

杨小丹,李枝林,王 京,等. 花粉活力与柱头可授性对兰花杂交结荚率的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(10):166-172.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.10.037

花粉活力与柱头可授性对兰花杂交结荚率的影响

杨小丹¹, 李枝林¹, 王 京², 刘一鸣¹, 陈贵春¹, 刘 丹¹, 王玉英¹

(1. 云南农业大学园林园艺学院, 云南昆明 650201; 2. 西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

摘要:以 24 个大花惠兰品种为母本, 32 个国兰品种为父本, 通过人工正交杂交共产生 45 个组合, 研究杂交结荚率与花粉活力和柱头可授性之间的关系。结果表明, 国兰花朵开放 0~20 d 的花粉活力处于增长期, 之后花粉活力随花朵开放时间的增加而降低。花朵开放相同天数的不同国兰品种间的花粉活力差异较大, 活力范围为 20%~95%。大花惠兰花朵开放 20~25 d 时柱头都具可授性, 不同品种间有差异。45 个杂交组合中有 22 个组合获得发育成熟的果荚, 结荚组合率为 48.89%, 落果组合率为 51.11%。从授粉到果荚成熟需要 175~200 d, 成熟果实结荚率为 80%~100% 的有 9 个组合, 其中 6 个组合花粉活力 >73%, 柱头可授性很强, 3 个组合花粉活力 <50%, 2 个组合柱头可授性强和 1 个柱头可授性弱; 结荚率为 50%~80% 的有 3 个组合, 花粉活力 >67%, 2 个组合柱头可授性强和 1 个组合的柱头可授性弱; 结荚率 <50% 的有 10 个组合, 其中 1 个组合花粉活力 <50%, 柱头可授性强, 其他 9 个组合花粉活力 ≥50%, 柱头可授性强; 落果率即结荚率为 0 的杂交组合表现为授粉后子房膨大, 生长过程中出现黄苞落果。表明花粉活力、柱头可授性的强弱对结荚率有一定的影响, 一般表现为花粉活力与柱头可授性越强结荚率越高, 反之亦然。花粉活力与柱头可授性可作为杂交授粉能否结荚的重要指标。

关键词: 兰花; 花粉活力; 柱头可授性; 杂交; 结荚率; 大花惠兰; 国兰

中图分类号: S682.310.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)10-0166-07

兰花是世界名花和我国家喻户晓的传统名花, 也是云南省八大名花之一。广义的兰花是兰科植物的统称, 狭义的兰花常指兰属植物及部分具有较高观赏价值的类型, 按照兰花的生态类型, 可将兰花分为地生兰、附生兰及腐生兰 3 类^[1-3]。大花惠兰 (*Cymbidium hybridum*) 为兰科 (Orchidaceae) 兰属 (*Cymbidium*) 多年生草本植物, 附生兰类, 是兰属植物通过人工杂交培育出的品种统称^[4]。大花惠兰株型高大、花大色艳、花期长、花无香味、适应性强, 既可做盆栽, 也可做切花, 花期 10 月至次年 4 月^[5-8]。国兰 (Chinese *Cymbidium*) 是指兰科兰属中的部分地生类植物, 包括春兰

(*C. goeringii*)、春剑 (*Cymbidium goeringii*)、莲瓣兰 (*C. lianpan*)、蕙兰 (*C. faberi*)、建兰 (*C. ensifolium*)、墨兰 (*C. sinense*) 和寒兰 (*C. kanran*) 等 7 个种^[9]。具有花型小巧、极具芳香、叶态优美等特点^[10-12], 从而使国兰成为世界上最早的盆栽观叶植物之一^[9], 花期 2 月至 5 月^[13]。杂交育种是兰花育种最传统、最重要的方法, 通过杂交育种工作将大花惠兰与国兰品种的优良性状相结合, 有望培育出花大色艳、株型紧凑美观且极具幽香的兰花新品种^[14]。

兰花杂交的特殊性在于兰花种内或是种间杂交都可以获得成功, 并且与兰科其他植物进行属间杂交有时也可以获得杂交后代^[15]。用独占春 (*C. eburneum*) 和碧玉兰 (*C. lowianum*) 杂交获得的“韦奇” (*C. vietchi*) 是世界上首个大花惠兰人工杂交品种^[16]。再利用美花兰 (*C. insigne*) 和“韦奇”、碧玉兰进行杂交, 获得性状较好的粉色与白色品种, 将这些品种再进行杂交, 又得到了紫红色、橘黄色等新品种^[17]。国外, 尤其是韩国和日本, 对国兰的杂交育种工作开展较早, 关于这方面的研究报道也比较详细^[18]。我国的杂交育种工作起步比较晚, 2000 年以前, 只有中国科学院昆明植物研究所的和四川

收稿日期: 2018-02-28

基金项目: 云南省重点新产品开发计划 (编号: 2012BB008); 云南农业大学自然科学青年科研基金 (编号: 2016ZR10)。

作者简介: 杨小丹 (1992—), 女, 山西运城人, 硕士研究生, 主要从事观赏植物植物资源利用与创新研究。E-mail: 1053513822@qq.com。

通信作者: 王玉英, 博士, 副教授, 主要从事植物资源的利用和创新研究。E-mail: wyysxp@126.com。

[10] 董仁才, 赵景柱, 邓红兵, 等. 3S 技术在城市绿地系统中的应用探讨——以园林绿地信息采集与管理中的应用为例[J]. 林业资源管理, 2006(2): 83-87.

[11] 宋丽萍, 朱伟华, 丁少江, 等. 深圳城市绿化管理信息系统的设计[J]. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2003, 27(1): 59-62.

[12] Yokohari M, Takeuchi K, Watanabe T, et al. Beyond greenbelts and zoning: A new planning concept for the environment of Asian megacities[J]. Landscape and Urban Planning, 2000, 47(3/4): 159-171.

[13] 贺光旭. GIS 在城市园林绿化中的应用[J]. 现代农业科

技, 2011(11): 54-54, 57.

[14] 刘志强, 李翠翠, 李 俊. 面向对象的高分辨率遥感影像分类在水土保持监测中的应用研究——以某公路工程为例[J]. 浙江水利科技, 2018, 46(4): 16-20, 37.

[15] 刘生龙, 张永红. 基于遥感影像的土地利用变化检测[J]. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(1): 145-148.

[16] 吴诗姘. 遥感图像预处理与分析方法研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2017.

[17] 杨 超, 郭国锋, 李清泉, 等. 植被遥感分类方法研究进展[J]. 地理与地理信息科学, 2018, 34(4): 24-32.

省农业科学院^[19]。近几年这方面的工作日益增多,朱根发等进行了大花蕙兰、墨兰、建兰、纹瓣兰、兔耳兰等兰属植物的种间远缘杂交试验^[16]。李枝林等以兰属的 6 个种为重点进行远缘杂交育种技术研究,培育出 4 个杂交种试管苗^[20]。陈瑶瑶等以大花蕙兰和墨兰杂交育成的品种为母本与蕙兰进行了种间远缘杂交^[21]。李玉萍等以 10 个中国兰品种和 8 个大花蕙兰品种为材料开展了兰属植物间的杂交试验^[22]。

大花蕙兰杂交育种已有 100 多年的历史,至今已登录的大花蕙兰品种数以千计。亲本主要是大花蕙兰的附生兰类,常常要经过多次反复的杂交才能形成有价值的品种。目前对于大花蕙兰的育种方法仍以杂交为主,但存在很多问题,如难于打破生物物种的限制、周期长、某些优良性状难以保持等^[23]。花粉活力和柱头可授性是杂交结实的基本条件,目前已在野生烟草、万寿菊、金线莲等一系列的杂交中有报道,凌春英等采用 TTC 染色法和离体培养法对大花蕙兰和墨兰的花粉活力及贮藏进行了研究^[14]。但目前较为流行的大花蕙兰栽培品种的柱头可授性和国兰花粉活力对杂交结实率的研究尚未见报道。本研究以栽培较流行的 24 个大花蕙兰品种

为母本,采用联苯胺-过氧化氢反应测定柱头可授性;32 个国兰品种为父本,采用 TTC 染色法检测花粉活力,通过传统的杂交育种方法研究杂交结实率与花粉活力和柱头可授性之间的关系,以期为大花蕙兰与国兰杂交育种研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验花粉活力检测于 2015 年 12 月至 2016 年 1 月在云南农业大学花卉研究所进行,授粉工作于 2016 年 1 月在昆明市嵩明县进行。

材料为 32 个在云南省采集的国兰品种和 24 个在云南省昆明市嵩明县基地种植的大花蕙兰品种,根据中华人民共和国农业行业标准《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 兰属》对植株的形态进行描述(表 1)。国兰有 9 个春兰品种、8 个春剑品种、1 个蕙兰品种、14 个莲瓣兰品种,植株中小型,花色主要集中为黄色、红色和绿色,具花香,花朵小型;大花蕙兰植株和花朵有大型和中小型,花色主要集中为黄色、红色和绿色,花朵鲜艳,6 个品种(中小型植株)具有花香。

表 1 32 个国兰品种和 24 个大花蕙兰品种形态特征

亲本	品种名称	株型	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	花色	花香	花径 (cm)	花期 (d)
父本	如意素荷	半直立	40	0.7	黄色	淡香	6.0	35~55
	红玫瑰	半直立	40	0.7	红色	清香	5.0	35~55
	玉紫春	直立	40	0.8	浅绿	淡香	3.0	25~45
	大富贵	半直立	25	1.5	绿色	淡香	4.0	25~45
	大元宝	半直立	30	1.2	绿色	淡香	5.0	25~45
	奥迪牡丹	直立	35	0.9	绿色	淡香	2.0	20~40
	红海棠	直立	35	0.8	橘色	清香	4.0	35~55
	太极圣梅	半直立	40	0.7	深绿	淡香	3.5	20~40
	宝晶	半直立	30	1.1	淡黄	淡香	5.0	25~45
	美丽之冠	半直立	35	0.7	深红	淡香	6.0	35~50
	素牡丹	半直立	30	1.0	黄色	清香	7.0	30~45
	红满天	半直立	38	0.7	粉色	淡香	7.0	30~45
	心心相印	半直立	38	0.6	粉色	淡香	6.0	35~55
	红河红	披散型	30	0.9	红色	淡香	5.0	25~55
	滇荷	披散型	20	0.7	浅黄色	淡香	4.0	25~55
	玉皇大帝	直立	25	1.0	黄色	淡香	6.0	35~55
	西蜀道光	直立	30	1.2	黄色	淡香	7.0	30~45
	如意素	半直立	35	0.9	淡黄色	清香	5.0	35~55
	紫熏荷	半直立	30	1.3	粉色	淡香	4.0	35~55
	荷之冠	直立	25	1.0	粉色	淡香	4.0	35~55
	一代天骄	直立	35	0.9	绿色	淡香	5.0	25~40
	出水芙蓉	直立	25	0.8	粉色	清香	3.5	30~45
	春兰麻壳素	半直立	25	0.7	淡黄色	淡香	4.5	35~50
	黄花素心	半直立	25	0.8	黄色	淡香	6.0	25~45
	冠神	披散型	20	1.1	黄色	淡香	5.0	25~45
	领带花	半直立	30	0.8	淡红色	淡香	5.0	30~50
	碧龙奇莲	半直立	40	0.6	粉色	淡香	6.0	35~55
	大雪素	半直立	40	0.8	白色	淡香	5.0	35~55
	中华奇珍	半直立	30	0.8	绿色	淡香	5.0	30~45
	翠荷素	半直立	30	1.2	绿色	清香	6.0	35~50
	凤羽峡观	半直立	35	0.6	粉色	淡香	7.0	35~55
	肖梅	直立	40	0.6	粉色	淡香	5.0	35~55

续表 1

亲本	品种名称	株型	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	花色	花香	花径 (cm)	花期 (d)
母本	英雄	半直立	80	1.8	粉红色	无香味	8.0	60~70
	红袍	半直立	80	2.3	红色	无香味	7.0	60~70
	火炬	半直立	80	1.9	红色	无香味	8.0	60~70
	红酒之恋	半直立	70	2.2	红色	无香味	8.0	60~70
	523	半直立	70	2.1	黄色	无香味	7.0	60~70
	天之骄子	半直立	80	2.1	绿色	无香味	8.0	60~70
	红酒	半直立	70	2.0	深红色	无香味	7.0	55~65
	杨贵妃	披散型	75	2.1	黄色	无香味	8.0	60~70
	金玉满堂	半直立	80	2.2	黄色	无香味	8.0	60~70
	130	直立	75	2.0	黄色	无香味	8.0	55~65
	黄金岁月	直立	80	2.0	黄色	淡香	8.0	60~70
	蝶影	半直立	80	2.0	黄色	无香味	8.0	65~75
	福娘	披散型	70	2.1	粉色	无香味	8.0	55~65
	616	披散型	65	1.8	黄色	无香味	7.0	50~60
	桃花	半直立	60	1.5	深红色	淡香	7.0	55~65
	红双喜	披散型	55	1.6	红色	淡香	6.0	50~60
	大风	半直立	65	2.0	黄色	淡香	7.0	50~60
	日本香兰	半直立	60	2.0	黄绿色	淡香	7.0	50~60
	日本樱花	半直立	60	1.8	粉色	无香味	7.0	50~60
	福星	半直立	80	2.0	粉色	无香味	8.0	55~65
	绿翡翠	半直立	55	1.5	黄色	淡香	7.0	50~60
	爱神	披散型	70	1.9	粉色	无香味	8.0	55~65
	梦境	半直立	70	2.1	粉红色	无香味	8.0	55~65
	金光	半直立	70	2.2	黄色	无香味	8.0	55~65

1.2 试验方法

1.2.1 花粉活力测定 为研究不同国兰品种单朵花开不同时间与花粉活力的关系,以红海棠、太极圣梅、美丽之冠、心心相印、滇荷 5 个品种为材料,取花朵开放 0、10、20、30、40 d 共 5 个不同开放时间的花粉,以 TTC 染色法分析其花粉活力,试验重复 3 次。

为测定花朵开放同一时间不同国兰品种的花粉活力,以授粉当天开放花朵的花粉为材料,用 TTC 染色法对 32 个国兰的花粉活力进行测定,试验重复 3 次。

国兰开放时间为 15~25 d,选择晴天 10:00 在温室中采集花朵,放入保鲜袋中做上标记,迅速带到实验室中进行检测。将花粉剥离在载玻片上,用牙签将花粉压碎,滴入 0.5% TTC^[24-25] 溶液染色,盖上盖玻片,放入恒温箱中 12 h,染色后在 100 倍电视镜下观察每个品种的染色情况,统计花粉染色率,试验重复 3 次。

花粉活力 = (有活力的花粉/观察花粉总数) × 100%。

1.2.2 柱头可授性检测 花朵开放时间为 20~25 d,选择晴天 10:00 在温室中采集花絮中间花朵,放入保鲜袋中做上标记,迅速带到实验室中进行检测。将采集到的新鲜大花蕙兰花朵剪下舌状花柱头,将其浸入含有联苯胺-过氧化氢反应液(1% 联苯胺-3% 过氧化氢-水体积比为 4:11:22)^[26-27] 中,观察柱头在溶液中的反应,观察 10 min,若柱头有可授性则会使柱头及其周围反应液变蓝并出现大量气泡。这主要是因为柱头内的氧化物酶活性能降解过氧化氢、氧化联苯胺。根据柱头周围变蓝的区域大小以及出现气泡的多少来判断柱头可授性的强弱。试验重复 3 次。

1.2.3 授粉 在云南省昆明市嵩明县基地大棚内进行,环境条件为温度 10~25 ℃,湿度 60%~70%,光照度 10 000~

20 000 lx。所选用的杂交手段为正交杂交法。当花朵开放 20~25 d 时开始授粉,一般授粉选择在晴天进行,授粉前先把国兰花粉块顶端的药帽去掉,再把大花蕙兰花粉块用干净的镊子轻轻取下来,之后将国兰的花粉块放入大花蕙兰的蕊腔中,在塑料纸牌上写明杂交组合名称、杂交时间,固定在母本植株上。授粉完成后加强管理。

1.3 数据处理

数据用 Excel 软件进行统计处理。用 DPS 软件分析数据,Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 花朵开放不同时间对花粉活力的影响

从图 1 可以看出,在花朵开放 0~40 d 期间,5 个国兰品种的花粉活力呈现随着花朵开放天数增加,花粉活力先逐渐增强,达到一定开放时间后,花粉活力有下降的趋势。不同品种花朵开放 0~20 d 时花粉活力处于增长期,开放 15~25 d 时花粉活力均出现最高值,随开放时间的延长,5 个品种的花粉活力均下降。同一开放天数的不同品种之间花粉活力差异较明显,太极圣梅花朵开放 20 d 花粉活力高达 95%,滇荷花粉活力仅为 20%。从表 2 可以看出,花朵开放期间,5 个国兰品种的花粉活力存在显著性差异,其中太极圣梅花粉活力最强,显著或极显著高于红海棠、心心相印、美丽之冠和滇荷。结果表明 5 个国兰品种花粉活力均在花朵开放 20 d 时出现最高峰值,各品种间花粉活力差异显著。因此杂交授粉时选择开放时间在 15~25 d 盛开的花朵花粉,以保证具有较高的结实率。

2.2 32 个国兰品种植株花粉活力的测定

从表 3 可以看出,国兰花粉活力范围为 20%~95%。太极圣梅的花粉活力最高,为 95%;滇荷的花粉活力最低,为

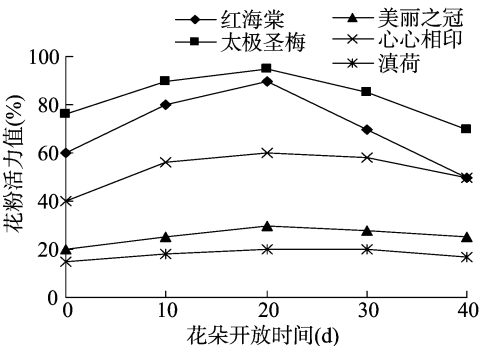


图1 国兰 TTC 染色法染色率统计

表 2 国兰 5 个品种间花粉活力差异显著性比较

品种名称	花粉活力均值 (%)
红海棠	74.34bA
太极圣梅	84.49aA
美丽之冠	26.95dC
心心相印	54.97cB
滇荷	18.12dC

注:同列数据后不同的小写、大写字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$)、极显著 ($P < 0.01$)。

表 3 不同国兰品种花粉活力测定比较

品种名称	花粉活力 (%)
如意素荷	40
玉棠春	50
奥迪牡丹	44
宝晶	90
红满天	45
滇荷	20
如意素	80
一代天骄	70
黄花粉心	64
碧龙奇莲	67
肖梅	54
红玫瑰	37
大富贵	30
红海棠	90
美丽之冠	30
心心相印	60
玉皇大帝	43
紫熹荷	43
出水芙蓉	50
冠神	73
大雪素	50
翠荷素	57
大元宝	50
太极圣梅	95
素牡丹	50
红河红	80
西蜀道光	50
荷之冠	47
春兰麻壳素	65
领带花	92
中华奇珍	67
凤羽峡观	40

20%。花粉活力在 80% 及以上的有 6 个品种,花粉活力在 50% ~ 79% 的有 15 个品种,花粉活力在 50% 以下的有 11 个品种。图 2 为显微镜下的花粉活力。

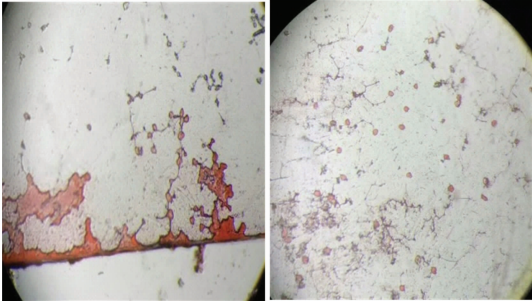


图2 显微镜下花粉活力显示结果

2.3 24 个大花蕙兰品种植株的花朵柱头可授性检测

由表 4、图 3 可知,花朵开放时间为 20 ~ 25 d 时,24 个大花蕙兰品种植株的花朵柱头均具备可授性,其中 8 个品种的柱头可授性很强,13 个品种的柱头可授性强,3 个品种的柱头可授性弱。

表 4 大花蕙兰柱头可授性强弱比较

品种名称	可授性
英雄	++
爱神	+
绿翡翠	+++
蝶影	++
桃花	++
日本樱花	+
红双喜	+++
大风	+++
黄金岁月	+++
福娘	++
红酒之恋	++
金玉满堂	++
130	++
杨贵妃	+++
天之骄子	++
日本香兰	+++
火炬	++
红袍	++
福星	++
523	+++
616	+
红酒	++
金光	++
梦境	+++

注:+++ 表示柱头可授性很强,++ 表示柱头可授性强,+ 表示柱头可授性弱。

2.4 大花蕙兰与国兰杂交结荚率

表 5、图 4 结果显示,45 个杂交授粉组合,授粉 30 d 均表现有花朵迅速枯萎或柱头闭合、子房膨大等授粉反应,其中 22 个授粉组合获得发育成熟的果荚,结荚组合比率为 48.89%;其中结荚率为 100% 的有 5 个组合,结荚率为 60% ~ 99% 的有 5 个组合,结荚率为 60% 以下的有 12 个组合;落果组合比率为 44.44%;落果高峰期在授粉 45 ~ 80 d 和



图3 大花蕙兰检测柱头可授性结果

表 5 大花蕙兰与国兰杂交结实率统计结果

母本 (大花蕙兰)	父本 (国兰)	授粉数 (个)	结实数 (个)	结实率 (%)	授粉至结实时间 (d)
金玉满堂	如意素荷	6	0	0	110
	黄花素心	6	0	0	124
	碧龙奇莲	6	2	33.3	186
红酒	红玫瑰	4	0	0	95
	宝晶	6	1	16.7	175
杨贵妃	红玫瑰	1	0	0	60
	如意素	11	0	0	95
红袍	紫熹荷	5	0	0	95
	出水芙蓉	22	3	13.6	200
蝶影	玉棠春	4	0	0	146
	如意素	21	9	42.9	200
130	大富贵	7	0	0	95
	西蜀道光	8	0	0	95
福星	大元宝	2	0	0	110
	如意素	8	0	0	146
	一代天骄	10	3	30.0	186
火炬	奥迪牡丹	4	0	0	110
	大雪素	11	0	0	95
福娘	奥迪牡丹	4	0	0	95
	紫熹荷	3	0	0	77
	中华奇珍	18	0	0	95
日本香兰	红海棠	4	4	100.0	175
	红河红	2	1	50.0	175
大风	红海棠	6	5	83.3	200
	太极圣梅	4	4	100.0	200
天之骄子	红海棠	4	0	0	77
	心心相印	11	2	18.2	200
金光	太极圣梅	11	0	0	110
英雄	美丽之冠	3	0	0	124
黄金岁月	美丽之冠	2	0	0	95
	翠荷素	15	0	0	146
	素牡丹	11	0	0	95
523	滇荷	4	0	0	110
	大雪素	6	2	33.3	186
绿翡翠	红满天	20	17	85.0	200
梦境	红河红	2	2	100.0	186
	荷之冠	5	1	20.0	186
日本樱花	玉皇大帝	12	12	100.0	186
红酒之恋	春兰麻壳素	6	2	33.3	200
	肖梅	4	1	25.0	186
红双喜	冠神	5	4	80.0	200
	领带花	6	6	100.0	200
桃花	领带花	11	6	54.5	200
616	碧龙奇莲	13	9	69.2	186
爱神	凤羽峡观	15	12	80.0	200

注:结实率为 0 是指授粉后出现子房膨大,出现黄苞落果的败育果;结实率为 1% ~100% 表示授粉后出现子房膨大,已发育成熟的果实。



A—授粉 60 d 杂交败育黄苞情况；B—授粉 75 d 正常荚果生长情况；C—授粉 110 d 正常荚果生长情况；D—成熟后采摘的果实

图4 国兰与大花蕙兰杂交荚果

95 ~ 146 d 期间。22 个结荚组合中果荚发育成熟的时间有差异,从授粉到果荚成熟需要约 175 ~ 200 d。

杂交授粉组合中结荚率 80% ~ 100% 的有 9 个组合,其中 6 个组合父本花粉活力 > 73%,柱头可授性很强,红满天 × 绿翡翠父本的花粉活力 < 50% 导致结荚率 < 100%,凤羽峡观 × 爱神父本的花粉活力 < 50% 且母本的柱头可授性弱导致结荚率 < 100%,但日本樱花 × 玉皇大帝组合花粉活力与柱头可授性都弱,结荚率为 100%,具体原因需要进一步研究;结荚率 50% ~ 80% 的有 3 个组合,其中 3 个组合父本的花粉活力 > 67%,2 个母本柱头可授性强,1 个母本的柱头可授性弱;结荚率 < 50% 的有 10 个组合,其中 9 个组合父本的花粉活力 ≥ 50%,柱头可授性强,荷之冠 × 梦境组合父本花粉活力 < 50%,柱头可授性强;结荚率为 0 的有 23 个组合,其中有 4 个组合父本的花粉活力 > 80%,柱头可授性强,8 个组合花粉活力 > 50%,柱头可授性强,11 个组合父本花粉活力 < 50%,柱头可授性强,具体原因还需进一步研究阐明。花粉活力和柱头可授性一般表现为越高其授粉成功率越高,反之亦然。

上述所有杂交组合,授粉后均表现出子房膨大的现象,但出现黄苞落果导致败育。杂交不成功的组合子房膨大,但在 2 周内开始脱落。本试验观察到子房脱落的方式是整个子房变黄而脱落,这是一种比较常见的脱落方式。本试验中杂交失败的有 23 个组合,其中 12 个组合花粉活力 ≥ 50%,柱头可授性强,但在发育过程中会出现不同时间段的脱落导致未能采收到成熟的果荚,其原因可能是授粉已成功,但后期的发育受阻,具体原因还需要进一步研究阐明。

3 结论与讨论

花粉活力是指花粉具有存活、生长、萌发或发育的能力。李懋学等对我国部分野生的菊属植物和栽培菊花进行了细胞学的观察,发现异源多倍体和非整倍体在花粉形成过程中,其减数分裂过程都会有不同程度的异常现象,会导致形成活力低的花粉或不育的花粉^[28]。兰花花粉属于二核型花粉,具有厚实的外壁,能忍耐干燥,寿命长,比较容易保存^[29]。本研究国兰的花粉来源于 9 个春兰品种,8 个春剑品种,1 个蕙兰品种和 14 个莲瓣兰品种,不同品种花粉活力高低可能与其遗传来源有关。除此之外,本研究发现不同国兰品种花粉保持活力的时间与花朵开放的时间有关。试验结果表明,5 个国兰品种的花粉活力呈现随着花朵开放时间延长,花粉活力增强,

达到一定开放天数后,花粉活力下降的趋势。这与褚怡等在大花蕙兰与国兰花粉活力及柱头可授性分析中的结论^[30]一致。不同品种间花粉保持活力的时间有差异^[30],这与罗远华等在文心兰花粉活力与杂交结荚性研究中的结论^[31]一致。

柱头可授性的检测方法很多,其中定期授粉观察花粉萌发较准确,可靠程度高,但需要的时间相对要长,较为复杂。而采用联苯胺-过氧化氢染色检测柱头可授期较为简单,在多数植物中得到应用。本试验结果表明,此方法在大花蕙兰中也适用。柱头可授性强弱与过氧化物酶活性有关,并与柱头形态特征具有相关性。不同植物的柱头可授期所持续的时间不同,从几小时到十几天不等,花期的长短、开花后的天数以及柱头分泌物的有无等对其均有重要的影响,甚至柱头长短不同的同一种植物其柱头可授性也有差异^[32-33]。本试验结果显示,大花蕙兰花朵开放时间为 20 ~ 25 d 时,24 个大花蕙兰品种植株的花朵柱头均具备可授性。这与褚怡在大花蕙兰与国兰花粉活力及柱头可授性分析中得出大花蕙兰不同品种间柱头可授性差异不大,20 ~ 40 d 内可授性达到最强的结论一致。

罗远华在文心兰花粉活力与杂交结荚性研究中以花粉活力较高的文心兰材料为父本杂交时,14 个授粉组合有 9 个组合能结荚,具有较高的结荚率,以花粉活力较低的品种为父本时,5 个授粉组合均不能结荚,表明文心兰花粉活力的高低对杂交授粉结荚率有重要影响^[31]。本试验以花粉活力较高的材料宝晶、红海棠、素牡丹、太极圣梅、领带花为父本时,9 个授粉组合中有 6 个能结荚,且结荚率较高;以花粉活力较低的滇荷品种为父本时,授粉组合均不能结荚。结果表明,花粉活力越高其授粉成功率越高,反之则越低。国兰花粉活力不仅可以作为杂交授粉能否结荚的重要指标,而且可以直接指导杂交亲本的选配,提高杂交结荚率,这与台湾学者的研究结论^[34]一致。

相关研究表明,大花蕙兰在其育种历程中,有不同程度的染色体加倍现象出现,使其倍性复杂化,有二倍体,也有三倍体或四倍体,但以三倍体居多;而中国兰大多为二倍体。倍性不同的父母本杂交时受精情况不良、合子胚的发育不正常、正常胚的数量很少等均会导致果实败育。此外倍性差异引起无法形成正常配子及存在的生殖隔离也会对杂交果实的发育产生很大影响。本研究中 23 个杂交组合的结荚率为 0,其中的 12 个组合花粉活力 > 50%,柱头可授性强,这可能与大花蕙兰的倍性有关,需进一步研究。张志胜等曾报道以墨兰为母

本,大花蕙兰为父本的杂交结实率明显高于反交结实率^[35-36],本研究以大花蕙兰为母本的杂交结实组合率小于落果组合率,可能与品种有关,具体原因还需进一步研究阐明。

参考文献:

- [1] 卢思聪,石 雷. 大花蕙兰[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [2] 卢思聪. 中国兰与洋兰[M]. 北京:金盾出版社,1994:75-77.
- [3] 许震寰,刘洪科. 大花蕙兰研究进展[J]. 安徽农学通报,2008,14(19):116-119.
- [4] 朱根发. 大花蕙兰[M]. 广州:广东科技出版社,2004.
- [5] 陈宇勒. 洋兰欣赏与栽培图说[M]. 北京:金盾出版社,2004.
- [6] 陈 璋. 大花蕙兰[M]. 北京:中国林业出版社,2004:75.
- [7] 赵 湛,于忠斌,何志君,等. 大花蕙兰栽培技术[J]. 北方园艺,2006(2):84-84.
- [8] 刘 园,王四清. 大花蕙兰研究进展[J]. 园艺学报,2005,32(4):748-752.
- [9] 刘清浦. 兰花品鉴[M]. 福州:福建科学技术出版社,2008:2-3.
- [10] 陈心启,吉占和. 中国兰花全书[M]. 北京:中国林业出版社,1998:254-256.
- [11] 吴应祥. 中国兰花[M]. 北京:中国林业出版社,1991:5-8.
- [12] 陈俊愉. 兰花[M]. 广州:广东科技出版社,2009:3-5.
- [13] 李少球,胡松华,鲁 章. 中国兰花[M]. 广州:广东科技出版社,2002:3-9.
- [14] 凌春英. 大花蕙兰与墨兰杂交育种研究[D]. 北京:北京林业大学,2010.
- [15] 唐 岱. 菊花杂交结实率与杂交种子发芽率问题探讨[J]. 西南林学院学报,2000,20(4):200-203,208.
- [16] 朱根发,王碧青,陈明莉. 大花蕙兰与兰属植物种间杂交研究[J]. 植物学通报,2005,22(4):445-448.
- [17] 胡松华. 热带兰花[M]. 北京:中国林业出版社,2002:74-92.
- [18] 麦 奋. 垂花蕙兰及我国兰花的育种(一)[J]. 中国花卉盆景,1998(1):16-17.
- [19] 丁长春. 国兰杂交育种研究概况[J]. 文山学院学报,2010,23(2):126-128.
- [20] 李枝林,王玉英,王卜琼,等. 兰花远缘杂交育种技术研究[J].

(上接第 161 页)

- [17] 许 莉,刘世琦,齐连东,等. 不同光质对叶用莴苣光合作用及叶绿素荧光的影响[J]. 中国农学通报,2007,23(1):96-100.
- [18] 童 哲,赵玉锦,王 台,等. 植物的光受体和光控发育研究[J]. 植物学报,2000,42(2):111-115.
- [19] 李韶山,潘瑞炽. 蓝光对水稻幼苗叶绿体发育的影响[J]. 中国水稻科学,1994,8(3):185-188.
- [20] 徐 凯,郭延平,张上隆. 不同光质对草莓叶片光合作用和叶绿素荧光的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(2):369-375.
- [21] 李雯琳,郁继华,张国斌,等. LED 光源不同光质对叶用莴苣幼苗叶片气体参数和叶绿素荧光参数的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2010,45(1):47-51,115.

中国野生植物资源,2007,26(4):52-56.

- [21] 陈瑶瑶,张 燕,张 琛,等. 杂交兰“韩国桃花”×蕙兰种间杂交种子无菌萌发特征研究[J]. 园艺学报,2009,36(3):441-446.
- [22] 李玉萍,罗凤霞,薛婷婷. 兰属植物种间杂交亲和性研究[J]. 西北植物学报,2014,34(7):1339-1344.
- [23] 刘 园,王四清. 大花蕙兰(*Cymbidium hybridum*)的研究动向[J]. 园艺学报,2005,32(4):748-752.
- [24] 郭 庆,王德斌,王定康,等. 海枫藤花粉活力的测定方法比较[J]. 昆明学院学报,2009,31(3):65-66.
- [25] 陈邵雯,吴 卫,侯 凯,等. 川白芷与祁白芷花粉活力及柱头可授性测定[J]. 中国中药杂志,2011,36(22):3079-3082.
- [26] 徐 荣,朱维成,陈 君,等. 肉苁蓉花粉活力与柱头可授性研究[J]. 中国中药杂志,2011,36(3):307-310.
- [27] 刘林德,张 萍,张 丽,等. 锦带花的花粉活力、柱头可授性及传粉者的观察[J]. 西北植物学报,2004,24(8):1431-1434.
- [28] 李懋学,张敦方,陈俊愉. 我国某些野生和栽培菊花的细胞学研究[J]. 园艺学报,1983,10(3):199-205.
- [29] 胡 晋. 花粉的保存和活力测定[J]. 种子,1992(6):33-35.
- [30] 褚 怡,范义荣,张韶伊,等. 大花蕙兰与国兰花粉活力及柱头可授性分析[J]. 浙江农林大学学报,2013,30(6):950-954.
- [31] 罗远华,黄敏玲,林 兵,等. 文心兰花粉活力与杂交结实性研究[J]. 福建农业学报,2015(3):258-263.
- [32] 孙玉琴,周世良,陈中坚,等. 三七花粉活力和柱头可授性研究[J]. 中国中药杂志,2009,34(7):913-915.
- [33] Li J, Nianjun T, Fadi C, et al. Reproductive characteristics of *Opisthopappus taihangensis* (Ling) Shih, an endangered Asteraceae species endemic to China [J]. Scientia Horticulturae, 2009, 121(4):474-479.
- [34] 胡正荣,李 晖. 文心兰类自交和杂交之结实率[J]. 中国园艺,2004,50(3):343-356.
- [35] 张志胜,何琼英,傅雪琳,等. 中国兰花远缘杂交及杂交种子萌发的研究[J]. 华南农业大学学报,2001,22(2):62-65.
- [36] 朱根发,陈明莉,罗智伟,等. 墨兰与大花蕙兰种间杂种原球茎的诱导及增殖研究[J]. 园艺学报,2004,31(5):688-690.

- [22] 周 华,刘淑娟,王碧琴,等. 不同波长 LED 光源对生菜生长和品质的影响[J]. 江苏农业学报,2015,31(2):429-433.
- [23] 孙 君,朱留刚,林志坤,等. 茶树光合作用研究进展[J]. 福建农业学报,2015,30(12):1231-1237.
- [24] Hogewoning S W, Trouwborst G, Maljaars H, et al. Blue light dose – responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical compositions of *Cucumis sativus* grown under different combinations of red and blue light[J]. Journal of Experimental Botany, 2010, 61(11):3107-3117.
- [25] 闻 婧,鲍顺淑,杨其长,等. LED 光源 R/B 对叶用莴苣生理性状及品质的影响[J]. 中国农业气象,2009,30(3):413-416.