



王连军. 小木槿的传粉特征及繁育系统[J]. 黑龙江农业科学, 2020(10):70-74, 75.

小木槿的传粉特征及繁育系统

王连军

(上海辰山植物园, 上海 201602)

摘要:为探索小木槿的繁育系统及传粉生物学特性, 本文以小木槿为研究材料, 运用杂交指数、花粉/胚珠比、坐果率、种子萌发率等指标对小木槿的繁育特征及传粉生物学等进行了初步研究。结果表明: 小木槿整体花期 5-11 月, 单花的花期 1 d; 小木槿的花粉/胚珠比为 180.0 ± 12.1 , 繁育系统属于兼性自交类型; 小木槿自然坐果率为 80%, 直接套袋的坐果率为 70%, 同株同花授粉的坐果率为 78%, 人工异株异花授粉坐果率为 71%; 各种授粉方式下, 平均种子萌发率 33%~45%, 没有显著差异; 小木槿可通过柱头裂片的弯曲运动实现授粉。小木槿的繁育系统属于兼性自交类型。

关键词:小木槿; 繁育系统; 杂交指数; 花粉/胚珠比; 兼性自交

小木槿(*Anisodontea capensis*)是锦葵科南非葵属, 多年生半灌木, 原生于非洲南部的山坡或丘陵地带, 小木槿的花多而艳丽, 花期长, 观赏价值极高, 因而在园林中的应用较广^[1-3]。郝建华等^[4-5]对菊科入侵植物三叶鬼针草和短葶飞蓬的开花特征及繁育系统进行了报道; 张建等^[6-7]对东北蒲公英和紫背天葵的繁育系统进行了相关报道, 并对蒲公英的花部特征及传粉特点进行了研究。园林观赏花卉植物的开花和繁育系统的研究较少, 李奎等^[8-9]对滇牡丹和凤丹的繁育特性进行了报道, 认为凤丹的繁育系统为兼性异交类型; 何燕红等^[10]对菊科植物中孔雀草的繁育特性进行了相关报道; 曾方玉等^[11-13]对木槿属植物中单瓣木槿和野西瓜的繁育系统进行了报道, 认为单瓣木槿属于兼性异交类型, 而野西瓜属于专性自交类型; 张永胜等^[14]对野生大花铁线莲花部特征及繁育系统也有报道; 赵天荣等^[15]对百合科的“金娃娃”萱草的花部特征及繁育特征进行了报道, 并认为其属于兼性异交类型。然而对小木槿的研究报道非常少, 对于繁育系统及传粉生物学的研究鲜见到报道。本文研究拟从小木槿花部特征及花期物候、花粉/胚珠比、各种授粉方式对小木槿坐果率及种子萌发率的影响、昆虫访花及传粉行为入手研究小木槿的繁育特征及传粉生物学特性, 以期为小木槿的杂交育种和新品种培育提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本文选取的试验材料为粉色小木槿, 试验地点为上海辰山植物园, 试验地平均海拔 4.0~4.5 m, 年最低气温 -3℃, 最高气温 39℃, 年降水量 1 271.9 mm。

1.2 方法

1.2.1 小木槿花部特征及花期物候 花期物候观察: 2017 年 4 月至 2019 年 11 月, 选取 5 颗地栽小木槿, 记录始花日(第一朵花开放的日期)及终花日(最后一朵花开放的日期), 记录日均气温; 并对单花花期和整体花期进行观察和记录^[16-19]。

小木槿的花部特征: 随机选取 30 朵已经完全盛开的花朵, 通过直接观察以及数码相机拍摄、游标卡尺等工具来记录测量相关性状。

1.2.2 花粉/胚珠比 花开放前随机选取成熟的花蕾各 30 个, 在室内待花药全部开裂, 先制成花粉悬浮液, 再用花粉悬浮液制成载玻片标本, 体视显微镜下观察统计花粉数。取每朵花的子房在体视显微镜下解剖, 记录花中胚珠数, 根据 Cru-den^[20]法计算其花粉/胚珠比(P/O), 并确定繁育类型。P/O=2.7~5.4 时, 该植物是闭花受精; P/O=18.1~39.0 时为专性自交; P/O=31.9~396.0 时为兼性自交; P/O=244.7~2588.0 时为兼性异交。

1.2.3 各种授粉方式对小木槿坐果率的影响 在小木槿的盛花期(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, 30 d 后统计其坐果率。

收稿日期: 2020-06-29

基金项目: 上海市绿化市容局项目(G162418)。

作者简介: 王连军(1987-), 男, 硕士, 工程师, 从事园林植物与花卉育种研究。E-mail: wanglianjun@csnbgsh.cn。

表 1 各种授粉方式
Table 1 Different pollination methods

处理 Treatments	处理目的 Purpose	处理方法 Methods
A(CK)	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掉雄蕊再套袋
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,花开后同一个植株的另一朵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

1.2.4 授粉方式对小木槿种子萌发率的影响
各种处理方式(表 1)果实成熟开裂前将果实采收,种子剥出后装入自封袋中,通风干燥一段时间,晾干后春季播种,统计发芽率。

1.2.5 昆虫访花及传粉行为 本文采用固定地点法检测来访昆虫,即选取 5 颗试验用地栽小木槿,根据膜翅目、鳞翅目、鞘翅目等昆虫的活动的高峰时间,选取晴天 8:00-17:00 进行连续观察,每颗小木槿选择 10 朵花,每 2 h 观察一次,每天观察 6 次,并且记录下访花昆虫的种类以及每次访花的时间,访花时间用秒表来计算。

1.2.6 数据分析 小木槿花朵的各种参数:如花

粉活力、杂交试验、种子个数等指标,数据用软件 Sigma Plot 8.0 处理数据和分析。

2 结果与分析

2.1 小木槿花部特征及花期物候

2.1.1 小木槿花部特征 如图 1 所示,小木槿花多而艳丽,花朵生于枝端叶腋处,花冠颜色粉红色,直径可达 3.5 cm;花为两性花,具有雄蕊、雌蕊、花萼、花冠;花冠 5 瓣,折叠式排列,花内侧基部为粉红色;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 10 个,联合成管状,柱头 10 个分支,子房 5 个;花萼 5 片,花萼外面有 5 片副萼;果实为蒴果,呈扁球形。



图 1 小木槿花
Fig.1 Flowers of *Anisodonteia capensis*

2.1.2 小木槿花部参数 如表 2 所示,小木槿花朵较大,花冠直径可达 35.0 mm,花瓣长可达 22.0 mm,宽可达 20.0 mm;花萼长 10.0 mm,宽 5.0 mm;花柱长为 12.0 mm;花丝长 3.0 mm;雌雄异位 3.8 mm。

2.1.3 小木槿花期 如表 3 所示,2017 年 5 月 10 日小木槿第一朵花开,11 月 20 日观察到最后一朵花开,花期 190 d。2018 年 5 月 20 日观察到小木槿第一朵花开,11 月 25 日观察到最后一朵花开,历时 185 d。2019 年 5 月 15 日观察到小木槿第一朵花开,11 月 12 日观察到最后一朵花开,历时 176 d。平均花期超过 180 d。温度对植物的开花日期有很大影响,本试验观察到的小木槿第一朵花开的日均温为 25.0±2.3 ℃,最后一朵花

开的温度为 14.5±1.5 ℃。

表 2 小木槿各种花器官参数

Table 2 Different floral organ parameters of *Anisodonteacapensis*

花器官 Floral organ	参数 Parameters/mm
花冠直径 Corolla diameter	35.0±1.3
花瓣长 Petal length	22.0±0.8
花瓣宽 Petal width	20.0±0.9
萼片长 Calyx length	10.0±0.4
萼片宽 Calyx width	5.0±0.9
花柱长 Style length	12.0±0.6
花丝长 Style width	3.0±0.2
雌雄异位 Reciprocal herkogamy	3.8±0.3

表 3 小木槿的花期

Table 3 Flowering phase of *Anisodonteacapensis*

项目 Items	始花日/(月-日) First flowering day/(month-day)	终花日/(月-日) Last flowering day/(month-day)	花期 Flowering phase/d
2017	05-10	11-20	190
2018	05-20	11-25	185
2019	05-15	11-12	176
平均温度 Average temperature/℃	20.0±1.3	14.5±1.5	

本试验观察到,小木槿单花花期较短,历时 1 d,花苞 5:00-7:00 点盛开,当天 18:00 花瓣开始失水变软,花冠部内外层花被片均向中心紧缩,花冠逐渐闭合并包裹花柱、花丝及花药,花冠逐渐关闭,直至干枯脱落。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。

2.2 花粉/胚珠比与繁育系统

小木槿雄蕊数多,平均具花药 20 枚。如表 4 所示,小木槿的单花平均花粉数为 900.0±60.5 个,单花胚珠数平均为 5 个,花粉/胚珠比为 180.0±12.1,依据 Cruden^[27] 的标准,P/O 比在 31.9~396.0,小木槿的繁育系统属于兼性自交类型。

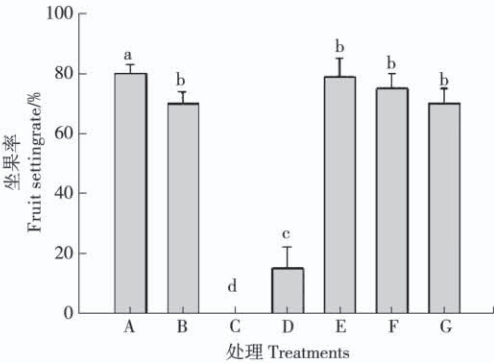
表 4 小木槿的花粉/胚珠比

Table 4 Pollen-ovule ratios in *Anisodonteacapensis*

花性状 Flower characters	参数 Parameters
花粉数 Pollen number	900.0±60.5
单花胚珠数 Ovules per flower	5
花粉数/胚珠数 Pollen-ovule ratios	180.0±12.1

2.3 授粉方式对坐果率的影响

如图 2 所示,自然状态下未经处理的小木槿坐果率高达 80%,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)后坐果率为 70%,这表明小木槿的自然自交离开传粉者可以完成;去雄套袋处理(C)的坐果率为 0,这表明小木槿不存在孤雌生殖等无融合生殖;人



小写字母表示 5% 差异水平。

Lowercase letters indicate the 5% difference level.

图 2 不同授粉方式下的坐果率

Fig. 2 Fruit sets of *Anisodonteacapensis* under different pollination treatments

工同株同花授粉(E)坐果率为78%,人工同株异花授粉(F)坐果率为75%,二者没有显著差别($P>0.05$),说明小木槿自交亲和性较高;去雄不套袋自然异花授粉处理(D)后,坐果率为15%,较低,说明自然状态下自然异花授粉效果不理想;异株异花人工授粉(G)的坐果率为71%,说明小木槿异交(杂交)同样存在较高的亲和性,这和小木槿的兼性自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,坐果率都低一些,说明自然条件下的传粉效果更好。

2.4 各种授粉方式对小木槿种子萌发率的影响

如图3所示,由于去雄套袋(C)没有收到种子,故不作比较。自然状态下(A)种子萌发率为45%;其他各种处理(B、D、E、F、G)果实的种子萌发率都在33%~45%,差别不大,说明这几种处理不影响种子的萌发率。

2.5 小木槿的传粉特征

如图4A所示,小木槿的花药和花丝位于柱头的下面,表现为特殊的雌雄异位,移位较小,为3.8 mm;花朵刚打开时,柱头的10个分叉贴在一起,随着时间的推进,这10个柱头分叉开始发生反卷弯曲运动,如图4B所示,花朵在7:00左右完全开放,2~3 h后,柱头裂片开始发生反卷弯曲

运动,随着时间的推移,11:00-14:00 弯曲速度逐渐加快,弯曲程度逐渐增大;如图4C和D所示,当花朵开始收缩的时候,柱头裂片弯曲的角度接近180°,使柱头接触到花粉,形成授粉。即使没有风和昆虫等外界传粉者的情况下,柱头裂片通过反卷弯曲运动,仍然可以接触到同一朵花的花粉,实现授粉,故直接套袋这种处理(B)条件下坐果率较高。这和木槿属野西瓜自花授粉非常相似,野西瓜同样可以通过柱头裂片的反卷移动,柱头与自身花粉接触,实现授粉^[23]。这可能是植物与自然界长期相适应形成的结果。

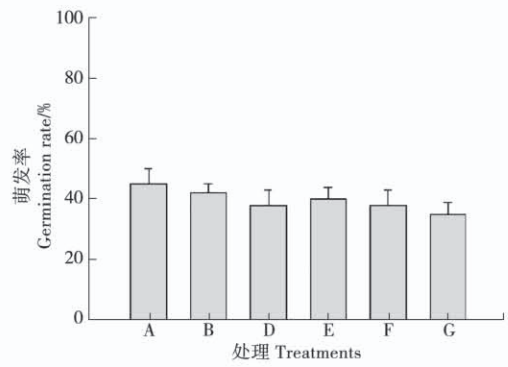


图3 各种授粉方式下的种子萌发率
Fig. 3 The germination of seeds under different pollination treatments



图4 小木槿的传粉特征
Fig. 4 The pollination characteristics of *Anisodonteia capensis*

昆虫传粉方面,本试验观察到传粉的来访昆虫很少,像膜翅目的蜂类以及小型甲虫或者各种蝴蝶,很难观察到,进一步验证了自然条件下小木槿的传粉,以花柱的弯曲运动来实现自交授粉为主。这可能与自身的花没有蜜腺,不能散发香味有关;也可能是由于周围有大量鲜艳の木芙蓉及芙蓉葵等植物,因而存在昆虫竞争。

3 结论与讨论

目前关于花部运动的适应意义还有实现延迟自交和应对不良环境,如锦葵科的海滨锦葵单花的开放时间仅有1 d,自身柱头在没有昆虫授粉的情况下,柱头会逐步向花药的方向弯曲,实现授粉,Ruan等^[33]选择海滨锦葵的花朵进行授粉试验,结果表明人工自花授粉,坐果率和单果种子数都没有显著差异,这表明延迟自交同样可以让植物实现繁殖。同样的现象还发生在木槿属的野西瓜的研究中,野西瓜的5个分裂柱头通过弯曲运动与自身花粉接触,实现授粉^[23]。

小木槿花朵艳丽,柱头分叉多,有10个分叉,且柱头上有绒毛,有很强的粘性,很容易黏住互粉,这更有利于自然授粉。花粉成熟后,在各种昆虫或者风等外力作用下,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。至于文中同株同花、异株异花的坐果率都比较高,这和木槿属野西瓜的同株同花、异株异花处理的坐果率相似,而和单瓣木槿的坐果率明显不同,单瓣木槿同株同花的坐果率较低^[23-24]。

小木槿的单花花期1 d,在这1 d内,花药散粉初期柱头和花药都已经成熟,花粉活力也没有问题,故小木槿的传粉系统是完整的。另一方面,由于小木槿的单花花期较短,外界因素如降雨会冲洗花粉,导致无法完成授粉,这也不利于种子的形成。

综上所述,本试验首次揭示了小木槿的繁育系统属于兼性自交类型,并对小木槿的花粉活力及柱头的可授性进行了检测;对小木槿的花部特征及花期进行了阐述;小木槿自然坐果率为80%,直接套袋的坐果率70%,同株同花坐果率为78%,异株异花授粉的坐果率为71%,这和其繁育系统相吻合;各种处理条件下,种子萌发率没

有显著差异;在缺少传粉者的条件下,小木槿可以通过柱头裂片的弯曲运动实现授粉。

参考文献:

- [1] 踏花行. 秀雅的小木槿[J]. 花木盆景(花卉园艺), 2010(9): 10-11.
- [2] 赵良华, 冶庆瑞. 一盆小木槿开花176朵[J]. 新疆林业, 2000(1): 41.
- [3] 徐晔春. 观花植物1000种经典图鉴终极版[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2015.
- [4] 郝建华, 刘倩倩, 强胜. 菊科入侵植物三叶鬼针草的繁殖特征及其与入侵性的关系[J]. 植物学报, 2009, 4(6): 656-665.
- [5] 李鹏, 党承林. 短葶飞蓬(*Erigeron breviscapus*)的花部综合特征与繁育系统[J]. 生态学报, 2007, 27(2): 571-578.
- [6] 张建, 邢艳萍, 赵鑫, 等. 东北蒲公英花部综合特征与繁育系统研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(33): 214-219.
- [7] 陈雄伟, 邵玲, 梁广坚, 等. 紫背天葵花部特征与繁育系统的研究[J]. 园艺学报, 2013, 40(2): 363-372.
- [8] 李奎, 郑宝强, 王雁, 等. 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): 432-437.
- [9] 罗长维, 陈友, 张涛. 凤丹繁育系统与传粉生物学研究[J]. 南京林业大学学报, 2019, 5(43): 37-44.
- [10] 何燕红, 董森, 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.
- [11] 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.
- [12] 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, 28(6): 1673-493.
- [13] 李玉萍, 汤庚国, 罗凤霞. 木槿属4种植物花粉活力和杂交亲和性研究[J]. 南京林业大学学报, 2015, 2(39): 183-186.
- [14] 张永胜, 王非, 许明洋. 野生大花铁线莲花部特征及繁育系统[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(5): 9-13.
- [15] 赵天荣, 蔡建岗, 施永泰, 等. 大花萱草‘金娃娃’的花器结构和繁育系统观察[J]. 草业科学, 2013(1): 52-57.
- [16] Dafni A. Pollination ecology: A practical approach[M]. New York: Oxford University Press, 1992: 55-63.
- [17] 廖云海, 陆嘉惠, 张际昭, 等. 光果甘草生殖生物学特性的初步研究[J]. 西北植物学报, 2010, 30(5): 939-943.
- [18] Dafni A, Maues M M. A rapid and simple procedure to determine stigma receptivity[J]. Sexual Plant Reproduction, 1998, 11(3): 177-180.
- [19] 陈垣, 徐博琼, 郭凤霞, 等. 暗紫贝母花器官特征及有性繁育系统研究[J]. 草业学报, 2017, 26(1): 90-98.
- [20] Cruden W R. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants[J]. Evolution, 1977, 31(1): 32-46.



徐宁伟,路斌,汪洋,等.五种校园绿化植物花浸提液的抑菌效果比较[J].黑龙江农业科学,2020(10):75-79.

五种校园绿化植物花浸提液的抑菌效果比较

徐宁伟^{1,2},路斌²,汪洋¹,于秀敏¹,刘玉艳¹,杨巧¹

(1.河北科技师范学院园艺科技学院,河北秦皇岛066600;2.河北农业大学园林与旅游学院,河北保定071001)

摘要:为指导校园绿化植物选择,本试验研究了5种校园绿化植物不同浸提液对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌的抑制作用。结果表明:不同植物的3种花浸提液对3种细菌均有抑制作用,同一植物不同浸提液、不同植物之间的抑菌效果存在差异,其中酒精浸提液的抑菌效果最佳,蒸馏水浸提液的抑菌效果最差,紫叶桃对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑菌效果好,郁香忍冬对金黄色葡萄球菌的抑菌效果明显。

关键词:园林植物;浸提液;抑菌

园林绿化植物是风景园林的重要组成部分,也是改进社会生态的重要组成部分,其潜在的生态功能正日益受到人们的关注^[1]。校园是人口密度大、学生室外活动频繁的场所以,其绿化程度与植物配置直接影响着师生们的身心健康,目前人们对校园绿化植物的研究多集中于其观赏价值上,对其抑菌效果的研究很少,还未形成系统的认识。本试验选用河北科技师范学院校园内的5种绿化植物为材料,比较其花浸提液的抑菌效果,旨在为

校园绿化植物选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试植物 供试植物为河北科技师范学院昌黎校区的5种木本园林绿化植物,它们是珍珠绣线菊(*Spiraea thunbergii* Bl.)、郁香忍冬(*Lonicera fragrantissima* Lindl. et Paxt.)、紫叶桃(*Prunus persica* 'Atropurpurea')、垂丝海棠(*Malus halliana* Koehne)和白丁香(*Syringa oblata* Lindl. var. *alba* Rehder)^[2]。

1.1.2 供试菌种 供试菌种为河北科技师范学院农学与生物科技学院微生物实验室提供的大肠杆菌(*Escherichia coli*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)和金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)3种具有代表性的空气微生物。

收稿日期:2020-07-09

基金项目:河北省自然科学基金青年科学基金项目(E2019407076);河北科技师范学院海洋科学研究专项(2018HY025)。

第一作者:徐宁伟(1990-),男,在读博士,实验师,从事风景园林与植物景观规划设计研究。E-mail: xuningwei1899@163.com。

Breeding System and Pollination Biology of *Anisodonteia capensis*

WANG Lian-jun

(Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China)

Abstract: In order to explore the breeding system and pollination biological characteristics of *Anisodonteia capensis*, in this paper, the breeding system and pollination biology of *Anisodonteia capensis* were studied primarily, including the use of out crossing index, pollen-ovule ratios, the fruiting rate and seeds germination ration. The results showed that, the flowering phase of the single flower was about one day, the flowering phase of *Anisodonteia capensis* was from May to November. The pollen-ovule ratio of *Anisodonteia capensis* was 180.0 ± 12.1 , it suggested that the breeding system belongs to the facultative hybridization. The fruiting rate of natural pollination was 80%. The fruiting rate of direct bagging was 70%. The fruiting rate of hand pollination with the same flower in one plant was 78%. The fruiting rate of hand pollination with another flower in other plant was 71%. Seed germination was 33%-45% under different treatments, there was no significant difference. Pollination was achieved with stigma lobe curvature. The breeding system of *Anisodonteia capensis* belongs to the facultative hybridization.

Keywords: *Anisodonteia capensis*; breeding system; outcrossing index; pollen-ovule ratios; facultative autogamy