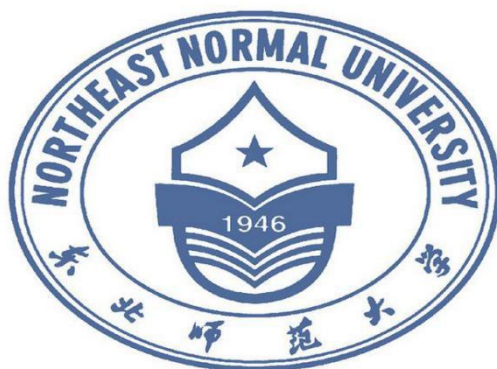


# 东北师范大学



## 长白山区车轴草属植物的传粉生物学研究

学 院：生命科学学院    年    级：2015 级

|     |            |        |            |
|-----|------------|--------|------------|
| 李怡然 | 2015012470 | 王玖清    | 2015012439 |
| 田佳璇 | 2015012478 | 陈    琛 | 2015012451 |
| 邱丽君 | 2015012398 | 严    雨 | 2015012396 |
| 庞奥坤 | 2015011834 | 杨雨萌    | 2015012491 |

2017 年 10 月

**摘要:** 红车轴草 (*Trifolium pratense* L.) 和白车轴草 (*Trifolium repens* L.) 是豆科车轴草属多年生草本植物, 在长白山地区均有广泛的分布。关于此属传粉生物学研究资料较少, 现主要从访花昆虫种类和数量方面对这 2 种常见植物的传粉生物学特性进行研究, 旨在了解其传粉系统以及进化亲缘关系, 为该属该科植物的保护生物学以及居群遗传学等提供研究资料。研究结果显示, 白车轴草较红车轴草在本地区更易吸引昆虫传粉, 某些昆虫传粉受外界环境影响并且具有不完全的传粉专一性, 这可能与二者不完全的生殖隔离有关。

**关键词:** 白车轴草; 红车轴草; 传粉生物学; 长白山;

传粉对种子植物繁殖的基础具有重要意义。具花植物除少部分自花授粉外, 其花粉传递通常依赖于一定的传粉媒介。除一些植物是借助风或水来传播花粉, 大多数植物是依赖动物传粉的。传粉动物中昆虫占据了绝大部分, 其为植物传粉, 是为了觅食富含营养的花粉、花蜜或其他特殊的报酬<sup>[1]</sup>。传粉这一重要的过程, 一方面控制着基因在种内甚至在种间的流动, 另一方面也使具花植物与传粉动物间在形态结构、行为特征及生理生化各方面形成互相适应的协同进化。<sup>[2]</sup> 本文侧重于研究传粉对植物进化的影响。

## 1 实验背景

### 1.1 访花昆虫

昆虫与植物相互作用的研究, 是当今学科交叉领域中一个活跃的部分, 二者在种类和生活的多样化方面有并行演化的现象, 它们的相互作用是多方面的, 并按各自的种系发育史和地理分布而不同<sup>[3]</sup>, 其中最为重要的是昆虫选择植物作为食物和生长场所、昆虫为植物传授花粉两方面<sup>[3]</sup>, 反映出漫长的协同进化过程中许多重要的生物学问题。尽管植物与昆虫在形态构造和生活方式上大相径庭, 但产生变异和适应环境的能力都强, 常以对方作为进化中的自然选择的条件, 经历长期有步骤的调节和制约, 形成了协调适应或协调进化<sup>[6]</sup>。且传粉昆虫对被子植物有决定性的影响, 如很多种系有辐射性的适应, 最终导致物种的形成<sup>[7]</sup>。昆虫传粉行为研究最基础的工作就是描述哪些昆虫访问哪些植物, 因此, 首先必须对传粉昆虫种类有一定的了解<sup>[8]</sup>。

蜜蜂 (Bee) 与熊蜂 (*Bombus* Spp.) 是车轴草主要的传粉昆虫, 熊蜂是膜翅

目，蜜蜂总科，熊蜂属，是一类多食性的社会性昆虫，是多种植物，特别是豆科、茄科植物的重要授粉者。集中分布于北半球的温带和亚寒带，适应于寒冷、湿润的气候，我国以东北地区 and 新疆分布种类丰富。蜜蜂属膜翅目、蜜蜂科。是一种会飞行的群居昆虫，它们被称为资源昆虫。体长 8—20 毫米，黄褐色或黑褐色，生有密毛；头与胸几乎同样宽；腰部较胸部、腹部纤细；触角膝状，复眼椭圆形，口器嚼吸式，后足为携粉足；两对膜质翅，前翅大，后翅小，前后翅以翅钩列连锁；腹部近椭圆形，体毛较胸部为少，腹末有螫针。本文将从上述几种昆虫的传粉行为来探究车轴草属植物的生物学特性<sup>[9, 10, 11]</sup>。

## 1.2 授粉植物

白车轴草 (*Trifolium itpens* L.) 又名白三叶、白花三叶草、白车轴草、白三草、车轴草、荷兰翅摇等，多年生草本；短期多年生草本，生长期达 6 年，高 10-30 厘米。主根短，侧根和须根发达，茎匍匐蔓生，上部稍上升，节上生根，全株无毛。掌状三出复叶；托叶卵状披针形，膜质，基部抱茎成鞘状，离生部分锐尖；适应性广，抗热抗寒性强，可在酸性土壤中旺盛生长，也可在砂质土中生长，世界各地广泛栽培。有一定的观赏价值。

红车轴草 (*Trifolium itpens* L.) 为豆科多年生草本植物，又名红三叶、红花苜蓿和三叶草等。原产于欧洲和西亚，现广泛分布于世界各地，为温带分布植物，中国南北各地均有栽培。红车轴草含有黄酮类物质、蛋白质、氨基酸、糖类和维生素等成分。其中异黄酮因有植物雌激素样作用和黄酮类物质的抗癌作用而格外受人关注。<sup>[12]</sup> 另有饲用、观赏等多种价值<sup>[13, 14]</sup>。

## 2 实验方法

本研究中选取同域分布的白花车轴草和红花车轴草各 4 株，采用野外直接观察法，在观察时间内，分别记录不同时间段的传粉昆虫种类及访花次数。

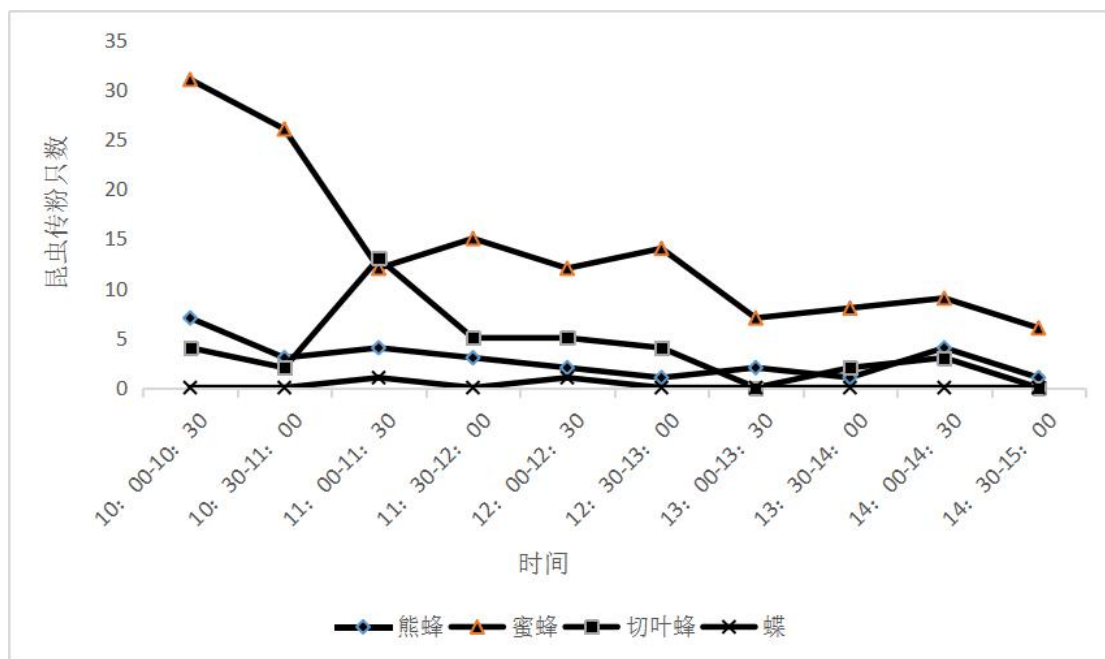
## 3 实验结果

各个时间段昆虫对于白车轴草以及红车轴草的访花情况统计如下图所示，其中“白”代表白车轴草，“红”代表红车轴草。

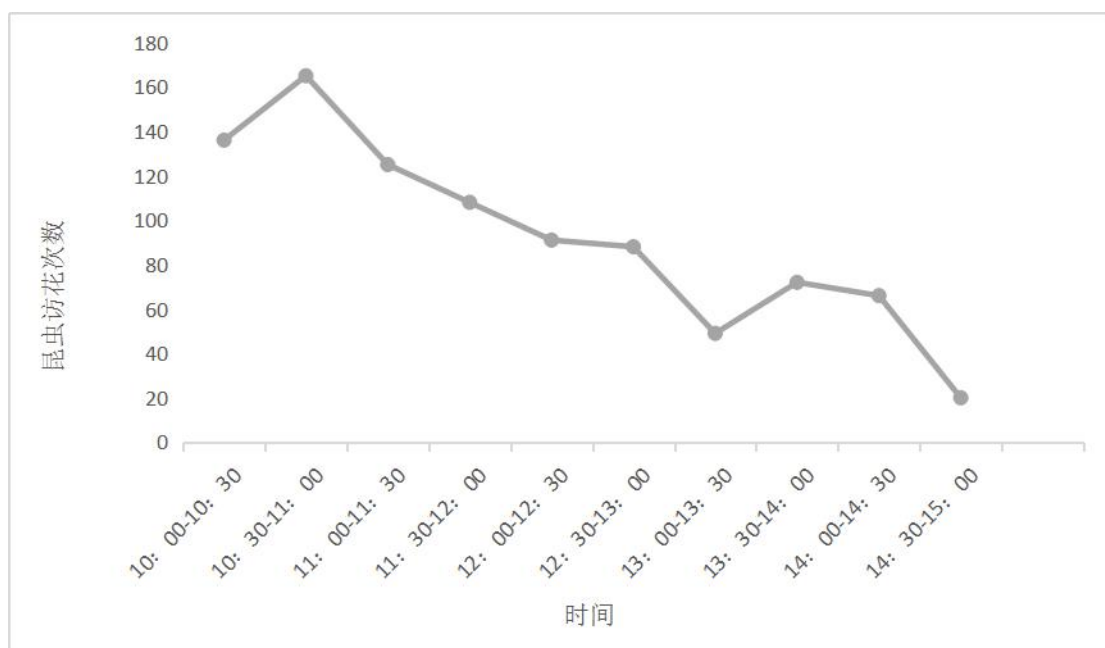
表一：不同时间段昆虫访花对象及数目统计

| 时 间         | 昆虫种类 | 昆虫总数 | 采集数（白） | 采集数（红） |
|-------------|------|------|--------|--------|
| 10：00-10：30 | 熊蜂   | 7    | 0      | 31     |
|             | 蜜蜂   | 31   | 127    | 0      |
|             | 切叶蜂  | 4    | 9      | 2      |
| 10：30-11：00 | 熊蜂   | 3    | 0      | 13     |
|             | 蜜蜂   | 26   | 158    | 0      |
|             | 切叶蜂  | 2    | 7      | 0      |
| 11：00-11：30 | 熊蜂   | 4    | 0      | 23     |
|             | 蜜蜂   | 12   | 104    | 0      |
|             | 切叶蜂  | 13   | 21     | 30     |
|             | 蝶    | 1    | 0      | 1      |
| 11：30-12：00 | 熊蜂   | 3    | 0      | 15     |
|             | 蜜蜂   | 15   | 98     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 5    | 10     | 26     |
| 12：00-12：30 | 熊蜂   | 2    | 0      | 7      |
|             | 蜜蜂   | 12   | 84     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 5    | 7      | 14     |
|             | 蝶    | 1    | 0      | 1      |
| 12：30-13：00 | 熊蜂   | 1    | 0      | 8      |
|             | 蜜蜂   | 14   | 81     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 4    | 7      | 8      |
| 13：00-13：30 | 熊蜂   | 2    | 0      | 13     |
|             | 蜜蜂   | 7    | 49     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 0    | 0      | 0      |
| 13：30-14：00 | 熊蜂   | 1    | 0      | 11     |
|             | 蜜蜂   | 8    | 62     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 2    | 10     | 7      |
| 14：00-14：30 | 熊蜂   | 4    | 0      | 39     |
|             | 蜜蜂   | 9    | 57     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 3    | 9      | 17     |
| 14：30-15：00 | 熊蜂   | 1    | 0      | 18     |
|             | 蜜蜂   | 6    | 20     | 0      |
|             | 切叶蜂  | 0    | 0      | 0      |

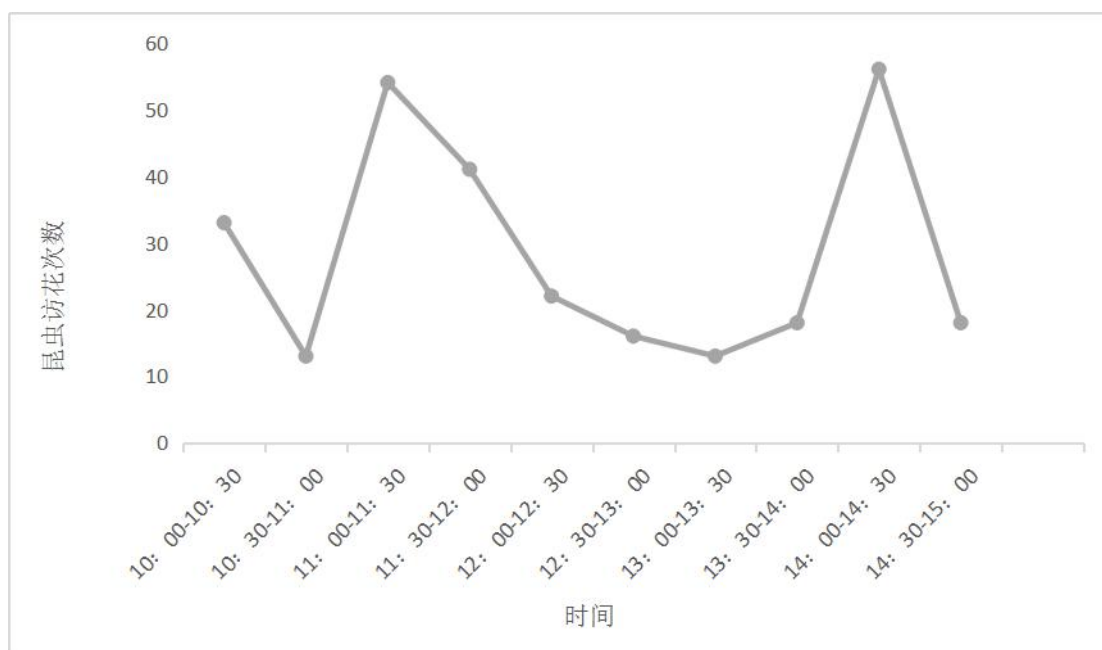
根据上表，分别将访花昆虫访花只数、白车轴草访花次数及红花车轴草访花次数与时间关系汇成下面三个曲线图（见下：图一，图二，图三）。



图一：访花昆虫访花只数与时间关系



图二：白车轴草访花次数与时间关系



图三：红车轴草访花次数与时间关系

由图一可以看出，四种昆虫的访花与观测的时间存在一定关系，访花昆虫中蜜蜂有着绝对的数量优势，明显高于其他三种。另外，访花昆虫的数量从上午到下午整体呈现减少趋势，可能与长白山地区温度变化及蜂类习性有关。由图二和图三可以看出，白车轴草的访花次数明显要多于红车轴草，白车轴草的访花次数随着时间整体呈下降趋势，而红车轴草较为不稳定。

昆虫传粉与植物的关系：

表二：四种昆虫对于红白车轴草的访花个数及所占比例

| 昆虫种类 | 昆虫数量 | 白车轴草 | 访花比例   | 红车轴草 | 访花比例   |
|------|------|------|--------|------|--------|
| 熊蜂   | 28   | 0    | 0.00%  | 147  | 14.05% |
| 蜜蜂   | 134  | 713  | 68.16% | 0    | 0.00%  |
| 蝶    | 2    | 0    | 0.00%  | 2    | 0.19%  |
| 切叶蜂  | 38   | 80   | 7.65%  | 104  | 9.94%  |

由表二可以看出白车轴草的访花频率要高于红车轴草，另外可以看出熊蜂和蜜蜂在选择传粉的植物上有明显的专一性，熊蜂只对红车轴草进行传粉，而蜜蜂只对白车轴草进行传粉，而切叶蜂不具有明显的专一性，蝶类由于访花次数太少无法做出判断。

## 4 讨论

本次观察共选取实验对象红车轴草 20 株，白车轴草 20 株，白车轴草昆虫访花频率大于红车轴草，表明在长白山区白车轴草比红车轴草有更强的吸引昆虫传粉的能力，且蜂类拜访次数与种子产量之间呈正相关<sup>[4]</sup>，综上与该山区白车轴草数目明显大于红车轴草相符。在实际观察中，长白山山区白车轴草的数量要多于红车轴草。

有些蜂类（熊蜂、蜜蜂）对两种车轴草有明显的偏好，即分辨能力，熊蜂只对红车轴草进行传粉而蜜蜂只对白车轴草进行传粉；有些蜂类（切叶蜂）对两种车轴草则无明显的选择，对红白车轴草均进行传粉（见表 2）。实验结果表明至少有部分蜂类能够分辨这两种车轴草。花吸引蜂类主要有 3 个因素：花的颜色和大小、蜂类的嗅觉反应、获得的花蜜，且程度依次递减。<sup>[16, 17]</sup>由此推测三个因素都有可能是影响蜂类对红白车轴草喜好的因素。

根据实验数据结果统计，白车轴草的访花高峰期在 10:00 至 11:00 左右，红车轴草则不稳定，由图三可以看出有两次访花高峰期，由此推测通常情况下红白车轴草访花次数应与各类昆虫的活动高峰时间有关，而各类昆虫活动的高峰时间应花内的温度变化有一定的关系，<sup>[6]</sup>所以推测红白车轴草的访花时间不仅受时间影响，也就是昆虫的活动高峰时期有一定的关联，且与温度变化也有密切的联系。

通过观察红白车轴草某些昆虫访花的专一性，由此推测红白车轴草之间可能存在生殖隔离，但是某些蜂类对于两种花的访花又不具有明显的偏向性，所以红白车轴草之间存在的生殖隔离可能不完全。

## 5 总结

本次长白山车轴草属植物的传粉生物学研究实验调查了长白山区部分地区的红白车轴草的传粉昆虫以及传粉频率，得出了白车轴草较红车轴草在本地区更易吸引昆虫传粉的结论，并且结果显示某些昆虫传粉受外界环境影响，并且具有一定的传粉专一性，而因为红白车轴草可能存在不完全生殖隔离的缘故，有些昆虫传粉未表现出专一性。关于红白车轴草与其传粉昆虫之间的关系，还要从传粉昆虫行为的研究，昆虫的认知生态学、花的特征和报酬等的变异等诸多方面<sup>[15]</sup>进行进一步的探究。

### 参考文献:

- [1] Heinrich B. Resource heterogeneity and patterns of movement in foraging bumblebees[J]. *Oecologia*, 1979, 40(3):235-245.
- [2] 王琛柱, 钦俊德. 昆虫与相互作用的研究进展[J]. *世界农业*, 1998, 4:33-35.
- [3] 钦俊德. 昆虫与植物的关系: 论昆虫与植物的相互作用及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1-227.
- [4] Pedersen MW. Nectar production in alfalfa clones as related to bee visitation and seed production including in a study of techniques for measuring nectar. Univ. of Minnesota, Ph.D. Thesis[D]. 1952
- [5] Herrera C M. Floral biology, microclimate, and pollination by ectothermic bees in an early-blooming herb [J]. *Ecology*, 1975, 73(1):15-22
- [6] 陈超, 王赵玮, 张阔, 等. 红车轴草和白车轴草与传粉昆虫的关系[J]. *宜春学院学报*, 2008, 30(6):117-118.
- [7] Gill FB, Wolf LL (1975) Foraging strategies and energetics of East African sunbirds at mistletoe flowers. *The American Naturalist*, 109, 491-510.
- [8] Real L (1983) *Pollination Biology*. Academic Press, Florida.
- [9] 刘凌云, 郑光美. 普通动物学(第3版)[M]. 北京: 高教出版社, 1-296.
- [10] 李孟楼. 资源昆虫学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1-108.
- [11] 郭柏寿, 杨继民, 许育彬. 传粉昆虫的研究现状及存在的问题[J]. *西南农业学报*, 2001, 14(4), 102-108.
- [12] 姜滨, 周春艳, 姜殿勤. 特种经济动植物: 红车轴草的实用价值及栽培[J]. 2008(2): 36-37
- [13] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1986, 38: 039.
- [14] 陆时万, 吴国芳等. 植物学(第2版)[M]. 北京: 高教出版社, 1-308.
- [15] Chittka L, Thomson JD (2001) *Cognitive Ecology of Pollination: Animal Behavior and Floral Evolution*. Cambridge University Press, New York.
- [16] Clement W M. Flowercolor, a factor in attractiveness of alfalfa clones for honey bees[J]. *Crop Sci*, 1965, 5:267-268
- [17] Kauffeld N M. Sorensen E L. Interrelations of honey bee preference and alfalfa clones and flower color, aroma, nectar volume, and sugar concentration [J]. *Kansas J. Agric. Exp. Stn. Res. Publ.*, 1971, 196