

勋章菊的传粉昆虫种类及其访花行为的研究

高婷婷, 郑思唯, 吴阳清, 陆小平

(苏州大学 金螳螂建筑学院, 江苏 苏州 215123)

摘要:勋章菊花大色艳属于典型的虫媒花,为探究勋章菊主要访花昆虫种类及其访花行为,选用5个勋章菊品种:星白、红纹、苏1、红·吻以及中国勋章菊以直接观察法进行观察研究。结果表明:在苏州地区勋章菊的主要传粉昆虫有9种,分属3目6科,传粉昆虫以蜂类和蝶类居多且不同种类的传粉昆虫访花行为不同;蜂类的访花时间与食蚜蝇类昆虫相比较短,但传粉效率高于食蚜蝇类;蜂类与蝶类相比,访花目的除了采集花蜜还有采集花粉;访花昆虫的形态结构与它的访花行为密切相关,单花受各类昆虫访问频率为 9.1 ± 6.2 次 \cdot h $^{-1}$;不同传粉昆虫之间存在互补关系,蜂类对勋章菊种群内小范围的传粉作用较大,而对较大范围内的传粉主要靠蝶类的访花活动。

关键词:勋章菊;传粉昆虫;花部特征;传粉方式;访花频率

中图分类号:S688 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)03-0057-04 **DOI:**10.11942/j.issn1002-2767.2016.03.0057

勋章菊(*Gazania rigens* L.)为菊科勋章菊属多年生草本植物,原产于南非,具根茎,性喜温暖向阳,叶背密被白毛,头状花序^[1],花期4-11月,作为一种新优地被植物与传统草本地被植物相比具有诸多优点,主要表现在其花色丰富、单花寿命长、抗逆性高等方面,尤其是勋章菊具有三季开花、四季有绿的特点^[2-4]。勋章菊为雌雄同花植物,头状花序包含舌状花和管状花,花冠颜色丰富多变,舌状花不具生殖能力而管状花为两性花。目前国内对这一重要资源植物的研究主要集中在扦插、栽培、蛋白质及抗性,如:耐寒、耐旱、萎蔫等方面,而有关传粉生物学方面的研究报道甚少。勋章菊的广泛应用必然需要昆虫传粉方面的知识,昆虫传粉有利于其种子的大量形成,为勋章菊的推广应用做出贡献。

勋章菊的花部结构、开花时间与传粉昆虫的形态结构、访花行为密切相关。勋章菊“选择”昆虫来为自己传粉,准确来说这应该是一种相互选择的关系:昆虫传粉效率高,对花器官的损伤低,同时访花活动中获得的花粉和花蜜等对昆虫又是最有吸引力而富含营养的食物。昆虫访花行为研究的主要内容是昆虫访花频率和在花间的运动式

样(昆虫从一朵花到另一朵花所飞行的直线距离),昆虫访花频率指昆虫在单位时间内(通常为1 min)访问的花数^[5],这项调查必不可少,如果再结合昆虫单次访花落置在柱头上花粉的数量,就可以以此推断被研究植物的有效传粉者和结实状况。这对于虫媒花植物的繁育系统研究工作大有裨益。

为此,本文通过在苏州地区对勋章菊的传粉昆虫种类及其访花行为的研究,为虫媒花与传粉昆虫之间的协同进化机制研究提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料分别选自从日本引种的勋章菊品种:星白、红纹以及研究室保存的品种中国勋章菊(以下简称‘中勋’)、苏1、红·吻。试验场地位于苏州市白塘生态植物园和苏州大学独墅湖校区园艺基地。

1.2 方法

参考汪小凡等^[6]和黄双全等^[7]的方法,采用直接观察法进行研究,于2014年10-11月在苏州白塘植物园勋章菊的自然群落中先考察开花习性后观测虫媒传粉的过程。拍照并记录访花昆虫的种类和访花行为,虫媒传粉主要以昆虫访花频率及其在花间的飞行距离和单花受访频率来衡量。在昆虫访花的高峰期内(12:00-14:30)统计各项数据:①每群落标记10朵单花,以15 min为一个时间单位观察统计每单花受访次数,重复3次,再将单花受访次数除以观察的时间单位便可得到单花受访频率;②用迈测(mileseey)S2型激光测

收稿日期:2016-01-02

基金项目:苏州市科技支撑计划(农业)资助项目(SNG201409)

第一作者简介:高婷婷(1992-),女,安徽省安庆市人,在读硕士,从事园林植物栽培与生理研究。E-mail:1379997584@qq.com。

通讯作者:陆小平(1958-),男,博士,教授,从事园林植物栽培与生理研究。E-mail:longzs@suda.edu.cn。

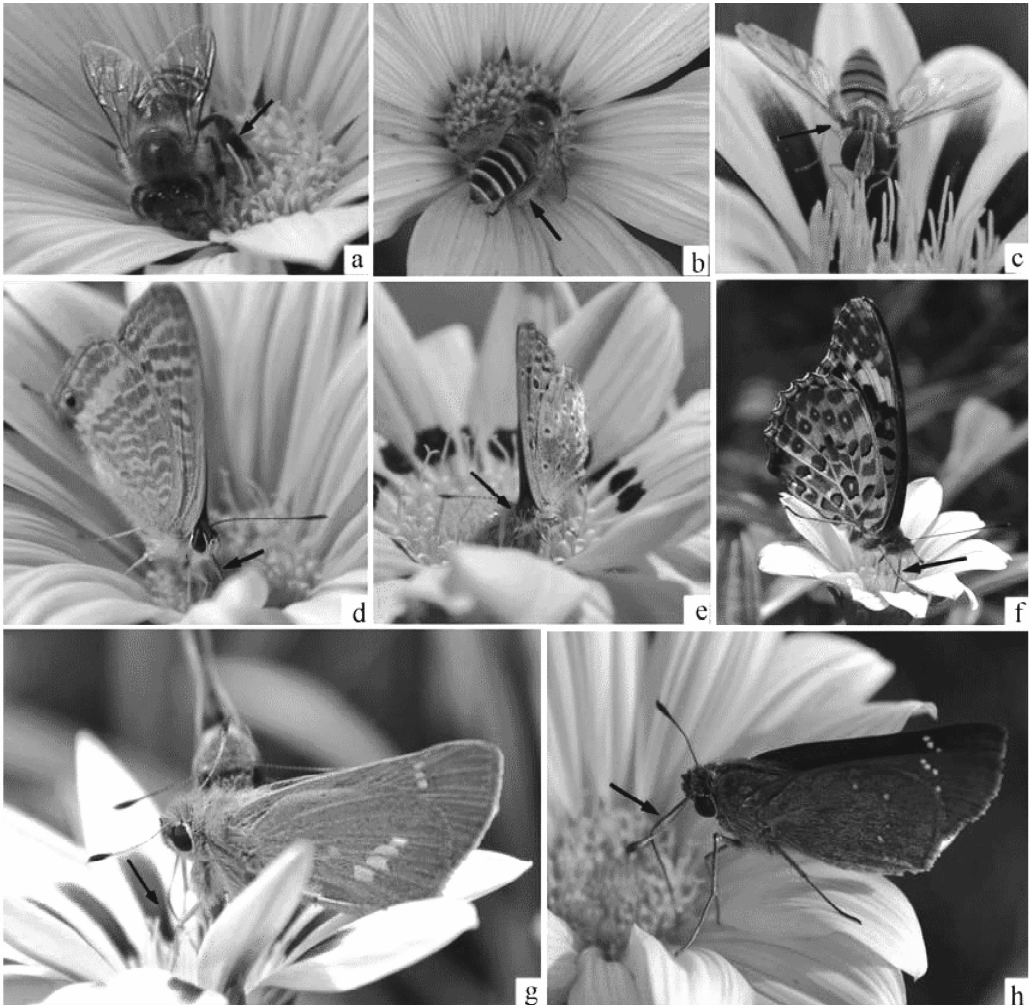
距仪(深圳迈测科技有限公司生产)测量昆虫在花间的 100 次飞行距离,鉴于同株异花授粉的折扣效应^[8],起落于同一株植物的不同单花间的飞行距离记为 0。重复 4 次;③ 昆虫访花频率:观察记录主要访花昆虫单位时间内(1 min)的访花次数,观测 100 次,重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 访花昆虫种类

勋章菊通过其色彩艳丽、直径较大的花序来吸引昆虫,对勋章菊的访花昆虫进行调查记录,其主要传粉昆虫有 9 种,分属 3 目 6 科。其中以鳞

翅目(Lepidoptera)的昆虫占主要部分,分别为:灰蝶科(Lycaenidae)的亮灰蝶(*Lampides boeticus*)和一个未知种、蛱蝶科(Nymphalidae)斐豹蛱蝶(*Argynnis hyperbius*)、弄蝶科(Hesperiidae)直纹稻弄蝶(*Parnara guttata*)和中华谷弄蝶(*Pelopidas sinensis*)、粉蝶科(Pieridae)的菜粉蝶(*Pieris rapae*);膜翅目(Hymenoptera)昆虫 2 种:蜜蜂科(Apidae)的中华蜜蜂(*Apis cerana cerana*)和小蜜蜂(*Apis florea*);双翅目(Diptera)昆虫为食蚜蝇科(Syrphidae)黑带食蚜蝇(*Episyrphus balteata*)(见图 1)。



a: 蜜蜂属的一种正在访花(箭头示携粉足);b: 蜜蜂属的一种(箭头示装满花粉的花粉篮);c: 黑带食蚜蝇;d: 亮灰蝶在吸取花蜜(箭头所示其细长的虹吸式口器);e: 灰蝶科的一种;f: 斐豹蛱蝶吸食花蜜(箭头示其口器);g: 直纹稻弄蝶;h: 中华谷弄蝶(箭头示其口器)
a: a kind of bee visiting flowers (the arrow shows the pollen-carrying leg); b: a kind of bee(the arrow shows the pollen basket filling with pollen); c: *Episyrphus balteata*; d: *Lampides boeticus* collecting pollen (the arrow shows the threadlike and siphonic mouthpart); e: a kind from Lycaenidae; f: *Argynnis hyperbius* collecting nectar(the arrow shows its mouthpart); g: *Parnara guttata*; h: *Pelopidas sinensis* (the arrow shows its mouthpart)

图 1 勋章菊主要传粉昆虫
Fig. 1 The major pollinating insects of *Gazania rigens* L.

2.2 传粉昆虫的访花行为

对勋章菊主要访花昆虫蜂类、蝶类及食蚜蝇类的访花行为进行重点研究,蜜蜂访花的目的主要是采集花粉和花蜜,飞到头状花序上之后,用附肢攀附在管状小花上,在花间爬行取食的过程中,其携粉足、腹部、头部等身体器官能不断地触碰周围小花上的花粉,在经过几个花序的访问之后,常可见到其后足的花粉篮里粘附大量的花粉(见图 1b)。蜜蜂一般在同一朵花上停留的时间相对较短,一般在 5~10 s,因此可在小范围内进行快速的传粉活动。另外观察发现(见图 1a),蜜蜂在访花过程中腹部和携粉足与柱头不断进行摩擦,以此完成传粉过程。

食蚜蝇类昆虫(见图 1c)没有特定的携粉足,主要靠腹部及胸部的体毛黏附花粉,经过长时间的观察,发现食蚜蝇在单个花序上的停留时间较长,常从一朵花中飞出后在其周围制空停留片刻又再一次飞回去,所以其传粉效率不如蜜蜂,此外在试验基地的勋章菊群落中此类昆虫的种类和个体数量都相对稀少,对勋章菊异交传粉的作用不大。

鳞翅目的蝶类昆虫种类较多,访花行为与蜂类相比有较大的差异,其访花目的主要是吸取花蜜。蝶类具有细长的虹吸式口器(见图 1(d-h)),通常访花时将足部停留在舌状花瓣上,而将细长的口器伸进管状小花中不断的撩拨汲取花蜜,同时其口器和密布体毛的胸部均可粘附花粉,从而在吸食花蜜的同时达到传粉的目的^[9]。斐豹蛱蝶和灰蝶的单花访问时间都相对较长,约为 20~30 s,观测过程中发现有时甚至会在一朵花上停留 1~2 min。

2.3 昆虫访花频率、飞行距离及单花受访频率

通过对 10 个花序共计 30 个 15 min 时间段的昆虫访花次数统计,单花受各类昆虫访问频率为 9.1 ± 6.2 次 \cdot h⁻¹。对蝶类和蜂类昆虫单位时间内的访花数量进行统计,得出昆虫访花频率分别为:蝶类 3.2 ± 1.3 朵 \cdot min⁻¹,蜂类 4.1 ± 1.9 朵 \cdot min⁻¹。在昆虫访花活动高峰期共测量访花者的 400 次飞行的距离,其中蝶类 200 次,蜂类 200 次。由飞行距离分布频次图(见图 2)可以看出传粉昆虫的访花飞行距离呈明显的偏态分布,小于 1 m 的飞行次数占主要成分。两类昆虫总的平均飞行距离为 1.01 ± 0.93 m,可以看出在总的飞行距离统计量里(见图 3),小于 0.5 m 的短距离飞行占 33.25%,小于平均飞行距离 1 m 的

占 60%,小于 2 m 的飞行占 89.25%,而大于 2 m 的远距离飞行只占 10.75%,且局限于同一群落内。可见访花者的活动以近距离传粉为主,但仍具备远距离传粉的能力。

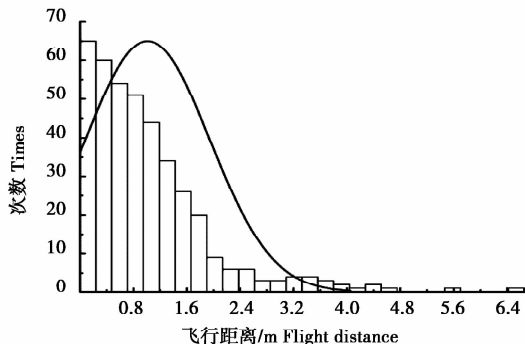


图 2 传粉昆虫飞行距离分布频次

Fig. 2 Times distribution of pollinating insects' flight distance

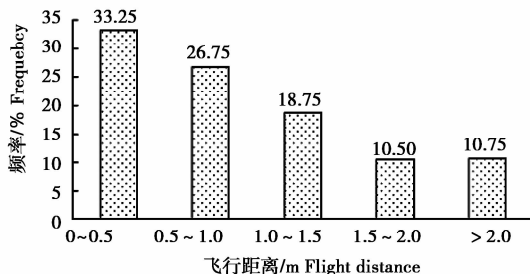


图 3 传粉昆虫的飞行距离频率分布

Fig. 3 Frequency distribution of pollinating insects' flight distance

对蝶类和蜂类传粉昆虫分别进行统计,以研究二者各自的传粉特性(见图 4),蝶类的单次平均飞行距离为 1.44 ± 1.09 m,蜂类的为 0.59 ± 0.45 m。对二者做 t 检验的结果($t=10.204$, $P<0.001$,拒绝零假设)表明二者之间的飞行距离有极显著性差异。蜂类在传粉过程中的飞行主要以短距离为主,小于 1 m 的飞行次数占总观测次数

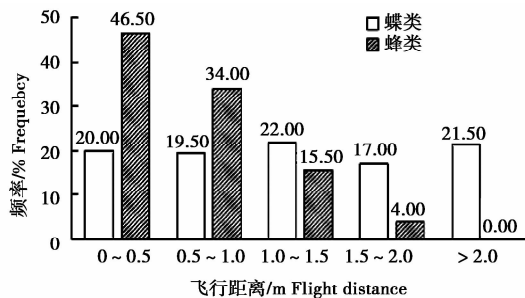


图 4 蝶类和蜂类昆虫的飞行距离频率分布

Fig. 4 Frequency distribution of butterflies and bees' flight distance

的 80.5%，大于 2 m 的远距离传粉行为几乎没有。相比之下蝶类的飞行频率较为均衡，在短(0~1 m)、近(1~1.5 m)、中(1.5~2.0 m)、远(大于 2 m)距离上的分布频率大致相等，这表明蜂类对勋章菊种群内小范围的传粉作用较大，而对于较大范围内的传粉主要靠蝶类的访花活动。

3 结论与讨论

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)与进化等因素共同作用的结果。Cook^[10]曾提出适应于虫媒传粉的花部特征应具有吸引昆虫的机制，花粉易于附着而无须特化的柱头来捕获。勋章菊具有较大的头状花序，色泽鲜艳的花瓣呈辐射状对称，在吸引访花昆虫的同时主要利于体型较大的昆虫(如鳞翅目)访花时驻足。本研究在观察过程中发现，勋章菊的舌状花瓣展开时管状花尚未开放，此时传粉昆虫的访花活动极少；待第一波管状花(约占 1/3)开放时来访昆虫明显增多，而且访花的时间段多集中在晴天的 10:30-16:30，高峰期为 12:00-14:30，此时访花昆虫数量和种类都相对较多。推测主要是因为此时光照强度较好，温度升高，花的蜜腺在夜间分泌出大量的花蜜并积累在管状花冠筒内，白天 9:00 之后管状花逐渐开放，受阳光照射花蜜的气味散发出来从而引诱昆虫^[11]。此外也有可能 2 种昆虫的生活习性相关：蝶类是一种变温动物，其体温的高低随周围的环境温度的高低而变化，因此随着环境温度的升高，蝶类的活动能力变得更强，而如果外界温度过低，蝶类就停止了活动^[12]；研究表明蜜蜂群出巢采集的最适温度为 15~25℃，当环境温度在 8℃ 以下时，单个蜜蜂将难以生存^[13-14]。

传粉昆虫的种类以鳞翅目的蝶类和膜翅目的蜂类居多，蝶类主要通过口器和胸部上的体毛在采蜜的同时进行传粉，蜂类则通过腹触的方式传粉^[15]。另外，传粉者的整体传粉活动以近距离为主，这可能和传粉昆虫平衡能量投资和净能量摄入的方式有关^[16]。双翅目的蝇类对勋章菊的自花授粉作用似乎更大。此外，昆虫的访花活动并不是一成不变的，不同季节对访花活动会产生不同的影响，如夏季日照时间长，中午前后室外环境温度一般较高(35℃ 左右)，蜜源植物的水分蒸发过盛，花蜜量大大减少，传粉昆虫就会集中在早晨或傍晚出来活动觅食^[14]。而此时勋章菊的花瓣就会适当提前开放和延迟闭合时间，以此适应昆虫活动的规律；而在晚秋季节温度较低，日照时间

缩短，昆虫访花高峰便会集中在中午前后。在本文的研究基础上，要想明确不同传粉者对勋章菊的结实率与繁育系统的影响还需要使用相关方法做深层次的研究。

苏州地区勋章菊的传粉昆虫主要有 9 种，传粉昆虫的自身结构、访花目的、访花行为各不相同，飞行距离、访花频率也各有差异，蜂类对勋章菊种群内小范围的传粉作用较大，而对于较大范围内的传粉主要靠蝶类的访花活动，具有传粉互补效应。这些行为体现了生物在长期进化过程中，传粉昆虫之间、昆虫与植物之间为了适应各自的生存与繁衍而进化。多种因素如天气、光照、纬度、开花时间等会影响昆虫的访花行为，因此，今后的工作方向拟开展多重组合和控制试验，增加试验次数，以完善对勋章菊昆虫传粉的研究。

参考文献：

- [1] Hesp P, McLachlan A. Morphology, dynamics, ecology and fauna of *Arctotheca populifolia* and *Gazania rigens* nabkha dunes [J]. *Journal of Arid Environments*, 2000, 44 (2): 155-172.
- [2] 杨海琴, 徐文伟, 刘洋, 等. 勋章菊新品种: 星白及其应用[J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(15): 6784-6787.
- [3] 周晓慧. 勋章菊抗寒新品种选育及低碳栽培技术研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2014.
- [4] 沈汉国, 陈少萍, 陈永明. 勋章菊的繁殖与病虫害防治[J]. *中国花卉园艺*, 2007(16): 20-21.
- [5] 龚燕兵, 黄双全. 传粉昆虫行为的研究方法探讨[J]. *生物多样性*, 2007, 15(6): 576-583.
- [6] 汪小凡, 陈家宽. 小慈姑的开花状态、传粉机制与交配系统[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(2): 155-160.
- [7] 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.
- [8] Harder L D, Barrett S C H. Mating cost of large floral displays in hermaphrodite plants [J]. *Nature*, 1995, 373(6514): 512-515.
- [9] Faegri K, Van der Pijl L. *The Principles of Pollination Ecology* [M]. Oxford: Pergamon Press, 1979.
- [10] Cook C D K. Wind pollination in aquatic angiosperms [J]. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1988, 75 (3): 768-777.
- [11] 洪岚, 沈浩, 叶万辉, 等. 入侵杂草微甘菊的传粉昆虫及其访花行为研究[J]. *华南师范大学学报: 自然科学版*, 2011(1): 98-102.
- [12] 贾玉珍, 赵秀海, 孟庆繁. 温度和降雨对长白山阔叶红松林蝶类组成和多样性的影响[J]. *应用与环境生物学报*, 2010, 16(1): 7-12.
- [13] 刁爱国. 温度在蜜蜂生活中的变化[J]. *养蜂科技*, 1997, 5: 14-14.
- [14] 曹义锋, 余林生, 毕守东, 等. 温度对蜜蜂影响的研究进展[J]. *蜜蜂杂志*, 2007, 27(4): 13-15.
- [15] 孙颖, 卓丽环. 百子莲的传粉昆虫及其访花行为研究[J]. *上海农业学报*, 2009, 25(1): 87-91.
- [16] Wilson P, Thomson J D. Heterogeneity among floral visitors leads to discordance between removal and deposition of pollen [J]. *Ecology*, 1991, 72(4): 1503-1507.