参田花期昆虫群落结构, 本文采用马氏网对丹参花期的昆虫进行收集, 分类鉴定后开展群落结构及多样性分析。结果表明, 丹参花期共收集到昆虫 5 438 头, 隶属于膜翅目 Hymenoptera、双翅目 Diptera、半翅目 Hemiptera、鳞翅目 Lepidoptera、鞘翅目 Coleoptera、直翅目 Orthoptera、脉翅目 Neuroptera 7 目 52 科, 双翅目、膜翅目昆虫为优势类群, 群落丰盛度、丰富度指数较高, Shannon – Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数较为稳定, Simpson 优势度指数较低, 可见丹参田花期昆虫种群结构较为稳定。

关键词: 丹参; 马氏网; 昆虫; 群落结构; 多样性分析

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674–0858 (2020) 04–0910–06

The study on structure and diversity of insect community in *Salvia miltiorrhiza* fields during flowering period

WANG Yu-Qin¹, DING Wen-Jing^{2*}, LIU Yan³, LU Zeng-Bin¹, LU Ya-Fei¹, YU Yi¹, GUO Wen-Xiu^{1**} (1. Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory for Plant Virology of Shandong, Jinan 250000, China; 2. Linyi Academy of Agricultural Sciences, Linyi 276012, Shandong Province, China; 3. Shandong College of Traditional Chinese Medicine, Yantai 264199, Shandong Province, China)

Abstract: To clarify insect community structure during flowering of *Salvia miltiorrhiza*, insects' collection by malaise trap, classification, identification and insect community diversity analysis were carried out in the present study. A total of 5 438 insects (7 orders 52 families) were collected during the flowering period of *S. miltiorrhiza*, belonging to Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera and Neuroptera. The high abundance and richness index of the community, the stable diversity index and evenness index, and the low dominance concentration index indicated that the insect population structure in *S. miltiorrhiza* fields during flowering period was stable.

Key words: *Salvia miltiorrhiza*; malaise trap; insect; community structure; diversity

丹参 *Salvia miltiorrhiza* 为唇形科 Lamiaceae 鼠尾草属 *Salvia* Linn. 多年生直立草本植物, 以根入药, 根中主要的有效药用成分为脂溶性的丹参酮类和水溶性的丹参酸类 (王涵等, 2018), 在抗氧

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助 (CARS–21); 中国农业科学院山东农业科学院科技创新工程协同创新任务 (CXGC2016B11)

作者简介: 王玉芹, 女, 1998 年生, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: 2536635853@qq.com

* 共同第一作者: 丁文静, 女, 1978 年生, 高级农艺师, 研究方向为中药材育种与栽培技术, E-mail: dingding328328@163.com

** 通讯作者 Author for correspondence: 郭文秀, 博士, 研究方向为作物病虫害发生机理与综合防控, E-mail: wenxiu.guo@163.com

收稿日期 Received: 2019–07–03; 接受日期 Accepted: 2019–12–18

化、抗纤维化、神经保护、抗炎和抗肿瘤等方面具有极高的药理价值,已被用于冠心病、心脑血管疾病、阿尔茨海默病、帕金森病、肾功能损失、肝硬化、癌以及骨流失等多种疾病的治疗(王冰瑶等, 2014; 高志华, 2018)。

随着市场需求量的增加,丹参人工栽培技术日渐成熟,种植面积不断增加,逐渐趋向规模化、产业化。同时,丹参的研究也不断深入,目前主要集中在其药理作用、有效成分含量(Lin *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2019)、有效成分的提取和合成(Hung *et al.*, 2019)等方面,而对于丹参栽培种植过程中的昆虫群落调查还未见报道。昆虫是生态系统的重要组成部分,研究昆虫群落结构多样性不仅能揭示昆虫群落自动平衡调节能力,预测预警害虫种群的暴发成灾(刘哲强, 2015),同时,还可通过了解主要的传粉昆虫类群,提高作物的授粉作用。因此,掌握丹参田昆虫群落结构,有助于制定科学有效的丹参害虫防治措施和增强昆虫为丹参授粉的功能(秦胜楠等, 2018),为丹参科学种植和生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

本实验在山东省临沂市蒙阴县联城镇对山庄村丹参种植基地(35°39'16.07"N, 117°39'45.04"E)进行,丹参种植时间为2018年4月下旬,种植面积200余亩,当地常规管理,整个生长过程中不喷施任何杀虫剂。

1.2 昆虫群落调查

采用马氏网取样法调查丹参田昆虫群落(杨慧利等, 2016),在丹参田核心区(通风且阳光充足)安放马氏网(中国科学院动物研究所提供),安装时将各条固定绳索拉紧以使各个网面绷紧、拉平,网脊倾斜角度为35°~45°,黑色阻隔筛网与地面无缝隙便于爬行类昆虫的收集(秦胜楠等, 2018)。昆虫群落收集自丹参始花期(6月6日)开始,每周收集1次,直至丹参花期基本结束(10月11日)为止。丹参田中收集到的昆虫携回室内后,除去杂物,挑出昆虫,再用80%酒精保存,然后进行鉴定和计数,常见者尽可能鉴定到种,其他鉴定至科。

1.3 数据分析

丹参田花期昆虫群落多样性以科为单位,参

照丁岩钦(1994)计算有关参数,相关计算公式如下,群落丰盛度(N)为昆虫个体总数;

Shannon - Wiener 多样性指数(H') = $-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$,

式中, $P_i = N_i/N$, P_i 为第*i*科的个体总数(N_i)占昆虫个体总数(N)的比例, S 为群落中的科数;丰富度指数(d) = $(S-1)/\ln N$; Pielou 均匀度指数(J): $J = H'/H'_{\max} = H'/\ln S$, 式中, H' 为 Shannon - Wiener 多样性指数; $H'_{\max}$ 为 H' 的最大理论值,即假定群落内各个物种均以相同比例存在时的 H' 值; Simpson 优势度指数(C): $C = \sum_{i=1}^S P_i^2$ 。

2 结果与分析

2.1 丹参田花期昆虫群落组成

丹参田花期共收集到昆虫5438头,隶属7目,即膜翅目 Hymenoptera、双翅目 Diptera、半翅目 Hemiptera、鳞翅目 Lepidoptera、鞘翅目 Coleoptera、直翅目 Orthoptera、脉翅目 Neuroptera,其中优势类群为膜翅目、双翅目、半翅目,其昆虫个体数量分别为2333头、1290头和919头,占昆虫个体总数的42.90%、23.72%、16.90%。鳞翅目与鞘翅目的昆虫个体数量占昆虫个体总数的比例均低于10%,而直翅目与脉翅目的昆虫个体数量均不足10头,所占比例不足1%。

昆虫群落组成如表1所示,另有直翅目菱蝗科 Tettigidae、蟋蟀科 Gryllidae 2科,脉翅目草蛉科 Chrysopidae 1科,共计52科。双翅目的优势类群为长足虻科 Dolichopodidae、蝇科 Muscidae、蚜蝇科 Syrphidae 和实蝇科 Tephritidae,其昆虫个体数量分别占双翅目昆虫个体总数的16.18%、14.78%、13.07%、12.61%。膜翅目的优势类群为茧蜂科 Braconidae,昆虫个体数量占膜翅目昆虫个体总数的比例高达73.17%,其余各科昆虫个体数量占比均低于10.00%。半翅目的优势类群为叶蝉科 Cicadellidae,昆虫个体数量占半翅目昆虫个体总数的84.99%。鳞翅目的优势类群为羽蛾科 Pterophoroidea、夜蛾科 Noctuidae、螟蛾科 Pyralidae 和粉蝶科 Pieridae,昆虫个体数量分别占鳞翅目昆虫个体总数的28.72%、27.35%、22.53%和19.78%。鞘翅目的优势类群为瓢虫科 Coccinellidae 和金龟科 Melolonthidae,分别占鞘翅目昆虫个体总数的59.86%和19.01%。

表 1 丹参田花期昆虫群落组成
Table 1 Composition of insect community in *Salvia miltiorrhiza* field

双翅目 Diptera		膜翅目 Hymenoptera		半翅目 Hemiptera		鳞翅目 Lepidoptera		鞘翅目 Coleoptera	
科 Family	比例(%) Percentage	科 Family	比例(%) Percentage	科 Family	比例(%) Percentage	科 Family	比例(%) Percentage	科 Family	比例(%) Percentage
长足虻科 Dolichopodidae	16. 18	茧蜂科 Braconidae	73. 17	叶蝉科 Cicadellidae	84. 99	羽蛾科 Pterophoroidea	28. 72	瓢虫科 Coccinellidae	59. 86
蝇科 Muscidae	14. 78	小蜂科 Chalcididae	9. 13	长蝽科 Lygaeidae	8. 38	夜蛾科 Noctuidae	27. 35	金龟科 Melolonthidae	19. 01
蚜蝇科 Syrphidae	13. 07	姬蜂科 Ichneumonidae	5. 36	蚜科 Aphididae	1. 52	螟蛾科 Pyralidae	22. 53	隐翅虫科 Staphylinidae	9. 86
实蝇科 Tephritidae	12. 61	切叶蜂科 Megachile	3. 69	盲蝽科 Miridae	0. 98	粉蝶科 Pieridae	19. 78	花萤科 Cantharidae	5. 63
水虻科 Stratiomyidae	7. 75	姬小蜂科 Eulophidae	2. 27	蜡蝉科 Fulgoridae	0. 98	弄蝶科 Hesperiidae	0. 92	步甲科 Carabidae	4. 23
果蝇科 Drosophilidae	7. 67	泥蜂科 Sphecidae	1. 67	网蝽科 Tingidae	0. 87	灰蝶科 Lycaenidae	0. 69	虎甲科 Cicindelidae	1. 41
食蚜蝇科 Syrphidae	6. 98	蚁科 Formicidae	1. 24	缘蝽科 Coreidae	0. 76				
缟蝇科 Pachycerina	5. 04	蜜蜂科 Apidae	1. 20	猎蝽科 Reduviidae	0. 76				
蕈蚋科 Mycetophilidae	2. 95	遂蜂科 Halictidae	0. 77	蝽科 Pentatomidae	0. 65				
蚋科 Simuliidae	2. 71	螺赢科 Eumenidae	0. 51	粉虱科 Aleyrodidae	0. 11				
寄蝇科 Tachinidae	2. 56	土蜂科 Scoliidae	0. 51						
头蝇科 Pipunculidae	2. 48	树蜂科 Siricidae	0. 47						
虻科 Tabanidae	2. 02								
花蝇科 Anthomyiidae	2. 02								
蜂虻科 Bombyliidae	1. 16								

2.3 丹参田花期昆虫群落时间动态

丹参田花期主要昆虫类群的动态变化如图 1 所示。在丹参花期, 茧蜂科和叶蝉科个体数量持

续维持在较高水平, 其中茧蜂科昆虫个体数量呈现 3 个高峰期, 分别在 6 月 21 日、8 月 2 日和 9 月 6 日, 叶蝉科昆虫个体数量在 7 月 20 日达到最高

峰; 长足虻科昆虫个体数量在 7 月 19 日、9 月 6 日出现 2 个高峰值; 蝇科、蚜蝇科昆虫个体数量在 6 月份相对较多, 实蝇科在 7 月中旬昆虫个体数量相对较多; 瓢虫科昆虫数量变化不大且持续维持在较低水平。

在丹参花期内, 昆虫群落丰盛度 (N) (图 2) 出现较大的波动, 以一自然月为时间间隔呈现规律变化, 10 月份丹参花期结束后指数下降至最低值。昆虫群落 Shannon - Wiener 多样性指数 (H') (图 3) 维持在较高水平, 且变化较为稳定, 最高值为 7 月 5 日 2.9567, 最低值为 9 月 20 日

1.7919。昆虫群落丰富度指数 (d) (图 4) 维持在较高水平, 与昆虫群落丰盛度相似也出现周期性的升降变化, 10 月份丹参花期结束后指数开始不断下降。昆虫群落 Pielou 均匀度指数 (J) (图 5) 在整个花期维持在较稳定水平, 均保持在 0.32 ~ 0.55, 10 月份花期结束后不断升高。昆虫优势度不明显, 昆虫群落 Simpson 优势度指数 (C) (图 6) 维持在较低水平, 均在 0.35 以下, 但与丰盛度和丰富度指数相似地出现周期性升降变化。

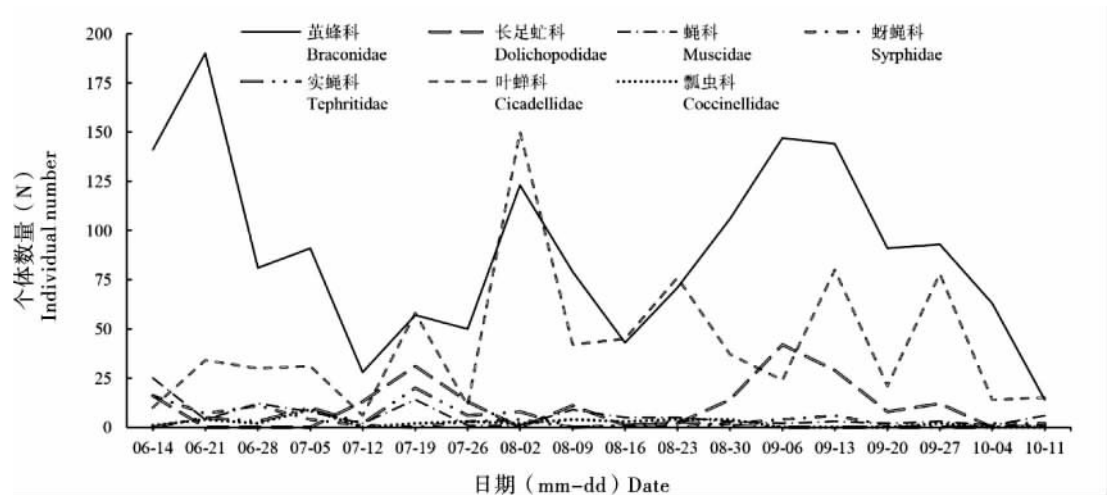


图 1 丹参田花期主要昆虫类群的动态变化

Fig. 1 Dynamic of main insect groups in *Salvia miltiorrhiza* fields

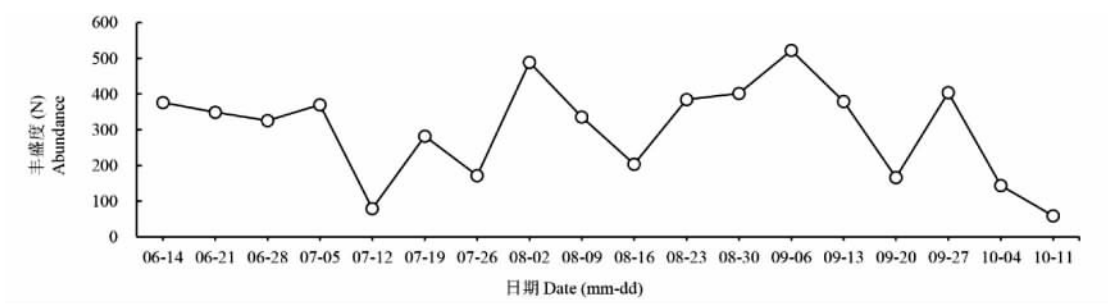


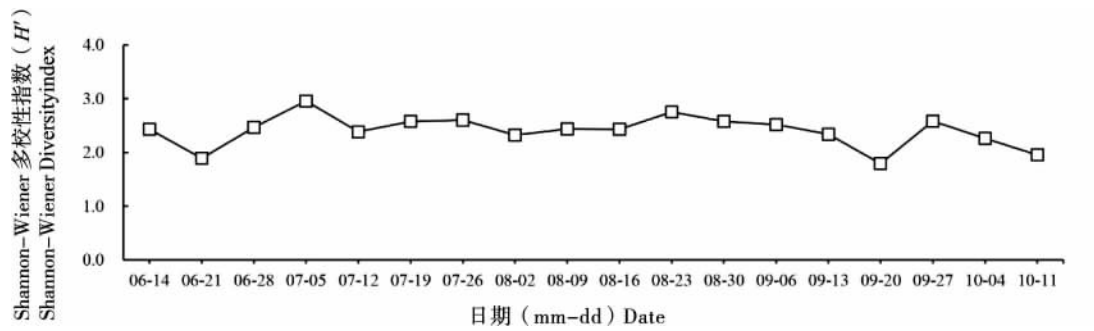
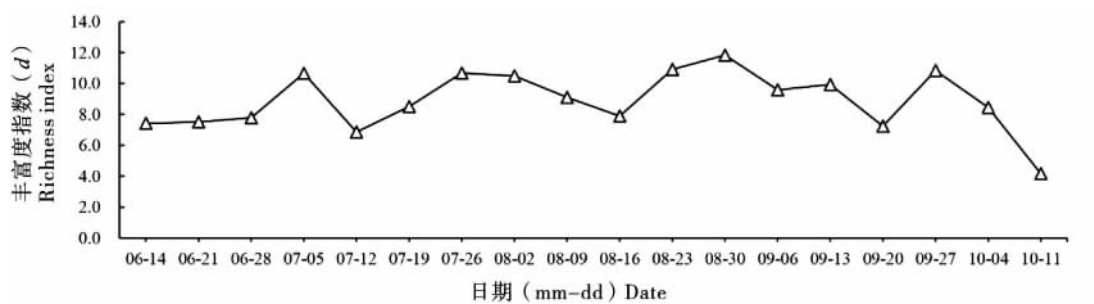
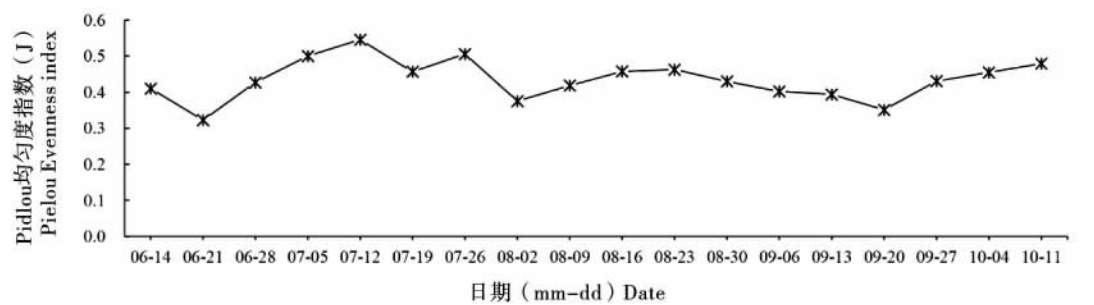
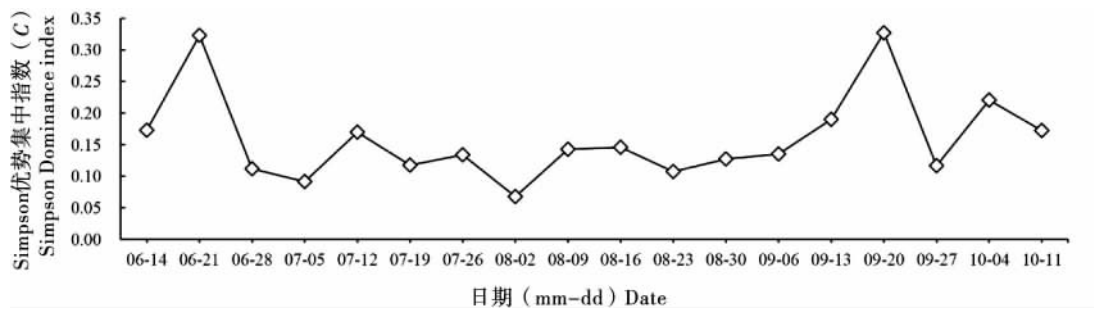
图 2 丹参田花期昆虫群落丰盛度 (N) 时间动态

Fig. 2 Temporal dynamic of abundances of insect communities during flowering in *Salvia miltiorrhiza* fields

3 结论与讨论

昆虫是生态系统中的重要组成部分, 对于维持生态系统的物种多样性和生态平衡有重要作用, 昆虫在植物授粉过程中具有高效、经济等优势, 能增加农产品的产量和坐果率 (张立微和张红玉,

2015)。本文利用马氏网采集法对丹参田花期昆虫群落进行了调查, 采集到昆虫标本 5 438 头, 7 目 52 科, 表明丹参田有丰富的昆虫种类。丹参花期各目中处于优势地位的昆虫类群 (各目中数量占比 > 10%) 为 茧蜂科、长足虻科、蝇科、蚜蝇科、实蝇科、叶蝉科、螟蛾科、羽蛾科、粉蝶科、夜蛾科、瓢虫科、金龟科。其中 茧蜂科昆虫数量最

图3 丹参田花期昆虫群落 Shannon - Wiener 多样性指数 (H') 时间动态Fig. 3 Temporal dynamic of Shannon - Wiener diversity index (H') of insect communities during flowering in *Salvia miltiorrhiza* fields图4 丹参田花期昆虫群落丰富度指数 (d) 时间动态Fig. 4 Temporal dynamic of richness (d) of insect communities during flowering in *Salvia miltiorrhiza* fields图5 丹参田花期昆虫群落 Pielou 均匀度指数 (J) 时间动态Fig. 5 Temporal dynamic of Pielou evenness (J) of insect communities during flowering in *Salvia miltiorrhiza* fields图6 丹参田花期昆虫群落 Simpson 优势度指数 (C) 时间动态Fig. 6 Temporal dynamic of Simpson ecological dominance (C) of insect communities during flowering in *Salvia miltiorrhiza* fields

多, 夜蛾科、叶蝉科、金龟科昆虫则是危害丹参的主要害虫, 瓢虫科昆虫为控制丹参田害虫的主要天敌昆虫。昆虫群落发生与周围环境、耕作制度、用药情况及气候有密切关系, 很多研究显示, 生态系统中生物多样性越高, 昆虫群落结构越稳定, 害虫不易爆发 (秦胜楠等, 2018)。本试验的研究显示, 丹参田昆虫种类丰富, 昆虫群落多样性维持在较高水平, 物种均匀度也持续维持在较稳定水平, 优势度集中指数较低。总体来看, 丹参田昆虫多样性指数较高, 种群结构较为稳定。

丹参为花期较长的中药材, 花期长达 5 个月, 能吸引更多的昆虫, 其群落结构较为丰富。因此在丹参田花期昆虫群落中膜翅目和双翅目昆虫数量最多, 可能作为传粉昆虫在丹参的开花授粉中扮演重要的角色。这与以往研究结论膜翅目作为苹果的主要传粉昆虫 (申晋山等, 2015)、膜翅目和双翅目为山楂的主要传粉昆虫 (赵龙龙等, 2018) 相一致。昆虫与植物在长期进化过程中形成稳定的相互关系, 虽然不同植物的传粉昆虫种类存在较大差异, 但多为膜翅目和双翅目昆虫 (黄敦元等, 2017; 王美娜等, 2017)。

本文首次研究了丹参花期昆虫群落结构, 发现丹参田昆虫群落丰富, 双翅目、膜翅目昆虫为花期的优势昆虫类群, 丹参作为典型的虫媒传粉植物, 昆虫对丹参开花结籽的作用极为重要, 明确丹参的昆虫群落结构, 可为丹参的科学管理和栽培提供依据。

参考文献 (References)

- Ding YQ, Zhang ZC. Population dynamics of three generations of *Helicoverpa armigera* in maize field in North China cotton region analysis of its effect on the occurrence and damage of cotton field [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1994, 37 (3): 305–310. [丁岩钦, 张占川. 华北棉区玉米田三代棉铃虫种群动态及其对棉田发生为害的作用分析 [J]. 昆虫学报, 1994, 37 (3): 305–310]
- Gao ZH. Distribution and Identification of Root-knot Nematode of *Salvia miltiorrhiza* and the Screening of Biocontrol Strains [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2018. [高志华. 山东省丹参根结线虫分布_鉴定及相应生防菌株的筛选 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2018]
- Huang DY, He B, Gu P, et al. Discussion on current situation and research direction of pollination insects of *Camellia oleifera* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2017, 39 (1): 213–220. [黄敦元, 何波, 谷平, 等. 油茶传粉昆虫研究现状与方向的探讨 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (1): 213–220]
- Huang Q, Sun MH, Yuan TP, et al. The AP2/ERF transcription factor SmERF1L1 regulates the biosynthesis of tanshinones and phenolic acids in *Salvia miltiorrhiza* [J]. *Food Chemistry*, 2019, 274: 368–375.
- Lin HY, Lin TS, Wang CS, et al. Rapid determination of bioactive compounds in the different organs of *Salvia miltiorrhiza* by UPLC-MS/MS [J]. *Journal of Chromatography B*, 2019, 1104: 81–88.
- Liu ZQ. The Structure Dynamic and Nict Community among Different Vegetation Restoration Practices in Liangshui Natural Reserve [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2015. [刘哲强. 凉水自然保护区不同植被恢复方式下昆虫群落结构及生态位研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015]
- Qin SN, Guan XZ, Ju Q, et al. The structure and diversity of insect community in peanut fields in Laixi, Shandong province [J]. *Acta Applied Entomology*, 2018, 55 (2): 294–303. [秦胜楠, 管晓志, 鞠倩, 等. 山东莱西花生产区昆虫群落基本结构及多样性研究 [J]. 应用昆虫学报, 2018, 55 (2): 294–303]
- Shen JS, Wu WQ, Song HL, et al. The study of pollinating insects and their flower-visiting behavior on *Malus pumila* Mill [J]. *Journal of Environmental Insects*, 2015, 37 (4): 720–725. [申晋山, 武文卿, 宋怀磊, 等. 苹果传粉昆虫种类及其访花习性的研究 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (4): 720–725]
- Wang BY, Wu XY, Fan GW. Research progress on pharmacological mechanism of Danshensu in protecting cardiovascular system [J]. *Chinese Herbal Medicine*, 2014, 45 (17): 2571–2575. [王冰瑶, 吴晓燕, 樊官伟. 丹参素保护心血管系统的药理作用机制研究进展 [J]. 中草药, 2014, 45 (17): 2571–2575]
- Wang H, Yang N, Tan J, et al. Research progress on *Salvia miltiorrhiza* Bge of the chemical constituents and their pharmacological effects [J]. *Specialty Research*, 2018, 40 (1): 48–53. [王涵, 杨娜, 谭静, 等. 丹参化学成分、药理作用及临床应用的研究进展 [J]. 特产研究, 2018, 40 (1): 48–53]
- Wang MN, Ding SY, Lu XL, et al. Response of pollinator diversity to geomorphic types and seasons in mountains region of western Henan province, China [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2017, 28 (9): 2879–2887. [王美娜, 丁圣彦, 卢训令, 等. 豫西山地传粉昆虫物种多样性对地貌和季节的响应 [J]. 应用生态学报, 2017, 28 (9): 2879–2887]
- Yang HL, Hu WL, Xie TT, et al. Preliminary report on investigation of insect species resources in *Carya cathayensis* plantation in Daming Mountain, Zhejiang [J]. *Zhejiang Agricultural Sciences*, 2016, 57 (9): 1462–1466. [杨慧利, 胡微蕾, 谢婷婷, 等. 浙江大明山山核桃种植园昆虫种类资源调查初报 [J]. 浙江农业科学, 2016, 57 (9): 1462–1466]
- Zhang LW, Zhang HY. Research progress on ecological effects of pollinators [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2015, 43 (7): 9–13. [张立微, 张红玉. 传粉昆虫生态作用研究进展 [J]. 江苏农业科学, 2015, 43 (7): 9–13]
- Zhao LL, Hu ZL, Li QL, et al. Study on the species of hawthorn pollinators and their behaviors [J]. *Shanxi Fruit Tree*, 2018, 6: 12–14, 17. [赵龙龙, 胡增丽, 李庆亮, 等. 山楂传粉昆虫种类及其行为研究 [J]. 山西果树, 2018, 6: 12–14, 17]
- Zhang TH, Zhong SN, Wang YJ, et al. In vitro and in silico perspectives on estrogenicity of tanshinones from *Salvia miltiorrhiza* [J]. *Food Chemistry*, 2019, 270: 281–286.