

## 小毛茛(*Ranunculus ternatus* Thunb.)花粉流潜能初探

王金平, 李天煜, 汪小凡\*, 李海军, 贾宗超

(信阳师范学院生物系, 河南信阳 桂林 464000)

**摘要:** 在自然居群中对小毛茛传粉机制与距离作了观测, 并对开花后花粉萌发能力的变化作了研究, 结果是: 该种兼具虫媒或风媒传粉机制, 以虫媒传粉为主; 传粉距离多数局限于 2 m 以内, 但不排除远距离传粉的可能性; 体外萌发试验表明, 该种花粉萌发率在开花第一天甚低, 开花后 24 h 达到最高值。作者推测, 小毛茛花粉以近距离散布为主, 但具有远距离传播的潜能。

**关键词:** 小毛茛; 传粉机制; 花粉流潜能

**中图分类号:** Q949.746.564.43 **文献标识码:** A

## A primary research on potential of pollen flow in *Ranunculus ternatus* Thunb.

WANG Jin-ping, LI Tian-yu, WANG Xiao-fan\*, LI Hai-jun, JIA Zong-chao

(Department of Biology, Xinyang Teachers' College, Xinyang 464000, China)

**Abstract:** The pollination mechanism and pollen flow of *Ranunculus ternatus* Thunb. were observed and detected in natural populations, the variation of pollen germination during the process of flowering was studied quantitatively. The results are as follow: The pollen flow can be mediated by anemophilous or entomophilous pollination, but insect pollination should be in the ascendant. The distances of pollen movements are frequently more near than 2 meters, but the possibility of further movements of pollen could not be excluded. The rate of pollen germination is quite low in the first day of bloom, but 24 hours after flower opening, this rate arrives at the highest value. The authors deduce that, the pollen of individuals in a population of *R. ternatus* are spread to their near neighbors, but the potential of long-distance pollination can occasionally occur.

**Key words:** *Ranunculus ternatus* Thunb.; pollination mechanism; potential of pollen flow

小毛茛(猫爪草, *Ranunculus ternatus* Thunb.)为毛茛科小草本植物, 分布于我国淮河以南至广西北部, 以及日本, 是具较高开发利用价值的药用植物资源<sup>[1, 3]</sup>, 该种植物繁殖周期较短, 花、叶等器官形态变异频繁发生<sup>[1, 4]</sup>, 是研究地理隔离对植物居群变异及遗传多样性影响的理想模式植

收稿日期: 1999-01-03

作者简介: 王金平(1962-), 女, 讲师, 主要从事植物学教学和植物繁殖生物学研究。

\* 本论文负责和联系人, 通讯地址: 武汉大学生命科学学院植物分类研究室, 武汉 430072。

物。除廖亮等(1991)、Fujishima Kurita (1974) 在核型方面、徐玲玲和廖亮 (1998) 在同工酶方面<sup>(6)</sup>的探讨以及同属近缘种的一些研究<sup>(7,8)</sup>可供参考外, 有关传粉机制和居群分化的工作尚未见报道。

本研究将从传粉机制与距离、开花后花粉萌发能力变化两方面对小毛茛的花粉流潜能作一探讨, 以为研究地理隔离对该种居群变异和遗传多样性的影响打基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源

供研究的小毛茛自然居群位于河南省信阳市信阳师范学院后山坡 (32° 10' N, 114° 05' E), 海拔约 90 m。研究时间为 1998 年 3~4 月间, 此时正值小毛茛盛花期。凭证标本存于信阳师范学院生物系植物标本室 (XYTC YTC)。

### 1.2 研究方法

1.2.1 传粉机制的研究 用套网法排除虫媒传粉, 统计结实情况, 以判断风媒传粉存在与否及其作用大小。网罩大小 200 mm × 200 mm × 200 mm, 以绿色尼龙窗纱和铁丝制成。作两组处理: ①未受粉花套网, ②未受粉花去雄套网。5 d 后统计结实情况。

1.2.2 风媒花粉流检测 采用重力玻片上。将盆栽植株 (有已开放的花约 10 朵) 置于开阔地带, 自花粉源顺风布片, 玻片大小 24 mm × 24 mm (涂有凡士林), 间距 0.25 m, 每组 10 片, 24 h 后收片镜检。重复 3 次。

1.2.3 虫媒传粉观测 在自然居群中观察访花昆虫种类及其行为, 在昆虫访花高峰期内统计访花昆虫访花频率及飞行距离。①昆虫访花频率: 观测目的花在 15 min 时间段中的受访次数, 共统计 8 朵花, 重复 3 次。②访花者飞行距离: 目测访花昆虫 100 次飞行的距离 (起落于同一植株的飞行距离记为 0), 重复 3 次。

1.2.4 开花后花粉萌发能力变化的研究 从相同发育期的花中取花粉, 用不同浓度蔗糖 (0, 2%, 5%, 10%) 和不同浓度硼酸 (0, 0.01%) 组成的多种培养液, 在 25℃ 下作液滴培养, 以选择最适培养液。从开花后 1~50 h 不同时期的花中取花粉, 用最适培养液在 25℃ 下作液滴培养 (每一滴培养液中放置 2 枚花药中的花粉), 2 h 后统计萌发率, 每一时期作 6~8 次重复。

## 2 结 果

### 2.1 传粉机制

在小毛茛自然居群中所作套网试验, 相对结实率 (以未作套网处理的对照组平均结实率为 100%) 为: 整花套网, 87.7 ± 10.7%; 去雄套网, 41.8 ± 20.3%。排除虫媒传粉后可正常结实, 说明对该种而言风媒传粉为有效传粉机制; 去雄后套网仍有一定结实率, 说明风媒传粉可导致异交。方差分析结果表明去雄套网与整花套网结实率差异显著 ( $t=3.47$ ,  $p<0.05$ ), 此结果一方面是去雄操作所致, 另一方面也暗示该种中可能存在一定程度的自交。

### 2.2 风媒花粉流

用重力玻片法检测出的小毛茛花粉随风散布情况见图 1。由图可见, 距花粉源 1.5 m 以内时, 风媒花粉流强度较大, 远于 1.5 m 则花粉流强度迅速减弱, 只有极少花粉粒能随风散布到 2.5 m 以。由于小毛茛每一朵花的雌蕊群有雌蕊 25~40 枚, 10 朵花构成的花粉源形成的风媒花粉流最大强度不到 80 粒/cm<sup>2</sup>, 这不足以保证每一朵花的雌蕊群的所有雌蕊受粉并结实, 因此, 在小毛茛中虫媒传粉的作用更为重要。

## 2.3 昆虫的传粉活动

2.3.1 访花昆虫种类及其行为 小毛茛花瓣呈亮黄色, 开花时花冠直径约 15 mm, 基部有蜜槽, 较适合中小型昆虫访问和传粉。在其自然居群中, 观察到蜜蜂科 (Apidae)、粉蝶科 (Pieridae) 及蝇类、叩头虫类、螽类等昆虫访花。访花者无专一性, 但以蜂类为主。作者观察到蜜蜂访花主要是取食花蜜, 访花时立于雌蕊群之柱头上, 将头部伸进花瓣基部的蜜槽中, 此时头部及足部携带上大量花粉, 然后转身取食对侧蜜槽中的花蜜。在显微镜下鉴定了蜂类访花者所携带的花粉, 证实了这些昆虫对小毛茛的传粉作用。

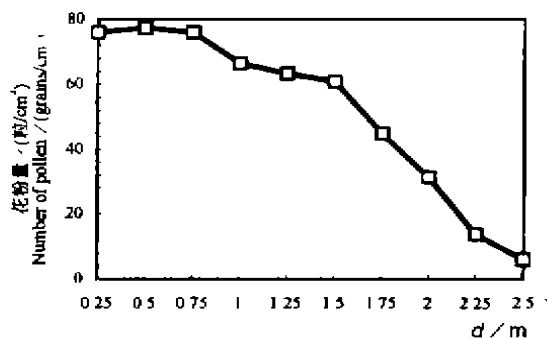


图1 小毛茛风媒花粉流距离  
Fig. 1 Distance of pollen flow by wind pollination in *Ranunculus ternatus*

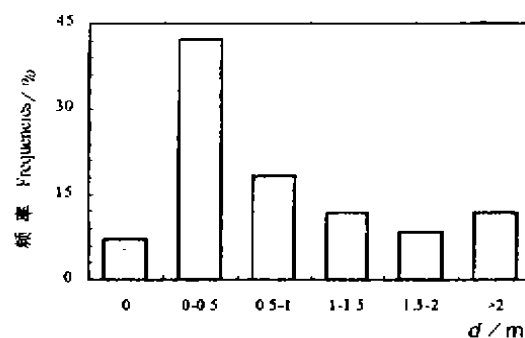


图2 小毛茛居群中传粉昆虫的飞行距离频率分布  
Fig. 2 Frequencies of pollinator moves in a population of *Ranunculus ternatus*

2.3.2 访花昆虫的访花频度与飞行距离 根据对不同花的 24 个 15 min 时间段的统计, 各类昆虫访花频率为  $6.0 \pm 6.8$  次/h。在昆虫访花活动高峰期内统计了访花者的 300 次飞行的距离 (图 2), 近于 0.5 m 的飞行占 49.7%, 近于 2 m 者则占 89.3%。即便是远于 2 m 的飞行也大多局限于同一居群内, 可见小毛茛居群中访花者 (传粉者) 以近距离为主, 但仍有一定比例的远距离飞行。但应注意到, 传粉者的活动并不能等同于花粉流距离, 与实际基因流之间更存在一定差异, 这一问题后文将进一步讨论。

## 2.4 开花后花粉萌发能力的变化

在本研究设计的几种试验条件下, 小毛茛花粉粒在 10% 蔗糖 + 0.01% 硼酸培养液中 25 °C 下培养 2 h 花粉萌发率较高, 且花粉管平均长度为最长。但在 0.01% 硼酸培养液中花粉萌发率为最高, 故在研究开花后花粉萌发能力变化时选用 0.01% 硼酸作为培养液。小毛茛开花后 50 h 内花粉萌发率的变化见图 3。

该种的花粉粒在开花后第一天内萌发率极低, 平均值在 4% 以下; 开花第二天萌发率较高 (开花后 24 h 为  $23.4 \pm 25.4\%$ ) 但萌发十分不整齐, 萌发率变幅极大; 开花第三天 (开花后 50 h) 花粉仍保持 5% 左右的萌发率。

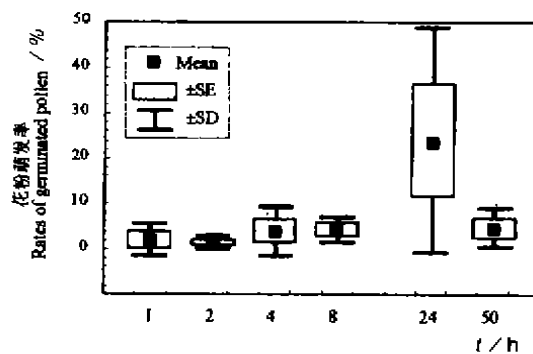


图3 小毛茛开花花粉萌发率的变化  
Fig. 3 Rates of germinated pollen during the flowering process of *Ranunculus ternatus*

### 3 讨论

#### 3.1 访花昆虫的飞行距离与虫媒花粉流的关系

在虫媒传粉为主的居群中, 传粉者的运动范围可以作为评价花粉流的参考, 但不能真正代表花粉流, 更不能代表实际的基因流. Schaal (1980) 用磷酸葡萄糖异构酶 (PGI) 同工酶作为遗传标记在实验居群中对 *Lupinus texensis* (豆科) 的基因流作了直接测定, 实际测出的基因流邻接关系范围比基于传粉者运动所作出的估计大一倍多. 他认为传粉时的滞销 (carryover, 即昆虫访花时未使上一朵花中带来的花粉完全落置而部分地带到下一朵花中) 对实际基因流有较为明显的作用<sup>[9]</sup>. Ennos 和 Clegg (1982) 对 *Ipomoea purpurea* (旋花科) 的研究也有类似的报道<sup>[10]</sup>. Handel (1983) 则列举了更多类群的证据<sup>[11]</sup>. 类似的情况在毛茛属 (*Ranunculus*) 中也可能发生. 尽管小毛茛居群中传粉昆虫的飞行距离大多局限于 2 m 以内, 但该种的花粉完全可能被携带到更远处.

#### 3.2 花粉活力的维持对花粉流潜能的影响

远距离的传粉是否有效, 一方面取决于传粉昆虫的活动规律, 另一方面还取决于花粉活力的维持. 倘若花粉活力维持时间较短而又不能及时送达远处的有受粉能力的柱头, 远距离传粉就会失败. 据汪小凡和陈家宽的研究, 闭花授粉的长喙毛茛泽泻 (*Ranalisma rostratum*) 花粉萌发率在开花前高达 71.6%, 开花后 1 h 即急剧衰退; 而虫媒传粉的矮慈姑 (*Sagittaria pygmaea*) 花粉萌发率在开花后 2 h 达到最高值, 开花后 4 h 仍维持在 25% 左右<sup>[12]</sup>. 相比之下, 小毛茛具有更大的花粉流潜能. 尽管受到传粉昆虫活动规律的局限, 由于其花萌发率在开花第二天才达到最高值, 传粉者偶然的远距离飞行可造成有效的远距离传粉.

#### 参考文献:

- (1) 王文采编. 中国植物志(第二十八卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1980. 267~302
- (2) 王文采. 中国毛茛科修订(一)[J]. 植物研究, 1995, 15(2): 137~168
- (3) 金山丛, 郑汉臣, 胡普红. 中药猫爪草的商品调查及生药鉴定[A]. 中国植物学会. 中国植物会六十五周年年会学术报告及论文摘要汇编. 北京: 中国林业出版社, 1998, 208
- (4) 廖亮, 徐玲玲, 杨焱清. 江西5种毛茛科植物核型研究[J]. 植物分类学报, 1991, 29(2): 178~183
- (5) Fujishima H, Kurita M. Chromosome studies in Ranunculaceae X. VI. Variation in karyotype of *Ranunculus ternatus* var. *glabe* [J]. *Mem Ehime Univ. Sci. B*, 1974, 7(3): 62~68
- (6) 徐玲玲, 廖亮. 猫爪草和肉根毛茛的同工酶研究[A]. 中国植物学会. 中国植物学会六十五周年年会学术报告及论文摘要汇编. 北京: 中国林业出版社, 1998, 148
- (7) 徐玲玲, 廖亮, 刘芳等. 属毛茛复合体及其近缘种过氧化物酶同工酶研究[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(1): 43~48
- (8) 杨亲二, 罗毅波, 洪德元. 湖南6种毛茛科植物的核型研究[J]. 广西植物, 1994, 14(1): 27~36
- (9) Schaal B A. Measurement of gene flow in *Lupinus texensis* [J]. *Nature*, 284:450~451
- (10) Ennos R A, Clegg M T. Effect of population substructuring on estimates of outcrossing rate in plant populations [J]. *Heredity*, 1982, 48(2): 383~292
- (11) Handel S N. Pollination ecology, plant population structure, and gene flow [A]. Rca! L. (ed.), *Pollination Biology*. Orlando: Academic Press Inc, 1983
- (12) 汪小凡, 陈家宽. 长喙毛茛泽泻(泽泻科)的交配系统研究[J]. 云南植物研究, 1998, 20(3): 315~320