

# 凤丹访花昆虫及其访花行为调查

马兆兰<sup>1</sup>, 王磊<sup>2</sup>, 陆璐<sup>2</sup>, 翟利<sup>3</sup>, 赵永军<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>济南市天桥区园林绿化服务中心, 山东 济南

<sup>2</sup>山东省林草种质资源中心, 山东 济南

<sup>3</sup>中交园林(山东)有限公司, 山东 济南

Email: \*13305317857@163.com

收稿日期: 2021年8月17日; 录用日期: 2021年9月16日; 发布日期: 2021年9月27日

## 摘要

本文对凤丹所吸引的访花昆虫的种类及访花行为、访花频率等进行了调查, 并探究了昆虫访花的影响因素。结果表明: 凤丹的访花昆虫有膜翅目中的意大利蜜蜂、中华蜜蜂、马蜂, 双翅目中的家蝇和铜绿蝇以及鞘翅目中的苹毛丽金龟。对各类昆虫的访花行为及频率的调查发现, 意大利蜜蜂和中华蜜蜂是主要的传粉昆虫, 家蝇为驻停昆虫不参与授粉, 苹毛丽金龟为食花昆虫, 其他昆虫出现的频率较低。凤丹的花瓣颜色、香气成分及花粉颜色以及外界环境温度、天气等会对访花行为产生影响。

## 关键词

凤丹, 传粉, 访花昆虫, 访花行为

# Investigation of Flower-Visiting Insects on *Paeonia ostii* T. Hong et J. X. Zhang and Their Flower-Visiting Behavior

Zhaolan Ma<sup>1</sup>, Lei Wang<sup>2</sup>, Lu Lu<sup>2</sup>, Li Zhai<sup>3</sup>, Yongjun Zhao<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ji'nan Tianqiao District Landscaping Service Center, Ji'nan Shandong

<sup>2</sup>Shandong Provincial Center of Forest and Grass Germplasm Resources, Ji'nan Shandong

<sup>3</sup>CCCC Landscape Company Limited (Shandong), Ji'nan Shandong

Email: \*13305317857@163.com

Received: Aug. 17<sup>th</sup>, 2021; accepted: Sep. 16<sup>th</sup>, 2021; published: Sep. 27<sup>th</sup>, 2021

\*通讯作者。

## Abstract

This article investigated the types of flower-visiting insects on *Paeonia ostii* T. Hong et J. X. Zhang, their flower-visiting behavior, and flower-visiting frequency, and explored the influencing factors of flower-visiting. The results showed that the flower-visiting insects of *Paeonia ostii* included *Apis cerana* Fabricius, *Apis mellifera* ligustica Spinola in Hymenoptera, *Musca domestica* L., *Lucilia cuprina* wiedemann in Diptera, and *Proagopertha lucidula* Faldermann in Coleoptera. Investigations on the visiting behavior and frequency of various insects found that *Apis cerana* Fabricius and *Apis mellifera* ligustica Spinola are the main pollinators. *Musca domestica* L. are temporary-term stop insects and are not pollinators. *Proagopertha lucidula* Faldermann is a flower-eating insect. Other insects visit in Lower frequency. The petal color, aroma components and pollen color of *Paeonia ostii*, as well as the temperature of the outside environment, and the weather would affect the behavior of visiting flowers.

## Keywords

*Paeonia ostii* T. Hong et J. X. Zhang, Pollination, Flower-Visiting Insects, Flower-Visiting Behavior

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

凤丹(*Paeonia ostii* T. Hong et J. X. Zhang)是毛茛科芍药属落叶灌木,作为一种很好的生态、油用、药用树种,广泛分布于中国山东、河南、陕西、安徽等省份。其分枝短,耐干旱、瘠薄、高寒[1][2];其籽油的不饱和脂肪酸含量90%以上,多不饱和脂肪酸-亚麻酸含量超过40%[3];其干燥根皮,具有清热凉血、活血散瘀之功效,其主要成分牡丹酚有抗炎、镇静、降温、解热、镇痛、解痉等中枢抑制作用及抗动脉粥样硬化、利尿、抗溃疡等作用[4]。访花昆虫(the flower-visiting insects)是指活跃于开花植物中的昆虫种类,是近年昆虫学研究的热门研究领域之一,凤丹是典型的昆虫授粉植物,此次调查以凤丹为对象,观察了访花昆虫在凤丹圆桃期、初花期、盛花期、衰败期的整个花期的访花昆虫种类、访花频率、访花行为,对其相关的影响因素进行调查分析,为凤丹的传粉生物学提供参考依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 研究地概况

试验点位于山东省济南市天桥区园林苗圃,属于温带大陆性半湿润季风气候区,四季分明,寒暑适宜,光温同步,雨热同季。该地区气候环境适宜牡丹的生长,调查对象牡丹凤丹的生长情况良好。

### 2.2. 调查地昆虫类群的确定

传粉者主要由双翅目 Diptera、膜翅目 Hymenoptera、鞘翅目 Coleoptera、直翅目 Orthoptera、半翅目 Hemiptera、鳞翅目 Lepidoptera、缨翅目 Thysanoptera 昆虫组成[5]。凤丹是典型的昆虫授粉植物,其主要传粉媒介是蜜蜂和甲虫[6][7][8]。通过前期对调查地访花昆虫的观测记录,再通过查阅资料确认昆虫的

类型及名称。一般访牡丹花的昆虫中主要集中在膜翅目、鞘翅目、双翅目，而鳞翅目的蝶类虽然穿梭于牡丹花丛，却未观察到其停留，故重点对前三类的几个种类进行调查记录。

### 2.3. 访花昆虫统计方法

分别于 2020 年 2021 年两年丹凤花期，在牡丹园内固定选择 12 处实验观测点，每处选取凤丹苗木 5 株进行编号，用秒表、数码相机以及笔记等方式记录访花昆虫的访花时间、访花频率、访花行为，并用捕虫网和玻璃指形管捕获各种访花昆虫。根据访花昆虫分为传粉昆虫、驻停昆虫、食花昆虫三大类。从圆桃期开始观察，记录访花昆虫的种类、频率和访花行为。期间每天 8:00~18:00 每两小时内连续观察 30 min，详细记录昆虫访花情况。昆虫降落到花朵上后确认并开始记录停留时间，飞离观察花朵范围则计为到访 1 次；若飞离后落在观察花朵范围内的其他花朵上，则再记为到访 1 次，同时记录其在花上的停留时间。若访花的昆虫短暂地飞离观察花朵又再次返回，则与之前停留的次数共记为 1 次，停留时间合并计算；若观察对象飞出观察花朵范围后，再次返回到原来的访问花朵则单独记录为到访 1 次，每到访 1 次记录一行，依次记录。以 2 小时作为间隔，每次都记录清楚标注时间，连续观察不能间断，直到结束[9]。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 访花昆虫的主要种类

经过为期 10 天的全花期调查发现，主要存在的访花昆虫有膜翅目中的中华蜜蜂 *Apis cerana* Fabricius、意大利蜜蜂 *Apis mellifera ligustica* Spinola、马蜂 *Vespa crabro* Linnaeus，双翅目中的家蝇 *Musca domestica* L.、铜绿蝇 *Lucilia cuprina* wiedemann，鞘翅目中的苹毛丽金龟 *Proagopertha lucidula* Faldermann (图 1)。



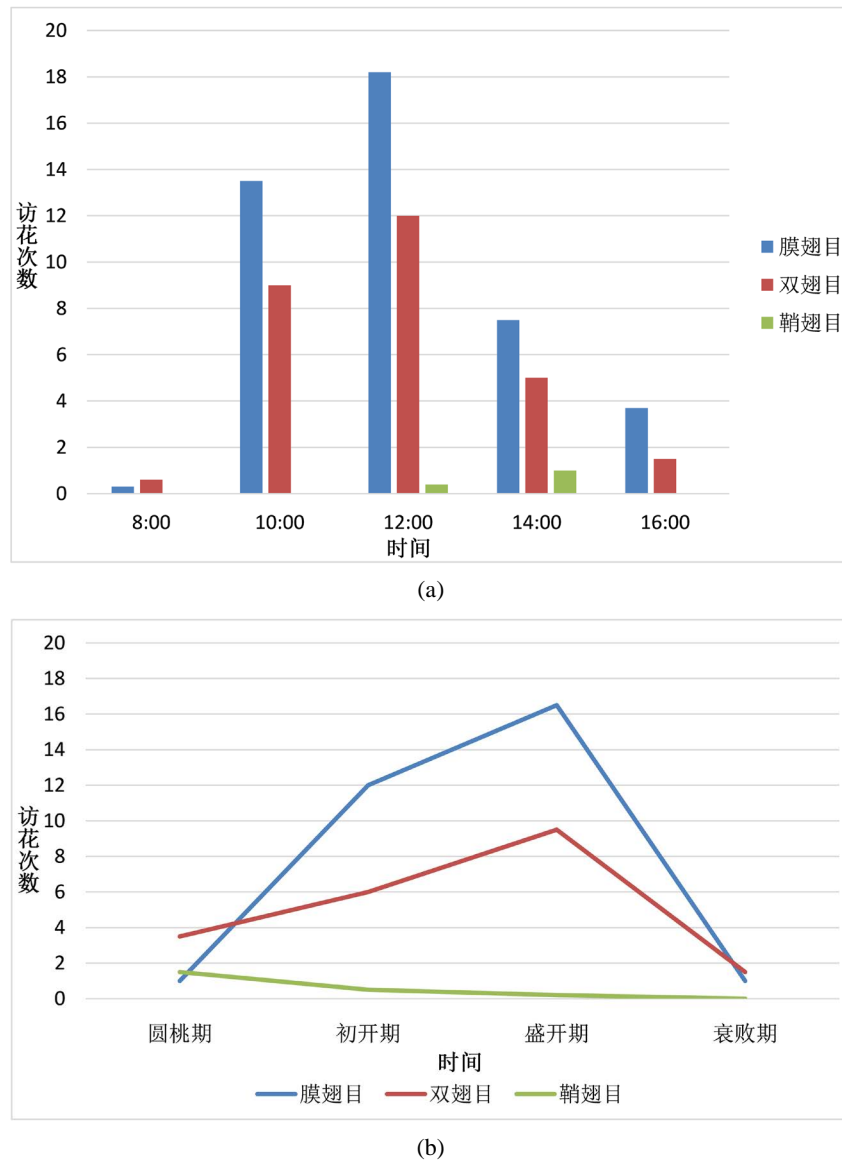
Figure 1. Flower visiting insects in different flowering periods of *Paeonia ostii* T. Hong et J. X. Zhang

图 1. 凤丹牡丹各时期访花昆虫

### 3.2. 访花频率及访花行为

调查结果显示，访花昆虫中访花频率最高的为中华蜜蜂、意大利蜜蜂和马蜂(膜翅目)以及家蝇(双翅目)，并观察到少量的苹毛丽金龟、铜绿蝇(鞘翅目)，其访花时间与频率有所不同(图 2(a))。意大利蜜蜂的访花频率略高于中华蜜蜂的访花频率；家蝇访花频率远高于铜绿蝇，两种蝇类访花行为有较大差异。

中华蜜蜂体型较小，在花朵初开花瓣微微张开时，便顺着花瓣到达花蕊，用携粉足抓住花药微微抖动，使花粉落在胸腹部绒毛及携粉足上，过程常持续 4~8 s，而后飞向临近的另一朵花，飞到另一朵花上时，蜜蜂重复前一次的访花行为，使花粉落到身上的同时，将上一朵是采集的花粉遗落部分，起了传播花粉的作用。中华蜜蜂 11:00 以前以及 15:00 以后数量较少，在 11:00~14:00 时访花频率达到高峰(图 2(b))。



**Figure 2.** Statistics on flower visiting time and frequency of different insects  
**图 2.** 不同昆虫访花时间与频率统计

意大利蜜蜂，采集花粉的过程与中华蜜蜂相似，但采集的时长较长，在花朵盛开期最多可停留 2~3 min，采集完毕后常在周围花朵盘旋后再次回到原来采集花粉的花朵。与中华蜜蜂不同的是，意大利蜜蜂的访花频率较稳定，10:00 时数量远超于中华蜜蜂的访花频率，在正午达到访花高峰，在 14:00 时仍可观察到大量意大利蜜蜂。但此时中华蜜蜂的访花频率以及大幅度下降。观测期间，马蜂较少。

家蝇是在调查期间观察到的除意大利蜜蜂和中华蜜蜂最多的访花昆虫，其与蜂类略有不同，常常停留在花瓣和叶片上，活动不频繁，常在花瓣上停留较长时间，通常不进行花粉的传播，其活动速度快、活动范围广，在正午温度较高的时候，会出现大量聚集盘旋在花朵上空。

铜绿蝇与蜜蜂的采集方法相似，用前足微微抖动花药其停留在花蕊 2~3 s 后飞离。

苹毛丽金龟，停留在圆桃期花苞上，啃食为害花瓣，停留时间从 13:00~17:00，未见其有传播花粉的行为，花朵开放程度对其影响不大。

### 3.3. 影响昆虫访花的因素分析

在调查中发现各昆虫的访花行为影响因素主要有以下两方面。

#### 3.3.1. 凤丹的生物特性

植物自身的花色、气味、花蜜、花粉以及植物次生产物性状都与传粉有关，这些对昆虫访花行为也具有一定的影响。

凤丹主要呈白色和淡粉色，而蜜蜂的色彩识别能力极强[10]，故而相较于其他昆虫数量更多。

植物花的香气来自花瓣散发出的各种挥发性芳香成分[11]，不同的花散发的香气不同，甚至在不同的花期的花香也会有所不同，花香具有较古老的吸引机制，凤丹属于芳香型气味花朵，利用气象离子迁移技术(GC-IMS)对其花香成分测定发现，主要成分为 $\beta$ -罗勒烯、2,6-二甲基-2,4,6-辛三烯、反式 $\beta$ -罗勒烯、1,3,5-三甲氧基苯等化合物，初开期，花瓣微张，香气渐浓，膜翅目昆虫显著增加，膜翅目访花昆虫尝试沿着花瓣爬向花蕊，而蝇类依旧在花瓣上活动，且停留时间略有增加。盛开期，昆虫访花频率的高峰时期，花香浓郁，吸引了大量的访花昆虫的驻停，停留时间也显著变长。衰败期，花瓣逐渐凋零，花香消失，几乎没有昆虫进行访花行为。随着开花进程，花香浓度的增加，此类芳香型气味对蜜蜂的吸引作用较强。

此外花粉的颜色对昆虫访花频率也产生了一定的影响，通过调查发现，大多数品种的牡丹不产生花蜜，昆虫在访问牡丹花时主要采集花粉。花粉主要由蛋白质和脂类组成，是蜜蜂产卵和幼虫发育的主要营养源[12]。凤丹花粉亮黄色，正是吸引传粉昆虫的颜色。

#### 3.3.2. 环境因素

牡丹物候期除了受自身激素影响，还受温度、光照、降水等多种外在因素的影响[13]。而访花昆虫的频率也与环境有着显著的关系。调查得知阴天昆虫访花频率较晴天显著减少，而在大风以及降雨的天气时访花昆虫数目更少，由于调查地气候温暖，正午时也不会太炎热，所以访花昆虫频率常在正午达到高峰，但正午温度过高，访花频率会下降并在下午回升，这与 He 等 2019 的报道相吻合[14]。

## 4. 结论

一般来说，昆虫与被访花的种类都不是一对一的关系，大多数昆虫都不只是访问一种花，而一种花往往也会有不同种类的昆虫访问。此次调查的凤丹无论是在花型、花色、花香都吸引着膜翅目的蜂类，且在不同的花期，所吸引的访花昆虫也有所差异。在圆桃期，访花昆虫大多为双翅目和鞘翅目；初开期，访花昆虫逐渐增加，常见体型较小的中华蜜蜂顺花瓣钻入花蕊进行采集花粉；盛开期，昆虫的访花频率达到高峰，膜翅目中的意大利蜜蜂和中华蜜蜂访花频率最高，主要在花蕊活动，双翅目中的家蝇访花频率也较高，但主要在花瓣活动；衰败期，昆虫访花频率急剧下降，几乎没有访花昆虫。

## 基金项目

山东省珍贵树种选育及培育国家长期科研基地运行补助项目(2020132530)。

## 参考文献

- [1] 金平. 油用凤丹牡丹播种育苗管理技术[J]. 江西农业, 2017(9): 13.
- [2] 严永旭, 杜庭凤. 大方县凤丹牡丹育苗技术[J]. 天津农林科技, 2017(3): 14-16.
- [3] 洪德元, 潘开玉. 芍药属牡丹组的分类历史和分类处理[J]. 植物分类学报, 1999, 37(4): 351-368.
- [4] 李卫文, 程文军, 赵伟, 等. 凤丹的生态习性及其高效繁殖栽培技术[J]. 现代农业科技, 2017(22): 65-66, 68.

- 
- [5] 赵龙龙. 北方蔷薇科果树常见野生传粉昆虫的组成及影响因素[J]. 植物医生, 2020, 33(4): 28-32.
- [6] 罗毅波, 裴彦龙, 潘开玉, 等. 矮牡丹传粉生物学的初步研究[J]. 植物分类学报, 1998, 36(2): 134-144.
- [7] 金红, 焦根林, 陈刚. 白花野牡丹的开花进程、花部形态特征及访花昆虫观察[J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(2): 73-79.
- [8] 罗长维, 陈友, 张涛. 油用牡丹凤丹主要传粉昆虫的传粉行为比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(4): 148-154.
- [9] 邱建生, 张念念, 刘童童, 等. 中华蜜蜂在滇山茶上的访花行为研究[J]. 生物资源, 2018, 40(1): 52-56.
- [10] 官昭瑛, 吴艳光, 袁海滨, 任炳忠. 昆虫访花机制研究概述[J]. 吉林农业大学学报, 2005(6): 608-613.
- [11] 李莹莹. 花香挥发物的主要成分及其影响因素[J]. 北方园艺, 2012(6): 184-187.
- [12] Laura, M., Lydiane, B., Benoit, P., *et al.* (2017) Nectar Foragers Contribute to the Pollination of Buzz-Pollinated Plant Species. *American Journal of Botany*, **104**, 1451-1463. <https://doi.org/10.3732/ajb.1700090>
- [13] 刘玉梅, 何丽转, 朱晓, 等. 牡丹物候研究进展[J]. 菏泽学院学报, 2020(5): 96-101.
- [14] He, C., Zhang, K., Hou, X., *et al.* (2019) Foraging Behavior and Pollination Efficiency of *Apis mellifera* L. on the Oil Tree Peony “Feng Dan” (*Paeonia ostii*). *Insects*, **10**, 116. <https://doi.org/10.3390/insects10040116>