

The Floral Traits and Breeding System of *Hibiscus moscheuto*

Lianjun Wang¹, Changmei Song^{2*}

¹Department of Horticulture, Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai

²Shanghai Chenshan Plant Science Research Center, Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai

Email: wanglianjun@csnbgsh.cn, *songchangmei@csnbgsh.cn

Received: Oct. 18th, 2019; accepted: Nov. 8th, 2019; published: Nov. 15th, 2019

Abstract

In this paper, the breeding system and flowering characteristics of *Hibiscus moscheuto* were studied primarily. The results suggested that: 1) The flowering phase of the single flower was about one day; the flowering phase of *Hibiscus moscheuto* is from June to October. 2) The Out crossing index of *Hibiscus moscheuto* was four. It suggested that the breeding system belongs to the facultative hybridization. 3) The fruiting rate of natural pollination was 75%; the fruiting rate of hand pollination with the same flower in one plant was 55%; the fruiting rate of hand pollination with the another flower in other plant was 60%; 4) The average number of seeds in a single fruit was between 73 - 85 under different treatments. There was no significant difference; 5) The average of seed germination was between 55% - 65% under different treatments. There was no significant difference.

Keywords

Hibiscus moscheuto, Out Crossing Index, Breeding System, Facultative Hybridization

芙蓉葵的开花特征及繁育系统

王连军¹, 宋昌梅^{2*}

¹上海辰山植物园园艺部, 上海

²上海辰山植物园, 中科院上海辰山植物科学研究中心, 上海

Email: wanglianjun@csnbgsh.cn, *songchangmei@csnbgsh.cn

收稿日期: 2019年10月18日; 录用日期: 2019年11月8日; 发布日期: 2019年11月15日

摘 要

本文以芙蓉葵为研究材料, 对芙蓉葵的繁育系统以及开花特性进行了初步研究。结果表明: 1) 芙蓉葵的

*通讯作者。

单花花期1天, 整体花期6~10月; 2) 芙蓉葵的杂交指数为4, 繁育系统属于兼性异交类型; 3) 芙蓉葵的自然座果率为75%; 同株同花授粉的座果率为55%; 人工异株异花授粉座果率为60%; 4) 各种授粉方式下, 单个果实的种子个数在73~85之间, 差别不大; 5) 各种授粉方式下, 平均种子萌发率在53%~65%之间, 没有显著差异。

关键词

芙蓉葵, 杂交指数, 繁育系统, 兼性异交

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

芙蓉葵(*Hibiscus moscheuto*)是锦葵科木槿属常见花卉植物, 别名大花秋葵、草芙蓉, 原产于北美洲。芙蓉葵花大而艳丽、花期长, 观赏价值极高。

近年来, 国内外对芙蓉葵进行了一些研究, 主要集中在引种驯化、育苗扩繁、基本栽培技术[1]-[8]; 2008年, 崔大练等[9]对芙蓉葵的离体培养与再生技术进行了研究。近年来有很多研究表明芙蓉葵具有较强的耐盐特性[10] [11] [12] [13] [14], 可以作为盐碱地绿化花卉。

一般认为植物花的特征和它的传粉和繁育系统是相互适应的, 比如花的颜色、大小、形状和对称性等[15] [16] [17] [18]。国内外对园林观赏花卉植物的开花和繁育系统的研究较少, 菊科植物中孔雀草的繁育特性有报道[19], 滇牡丹的繁育特性有报道[20]。木槿属植物中单瓣木槿和野西瓜的繁育系统有报道[21] [22]。

然而国内外对芙蓉葵的开花特性及繁育特征的研究较少, 本文研究结果不仅可以为芙蓉葵的开花特征和繁育特征提供参考, 而且还可以为芙蓉葵的杂交育种和新品种培育提供理论和实践依据。

2. 材料方法

2.1. 试验材料

选取试验材料为粉色芙蓉葵, 选取地栽苗作为试验材料。

2.2. 试验方法

2.2.1. 芙蓉葵的开花特征及花期研究

芙蓉葵的开花性状, 包括单花直径以及单花花期及整体花期, 主要通过直接观察记录以及游标卡尺等测量工具来测量相关性状。通过观察芙蓉葵的始花日(第一朵花开放的日期)及终花日(最后一朵花开放的日期), 对单花花期和整体花期进行了记录。并且记录下日均气温。数据用软件 Sigma Plot 8.0 处理和分析。

2.2.2. 杂交指数(Out crossing index)

杂交指数 OCI 的估算, 按照 Dafni [23]的标准计算: ① 花朵或花序直径 1 mm 记为 0; 1~2 mm 记为 1; 2~6 mm 记为 2; >6 mm 记为 3; ② 柱头与花药处于同一高度记为 0; 空间分离记为 1; ③ 雄蕊成熟与柱头具可授性的时间间隔: 同时或雌蕊先熟记为 0; 雄蕊先熟记为 1; 三者之和为 OCI 值。OCI 的评判标准如下: OCI = 0 时, 繁育系统为闭花受精; OCI = 1 时, 繁育系统为专性自交; OCI = 2 时, 繁育系统

为兼性自交; OCI = 3 时, 繁育系统为自交亲和, 有时需要传粉者; OCI = 4 时, 繁育系统为部分自交亲和, 异交需要传粉者。

2.2.3. 各种处理对芙蓉葵的座果率的影响

通过各种处理来检测授粉方式对芙蓉葵的座果率的影响。在芙蓉葵的盛花期(大量花朵盛开) 花朵展开前, 对木槿的授粉方式进行处理(处理方式见表 1)。每个处理 15 朵花, 3 次重复, 一个月后统计其座果率。数据用软件 Sigma Plot 8.0 处理和分析。

Table 1. Different pollination treatments

表 1. 各种授粉处理方式

处理名称	处理目的	处理方法
A 对照	检测自然状态下的亲和性	不做任何处理
B 直接套袋	检测是否需要传粉者	花冠裂片打开前先套袋
C 去雄套袋	检测是否存在孤雌生殖	花冠裂片打开前先去雄再套袋
D 去雄不套袋	检测自然异花授粉	花冠裂片打开前先去雄不套袋
E 同株同花授粉	检测同株同花自交亲和性	花冠裂片打开前套袋, 同一朵花的花粉人工授粉, 继续套袋
F 同株异花授粉	检测同株异花自交亲和性	花冠裂片打开前先去雄再套袋, 花开后用同同株异花的成熟花粉人工授粉, 继续套袋
G 异株异花授粉	检测异交(杂交)亲和性	花冠裂片打开前先去雄再套袋, 花开后用另一个植株的成熟花粉人工授粉, 继续套袋

2.2.4. 各种处理对芙蓉葵的单个果实接籽率的影响

不同处理方式对芙蓉葵的果实的种子个数的影响实验, 各种处理方式(处理方式见表 1), 等处理的芙蓉葵的果实成熟后, 剥出种子, 并且记录每个果实的种子总数, 3 次重复, 计算每个果实的平均种子个数。数据用软件 Sigma Plot 8.0 处理和分析。

2.2.5. 各种处理对芙蓉葵的种子萌发率的影响

不同处理方式对芙蓉葵的种子萌发率的影响实验, 各种处理方式(处理方式见表 1), 果实成熟开裂前将果实采收将采收, 种子剥出后, 装入自封袋中, 通风干燥一段时间后, 晾干后春季播种, 统计发芽率。数据用软件 Sigma Plot 8.0 处理和分析。

3. 结果

3.1. 芙蓉葵的开花特征及花期特点

3.1.1. 芙蓉葵的开花特征

如图 1 中 A 所示, 芙蓉葵花大而艳丽, 花朵单生于枝端叶腋处, 花冠粉红色, 直径可达 16~24 cm; 花为两性花, 具有雄蕊、雌蕊、花萼、花冠; 花冠 5 瓣, 粉红色, 折叠式排列, 花内侧基部为红色; 雄蕊是单体雄蕊, 连合成管状的雄蕊柱, 花药多, 花粉黄色; 花柱 5 个, 联合成管状, 柱头 5 个分支, 子房 5 个。果实为硕果, 卵圆形(B)。

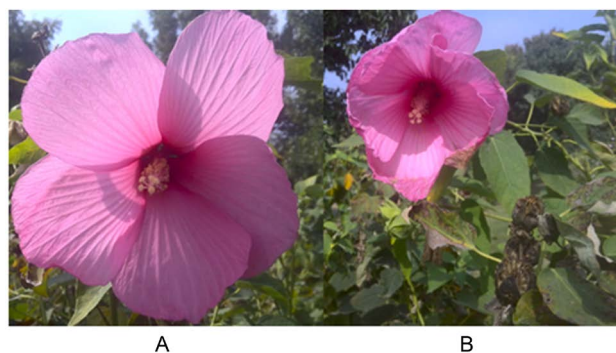


Figure 1. Flowers of *Hibiscus moscheuto* (A, B)
图 1. 芙蓉葵花(A, B)

3.1.2. 芙蓉葵花期

如表 2 所示, 2017 年, 6 月 24 日芙蓉葵的第一朵花开, 10 月 18 日观察到最后一朵花开, 花期 113 天。2018 年, 7 月 1 日观察到芙蓉葵的第一朵花开, 10 月 20 日观察到最后一朵花开, 历时 110 天。2019 年, 7 月 5 日观察到芙蓉葵的第一朵花开, 10 月 10 日观察到最后一朵花开, 历时 96 天; 平均花期可达 100 天以上。温度对植物的花期有很大影响, 本文观察到的芙蓉葵的始花日的日均温为 $23.5^{\circ}\text{C} \pm 2.3^{\circ}\text{C}$, 终花日的日均温为 $21.5^{\circ}\text{C} \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 。

Table 2. Flowering phase and temperature
表 2. 花期和温度

项目	始花日(日/月)	终花日(月/日)	花期长(d)
2017	24/6	18/10	113
2018	1/7	20/10	110
2019	5/7	10/10	96
温度均值 T($^{\circ}\text{C}$)	$23.5 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$	$21.5 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$	

本文观察到, 芙蓉葵的单花从现蕾到开放, 大约需要 23 天时间。单花花期短暂, 历时 1 天左右, 花苞早上 4~6 点盛开, 傍晚开始凋谢, 第 2 天开始枯萎, 第 3 天干枯脱落。单花的花期为 24 ± 4 小时, 但是随着新梢生长, 在新生茎秆不断形成花苞, 不断有鲜花盛开。

3.2. 杂交指数(OCI)

如表 3 所示, 依据 Dafni [23] 的标准计算, 芙蓉葵的花朵直径 >6 mm, 记为 3; 柱头与花药空间分离, 记为 1; 花药开裂时间与柱头可授粉期同时成熟, 记为 0; 三者之和为杂交指数, 故杂交指数(OCI)为 4, 芙蓉葵的繁育系统属于兼性异交类型。

Table 3. Out crossing index of *Hibiscus moscheuto*
表 3. 芙蓉葵的杂交指数

检测内容	评价指标	检测结果
花朵直径(cm)	20 ± 4	3
柱头与花药的空间位置	空间分离	1
花药散粉时间与柱头可授粉期的时间间隔	同时成熟	0
杂交指数(OCI)		4

3.3. 授粉方式对结实的影响

如图 2 所示, 自然状态下未经处理的芙蓉葵的结实率高达 75%, 说明自然状态下授粉的效果很理想, 自然授粉率很高。而直接套袋处理(B)后座果率为 0, 说明芙蓉葵的自然自交需要传粉者; 去雄套袋处理(C)的座果率为 0, 说明芙蓉葵不存在孤雌生殖等无融合生殖; 人工同株同花授粉(E)为 55%, 人工同株异花授粉(F)座果率为 60%, 说明自交部分亲和。去雄不套袋自然异花授粉处理(D)后, 座果率为 58%, 说明自然状态下异花花粉同样可以有较高的亲和性; 异株异花人工授粉(G)的座果率为 61%, 结合直接套袋处理(B)后座果率为 0, 说明芙蓉葵的异交(杂交)需要传粉者, 这和芙蓉葵的兼性异交类型的繁育系统相吻合。而这些处理组和自然状态下(A)相比, 座果率都低一些, 说明自然条件下的传粉效果更好, 可能和自然状态下存在多种传粉者有关; 也可能因为人工去雄等处理会对花的结构造成一定的损伤; 授粉时的温度、湿度以及花粉活力等因素都会对座果率造成一定的影响。

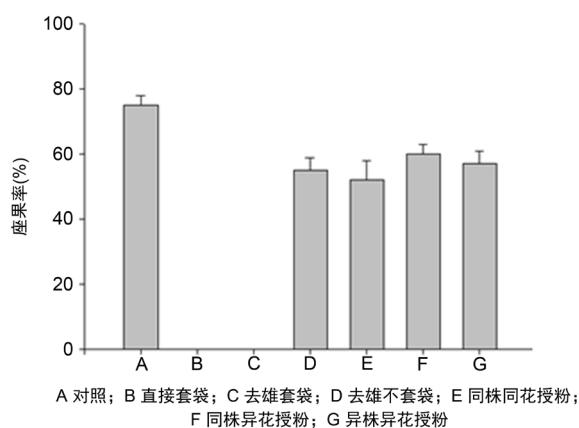


Figure 2. Fruit sets of *Hibiscus moscheuto* under different pollination treatments
图 2. 不同处理条件下的座果率

3.4. 授粉各种处理对芙蓉葵的果实种子个数的影响

如图 3 所示, 由于直接套袋(B)和去雄套袋(C)没有收到种子, 故不作比较。自然状态下(A), 单个果实的平均种子个数为 85 个, 其他各种处理(D、E、F、G)和对照(A)相比, 每个果实的平均种子个数都在 74~85 之间, 差别不大, 说明这几个处理不影响果实的结籽率。

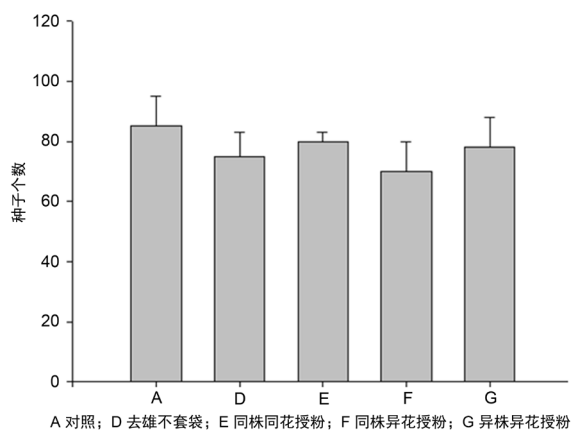


Figure 3. The number of seeds under different pollination treatments
图 3. 不同处理条件下的种子个数

3.5. 授粉各种处理对芙蓉葵的种子萌发率的影响

如图 4 所示, 由于直接套袋(B)和去雄套袋(C)没有收到种子, 故不作比较。自然状态下(A), 种子萌发率为 65%; 其他各种处理(D、E、F、G)和对照(A)相比, 每个果实的种子萌发率都在 55%~65%之间, 没有显著性差异($P > 0.1$), 说明这几种处理不影响种子的萌发率。

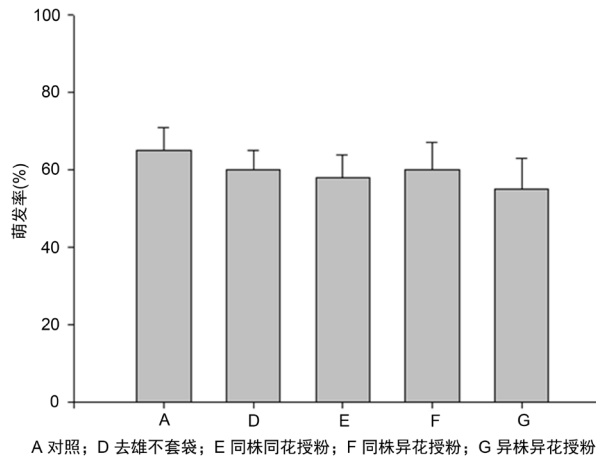


Figure 4. The germination of seeds under different pollination treatments

图 4. 不同处理条件下的种子萌发率

4. 讨论与结论

芙蓉葵大艳丽, 柱头面积大, 这更有利于自然授粉。花粉成熟后, 在风或者昆虫等外力作用下, 同一朵花的花粉或者同株异花花粉很容易落到柱头上, 实现授粉。所以文中自然条件下(A)和人工自花授粉(E)有一定的座果率。这和木槿属木槿的自然座果率相似, 木槿自然座果率为 80%, 且同株同花也有一定的座果率[21] [22]。

而同时芙蓉葵(*Hibiscus moscheuto*)的花药和花丝又位于柱头的下面, 表现为特殊的雌雄异位, 虽然柱头裂片可以发生弯曲反卷运动, 但由于柱头探出程度, 即雌雄异位较大(>1.2 cm), 在没有风和昆虫等外界传粉者的情况下, 柱头仍然无法触到同一朵花的花粉, 无法实现授粉, 故直接套袋这种处理(B)条件下座果率极低。这和木槿属野西瓜自花授粉明显不同, 野西瓜可以通过柱头裂片发生反卷运动, 柱头与自身花粉接触, 实现授粉[21]。这可能是植物与自然界长期相适应形成的结果。

综上所述, 本文主要结论如下: 芙蓉葵的自然座果率较高; 部分自交亲和, 异交需要传粉者, 繁育系统属于兼性异交类型; 各种处理条件下, 单个果实的种子个数差别不大; 各种处理条件下, 种子萌发率没有显著差异。

参考文献

- [1] 张庆革. 芙蓉葵当年培育成苗技术[J]. 园林绿化, 2009(6): 55-56.
- [2] 王红兵, 薄育新. 园林绿化新秀-大花芙蓉葵繁育及其栽培技术[J]. 现代园艺, 2008(12): 9-10.
- [3] 王文成, 孙宇, 胡爱双, 等. 滨海泥质盐碱地芙蓉葵栽植技术规程[J]. 河北农业科学, 2018(22): 30-32
- [4] 宋利娜, 弓传伟, 孙丽萍, 等. 北京地区锦葵科草本观赏植物引种栽培试验[J]. 北京农学院学报, 2017, 32(3): 89-93.
- [5] Kudoh, H. and Wigham, D.F. (2001) A Genetic Analysis of Hydrologically Dispersed Seeds of *Hibiscus moscheutos* (Malvaceae). *American Journal of Botany*, **88**, 588-593. <https://doi.org/10.2307/2657057>

- [6] Liu, H. and Spira, T.P. (2001) Influence of Seed Age and Inbreeding on Germination and Seedling Growth in *Hibiscus moscheutos*. *Journal of the Torrey Botanical Society*, **128**, 16-24. <https://doi.org/10.2307/3088656>
- [7] Kudoh, H. and Wigham, D.F. (1997) Microgeographic Genetic Structure and Gene Flow in *Hibiscus moscheutos* Populations. *American Journal of Botany*, **84**, 1285-1293. <https://doi.org/10.2307/2446054>
- [8] Snow, A.A., Spira, T.P. and Liu, H. (2000) Effects of Sequential Pollination the Success of “Fast” and “Slow” Pollination the Success of “Fast” and “Slow” Pollination Donors in *Hibiscus moscheutos*. *American Journal of Botany*, **87**, 1656-1659. <https://doi.org/10.2307/2656742>
- [9] 崔大练, 满秀玲, 马玉心, 等. 芙蓉葵的离体培养与植株再生[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(1): 128.
- [10] 赵可夫, 冯立田. 中国盐生植物资源[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [11] 王文成, 孙昌禹, 孙宇, 等. 多年生宿根花卉芙蓉葵耐盐性研究[J]. 河北农业科学, 2012, 17(6): 22-27.
- [12] 马金贵, 郭淑英, 马书燕. 大花秋葵耐盐性研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(21): 10776-10777.
- [13] 郭艳超, 孙昌禹, 王文成, 等. NaCl 胁迫对芙蓉葵种子萌发和种苗生长的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(3): 158-163.
- [14] 孙焕荣, 封晓辉, 张秀梅, 刘小京, 咎凤桐. 芙蓉葵苗期根系生长对盐胁迫的响应[J]. 北方园艺, 2015(16): 6-81.
- [15] 红雨, 方海涛, 那仁. 濒危植物蒙古扁桃花粉生活力和柱头可授性研究[J]. 广西植物, 2006, 26(6): 589-591.
- [16] 阮成江, 姜国斌. 雌雄异位和花部行为适应意义的研究进展[J]. 植物生态学报, 2006, 30(2): 210-220.
- [17] Thien, L.B., Azuma, H. and Kawanot, S. (2000) New Perspective on the Pollination of Basal Angiosperms. *International Journal of Plant Sciences*, **161**, 225-235. <https://doi.org/10.1086/317575>
- [18] Zufall, R.A. and Rausher, M.D. (2004) Genetic Changes Associated with Floral Adaptation Restrict Future Evolution Potential. *Nature*, **428**, 847-850. <https://doi.org/10.1038/nature02489>
- [19] 何燕红, 董淼, 等. 孔雀草的开花特性与繁育系统[J]. 华中农业大学学报, 2015, 34(2): 9-15.
- [20] 李奎, 郑宝强, 王雁, 郭欣. 滇牡丹的开花特征及繁育系统[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(1): 63-67.
- [21] 曾方玉, 周丽君, 阮成江. 木槿与野西瓜苗花特征和繁育系统的比较研究[J]. 广西植物, 2008, 28(6): 750-754.
- [22] 张艳红, 王晶. 木槿的开花特性与繁育系统的初步研究[J]. 辽东学院学报, 2016, 23(2): 125.
- [23] Dafni, A. (1992) *Pollination Ecology: A Practical Approach*. Oxford University Press, New York, 55-63.