

球果假水晶兰的传粉昆虫及其采花行为

张昕彤* 刘岭霞 孙莹莹 崔海莹 周安逸 邵宁宁 刘迪 叶威
东北师范大学 生命科学学院

摘 要 本小组对球果假水晶兰 (*Monotropastrum tschangbaischanicum* Chang et Chou) 的访花昆虫种类、访花频率、访花时间和访花行为进行初步的研究。研究结果表明: (1) 球果假水晶兰的传粉者来自于 3 个目中的 4 个物种, 其中传粉的昆虫有两种, 主要的传粉者是蚂蚁 (Formicidae)。 (2) 各种昆虫访花频率差异较大, 其中蚂蚁访花频率较大, 一天之中有三次访花高峰。分别在上午 7:00-8:00, 中午 10:00-11:00, 下午 1:00-2:00。熊蜂(*bumble-bee*)的访花频率较低, 在下午 2:00-3:00 之间 (3) 蚂蚁的访花时间较长, 一般需要 60 秒, 熊蜂的访花时间较短, 一般需要 6 秒。

关键词 球果假水晶兰, 传粉昆虫, 访花行为, 访花频率

假水晶兰(又名拟水晶兰、, *Monotropastrum tschangbaischanicum* Chang et Chou), 属鹿蹄草科假水晶兰属。克朗奎斯特 (1981 年) 系统归属水晶兰科。为多年生腐生草本, 常生于山地林下, 腐殖层较厚的土壤中, 根密集呈鸟巢状; 茎肉质, 白色半透明, 高约 10 厘米左右; 叶鳞片状, 贴生于茎; 花单生于茎顶、俯垂, 直径约 10 毫米左右; 花萼、花瓣为白色, 剥去它们后可见到花药, 为黄色的雄蕊和柱头为铅蓝色的雌蕊 8—12 枚雄蕊围成平滑无毛的瓶状子房; 果为浆果。花期 6—8 月, 果期 9—10 月。

假水晶兰为腐生植物, 因此其全株并不包含叶绿素, 无法进行光合作用。由于无法通过光合作用来制造养分, 因此其植物出现退化现象, 例如: 全株为白色, 叶片开始退化, 植株体相对矮小。白色透明的叶子已经退化成鳞片状贴在茎的旁边, 互生, 白色。茎也是白色, 没有分支。花期在春季到夏季, 为雌雄同株, 有时数朵集生, 花朵在每株植株的顶端开出, 单生, 花瓣白色。常分布于海拔 1500—2500 公尺, 冷凉潮湿的针阔叶混合林间。结合野外的群落调查, 我们发现球果假水晶兰种群分布面积很小, 只是零星分布于山地林下, 腐殖质较多的地方。对其传粉昆虫的调查渴望能够找出该种群分布狭窄的机制, 为球果假水晶兰的繁殖生态学提供重要理论依据。

1、材料与方法

1.1 材料及样地

1.1.1 材料 本实验研究的植物为球果假水晶兰，分布于山地林下，腐殖质较多，阴湿避光的红松树下。常成簇生长，花期为每年的 6-8 月份，植株为多年生，高 6—15 厘米，花白色，开花时花冠下垂。

1.1.2 样地 本实验在白山市抚松县露水河镇红松林种质资源库内进行。地理坐标为东经 127°29'—128°24'，北纬 42°24'—42°49'，温带大陆性季风气候。年平均气温 2.9℃，高温多在 7、8 月份，绝对最高气温 34.2℃(1997 年 7 月 24 日)；绝对最低气温-44.4℃(1990 年 1 月 26 日)。样地面积为 5 平方米。

1.2 实验方法

本实验以长白山鹿蹄草科假水晶兰属球果假水晶兰为实验对象，根据球果假水晶兰虫媒传粉的特点，采用直接观察法，对假水晶兰的传粉过程进行记录。记录的信息包括传粉者的种类，传粉高峰期，传粉时长以及传粉行为。其中传粉行为包括传粉的过程中采集的花朵数以及采集部位。

直接观察法的优点是简单方便，能直接获得实验数据，不需其它中间环节，所获得的资料比较真实。在自然状态下，直接观察法可以降低对实验对象干扰程度，但受限于观察者本身，结果的准确性会受到影响。

针对长白山特殊的地理地质环境设计了以下实验：首先，我们将实验地点选择白山市抚松县露水河镇红松林种质资源库，阴湿避光的红松树下。其次，球果假水晶兰的花期为每年的 6-8 月份，故将实验时间选定为 2012 年 7 月 10 日和 7 月 11 日，为期两天。

实验的具体步骤为：

- (1) 清理选定地点，将影响观察的树枝杂草进行适当清理，整理出适合观察的环境；
- (2) 观察者与观察对象保持 1 米的距离，以降低人类活动对传粉者的影响；
- (3) 观察昆虫对假水晶兰的传粉行为，确定传粉者。凡是与植株雄蕊有直接接触的昆虫均视为传粉者。以半小时为一个周期，记录下传粉者的传粉时段，传粉时长，采集花朵数目。辅助观察工具为照相和摄像装置。摄像装置记录传粉者自植株花瓣外侧进入内侧，接触柱头和花柱的全过程。
- (4) 同时进行多组实验观察。
- (5) 选取三株完整植株，进行解剖学研究。通过观察球果假水晶兰的结构特征，推测其结构对传粉方式的适应。
- (6) 分析实验数据得出结论。

2、结果与分析

2.1 访花及传粉昆虫的种类

共有访花昆虫 4 种，隶属于 3 个目。其中访花昆虫有 2 种，隶属于膜翅目，即蚂蚁（*Formicidae*）和蜜蜂（*Bumble-bee*）。

纲	目	种类
昆虫纲(<i>Insecta</i>)	膜翅目(<i>Hymenoptera</i>)	蚂蚁*
		熊蜂(<i>bumble-bee</i>)*
	鞘翅目(<i>Coleoptera</i>)	甲虫
蛛形纲(<i>Arachnida</i>)	蜘蛛目(<i>Araneida</i>)	蜘蛛

注：带*号的为传粉昆虫

2. 2 主要传粉昆虫的访花频率日变化规律

访花频率是指单位时间内昆虫访问单个花朵或一个花序的次数。球果假水晶兰的主要访花者有蚂蚁、熊峰、红色小甲虫、红色小蜘蛛。各种昆虫在一天各个时间段的访花频率是不同的（图 2）。蚂蚁在一天之中共有 3 次访花高峰，第一次是上午 7:30-8:00，第二次是中午 11:00-11:30，第三次时出现在下午 14:30-15:00。中午时段的访花频率最高，其原因可能是红松

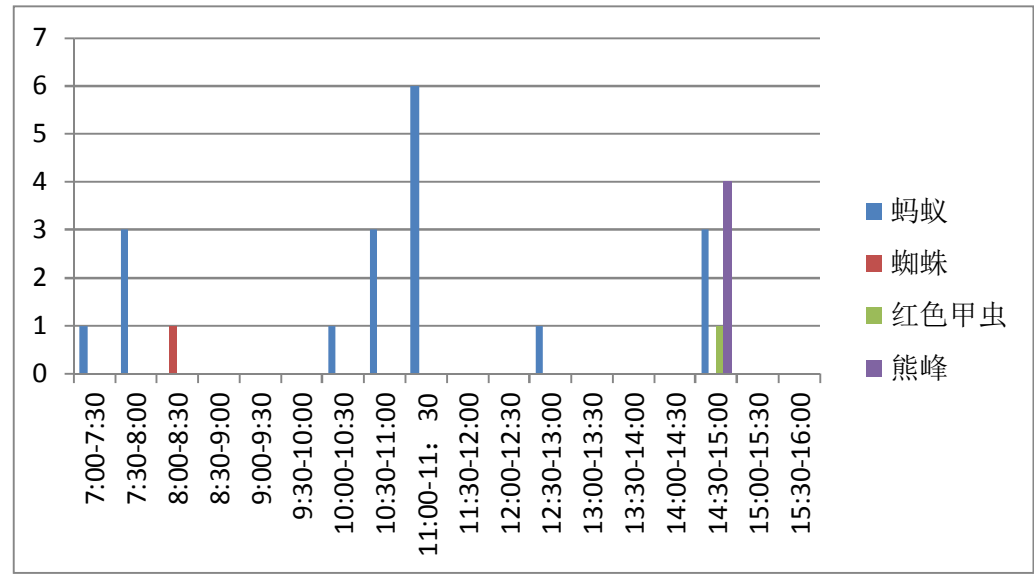


图 1 主要访花昆虫日访花频率变化规律

王种质植物园中空气湿度较大，温度较低，土壤较潮湿，而中午是空气温度上升，有助于蚂蚁活动。熊蜂只在下午 14:30-15:00 访花，但其访花频率较高。可能是由于假水晶兰会在下午这个时间段散发出特殊的挥发性物质来吸引熊蜂。其中，蜘蛛只在上午 8:00-8:30 出现，访问花一次，经观察红色小蜘蛛并未进行与相关的活动，说明蜘蛛并不是球果假水晶兰的主要传粉者。红色小甲虫在下午 14:30-15:00 出现，访花频率较低，但其并未进行与传粉相关的行为。其中在下午 14:40-15:00 之间出现的访花虫数最多。

2.3 主要传粉昆虫的访花行为与传粉

2.3.1 蚂蚁的访花行为与传粉

通过观察发现蚂蚁是球果假水晶兰的主要传粉者。蚂蚁访花时总是先在花萼外徘徊，然后爬到柱头上最后碰触雄蕊群，再从花中爬出。经过观察，蚂蚁是在爬上花柱头时碰触雄蕊群的，证明了蚂蚁不是要食花粉粒。爬上柱头时会在柱头上停留几秒，可能是吸食柱头上的分泌物。（图 2）



图 2 蚂蚁访问球果假水晶兰

2.3.1 熊蜂的访花行为与传粉

小组成员经过观察发现，一天之中熊蜂只在下午 14:30-15:00 进行传粉。其访花频率很高，在 18s 内共访问了 4 朵花。熊蜂访花的速度很快，不在花萼上停留，直扑柱头和雄蕊群。熊蜂有 3 对足，可以用来从全身的绒毛上收集花粉粒，并且把这些花粉粒打扫到后足的花粉筐内，当其取食花粉时正好其腹部的体毛与柱头接触完成授粉。

3、讨论

对于森林植物访花昆虫的种类，由已有的报道可知刺五加（*Radix Acanthopanax Senticos*l）的访花昆虫有 60 多种。从实验中我们发现，球果假水晶兰的访花昆虫并不多，只有 4 种，这可能与球果假水晶兰的性状有关。球果假水晶兰花为白色，无蜜腺，提供给访

花昆虫的酬物主要为花粉与柱头分泌物。所以对于一些喜食蜜汁的昆虫当然不会访问球果假水晶兰花朵了。我们通过对球果假水晶兰花的解剖发现，其柱头呈粘性，我们可以得出其柱头有分泌物，是昆虫的取食对象。所以在其不多的访花昆虫中就有 2 种是其传粉者。结合我们的实验数据得到一下结果：在本实验中，通过两天的观察共发现 4 种传粉者，分别为蚂蚁、蜘蛛、蜜蜂、红色甲虫。第一天 7:00 至 15:00 共发现蚂蚁采粉 10 次，蜘蛛采粉 1 次，每次采粉的停留时间在 1 分钟左右，每次每只蚂蚁（蜘蛛）大都采集了 1 朵花，只发现 1 次蚂蚁采集了 6 朵花。

在蚂蚁 10 次的采粉中，有 5 次蚂蚁先爬到花萼上，再碰触雄蕊最后爬到柱头上，即完成了每朵花的自花传粉；2 次蚂蚁先爬到花萼上，再爬到雄蕊群；1 次蚂蚁先爬到萼片上，再到花柱，最后到达雄蕊群；一次停留在花萼上未进行传粉；1 次蚂蚁先后爬过 6 朵花的雄蕊和柱头。而红色小蜘蛛反复进出花朵。第二天从 14:30 至 17:00 共发现传粉者出现 4 次，其中蚂蚁 2 次，蜜蜂 1 次，红色甲虫 1 次。其中一只蚂蚁在花萼上徘徊，没有传粉；一只蚂蚁从花萼到雄蕊群再到柱头，然后爬入另一朵花的雄蕊群和柱头。蜜蜂进入了 4 朵花。红色甲虫从花萼进入雄蕊群。

从花的结构方面分析：

1) 由于假水晶兰没有叶绿素，不能自养生活，因此其营养依靠根从土壤中吸收可溶性有机物质，是腐生植物。

2) 从花的解剖结构：



从传粉机制分析：

1) 从实验数据可得出假水晶兰主要的传粉者是蚂蚁，蚂蚁传粉植物的蜜腺很小，花蜜产

量也很低以至于其他较大的昆虫不屑一顾。蚂蚁传粉的花也很小、无柄，并贴近地面，表现出最小限度的视觉吸引力。这些都符合假水晶兰的结构特征。

2) 甲虫也可能是假水晶兰的传粉者，甲虫的嗅觉比较灵敏，它们传粉的花一般为白色或阴暗色调，常有果实味、香味或类似发酵腐烂的臭味。也和假水晶兰的特征吻合。

4、参考文献

- 1、孟宏虎，《被子植物在进化中与环境相适应的传粉机制》，《生物学通报》，2008 年 10 期
- 2、张红玉，《虫媒植物与传粉昆虫的协同进化(二)——虫媒花的性状对昆虫传粉的适应》，《四川林业科技》 2005 年 06 期
- 3、孙杉、张志强、张勃、杨永平，《从合作的进化探讨植物与传粉者的相互作用》，《生物多样性》 2012 年 03 期
- 4、陈勇、吴发旺，《腐生植物——球果拟水晶兰》，《生物学教学》，2005 年第 02 期
- 5、赵耀新、冯天杰、杜克久、袁玉欣、刘海莹、赵亚民、司瑞雪，《鹿蹄草根状茎、叶器官的形态解剖学研究》，《河北农业大学学报》 2005 年 03 期
- 6、黄向旭、易绮斐、邢福武、刘东明、顾志建，《水晶兰属植物的染色体》，《植物分类与资源学报》2006 年第 02 期
- 7、马玉心、蔡体久，《兴安鹿蹄草传粉昆虫及其访花行为》，《昆虫知识》 2008 年 01 期
- 8、张明峰、卢诗卿、赵鸽、刘丽英，《植物的传粉媒介》，《生物学通报》 2004 年 05 期
- 9、李宪彬、方波，《植物繁殖方式与育种的关系》，《种子科技》 2001 年 02 期
- 10、刘洪杰，《假水晶兰和野菰》，《植物杂志》1991 年第 01 期