

DOI:10.11937/bfyy.201620017

油用牡丹‘凤丹’的授粉品种试验

司 冰, 张 延 龙, 牛 立 新, 温 可 馨, 罗 建 让, 谢 力 行

(西北农林科技大学 风景园林艺术学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:为了对生产上主栽油用牡丹‘凤丹’(*Paeonia ostii* ‘Fengdan’)品种筛选合适的授粉品种,选择21个中原牡丹(*Paeonia suffruticosa* Zhongyuan Group)品种为试材,对其物候期及花粉活力进行了观察测定;选择花粉活力高(花粉萌发率 $>50\%$)的品种作为授粉品种应用人工授粉方法对‘凤丹’进行授粉,以‘凤丹’自然授粉作为对照,测定了结实率、单果种子数、单粒质量这3个与结实性相关的指标,并应用这3个指标计算平均每个授粉花朵结籽质量。结果表明:21个原牡丹品种和‘凤丹’花期均可相遇,满足‘凤丹’自然开花授粉的习性;不同中原牡丹品种的花粉活力之间存在明显差异,‘粉蓝盘’品种花粉活力最高,花粉萌发率达到91.3%;‘春红娇艳’品种花粉活力最低,花粉萌发率只有3.6%;‘鸦片紫’(17.30 g)‘紫菊’(15.07 g)‘粉蓝盘’(12.86 g)‘大红宝珠’(11.42 g)‘红宝石’(14.33 g)这5个授粉品种的平均每个授粉花朵结籽质量高于‘凤丹’自然授粉(10.05 g),适合作为‘凤丹’的授粉品种。

关键词:‘凤丹’牡丹;中原牡丹;花粉活力;授粉结实试验

中图分类号:S 567.1⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0058-04

近年来,相关调研发现,牡丹(*Paeonia suffruticosa*)除可用作观赏和药用栽培外,还可作为木本粮油植物资源进行开发利用,其综合利用产业链长,附加值高,具有很高的经济效益、生态效益和社会效益^[1-2]。油用牡丹

是指结实能力强,能够用来生产种籽、加工食用牡丹籽油的牡丹类型^[3]。‘凤丹’(*Paeonia ostii* ‘Fengdan’)是油用牡丹的主栽品种,种子产量和籽油含量较高,籽油品质较佳^[4]。但是‘凤丹’是异花授粉植物,自花授粉结实性很差,一个果实平均结0.4粒种子^[5],需要配置授粉树。中原牡丹品种群(*Paeonia suffruticosa* Zhongyuan Group)是中国牡丹最大的栽培品种群,其形成历史最久,品种最多,各种变异也最丰富^[6]。所以通过授粉结实试验从中原牡丹中筛选出适宜‘凤丹’的授粉品种对提高‘凤丹’的产量尤为重要。

第一作者简介:司冰(1989-),男,硕士研究生,研究方向为园林植物种植资源与育种。E-mail:279510715@qq.com.

责任作者:张延龙(1964-),女,博士,教授,研究方向为园林植物资源与育种。E-mail:zhangyanlong@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:林业公益性行业科研重大专项资助项目(201404701)。

收稿日期:2016-07-25

查重点对早疫病和棉铃虫进行防治。

3.4.1 早疫病防治 以预防为主,防治相结合的方式,种植前选地实行严格的轮作制度,与非茄科作物轮作2~3年。在加工番茄的结果期,药剂防治可选择75%百菌清可湿性粉剂600~800倍液、70%代森锰锌可湿性粉剂400~600倍液进行喷雾防治,连续防治2~3次,2种药剂交替使用。

3.4.2 棉铃虫防治 采用频振式杀虫灯和药剂防治相结合的方式,杀虫灯诱杀成虫,诱杀时间从5月至8月中旬。药剂防治棉铃虫卵及幼虫,在棉铃虫产卵高峰期,可喷施2%磷酸二氢钾水溶液,趋避棉铃虫产卵减轻危害;在产卵高峰期,可使用BT可湿性粉剂400~600倍液进行防治;在幼虫期可使用高效氯氟氰菊酯乳油600~800倍液、高效氯氟氰菊酯600~800倍液轮换使用进行

防治。

4 机械采收

4.1 确定采收时间

在采收期间要做好采收地块的成熟度把控,不能出现青果太多和成熟过度的现象,造成田间损失。

4.2 停水

采摘前根据土壤质地和天气情况确定停水时间,生产中部分种植户为追求产量,采前滴水,造成果实耐压力下降,导致果实破裂、烂果,影响商品率。一般机采前10~15 d停止滴水。停水后将滴灌带、支管、辅管收回。

4.3 糖秧

一般在机采前1 d对加工番茄地块进行糖秧,时间不宜过早,否则容易将果实晒软,影响采收品质。

现以 21 个中原牡丹品种为试材,对其物候期及花粉活力进行了观察测定,并选择花粉活力高(花粉萌发率 $>50\%$)的品种作为授粉品种应用人工授粉方法对‘凤丹’进行授粉,以‘凤丹’自然授粉作为对照,测定了结实率、单果种子数、单粒质量这 3 个与结实性相关的指标,并应用这 3 个指标计算平均每个授粉花朵结籽质量。最终比较平均每个授粉花朵结籽质量,以期从供试中原牡丹中筛选出‘凤丹’合适的授粉类型,为‘凤丹’油用牡丹的优质高产提供优良的配套授粉品种。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

于 2015 年在西北农林科技大学牡丹资源圃(北纬 $34^{\circ}15'38''$,东经 $108^{\circ}3'37''$,海拔 462 m)进行。牡丹资源圃所在的杨凌地处关中平原腹地,年降水量 635.1~663.9 mm,年均气温 12.9°C ,属暖温带季风半湿润气候区。

1.2 试验材料

供试的中原牡丹品种分别为‘春红娇艳’‘曹州红’‘满园春光’‘墨池金辉’‘胭红金波’‘粉蓝盘’‘丛中笑’‘鸦片紫’‘红霞映月’‘紫菊’‘大红宝珠’‘紫蝶飞舞’‘冰凌子’‘翡翠荷花’‘葛巾紫’‘雪映桃花’‘乌龙捧盛’‘紫二乔’‘银红巧对’‘红宝石’‘白雪塔’。‘凤丹’选用 6 年生生长势一致的植株。所有的牡丹材料均为生长健壮,无病虫害的植株。

1.3 试验方法

1.3.1 物候期观察记录 观察记录 21 个中原牡丹品种和授粉结实试验相关的物候期,以喻衡^[7]和成仿云^[8]对牡丹开花物候的划分为依据,包括初花期、盛花期、末花期。初花期:大约 5% 的花朵开放;盛花期:大约 50% 的花朵开放;末花期:大约 75% 的花朵开放;花期延续时间:从始花期开始至末花期结束。

1.3.2 花粉的采集和贮藏 盛花期 08:00—09:00 采集花粉,选择无风的天气,采粉时用镊子轻轻将花药取下,放于预先用 70% 酒精消过毒的玻璃皿内。带回实验室后用白炽灯烘干或自然风干至花药开裂、散粉进行收集。收集后的花粉置于 -20°C 的冰箱中贮藏备用。

1.3.3 花粉活力测定 采用离体萌发测定法测定花粉活力,培养基选择固体培养基,组成为 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 硼酸、 $0.04\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ CaCl_2 、 $100\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖、 $7\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 琼脂。将配好的培养基高温灭菌后直接转入培养皿中,待培养基冷却后将花粉均匀地播在上面,放入 25°C 恒温箱中培养 2 h 后在显微镜下观察花粉萌发情况并统计花粉萌发率。萌发的标准为花粉管的长度 \geq 花粉粒直径的 2 倍,否则为未萌发,每个品种随机镜检 3 个视野,每个视野统计 50 粒以上,记录数据并计算花粉萌发率。

1.3.4 授粉结实试验 向‘凤丹’的花朵授以中原牡丹

的花粉。另外随机选择 20 个‘凤丹’花朵,不作任何处理,让其自然授粉作为对照。在‘凤丹’花蕾变软,花药未开裂时,打开花瓣、用镊子去雄(动作要小心,以免损伤雌蕊柱头)、套袋,套袋 3~4 d 后,柱头分泌黏液时开始授粉。授粉于 09:00—11:00 或 17:00 时进行,连续重复 3 d,共授粉 3 次。授粉 7 d 后待其柱头萎蔫、表面黏液硬化时去除套袋^[5]。授粉时挂上标签,注明授粉品种。8 月上旬当蓇葖果呈蟹黄色时按照授粉组合采摘果实,统计结实数。

1.4 项目测定

花粉萌发率($\%$)=萌发花粉粒数/花粉粒总数 $\times 100$ 。结实率($\%$)=结实数/授粉花朵数 $\times 100$ 。

单果种子数的测定:待果实自然开裂而尚未完全开裂时,随机选取每个授粉组合 1 个果实,记录它的种子数,重复 3 次,求平均值。

单粒质量的测定:随机选取每个授粉组合的 100 粒种子进行称重测得百粒质量,单粒质量(g)=百粒质量/100,重复 3 次,求平均值。

授粉结实产量统计:用平均每个授粉花朵结籽质量来统计授粉结实产量。平均每个授粉花朵结籽质量(g)=(结实数/授粉花朵数) \times 单果种子数 \times 单粒质量。

2 结果与分析

2.1 物候期记录

为了确定不同授粉品种自然开花期,对不同牡丹品种的花期进行了系统观察,从表 1 可以看出,21 个中原

表 1 供试品种物候期记录

Table 1 The record of phenological period of trial cultivars

品种 Cultivar	初花期 Beginning-bloomphase /(月-日)	盛花期 Full-bloom phase /(月-日)	末花期 Ending-bloom phase/(月-日)	花期延续时间 Florescence /d
‘春红娇艳’	04-15	04-16	04-22	8
‘曹州红’	04-13	04-16	04-22	10
‘墨池金辉’	04-15	04-17	04-23	9
‘胭红金波’	04-16	04-18	04-21	6
‘粉蓝盘’	04-13	04-16	04-23	11
‘丛中笑’	04-15	04-17	04-23	9
‘鸦片紫’	04-15	04-18	04-24	10
‘红霞映月’	04-10	04-13	04-19	10
‘紫菊’	04-14	04-16	04-21	8
‘大红宝珠’	04-15	04-18	04-23	9
‘紫蝶飞舞’	04-16	04-19	04-23	8
‘冰凌子’	04-14	04-16	04-22	9
‘满园春光’	04-15	04-17	04-22	8
‘翡翠荷花’	04-16	04-18	04-20	5
‘葛巾紫’	04-13	04-15	04-22	10
‘雪映桃花’	04-12	04-14	04-22	11
‘乌龙捧盛’	04-13	04-15	04-22	10
‘紫二乔’	04-12	04-14	04-20	9
‘银红巧对’	04-09	04-12	04-16	8
‘红宝石’	04-12	04-14	04-20	9
‘白雪塔’	04-09	04-12	04-15	7
‘凤丹’	04-09	04-15	04-30	16

牡丹品种中,除了‘银红巧对’和‘白雪塔’这2个品种的初花期和‘凤丹’一致以外,其余品种均晚于‘凤丹’,末花期均早于‘凤丹’,花期延续时间均短于‘凤丹’,所有品种与‘凤丹’花期均可相遇,满足‘凤丹’自然开花授粉的习性。

2.2 离体培养法测定花粉活力

以离体花粉培养萌发率作为不同牡丹品种花粉活力的指标,试验如表2所示,不同品种的花粉活力存在很大差异,‘粉蓝盘’品种花粉活力最高,花粉萌发率达到91.3%;‘春红娇艳’品种花粉活力最低,花粉萌发率只有3.6%。‘春红娇艳’‘翡翠荷花’‘紫蝶飞舞’3个品

表2 不同牡丹品种花粉离体培养萌发率

品种 Cultivar	花粉萌发率 Pollen vitality	品种 Cultivar	花粉萌发率 Pollen vitality
‘春红娇艳’	3.6	‘翡翠荷花’	4.2
‘曹州红’	76.0	‘葛巾紫’	64.6
‘墨池金辉’	33.3	‘雪映桃花’	45.1
‘胭红金波’	38.0	‘乌龙捧盛’	21.8
‘粉蓝盘’	91.3	‘紫二乔’	29.2
‘丛中笑’	25.5	‘银红巧对’	28.0
‘鸦片紫’	64.5	‘红宝石’	68.5
‘红霞映月’	31.6	‘白雪塔’	69.2
‘紫菊’	67.5	‘冰凌子’	65.4
‘大红宝珠’	60.7	‘满园春光’	31.2
‘紫蝶飞舞’	7.9		

种花粉萌发率均低于10%,表现出严重花粉败育。有12个品种的花粉萌发率低于50%,相比较而言,不适合用作授粉品种。

2.3 ‘凤丹’与中原牡丹授粉结实试验

根据测得的不同中原牡丹品种花粉活力,宜选择花粉活力高的品种,也就是花粉萌发率高的品种作为‘凤丹’授粉品种,花粉萌发率低于50%的品种不被选择,所以经过筛选决定用‘曹州红’(76.0%)、‘粉蓝盘’(91.3%)、‘鸦片紫’(64.5%)、‘紫菊’(67.5%)、‘大红宝珠’(60.7%)、‘葛巾紫’(64.6%)、‘红宝石’(68.5%)、‘白雪塔’(69.2%)、‘冰凌子’(65.4%)这9个品种对‘凤丹’进行授粉。由表3可知,9个授粉品种中,除了‘曹州红’(50.0%)和‘白雪塔’(53.3%)的结实率低于‘凤丹’自然授粉(70.0%)外,其余均高于‘凤丹’自然授粉。‘鸦片紫’和‘紫菊’最高,达到了100.0%;9个授粉品种中有7个品种的单果种子数都高于‘凤丹’自然授粉,最高的‘粉蓝盘’达到49.7粒,‘冰凌子’最低,只有32.3粒;9个授粉品种中‘鸦片紫’(0.373 6 g)、‘紫菊’(0.361 5 g)、‘红宝石’(0.387 2 g)这3个品种的单粒质量高于‘凤丹’自然授粉的(0.356 4 g)。最终,从平均每个授粉花朵结籽质量来评价,‘鸦片紫’‘紫菊’‘粉蓝盘’‘大红宝珠’‘红宝石’这5个品种高于‘凤丹’自然授粉的,适合作为‘凤丹’授粉品种。

表3

中原牡丹品种与‘凤丹’授粉结实试验结果统计

Table 3

Statistical result of pollination and fructification test of different *Paeonia suffruticosa* Zhongyuan Group cultivars and *Paeonia ostii* ‘Fengdan’

授粉品种 Cultivar of pollination	授粉花朵数 Pollination number /个	结实数 Fruiting number /个	结实率 The percentage of fruiting /%	单果种子数 Seed number /粒	单粒质量 Single seed weight /g	平均每个授粉花朵结籽质量 Average seed weight per pollinate flower /g
‘冰凌子’	30	24	80.0	32.3	0.348 7	9.01
‘鸦片紫’	30	30	100.0	46.3	0.373 6	17.30
‘紫菊’	30	30	100.0	41.7	0.361 5	15.07
‘大红宝珠’	30	28	93.3	43.0	0.284 7	11.42
‘曹州红’	30	15	50.0	44.7	0.313 5	7.01
‘粉蓝盘’	30	23	77.8	49.7	0.332 5	12.86
‘葛巾紫’	30	27	90.0	41.3	0.265 6	9.87
‘红宝石’	30	26	86.7	42.7	0.387 2	14.33
‘白雪塔’	30	16	53.3	36.7	0.347 4	6.80
‘凤丹’自然授粉	20	14	70.0	40.3	0.356 4	10.05

3 结论与讨论

花粉活力即花粉的生活力,指其存活和萌发的能力。花粉活力的高低直接影响授粉试验的结果,因此在进行人工授粉前花粉活力测定是不可或缺的一步,萌发测定法、染色法和无机酸法是目前测定花粉活力的3种主要方法^[9]。萌发测定法又分为离体萌发测定法和活体萌发测定法,该试验采用离体萌发测定法,离体萌发测定法是最接近花粉真实活力的测定方法,它可以直接

在显微镜下观测到花粉的萌发情况^[10]。该试验结果表明,21个中原牡丹品种花粉活力差异较大,‘粉蓝盘’品种花粉活力最高,花粉萌发率达到91.3%,‘春红娇艳’品种花粉活力最低,花粉萌发率只有3.6%,这种不同品种花粉活力差异较大的现象在梨^[11]、枣^[12]中也有发现。其中9个品种花粉萌发率超过50%,从花粉活力方面考虑,较适宜作为授粉品种。‘春红娇艳’‘翡翠荷花’‘紫蝶飞舞’这3个品种花粉萌发率极低,均低于10%,雄蕊的瓣化程度直接影响到花粉生活力^[13],所以可能与其雄蕊

严重瓣化导致花药发育不良有关。

‘凤丹’和供试中原牡丹授粉结实试验结实率的统计结果显示,‘鸦片紫’和‘紫菊’最高,达到了100%,而‘曹州红’只有50.0%,出现这种情况的原因一方面和授粉品种花粉活力有关,另一方面在该试验中,授粉时间、授粉方式、种植条件等环境因素相同的情况下,与授粉组合之间的授粉亲和性有关,即花粉和柱头的亲和性。

花粉直感定义为同一品种母本通过不同品种的花粉授粉致使当年形成的果实或种子发生变异的现象^[9]。花粉直感效应又分为花粉果实直感和花粉种子直感。在受父本花粉的影响,致使当年种子的形状、颜色、大小等性状发生变异,称为花粉种子直感^[9]。该试验中不同品种对‘凤丹’进行授粉后,与‘凤丹’自然授粉相比,‘鸦片紫’‘粉蓝盘’等授粉品种单果种子数的增加以及‘紫菊’‘红宝石’等授粉品种单粒质量的增加可能表现出花粉种子直感效应,但是详细的花粉果实直感和花粉种子直感有待进一步研究。

在今后的试验中,尚需进一步对确定的授粉品种的结实特性进行观察,如果所选授粉品种与‘凤丹’相互授粉结实特性均好的话,那么新的授粉品种不但可以作为主栽‘凤丹’品种的授粉品种,也可以作为油用牡丹的补充品种加以繁殖发展。

参考文献

- [1] 国家林业局. 李育才到山东菏泽考察油用牡丹产业发展情况[EB/OL]. (2011-09-20). [2013-08-20]. <http://www.forestry.gov.cn/portal/main/s/72/content-502070.html>.
- [2] 国家林业局. 李育才:多方位做大做强牡丹产业[EB/OL](2012-10-24). [2013-08-20]. <http://www.forestry.gov.cn/por-Tal/main/s/72/content-567340.html>.
- [3] 李育才. 中国油用牡丹工程的战略思考[J]. 中国工程科学, 2014(10):58-63.
- [4] 史国安,焦封喜,焦元鹏,等. 中国油用牡丹的发展前景及对策[J]. 中国粮油学报, 2014(9):124-128.
- [5] 韩欣,成仿云,肖佳佳,等. 以‘凤丹白’为母本的杂交及其育种潜力分析[J]. 北京林业大学学报, 2014(4):121-125.
- [6] 李嘉珏. 中国牡丹起源的研究[J]. 北京林业大学学报, 1998(2):26-30.
- [7] 喻衡. 牡丹[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1998:37-49.
- [8] 成仿云. 中国紫斑牡丹[M]. 北京:中国林业出版社, 2005.
- [9] 何兴波. 杂交李品种‘风味玫瑰’授粉特性研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2014.
- [10] 盖伟玲,盖树鹏,郑国生. 牡丹花粉活力的快速测定[J]. 林业实用技术, 2011(5):32-34.
- [11] 李芳芳,张绍铃,张虎平,等. 不同梨品种花粉量及花粉萌发率差异研究[J]. 南京农业大学学报, 2013(5):27-32.
- [12] 刘玲,刘孟军,周俊义. 枣不同品种花粉量和花粉萌发率的研究[J]. 植物遗传资源学报, 2006(3):3338-3341.
- [13] 朱惜晨,王静,静恒,等. 芍药花粉活力测定与杂交亲本选择初步研究[J]. 福建林业科技, 2007(2):121-123.

Selection Research on Pollination Cultivar for *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ in Oil Cultivation System

SI Bing, ZHANG Yanlong, NIU Lixin, WEN Kexin, LUO Jianrang, XIE Lihang

(College of Landscape Architecture and Arts, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: In order to select suitable pollination cultivars for main cultivar oil tree peony *Paeonia ostii* ‘Fengdan’, taking 21 kinds of *Paeonia suffruticosa* Zhongyuan Group as test materials, phenological period and pollen viability were observed and measured; *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ was pollinated with cultivars which had high pollen viability (pollen germination rate > 50%) by artificial pollination method, *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ natural pollination as a control, three indicators including the percentage of fruiting, seed number per fruit and single seed weight which were related to fruitfulness were measured and used to calculate average seed weight per pollinated flower. The results showed that florescence of 21 kinds of *Paeonia suffruticosa* Zhongyuan Group and *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ could meet and *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ natural pollination flowering habit could be satisfied; the obvious differences existed between the pollen viability of different cultivars, the highest cultivar ‘Fenlanpan’ reached 91.3%, the lowest cultivar ‘Chunhongjiaoyan’ was only 3.6%; five pollinated cultivars ‘Yapianzi’ (17.30 g), ‘Ziju’ (15.07 g), ‘Fenlanpan’ (12.86 g), ‘Hongbaoshi’ (14.33 g) and ‘Dahongbaozhu’ (11.42 g) average seed weight per pollinated flower were higher than *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ natural pollination (10.05 g) and they were suited to be as *Paeonia ostii* ‘Fengdan’ pollinated cultivars.

Keywords: *Paeonia ostii* ‘Fengdan’; *Paeonia suffruticosa* Zhongyuan Group; pollen viability; pollination and fructification test