

柳兰传粉生物学研究

权曼曼¹, 康健¹, 武晓娜¹, 洪波²

(1. 东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 中国农业大学, 北京 100000)

摘要: 试验以原产黑龙江省小兴安岭经驯化栽培的野生柳兰为试材, 通过室外挂牌标记定株观察、培养基法、联苯胺—过氧化氢法等方法, 对其开花习性和传粉昆虫访花行为、花粉活力及柱头可受性等生物学特征进行研究。结果表明: 柳兰花期从6月中旬到8月下旬, 单株花序花期约49 d, 单株小花数约70~130朵, 小花花期一般为2~3 d, 花药散粉时, 花柱仍未伸长, 花药与柱头之间有空间间隔和时间间隔, 同朵花自花授粉机会很低, 繁育系统属于异花授粉方式, 且需要传粉者。在实验室条件下, 柳兰花粉活力不高, 开花当天至花2 d柱头可受性逐渐升高后下降。

关键词: 柳兰; 开花生物学; 传粉

中图分类号: S 682.1⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)13-0144-03

柳兰(*Chamaenerion angustifolium* (Lo) Scop) 属柳叶菜科柳兰属多年生草本植物, 花朵秀美, 花色艳丽, 花期贯穿整个夏季, 极具观赏性, 是园林中布置花坛、花境的优良观赏植物材料, 同时又具有作为切花材料的应用前景。柳兰主要分布于东北、西北、西南及华北等地区, 生于海拔1 500~3 200 m的山谷、林内、林缘、沟边或森林草原中, 常形成群落。柳兰的生态适应强, 具有较强的抗病、耐盐碱等能力, 喜湿润沙壤土, 适用于粗放式管理, 适于城市绿化管理维护。国内外有关柳兰属植物的研究报道较少, 主要集中在药用化学成分分析、组织结构观察以及促成栽培等方面^[1-6], 对柳兰传粉生物学研究报道较少。该试验对栽培状态的柳兰进行传粉生物学研究, 旨在探讨其传粉生物学特性及其繁育系统, 为野生柳兰的驯化栽培和推广应用奠定工作基础, 也为柳兰新品种选育和良种繁育工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黑龙江省哈尔滨市东北林业大学苗圃2 a生柳兰居群, 于6~8月花期间观察研究。

1.2 试验方法

1.2.1 花期物候学观察 开花前从柳兰居群中随机选取10个单株进行标记, 每个单株从始花开始至终花结束, 每天上午7:00~8:00进行记录单株的每日开花数和

开花总数。采集开花当天的花朵和开花3 d的花朵各30朵左右, 分别测量其花冠直径与长度、花丝长度、柱头长度、花药与柱头之间的空间距离, 并计算各有关参数的平均数和标准差。

1.2.2 花粉量和花粉/胚珠比率 随机选取将要开放的10朵花, 取下花药, 将其放入0.1 mol/L HCl, 在60℃水浴锅内水解去药壁, 制成2.5 mL的悬浮液, 用毛细管取0.01 mL, 制片, 显微镜下记数, 重复记数10次, 统计每朵花的花粉量。花粉/胚珠比率P/O为每朵花的花粉量除以胚珠数目。

1.2.3 花粉活力和柱头可受性检测 花粉活力: 采用培养基法, 1组为10%、15%、20%、30%的蔗糖(编号A1、A2、A3、A4), 2组为a=0.02%硼酸, 再分别加入10%、15%、20%、30%的蔗糖(编号B1、B2、B3、B4)。取下盛开的花置于干燥烧杯中, 待花药开裂散出花粉, 把花粉均匀播在凹形玻片的培养基上。玻片置于培养皿内放在20℃培养箱上培养, 每隔12 h观察、记录花粉孔个数及萌发率。柱头可受性: 采用联苯胺—过氧化氢法测定柱头可受性。

1.2.4 结实率和传粉机制观测 结实率: 随机分别选取柳兰20个花朵及硕果, 用解剖镜观察, 统计柳兰心皮胚珠数量及种子数量, 用每朵花的种子数除以胚珠总数得该花的结实率。结实率(%)=饱满粒数/平均单花胚珠数×100%。传粉机制观测: 随机标记不同时期花朵各20朵, 观察访花者类别、访花时间, 采集访花昆虫制成标本进行鉴定, 同时记录天气变化情况。

2 结果与分析

2.1 花期物候学特征

第一作者简介: 权曼曼(1983-), 女, 在读硕士, 现主要从事野生花卉引种研究。E-mail: qmmadm@163.com。

通讯作者: 洪波(1965-), 女, 博士, 教授, 现主要从事花卉分子育种工作。

收稿日期: 2010-04-05

2.1.1 花形态特征 柳兰总状花序顶生、伸长,花序轴被短柔毛;柳兰单花花形大、两性、红紫色,花柄平均长约1.7 cm;萼筒稍延伸于子房之上,裂片4,条状披针形、长1.24 cm,外面被短柔毛;花瓣4,倒卵形、长约1.12~1.34 cm,顶端钝圆;雄蕊8 向一侧弯曲;花药红色,开裂后花粉呈现蓝绿色;子房下立,被毛。表1 为柳兰花朵的部分数量性状特征。花朵大小持续增长,柳兰花瓣开裂之初,花药不开裂,柱头未伸长。开花当天的午后或第2 天上午,柳兰花药高耸,开裂、散粉,花瓣紫红色。3 d 时,花丝变软,花药壁完全脱落,花柱明显伸长,并且翻卷。柳兰花散粉时,花柱仍未伸长,并且存在空间距离,因此,花药与柱头之间有空间间隔和时间间隔。柳兰开花花柱为逐渐伸长的过程,而且花柱会伴随着花瓣脱落而脱落。

表 1 柳兰花朵的数量性状		
观测项目	当天花	3 d 花
花冠长度	22.92±1.81	25.43±1.99
花药长度	3.17±0.21	无(花粉已散)
花丝长度	10.09±1.30	10.75±1.26
花萼长度	10.85±0.24	12.46±0.22
柱头高度	15.18±0.93(柱头未伸长)	15.45±0.86(柱头翻卷)
(花柱伸长前)柱头至最近的花药之间空间距离	4.35±0.82	无

2.1.2 开花物候期 2009 年东北林业大学苗圃 2 a 生柳兰居群,第1 朵花开时间为6 月6 日,始花期6 月7~20 日,盛花期6 月21 日~8 月15 日,末花期为8 月16~26 日。单株花期约为49 d,开花的次序为植株顶部花蕾最先开放,在分枝上一般也是顶部花蕾先开,单株总花数为70~130 朵,一般为80~100 朵;单株每天开3~12 朵花,通常为3~8 朵。单花花期一般为2~3 d,当阴天低温可延长至3~4 d。夏季晴天,花蕾一般在上午6:00~10:30 陆续开放,若遇阴天低温,开花时间延迟到8:00~11:30,也有些花蕾在黎明6:00 以前,也有花蕾在午后开放。一般花冠开放后6~7 h 开始散粉,8~9 h 大量散粉,花后1 d 花药完全开裂脱落,散粉结束。

2.1.3 柳兰开花后柱头的变化 花蕾刚开放时,柱头很小且关闭,花后8 h 柱头开始逐渐伸长,柱头为浅紫色棒状。花后1 d,柱头开始分叉开裂,花后2 d,柱头表面变得光滑。柱头深4 裂,裂片向下卷曲;到花后3~4 d 后,柱头失始逐渐干萎。

2.2 单花花粉量、胚珠数和 P/O

柳兰单花花粉量平均为14 370 粒,胚珠数456.6 枚, P/O 为31.47,依据Cruden 的P/O 标准^[7]评判柳兰的繁育系统类型其繁育系统应该属于异交类型,需要传粉者。这一观察结果与柳兰是雄蕊先熟异花授粉的特

性相吻合。

2.3 花粉活性、柱头可受性变化

在实验室条件下,柳兰花粉萌发的总体水平可能不高,萌发率平均仅达25%,恒温20℃下花粉培养实验结果见表2。在培养过程中还发现,柳兰的花粉萌发孔个数不同,其2 孔为0.29%,3 孔为98.25%,4 孔为1.46%。

表 2 不同培养基对柳兰花粉萌发的结果			
培养基	花粉萌发率/%	培养基	花粉萌发率/%
A ₁	0	B ₁	15.85
A ₂	0	B ₂	28.81
A ₃	0	B ₃	36.69
A ₄	2.34	B ₄	16.83

表 3 柳兰柱头可受性	
时间	柱头可受性
0	+
12	+
24	+
36	++
48	++/_
72	+/_
96	-

注:— 指柱头不具可受性;+ 指柱头具可受性 ++ 指柱头具强可受性。

柳兰柱头可受性结果见表3。随着花后时间的增加,柱头可受性先逐渐升高,达到最大后开始下降。柳兰的柱头在开花0~1 d 内一直具微弱的活性;第2~3 天内,过氧化物酶活性明显较高;第3 天后,柱头呈紫红色,过氧化物酶活性有所降低,有些柱头上已检测不到过氧化物酶活性;第4 天后,柱头呈紫黑红色,检测不到过氧化物酶活性。

2.4 结实率和传粉机制观测

2.4.1 结籽率 在自然状态下雌花的结籽率为49.42%,结籽率较高。柳兰的传播方式同柳叶菜属其它植物一样,主要靠风力传播有种缨的种子。

2.4.2 传粉机制观测 柳兰是一种雄蕊先熟异花授粉植物,花药成熟时,柱头仍然关闭着,开花2 d 后,花柱直立,柱头裂片展开,此时花柱基部的蜜腺开始分泌蜜汁,吸引昆虫传粉,有时也可借风传粉。柳兰的主要访花者是:土蜂、蜜蜂、熊蜂、木蜂、黄蜂、蝶类、蝇类等共有十几种昆虫,其中访花频率较高、较稳定的访花者仅有土蜂和蜜蜂,熊蜂和木蜂次之,其它访花者少见或偶见。中午前后,每个花序上附着2~4 只蜂,以口器伸入花冠内取食花蜜,能一朵花接一朵花地慢慢访问,每只蜂虻在一个花序上停留的时间可长达十几分钟甚至几十分钟,其附肢附着在花冠、花药或柱头上,毛绒绒的腹部易于在不同花序上先后接触到花药或柱头,从而有助于柳兰授粉。蛾蝶类偶尔访花,访花时在柱头或花冠上踏足

通过长长的喙管吸食花蜜。

3 讨论

植物在长期进化的过程中, 为了保持物种活力发展出各种有利于异花受精的机制, 如自交不亲和、雌雄蕊异熟等。异交种类通常有一些独特的性状以与自交种类相区别^[8]。对柳兰而言, 其具有保证异交进行的许多特征: 如花朵数目较多、萼片较大、花冠和花瓣较大、花瓣微凹、具蜜腺、花粉粒多、柱头面积界限明显等等。由此可知柳兰为典型的异花植物, 但自交是否亲和, 仍需进一步研究。

花粉必须在具有活力时到达适宜的接受柱头才能完成传粉过程, 具有接受花粉的适宜柱头的花朵即处于柱头可授粉期。花粉保持活力的时间长短和柱头可授粉期的长短组合在一起, 深刻影响着自花传粉率、开花不同阶段的传粉成功率、各种传粉者的都具有相当的重要性^[9]。因此, 花粉和柱头的形态结构、花粉的活力与寿命以及柱头的可授粉性等便成为必须关注的问题。该试验表明, 柳兰的柱头在花柱明显伸长、柱头四裂翻卷后才是接受花粉的适宜时期。

柳兰是很好的夏花植物, 具有花期长、适应性强等特点, 具有广泛的园林应用前景。柳兰作为观赏植物可具有以下几点应用形式: (1) 植物造景中用于布置花境。由于柳兰自然生于林缘且高度适中, 花美色艳, 比较适合作为花境的中间层, 起到夺目点睛的作用, 成为花境的焦点花卉。(2) 在园林绿化中用于创建人工群落和复

层结构的植物景观。柳兰喜光、耐寒, 适应性较强, 喜凉爽、湿润气候, 耐荫, 可将其栽植林下, 丰富人工群落, 增强群落抗逆性。(3) 用于固土护坡。野生花卉柳兰根系丰富且入土较深, 生长快, 枝叶繁密, 抗风、抗污染, 采用柳兰覆盖坡面, 可以使其绿化效果形成优美的景观, 又能降低养护管理的费用。(4) 作为鲜切花或干花材料用于花艺设计。柳兰的花序长而大, 在纯水中瓶插时间可达 3 d, 并且在风干条件下, 花色不易褪色, 经过一定的保鲜或加工处理将使柳兰的应用空间更加广阔。

参考文献

- [1] Hiemann A, Reidlinger M, Juan H, et al. Isolation of the antiplogistic principle from *Epilobium angustifolium* [J]. *Planta Med*, 1991; 57(4): 357-60(Ger.).
- [2] 余传隆, 黄泰康, 丁志遵, 等. 中药辞海[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1993: 24.
- [3] 刘延泽. 柳兰化学成分研究. 柳兰中的黄酮类化合物[J]. *中草药*, 2002; 289-291.
- [4] 王彩芳. 柳兰中多元酚类化学成份研究[J]. *医药论坛杂志*, 2003; 1-2.
- [5] 刘延泽. 柳兰化学成分研究 III 鞣质及多元酚类化合物[J]. *中草药*, 2003; 967-968.
- [6] 王虹, 阿不都拉·阿巴斯, 吴晶, 等. 柳兰花蜜腺的发育解剖学研究[J]. *新疆大学学报*, 1999; 16(2): 58-60.
- [7] Cruden R W. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants [J]. *Evolution*, 1977(31): 32-36.
- [8] 郭友好. 植物进化生物学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1994: 232-280.
- [9] Dafni A. *Pollination Ecology*. New York: Oxford Univ Press, 1992: 1-57.

The Pollination Biology of *Chamaenerion angustifolium* (Lo) Scop

QUAN Man-man¹, KANG Jian¹, WU Xiao-na¹, HONG Bo²

(1. Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040; 2. China Agricultural University, Beijing 100000)

Abstract: Taking *Chamaenerion angustifolium* (Lo) Scop was wild flower as experiment material, which originates Heilongjiang Province of Xiaoxinganling and domesticated. In the flowering season, we observed the continuous time on the behavior of the petals opening and the habit of the pollinators. The pollen viability and the stigma acceptability were measured by medium, Benzidine-H₂O₂. The Results showed that according to our observation, flowering of *C. angustifolium* took place from mid June to late August. The flowering period of individual lasted on average 49 d, and there were 70 ~ 130 flowers in a single individual. Flowering time of a single flower lasted 2 ~ 3 d. When the flowers were in male phase(anther dehiscence), the flowers were undeveloped into female phase(pistil recipient phase); so there were little chance for later flowers pollinating earlier flowers in the same inflorescence. There were both temporal and spatial isolations of ♂ and ♀ organs within each flower of *C. angustifolium*. According to cruden the breeding system of *C. angustifolium* was outcrossing, and demanded for pollinators. Under laboratory conditions pollen viability was not high and Stigma acceptability gradually rise to last out 2 days after the petals opening, subsequently started to decline.

Key words: *C. angustifolium*; flowering; pollination