

文章编号: 1000-5692(2007)04-0401-05

2 种鹅掌楸的开花习性与传粉媒介

李火根, 曹晓明, 杨建

(南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 在包含中国鹅掌楸 *Liriodendron chinense* 和北美鹅掌楸 *L. tulipifera* 17 个种源的试验林内, 选取 6 个搭架的个体, 连续 2 a 定点观察了鹅掌楸的开花习性和传粉媒介。结果表明, 鹅掌楸不同种源始花期有差异, 但同一种源不同个体的始花期大致相同; 而盛花期的开花数量在不同种、种源和个体之间均存在差异。鹅掌楸为虫媒传粉, 但传粉媒介种类与访花频率在种间大致相同。试验观察到访花动物共 14 种, 分别来自于双翅目 Diptera, 膜翅目 Hymenoptera, 鞘翅目 Coleoptera, 鳞翅目 Leiodoptera, 蜘蛛目 Araneae, 其中, 食蚜蝇科 Syrphidae 1 种, 西方蜜蜂 *Apis mellifera*, 蚁科 Formicidae 2 种等 4 种昆虫为鹅掌楸主要访花昆虫。不同种类昆虫其访花行为各有特点。昆虫访花频率与植株日开花量之间存在相关性, 大致趋势是随着日开花量的增多昆虫访花频率增大。图 1 表 2 参 13

关键词: 植物学; 中国鹅掌楸; 北美鹅掌楸; 虫媒传粉; 开花习性; 同株异花自交

中图分类号: S718; Q948.12 **文献标志码:** A

鹅掌楸属 *Liriodendron* 为木兰科 Magnoliaceae 的古老树种, 现仅存 2 个种, 即中国鹅掌楸 *L. chinense* 和北美鹅掌楸 *L. tulipifera*。中国鹅掌楸现存的种群小, 已列入国家二级珍稀濒危保护植物; 而北美鹅掌楸分布范围广, 适应性较强, 是美国重要的阔叶树种^[1]。目前国内对中国鹅掌楸开展了大量的研究, 主要集中在系统发育及分类地位、胚胎学、保护生物学、生殖生物学、无性繁殖、种源试验及杂交育种等方面^[1-11]。北美鹅掌楸引种至中国后, 表现出较好的适应性, 并已作为杂交育种亲本在生产上广泛应用, 而有关北美鹅掌楸的研究则报道较少。花部综合特征、传粉媒介是植物交配系统的重要组成部分^[12, 13], 研究鹅掌楸属树种的开花习性与传粉媒介, 对提高鹅掌楸结实率, 探索中国鹅掌楸的脱濒机制, 研究鹅掌楸属树种的交配系统等方面都具有重要意义。该文旨在通过野外观察, 分析鹅掌楸 2 个种不同种源的开花特性及传粉媒介, 进而为探索鹅掌楸种间的基因流及交配系统作技术储备。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

参试材料为位于江苏省句容市南京林业大学下蜀实习林场的鹅掌楸种源试验林。试验林基本情况参见文献[10]。2004 年 4 月, 在试验林内选取生长正常的中国鹅掌楸、北美鹅掌楸不同种源的个体用毛竹 *Phyllostachys pubescens* 进行搭架, 共搭架 11 株。从搭架的个体中, 选取不同种源的 6 株树进行开花特性及传粉媒介的定株观察。

收稿日期: 2006-10-08; 修回日期: 2006-12-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39870624); 江苏省自然科学基金资助项目(BK2006211)

作者简介: 李火根, 副教授, 博士, 从事林木遗传育种研究。E-mail: hgli@njfu.edu.cn

1.2 花期及相应形态特征

在搭架的个体上观察其始花期、花部形态特征以及单花的开花过程等。试验观察期为2005年4月20日至5月10日,记录观察数据,每天观察时间为8:00~12:00。

1.3 传粉媒介

鹅掌楸的风媒传粉可以忽略^[1,3],故本试验仅研究鹅掌楸的虫媒传粉。严格来说,访花动物与传粉动物是不同的2个概念,访花动物并不一定参与传粉。试验观察到的应该为访花动物及其访花行为。本试验将参与访花的所有动物均当成潜在的传粉者。于2005年和2006年4~5月,在搭架个体上观察和记录整个花期不同种类传粉动物的访花时间、访花行为以及当时的气候条件。在传粉动物访花时,用昆虫网捕获昆虫标本,带回鉴定。

2 结果与分析

2.1 鹅掌楸种间及种源间花期差异

鹅掌楸的花期一般在4月下旬至5月中旬。分析观察结果(表1)发现,鹅掌楸种间及种源间的始花期存在差异。北美鹅掌楸的

路易斯安那种源开花较早,始花期在4月21日,4月25日开花数量已在20朵以上,而此时江西庐山、浙江松阳种源的鹅掌楸则刚刚开花,开花数为2~3朵,其他种源的个体几乎没有开花。江西西部、南卡罗来纳、安徽黄山种源的个体始花期均在5月1日前后。

而同一种源的不同个体的始花期大致相同,如北美鹅掌楸的南卡罗来纳种源,不同个体之间的始花期几乎同步。

同时,通过观察还发现鹅掌楸不同树冠部位的开花期也有不同,一般趋势为上层树冠先开花,中、下层后开花。

2.2 鹅掌楸种间及种源间盛花期开花数量差异

鹅掌楸属树种的开花盛期在5月上旬。结果表明(表1),在盛花期,鹅掌楸不同种、种源、个体之间的开花数量存在差异。在开花盛期,北美鹅掌楸中,路易斯安那种源的个体开花数量达150~160朵,而南卡罗来纳种源的个体开花数量为105朵;中国鹅掌楸中,浙江松阳种源的个体开花数量为65~70朵,江西庐山种源的开花数量35~60朵,而安徽黄山、鄂西种源的个体开花量在整个花期均在10朵以下。总体看来,北美鹅掌楸在开花盛期的开花数量上普遍要多于中国鹅掌楸。

同时还发现,同一种内不同种源间的盛花期持续时间也有不同,其中,北美鹅掌楸中路易斯安那种源的盛花期持续时间较长,中国鹅掌楸中黄山、鄂西种源的花期持续时间比较短。

2.3 鹅掌楸传粉媒介

2.3.1 访花昆虫的种类与访花频次 对北美鹅掌楸和中国鹅掌楸共6个种源的6个体进行了2a共40d约160h的树上定点观察。2a对传粉动物种类与访花频次观察的结果波动不大。忽略某些只将鹅掌楸的花作为落脚点的昆虫。试验观察期间统计,共有13种昆虫和1种蜘蛛访问了鹅掌楸的花朵。这14种访花动物分别来自于双翅目Diptera(2种),膜翅目Hymenoptera(6种),鞘翅目Coleoptera(4种),鳞翅目Lepidoptera(1种)和蜘蛛目Araneae(1种)(表2)。

14种访花动物按访花频次可分为3类。第1类为主要访花昆虫,包括食蚜蝇科Syrphidae的1种蚜蝇,西方蜜蜂*Apis mellifera*,蚁科Formicidae的2种蚂蚁,这4种昆虫的访花频次占总访花频次的84%,第2类为次要访花昆虫,包括1种熊蜂*Bombus* sp.,黄边胡蜂*Vespa crabro crabro*,中华木蜂

表1 鹅掌楸属树种的始花期及盛花期的开花数量(2005年)

Table 1 The initial anthesis and the number of flowers during blooming of *Liriodendron* spp. (observation in 2005)

树种	种源	始花期	盛花期	盛花期的开花数量/朵
北美鹅掌楸	路易斯安那	4月21日	5月1日至10日	150~160
	南卡罗来纳	4月29日	5月5日至10日	105
中国鹅掌楸	江西庐山	4月24日	5月3日至8日	35~60
	浙江松阳	4月25日	5月3日至9日	65~70
	安徽黄山	5月2日	5月2至3日	5
	鄂西	4月28日	5月1日至2日	9

Xylocopa (Koptortosoma) sinensis, 叩头虫科 Elateridae 的 1 种, 细花萤科 Prionoceridae 的 1 种, 瓢甲科 Coccinellidae 的 1 种瓢虫, 该类昆虫 (6 种) 的访花频次占总访花频次的 13%; 第 3 类为偶访动物, 包括大蚊科 Tipulidae 的 1 种大蚊子, 叶甲科 Chrysomelidae 的 1 种甲虫, 弄蝶总科 Hesxerioidea 的 1 种蝴蝶。蜘蛛目 Araneae 的 1 种蜘蛛。该 4 种动物的访花频次仅占总访花频次的 3%。

2.3.2 昆虫访花行为 观察发现不同种类的访花昆虫其访花行为各有特点。蜂类因自身所特有的携粉足, 可以附着大量的花粉, 尤其是蜜蜂和熊蜂, 虫体密被体毛, 更易于携带花粉^[13]。黄边胡蜂是一种飞行能力很强的昆虫, 也是鹅掌楸属树种花朵较早的访客。在花刚开或将要开放时, 黄边胡蜂就试图奋力挤开花被片钻入花内。蜂类昆虫访花, 通常对一朵花的访问时间较短, 之后又会访问另一朵花。在北美鹅掌楸 (路易斯安那种源) 中, 发现熊蜂可连续访问同一株树上不同的花, 而在中国鹅掌楸 (庐山种源) 中, 发现黄边胡蜂从花内钻出后, 飞到了距离不远的另一株北美鹅掌楸的花中。可见, 在自然条件下, 不仅存在同株异花自交现象, 也存在不同种、种源、个体之间异交的可能性。

蝇类昆虫访花, 有时访花的时间极短, 刚一接触到花瓣便立即飞走, 但也有的在花内长时间不飞走 (20~30 min, 甚至 1~2 h), 并且对同一朵花的回访率很高。如在北美鹅掌楸 (南卡罗来纳种源) 上, 观察到 1 只蚜蝇从花内钻出, 在树上穿梭一阵之后, 又钻入刚访问过的花内。

蚁类一般是从枝干上爬到花当中进行访问, 常常是 3~4 只蚂蚁访问同一朵花, 且在花内停留的时间很长, 尤其是在雨前、阴天刮风的情况下, 这种现象更为常见。

甲虫类经常在花的基部活动, 或静止不动或缓缓爬行, 虫体表面黏满花粉。由于甲虫不善于飞行, 其访花行为最显著特点就是访花时间长, 通常在一朵花内停留 2~3 h。

2.3.3 日开花量与昆虫访花频率的关系 分别对北美鹅掌楸 (南卡罗来纳种源) 和中国鹅掌楸 (江西庐山种源) 2 个种源的 2 个体分析日开花量与昆虫访花频率的关系, 图 1 为鹅掌楸日相对开花量与昆虫访花频率关系 (2005 年数据)。

由图 1 可以看出, 昆虫访花频率与植株日相对开花量之间存在着一定的关系, 大致趋势是随着日开花量的增多, 昆虫访花频率增大。在开花盛期日开花量较多的情况下, 昆虫访花频率较高。

天气状况对昆虫访花频率有影响。昆虫在无风或微风的晴天活动比较多, 强风对昆虫的活动是非常不利的。在强风的条件下, 昆虫的数量、访花频率都急剧下降。而昆虫在阴天或气温低的情况下活动较少, 从而使昆虫的访花频率下降。昆虫活动最频繁的时候是在雨后, 这时天气通常无风, 适宜于昆虫活动, 而很多花苞由于雨水的刺激提前开花, 日开花量增多, 这样便引来了更多的访花昆虫, 使昆虫的数量、访花频率都会急剧上升, 这是图中曲线起伏变化的原因。

庐山种源的昆虫访花频率比南卡罗来纳种源的低, 这可能是由于庐山种源的日开花量比南卡罗来纳种源少。

表 2 鹅掌楸属植物传粉动物的种类与访花频次

Table 2 Visitors and their visiting frequency for *Liriodendron* spp.

访花动物种类	访花频次	比例/%
双翅目 Diptera		
食蚜蝇科 Syrphidae 1 种	92	28.93
大蚊科 Tipulidae 1 种	3	0.94
膜翅目 Hymenoptera		
细腰亚目 Apocrita		
西方蜜蜂 <i>Apis mellifera</i>	108	33.96
熊蜂 <i>Bombus</i> sp. 1 种	10	3.14
黄边胡蜂 <i>Vespa crabro crabro</i>	7	2.2
中华木蜂 <i>Xylocopa (Koptortosoma) sinensis</i>	6	1.89
蚊科 Fomniciidae 2 种	68	21.38
鞘翅目 Coleoptera		
叩头虫科 Elateridae 1 种	6	1.89
细花萤科 Prionoceridae 1 种	6	1.89
瓢甲科 Coccinellidae 1 种	4	1.26
叶甲科 Chrysomelidae 1 种	3	0.94
鳞翅目 Leiodoptera		
弄蝶总科 Hesxerioidea 1 种	3	0.94
蜘蛛目 Araneae		
圆蛛科 Araneidae 1 种	2	0.63
总计 14 种	318	100

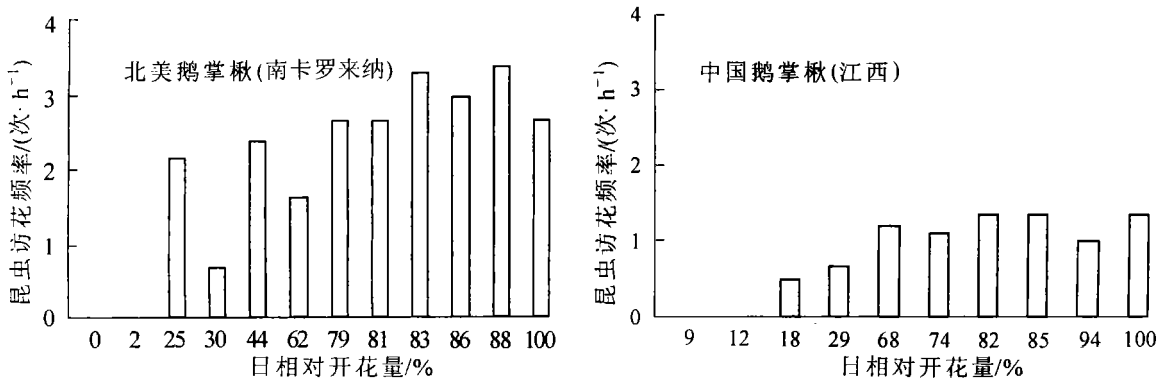


图1 日开花量与昆虫访花频率的关系

Figure 1 The relationship between daily blooming number of *Liriodendron* spp and visiting frequency of the visitors

3 结论与讨论

3.1 鹅掌楸开花习性、传粉媒介种间及种源间的差异

研究发现中国鹅掌楸与北美鹅掌楸的始花期、盛花期的开花数量等开花习性在种间及种内不同种源间存在不同程度的差异, 而传粉媒介则无论在种间还是在种内不同种源间均无明显差异。笔者认为, 这与决定开花习性及其传粉媒介的主要因素有关。植物的开花习性是植物本身固有的生物学特性, 是变异、自然选择(传粉媒介)与进化等因素相互作用的结果。归根结底, 植物的开花习性是由其遗传本质所决定。由于长期的地理隔离, 造成中国鹅掌楸与北美鹅掌楸遗传差异大, 进而表现在开花习性等生物学特性方面。同样, 种源间的开花习性差异也是由遗传差异造成的。而植物的传粉媒介主要决定于植物开花期环境因素, 包括当地分布的传粉动物的种类与密度以及天气状况等。即对于传粉媒介, 植物是被动的, 主动权在传粉动物一方。中国鹅掌楸与北美鹅掌楸的花部综合特征相似, 因此, 两者的传粉媒介大致相同。

3.2 访花动物种类及主要访花昆虫

鹅掌楸树种的访花动物共 14 种, 分别来自于双翅目、膜翅目、鞘翅目、鳞翅目和蜘蛛目等 6 个目, 其中, 食蚜蝇 1 种、西方蜜蜂、蚂蚁 2 种昆虫为鹅掌楸主要传粉昆虫。这与黄双全等^[3] 研究结果相似。

3.3 昆虫访问的规律性

昆虫访花频率与植株日开花量之间存在着一定的关系, 大致趋势是随着日开花量的增多, 昆虫访花频率增大; 同时, 分析发现植株日开花量与昆虫访花频率的关系曲线起伏较大。笔者认为, 这与昆虫访花行为受天气的影响较大有关。试验观察期间发现昆虫晴天活动多, 阴天活动较少, 雨天则停止活动。另外, 强风对昆虫的活动是非常不利的。在强风的条件下, 昆虫的种类、数量和访花频率都会急剧下降。

致谢: 承南京林业大学钱范俊教授帮助鉴定昆虫标本, 特此致谢!

参考文献:

- [1] 王章荣. 鹅掌楸属树种杂交育种与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [2] 贺善安, 郝日明, 汤诗杰. 鹅掌楸致濒的生态因素研究[J]. 植物资源与环境, 1996, 5(1): 1-8.
- [3] 黄双全, 郭友好, 潘明清, 等. 鹅掌楸的花部综合特征与虫媒传粉[J]. 植物学报, 1999, 41(3): 241-248.
- [4] 黄双全, 郭友好. 鹅掌楸的传粉环境与性配置[J]. 生态学报, 2000, 20(1): 49-52.
- [5] 黄坚钦. 鹅掌楸结籽率低的胚胎学原因探讨[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(3): 269-271.
- [6] 黄坚钦, 周坚, 樊汝汶. 中国鹅掌楸双受精和胚胎发生的细胞形态学观察[J]. 植物学通报, 1995, 12(3): 45-

- [7] 周坚, 樊汝汶. 中国鹅掌楸传粉生物学研究[J]. 植物学通报, 1999, 16 (1): 75—79.
- [8] 李周岐, 王章荣. 鹅掌楸属种间杂交可配性与杂种优势的早期表现[J]. 南京林业大学学报, 2001, 25 (2): 34—38.
- [9] 刘丹, 顾万春, 杨传平. 中国鹅掌楸遗传多样性研究[J]. 林业科学, 2006, 42 (2): 116—119.
- [10] 李火根, 陈龙, 梁呈元, 等. 鹅掌楸属树种种源试验研究[J]. 林业科技开发, 2005, 19 (5): 13—16.
- [11] 张晓平, 方炎明. 杂种鹅掌楸不同季节扦插特征比较[J]. 浙江林学院学报, 2003, 20 (3): 249—253.
- [12] 张大勇. 植物生活史进化与繁殖生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [13] ADAM G J, RGUELLO J R, TEVAN J A. Molecular parentage analysis in experimental *Newt* populations: the response of mating system measures to variation in the operational sex ratio [J]. *Am Nat*, 2004, 164 (4): 444—457.

Blooming characteristics and pollinators of *Liriodendron chinense* and *L. tulipifera*

LI Huo-gen, CAO Xiao-ming, YANG Jian

(College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: Blooming characteristics and pollinators of *Liriodendron chinense* (Chinese tulip tree) and *L. tulipifera* (tulip tree) in a provenance trial plantation including 17 provenances were investigated based on observations over two years on 6 trees in Jurong City, Jiangsu Province. Results showed a moderate difference for initial anthesis among 6 provenances, but no difference among individuals within a provenance. For the number of flowers during bloom, variations were also found among species, provenances and individuals. However, no interspecies variations were found for the pollinators and their visiting frequency. Altogether, 14 animal species from the orders Diptera (2), Hymenoptera (6), Coleoptera (4), Leiodoptera (1), and Araneae (1) were observed visiting the flowers of *Liriodendron*. Of these orders three families, namely Syrphidae (flies) (1) and Formicidae (ants) (2), as well as one species, *Apis mellifera* (bees), were major visitors. When visiting flowers, different visitors had different behaviors with geitonogamy being observed. Generally, the visiting frequency of the visitors was related to the number of daily flowers blossom, the greater the number of blossoms, the higher the visiting frequency. [Ch. 1 fig. 2 tab. 13 ref.]

Key words: botany; *Liriodendron chinense*; *L. tulipifera*; insect pollination; blooming characteristics; geitonogamy