

B₉对牡丹花期调控的影响

刘娜¹,秦安臣^{1*},陈雪¹,韩雅飞¹,马军彦²

1. 河北农业大学园林与旅游学院, 河北 保定 071000

2. 河北省石家庄市平山县西柏坡镇人民政府, 河北 石家庄 050000

摘要: 本文通过西柏坡牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)花期调控试验,研究了5个牡丹品种对B₉及其与PP₃₃₃混合试剂处理的畸形响应状况,为降低牡丹畸形花率和提升观赏率提供参考。结果表明:(1)对‘洛阳红’不同时期开始喷施1×10⁴ mg/L的B₉,畸形花径明显增大0 cm~2.10 cm,总花期缩短0 d~2 d,其它因素变化不规律,小风铃期开始喷施1×10⁴ mg/L的B₉畸形花率最低,成花率最高,畸形花期最短;对‘紫蓝魁’不同时期开始喷施1×10⁴ mg/L的B₉未生成畸形花,总花期明显缩短2.33 d~12.33 d,成花率变化不规律,但风铃期开始喷施1×10⁴ mg/L的B₉成花率最高,对照组总花期最长。(2)对‘岛锦’喷施不同浓度的B₉未生成畸形花,成花率明显升高23.14%~46.14%,总花期明显延长1 d~2.70 d,喷施1×10⁴ mg/L的B₉成花率最高,总花期最长;对‘玫瑰紫’喷施不同浓度的B₉,仅喷施5000 mg/L的B₉试验成功且有畸形花生成,但畸形花率较低,成花率较高。(3)对‘洛阳红’从立蕾期开始每天喷施不同浓度的B₉,喷施200 mg/L的B₉未生成畸形花,喷施100 mg/L和150 mg/L的B₉畸形花率明显升高2.02%~20.37%,畸形花单花寿命明显缩短3.83 d~4.50 d,畸形花径明显减小0.62 cm~2.75 cm,总花期延长0.20 d~1.20 d,畸形花期缩短3 d,每天喷施200 mg/L的B₉未生成畸形花,成花率较高。(4)对‘洛阳春’喷施B₉和PP₃₃₃配比为480:320和280:420的混合试剂,成花率明显下降17.38%~26.10%,仅喷施B₉和PP₃₃₃比例为2:3的混合试剂有畸形花生成,且成花率最低,对照组未生成畸形花,成花率最高,总花期较长。

关键词: 牡丹; B₉; 花期调控

中图分类号: S685.11

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2016)04-0487-07

Study on the Regulation of B₉ to the Abnormal Flower of *Paeonia suffruticosa* Andr.

LIU Na¹, QIN An-chen¹, CHEN Xue¹, HAN Ya-fei¹, MA Jun-yan²

1. College of Gardens and Tourism/Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China

2. The People's Government of Xibaipo Town of Pingshan County of Shijiazhuang City in Hebei Province, Shijiazhuang 050000, China

Abstract: This paper carried out a research on condition of response to B₉ and the concentration of B₉ and PP₃₃₃ of *Paeonia suffruticosa* Andr. varieties through experiment of tree peony florescence control in Xi Baipo. So it could provide references for lowering abnormal floral rate and the increase of viewing rate. The results showed: (1)The abnormal flower diameter could be evidently increased 0 cm~2.10 cm and the total florescence could be shorted 0 d~2 d when 1×10⁴ mg/L B₉ was sprayed to ‘Luoyanghong’ in different stages, which had distinctive effect on other factors, the effect was best when 1×10⁴ mg/L B₉ was sprayed from small-wind bell starting stage, its abnormal floral rate was lowest, floral initial rate was highest and the abnormal florescence was shortest. The abnormal flower could not generate and the total florescence could evidently be shorted 2.33 d~12.33 d when 1×10⁴ mg/L B₉ was sprayed to ‘Zilankui’ from different starting stages, which had distinctive effect on floral initial rate, but the floral initial rate was highest when 1×10⁴ mg/L B₉ was sprayed from wind bell starting stage, the total florescence of CK was longest. (2) The abnormal flower could not generate, the floral initial rate could evidently be elevated 23.14%~46.14% and the total florescence could be evidently extended 1 d~2.70 d when B₉ in different concentration was sprayed to ‘Daojin’. The effect was best when 1×10⁴ mg/L B₉ was sprayed, its floral initial rate was highest and the total florescence was longest. The test was successful and generate abnormal flower only when B₉ in 5000 mg/L was sprayed to ‘Meiguizi’, but it could evidently lower abnormal floral rate and elevate floral initial rate, the effect was better. (3) The abnormal flower could not generate when 200 mg/L B₉ was sprayed to ‘Luoyanghong’ daily from setting up starting stage, which could evidently increase abnormal floral rate 2.02 %~20.37 %, shorten the abnormal spend floral life 3.83 d~4.50 d and the abnormal flower diameter 0.62 cm~2.75 cm, extend the total florescence 0.20 d~1.20 d, and shorten the abnormal florescence 3 d. The effect was best when 200 mg/L B₉ was sprayed daily, it could not generate abnormal

收稿日期: 2014-04-11

修回日期: 2014-05-03

基金项目: 河北省科技支撑计划重点项目:山区生态休闲度假产业建设关键技术与示范(11237110D)

作者简介: 刘娜(1987-),女,在读硕士,主要从事园林设计与植物造景研究. E-mail:wutongluoyuyu@163.com

***通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:acqin@163.com

flower and elevate floral initial rate. (4) The floral initial rate could be evidently reduced 17.38%~26.10% when B₉ and PP₃₃₃ with concentration ratio of 480:320 and 280:420 was sprayed to 'Luoyangchun'. Only could generate the abnormal flower and the floral initial rate was lowest when B₉ and PP₃₃₃ with concentration ratio of 2:3 was sprayed. The effect was best with CK, it could not generate the abnormal flower and could evidently elevate floral initial rate and extend the total florescence.

Keywords: *Paeonia suffruticosa* Andr.; B₉; florescence regulation

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)自然花期在 4 月中下旬, 单花寿命一般为 3 d~5 d 或 7 d~10 d, 群体花期在 20 d~30 d。牡丹花期短暂集中, 为使牡丹在节日庆典时开放, 研究牡丹花期调控技术和开花生理较常见。B₉ 作为一种植物生长延缓剂对菊花、水仙花、一串红、百合等观赏植物的营养生长都有一定的抑制作用^[1-5], 其中高浓度 B₉ 可延迟一串红、菊花和水仙花的花期; B₉ 可以有效地控制幼龄桃树的营养生长且促进成花和座果^[6]; 余小春研究认为不同品种间有差异, 秋季对牡丹施用不同浓度的 B₉ 能延长花期 1 d~2 d, 延迟萌芽 2 d^[7]; 此外有研究表明 B₉ 不会抑制牡丹的生长^[8]; 但弓德强和李高锋都发现 B₉ 能明显抑制新枝生长, 且对花径影响不显著, 弓德强发现在小风铃期施用 B₉ 可以延长花期 9 d, 但对花径影响不显著^[9]; 李高锋发现春施浓度为 200 mg/L 的 B₉ 显著延长了花期 8.50 d, 同时还发现春施 B₉ 和 PP₃₃₃ 复合制剂(2:3 或 3:2) 除可延迟、延长了花期外还能提高成花率^[10]; 已在矮牵牛、野百合、番红花等观赏植物上混合使用的植物生长调节剂可明显提高观赏价值和商品价值^[11]; PP₃₃₃ 有推迟花期的作用^[12,13]。

前人对牡丹施用 B₉ 及 B₉ 和 PP₃₃₃ 的混合物调控花期均有明显效果, 但目前为止对露地牡丹的花期调控研究还很少, 值得进一步深化。本研究发现, 对露地牡丹施用外源试剂后不同种牡丹受不同浓度的 B₉ 影响会生成不同的畸形花, 但目前对畸形牡丹的类型、形态、颜色等还未形成特定的判别标准和评价体系, 一般认为, 畸形花又称为“鬼花”, 包括毛刺型(小花密生毛刺)和龙爪型(先端开裂若龙爪等), 都是由花器生育异常造成的, 形成的原因主要是在育苗期间温度过低, 骤高骤低, 干湿不当, 氮肥过足, 以及有害气体等影响花芽正常分化而形成的, 在棚室保护地及反季节或露地栽培的牡丹, 有时出现畸形花即为“鬼花”。

本研究发现受 B₉ 影响露地栽培牡丹的畸形化与普通“鬼花”不同, 可分为以下情况: (1) 无花瓣生成, 雌雄蕊均无瓣化, 雌蕊少于正常花数, 雄蕊排列不整齐或缺失; (2) 花器极小花瓣数较少且外展或无花瓣, 花径不足 10 cm, 且雌蕊瓣化为少数极长柱状花瓣; (3) 好像两朵及多朵花并连在一起, 雌蕊瓣化程度高, 呈爪状, 雄蕊排列不整齐; (4) 雌蕊异常发达且雄蕊稀疏矮小排列不规则, 雄蕊少数瓣化、花瓣颜色变浅, 无其它花瓣生成; (5) 顶端生长优势减弱, 随着茎部紧缩开裂, 除落花落蕾外, 有时花序先端出现叶片和枝条。

目前, 国内外有关外源试剂处理对牡丹畸形化的影响及畸形花的性状研究较少。本研究定量控制 B₉ 的喷施时期和浓度, 目的在于探讨不同时期喷施 B₉、喷施不同浓度 B₉ 和 B₉、PP₃₃₃ 混合物对牡丹畸形化的影响, 科学合理确定畸形花率最低时最适合喷施 B₉ 的时期、浓度和品种, 达到最大限度延长正常花花期的目的。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

西柏坡牡丹园坐落于河北省平山县西柏坡森林公园内, 地貌属低山丘陵区, 海拔高度在 500 m~679 m 之间。土壤以轻壤褐土为主, 土壤疏松, 通透性强, 肥力较高, 最大冻土深度为 60 cm。全年日照时数平均为 2738 h, 年平均温度 12.60 °C, 年平均降水量 550 mm, 地下水较丰富且水质好。气候属暖温带半湿润半干旱季风型大陆性气候, 四季分明。历年平均无霜期 185 d。牡丹园始建于 1997 年, 牡丹品种多引进于河南洛阳和山东菏泽共计上百余种 3 万余株。

1.2 试验材料

试验所选牡丹均为西柏坡牡丹园生长势相对一致、长势中等的露地栽培牡丹, 株龄均为 3~5 年, 因单个试验品种要求数量较多和露地条件的限制, 因此所选品种为“紫蓝魁”(*Paeonia*

suffruticosa ‘Lanzikui’)、‘岛锦’(*Paeonia suffruticosa* ‘Daojin’)、‘玫瑰紫’(*Paeonia suffruticosa* ‘Meiguizi’)、‘洛阳红’(*Paeonia suffruticosa* ‘Luoyanghogn’)、‘洛阳春’(*Paeonia suffruticosa* ‘Luoyangchun’)。试验器材包括量筒、电子天平、喷壶、水桶等。所用植物生长调节剂为 B₉(可溶性粉剂)和 PP₃₃₃(可湿性粉剂)。B₉是四川国光农化有限公司生产的每袋 10 g 的 50%可溶性粉剂; PP₃₃₃是江苏剑牌农药化工有限公司生产的 40 g 装可湿性粉剂。

1.3 试验方法

采用正交设计的方法,各处理分别固定选 60 株,每株选 3 朵花,记录各处理的畸形花率、成花率、畸形花单花寿命、畸形花径、总花期、畸形花期等,并进行照相(表 1)。

表 1 牡丹对 B₉处理的畸形响应设计
Table 1 The design of Peony's abnormal response to B₉ treatments

品种 Varieties	处理 Treatments				
	对照 CK	处理 A Treatment A	处理 B Treatment B	处理 C Treatment C	处理 D Treatment D
洛阳红紫蓝魁		在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风 铃期、圆桃期共 4 次喷施 1×10 ⁴ mg/L 的 B ₉	在小风铃期、大风铃期、圆桃期共 3 次喷施 1×10 ⁴ mg/L 的 B ₉	在大风铃期、圆桃期共 2 次喷施 1×10 ⁴ mg/L 的 B ₉	圆桃期 1 次喷施 1×10 ⁴ mg/L 的 B ₉
玫瑰紫岛锦		在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风 铃期、圆桃期分别喷施 5 000 mg/L 的 B ₉	在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风 铃期、圆桃期分别喷施 1×10 ⁴ mg/L 的 B ₉	在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风 铃期、圆桃期分别喷施 2×10 ⁴ mg/L 的 B ₉	
洛阳红	不喷施	立蕾期开始至圆桃期结束每天喷施 100 mg/L 的 B ₉	立蕾期开始至圆桃期结束每天喷施 150 mg/L 的 B ₉	立蕾期开始至圆桃期结束每天喷施 200 mg/L 的 B ₉	
洛阳春		在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风 铃期、圆桃期分别喷施 B ₉ 与 PP ₃₃₃ 配比为 3:2 (480 mg/L B ₉ +320 mg/L PP ₃₃₃)	在立蕾期、小风铃期、大风在立蕾期、小风铃期、大风 铃期、圆桃期分别喷施 B ₉ 与 PP ₃₃₃ 配比为 2:3 (280 mg/L B ₉ +420 mg/L PP ₃₃₃)		

1.4 数据分析

分别用 MP200B 电子天平称量不同浓度 B₉的质量并按试验设计要求在西柏坡牡丹园选定试验品种,4 月初前后开始喷药。在花朵盛花期用卷尺测量株高(将植株拉直,茎盘处到最长叶尖的距离),用游标卡尺测量花径(茎基部的最大直径)。

采用 DPS6.55 和 Excel 软件对所测数据统计分析,用平均值和标准误表示测定结果,分别对各处理的畸形花率、成花率、总花期、畸形花期等指标进行分析,并用 Duncan 法对测定数据多重比较。

2 结果与分析

2.1 ‘洛阳红’、‘紫蓝魁’对不同时期开始喷施相同浓度 B₉的畸形响应分析

由表 2 可以看出,随开始喷药时期的延迟,畸形花率呈先下降后上升的趋势,大风铃期开始喷药显著较对照组高 42.31%,小风铃期开始喷药畸形花率最低;成花率呈先上升后下降的趋势,小风铃期开始喷药成花率较对照组 16.94%,均无显著变化;畸形花单花寿命圆桃期开始喷药较对照组延长 0.50 d,其它时期均比对照组缩短 1 d,处理间无显著性差异;畸形花径呈上升趋势,较对照组大 0.75 cm~2.10 cm,小风铃期开始喷药畸形花径最低,但与对照组相同;除圆桃期总花期和对照组相同外,其它时期较对照组缩短 1 d~2 d;立蕾期和圆桃期开始喷施药物畸形花期较对照组延长 2 d、0.50 d,风铃期较对照组均缩短 1 d,处理间无显著性差异。

综上可知,对‘洛阳红’不同时期开始喷施 1×10⁴ mg/L 的 B₉,综合效果均不明显;但畸形花率降低时能升高成花率、弱化畸形花性状的最适宜喷施大浓度 B₉的时期为小风铃期;其它时期开始喷施 1×10⁴ mg/L 的 B₉对延长总花期、降低畸形花率效果均不明显,大风铃期和圆桃期开始喷药效果均最

差, 说明较晚时期开始喷施高浓度的 B₉ 增大了畸形花产生的比率且强化了畸形性状。

表 2 ‘洛阳红’对 B₉ 处理的畸形响应状况

Table 2 The situation of Luoyanghong's abnormal response to B₉ treatments

处理时期	畸形花率 (%)	成花率 (%)	单花寿命(d)	花径 (cm)	总花期 (d)	畸形花期 (d)
Treatment	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Spend life	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
CK	7.69±0.03	32.50±0.02	8.00±0.12	3.00±0.10	11.00±0.05	8.00±0.01
A	7.41±0.02	43.55±0.03	7.00±0.10	3.75±1.10	9.00±0.07	10.00±0.02
B	4.54±0.01	49.44±0.01	7.00±0.11	3.00±0.10	10.00±0.02	7.00±0.05
C	50.00±0.02**	14.29±0.05	7.00±0.13	3.80±1.50	9.33±0.05	7.00±0.01
D	12.50±0.01	25.40±0.03	8.50±0.10	5.10±6.00	11.00±0.06	8.50±0.08

备注:**表示与对照差异在 1%水平上显著。

Note: **Means difference from control at 1 % level respectively.

由表 3 可以看出, 随开始喷药时期的延迟, 各处理和对照组均无畸形花生成, 圆桃期开始喷药成花率较对照组显著下降 85.48%, 其它处理较对照组高 2.77%~9.52%, 虽无显著性差异, 但风铃期开始喷药成花率均达到 100%; 总花期呈下降趋势, 较对照组缩短 2.33%~3.33%。

综上可知, 对‘紫蓝魁’不同时期开始喷施 1×10⁴ mg/L 的 B₉ 畸形花率均为 0, 成花率呈上升趋势, 但总花期均未得到延长; 在畸形花率最低时, 可明显提升成花率和弱化畸形花性状的最适宜喷施 B₉ 的时期是风铃期。

表 3 ‘紫蓝魁’对 B₉ 处理的畸形响应状况

Table 3 The situation of Zilankui's abnormal response to B₉ treatments

处理	畸形花率 (%)	成花率 (%)	单花寿命(d)	花径 (cm)	总花期 (d)	畸形花期(d)
Treatment	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Life of a strain	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
CK	0.00±0.00	90.48±0.02	0.00±0.00	0.00±0.00	12.33±0.02	0.00±0.00
A	0.00±0.00	93.25±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	9.20±0.05	0.00±0.00
B	0.00±0.00	100.00±0.03*	0.00±0.00	0.00±0.00	9.67±0.01	0.00±0.00
C	0.00±0.00	100.00±0.02*	0.00±0.00	0.00±0.00	10.00±0.07	0.00±0.00
D	0.00±0.00	5.00±0.06	0.00±0.00	0.00±0.00	9.00±0.03	0.00±0.00

注:*表示与对照差异在 5%水平上显著。

Note: *Means difference from control at 5 % level respectively.

2.2 ‘岛锦’、‘玫瑰紫’对相同时期喷施不同浓度 B₉ 的畸形响应分析

由表 4 可以看出, 随喷药浓度的增加, 各处理和对照组均未生成畸形花, 成花率呈上升趋势, 较对照组升高 29.14%~46.14%, 喷施 1×10⁴ mg/L B₉ 较对照组明显升高 46.14%; 总花期也呈上升趋势, 较对照组延长 1 d~2.70 d, 1×10⁴ mg/L B₉ 较对照组明显长 2.70 d。

综上可知, 对‘岛锦’喷施不同浓度的 B₉ 均无畸形花产生, 成花率和总花期均呈上升趋势; 在畸形花率最低时, 可明显升高成花率, 延长总花期和弱化畸形花性状的喷施浓度为, 1×10⁴ mg/L 的 B₉。

表 4 ‘岛锦’对 B₉ 处理的畸形响应状况

Table 4 The situation of Daojin's abnormal response to B₉ treatments

处理	畸形花率(%)	成花率(%)	单花寿命(d)	花径(cm)	总花期(d)	畸形花期(d)
Treatment	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Life of a strain	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
CK	0.00±0.00	43.33±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	8.00±0.05	0.00±0.00
A	0.00±0.00	72.64±0.02	0.00±0.00	0.00±0.00	9.00±0.08	0.00±0.00
B	0.00±0.00	89.47±0.03*	0.00±0.00	0.00±0.00	10.70±0.03*	0.00±0.00
C	0.00±0.00	66.47±0.05	0.00±0.00	0.00±0.00	9.20±0.04	0.00±0.00

注:*分别表示与对照差异在 5%水平上显著。

Note: *Means difference from control at 5 % level respectively.

由表 5 可以看出, 随喷药浓度的增加, 仅喷施 5000 mg/L B₉ 生成畸形花; 成花率较对照组升高 10.25%~15.51%, 喷施 1×10⁴ mg/L B₉ 成花率较对照组高 15.51%, 效果最好; 总花期呈上升趋势, 较对照组延长 0.33 d~1 d, 无显著性差异。

综上可知, 对‘玫瑰紫’喷施不同浓度的 B₉, 成花率可明显升高, 总花期延长不显著; 但畸形花率最低时, 可明显升高成花率和延长总花期的为喷施 1×10⁴ mg/L 的 B₉。

表5 ‘玫瑰紫’对 B₉ 处理的畸形响应状况Table 5 The situation of Meiguizi's abnormal response to B₉ treatments

处理	畸形花率 (%)	成花率 (%)	单花寿命 (d)	花径 (cm)	总花期 (d)	畸形花期 (d)
Treatment	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Life of a strain	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
CK	0.00±0.00	50.00±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	10.00±0.05	0.00±0.00
A	2.63±0.03	72.64±0.05	0.00±0.00	0.00±0.00	10.33±0.04	11.00±0.05
B	0.00±0.00	75.51±0.02	0.00±0.00	0.00±0.00	10.50±0.08	0.00±0.00
C	0.00±0.00	60.25±0.03	0.00±0.00	0.00±0.00	10.40±0.02	0.00±0.00

2.3 ‘洛阳红’对每天喷施不同浓度 B₉ 的畸形响应分析

由表6可以看出, 处理C未生成畸形花, 其它处理随喷药浓度的增加, 畸形花率呈上升的趋势, 每天喷施 150 mg/L B₉ 明显上升 20.37%; 每天喷施 100、200 mg/L B₉ 成花率分别较对照组高 12.40%、12.09%, 喷施 100 mg/L B₉ 成花率最高; 畸形花单花寿命、畸形花径、畸形花期均呈下降趋势, 且较对照组差异显著, 分别较对照组缩短 3.83 d 和 4.50 d、减小 2.75 cm 和 0.62 cm、均缩短 3 d, 对照组畸形化程度最高; 总花期呈上升趋势, 较对照组长 0.20 d~1.20 d, 处理间无显著性差异。

综上可知, 对‘洛阳红’每天喷施不同浓度的 B₉, 各处理总花期均延长, 畸形性状均有弱化趋势; 畸形花率降低时可明显升高成花率、延长总花期和弱化畸形花性状的最适宜每天喷施 B₉ 的浓度为 200 mg/L; 而每天喷施 100 mg/L 的 B₉ 畸形花率虽升高, 但可明显升高成花率、延长总花期和弱化畸形花性状。

表6 ‘洛阳红’对 B₉ 处理的畸形响应状况Table 6 The situation of Luoyanghong's abnormal response to B₉ treatments

处理	畸形花率 (%)	成花率 (%)	单花寿命 (d)	花径 (cm)	总花期 (d)	畸形花期 (d)
Treatment	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Life of a strain	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
CK	1.15±0.06	60.08±0.03	13.00±0.10	6.00±3.40	10.10±0.02	13.00±0.05
A	3.17±0.05	72.48±0.01	8.50±0.50	3.25±1.50	11.30±0.03*	10.00±0.04
B	21.52±*0.01	45.02±0.05	9.17±1.30	5.38±1.20	11.30±0.05*	10.00±0.06
C	0.00±0.02	72.17±0.01	0.00±0.00	0.00±0.00	10.30±0.06	0.00±0.02

注: *表示与对照差异在 5% 水平上显著。

Note: *Means difference from control at 5% level respectively.

2.4 ‘洛阳春’对喷施不同比例 B₉ 和 PP₃₃₃ 混合试剂的畸形响应分析

由表7可以看出, 对照组和配比为 3:2 的混合试剂均未生成畸形花。成花率呈下降趋势, 较对照组分别低 17.40%、26.10%, 对组成花率最高; 总花期呈先下降后上升的趋势, 分别较对照组短 1.30 d 和长 3.70 d。

综上可知, 对‘洛阳春’喷施不同比例的 B₉ 和 PP₃₃₃ 的混合物, 畸形花率最低时, 成花率最高、无畸形花性状的为对照组, B₉ 和 PP₃₃₃ 的混合药物处理对花朵无明显效果; 喷施比例为 280:420 的混合试剂总花期明显延长 3.70 d, 但有畸形花生成。

表7 ‘洛阳春’对混合试剂处理的畸形响应状况

Table 7 The situation of Luoyangchun's abnormal response to mixed reagent treatments

处理	畸形花率 (%)	成花率 (%)	单花寿命 (d)	花径 (cm)	总花期 (d)	畸形花期 (d)
Treatment	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Life a strain	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
CK	0.00±0.02	40.91±0.06	0.00±0.00	0.00±0.00	8.33±0.02	0.00±0.00
A	0.00±0.00	23.53±0.01*	0.00±0.00	0.00±0.00	7.00±0.03	0.00±0.00
B	12.50±0.03	14.81±0.02**	9.00±0.10	10.00±0.10	12.00±0.01	9.00±0.05

注: **分别表示与对照差异在 5%、1% 水平上显著。

Note: *Means difference from control at 5% level respectively.

3 讨论

畸形花的产生与诸多因素息息相关, 诸如幼苗期光照弱, 幼苗徒长, 使花芽分化和开花期延迟, 会增加畸形花率; 另外, 缺氮会延迟花芽分化, 减少开花数量, 尤其在开花盛期, 氮、磷不足易产生畸形花, 此外, 光照、水份、低温、营养也都有一定的影响; 直接原因是开花时, 对花器供给的养分不足造成的, 生产中在低温季节在大棚中定植过早尤其严重, 牡丹畸形花的生成同样受以上因素的影响, 但前人关于 B₉ 处理牡丹影响畸形花生成的研究机制较少, 本研究根据试验状况进行了

分析。通过外源试剂的刺激延长牡丹花期、提升观赏率的基础上,关注如何降低牡丹畸形花率和弱化畸形花性状是必要的。

由表 1、表 2 和表 3、表 4 分别可知,对‘洛阳红’、‘紫蓝魁’不同时期分别开始喷施 1000 mg/L 的 B_9 和对‘岛锦’、‘玫瑰紫’分别喷施不同浓度的 B_9 所生成的畸形花的比率、畸形花期、畸形花的花型颜色等均不同,这与牡丹品种相关;对不同牡丹品种喷施不同浓度的 B_9 所生成的畸形花性状等均不同,这与喷施 B_9 的时期和浓度等相关;因此,在施用药剂对露地牡丹进行花期调控时,应先做品种试验,并筛选出适宜的处理时期和处理浓度后,方可大面积施用,以免造成不必要的损失。

本研究还发现,对不同种牡丹不同时期喷施 1×10^4 mg/L 的 B_9 和喷施不同浓度的 B_9 有的花蕾未绽放,说明只有在适当的时期开始喷施适当浓度的 B_9 牡丹才能促成开花;喷施不同的外源试剂也会使不同种类牡丹生成与‘鬼花’不同花型、寿命和颜色等的畸形花:

(1) 对‘洛阳红’、‘蓝紫魁’于不同时期喷施 1×10^4 mg/L 的 B_9 生成的畸形花一般表型为无花瓣生成,雌雄蕊均无瓣化,雌蕊少于正常花数,雄蕊排列不整齐或缺失,应是早期喷施 B_9 浓度过高,抑制了花朵的正常发育的结果;于风铃期和圆桃期喷施 1×10^4 mg/L 的 B_9 生成的畸形花一般表型为花器极小花瓣数较少且外展或无花瓣,花径不足 10 cm,且雌蕊瓣化为少数极长柱状花瓣,应是花朵经过蕾期的正常发育,花瓣等花器得到进一步发育,因此,雌蕊瓣化,但在风铃期和圆桃期由于药物影响抑制了花器的进一步发育。基于以上两种情况均应减小喷施 B_9 的浓度。

(2) 对‘岛锦’、‘玫瑰紫’分别喷施不同浓度的 B_9 生成畸形花的比率均较低,且‘玫瑰紫’所生成的畸形花是喷施较低浓度 B_9 形成的,表型为花瓣排列很不整齐,一侧花瓣和雌蕊数复合增多,一侧花瓣缺失,花瓣颜色较正常花浅且数量少,应是喷施的 B_9 使得花朵吸收营养元素的分配不均,使一侧花瓣缺失,同时喷施浓度过大,影响了花瓣的正常发育,而花瓣颜色浅应是氮肥和水分含量不足造成的,应减小喷施浓度,追施氮肥和及时补充水分。

(3) 对‘洛阳红’每天喷施小浓度 B_9 生成的畸形花一种表型为好像两朵及多朵花并连在一起,雌蕊瓣化程度高,呈爪状,雄蕊排列不整齐, B_9 可使植株矮化、调节营养分配及促进结实增产等效果。每天喷施低浓度的 B_9 增加了花量,使花朵营养过剩,加之强光照、低夜温的影响,使心皮数目过多引起的;另一种表型为雌蕊异常发达且雄蕊稀疏矮小排列不规则,雄蕊少数瓣化、花瓣颜色变浅,无其它花瓣生成,应是每天喷施小浓度的 B_9 ,使 B_9 浓度累积过高超过了花朵的吸收量反而抑制了花器的发育的结果。根据以上情况均应适当减小每天的喷施浓度或减少喷施频次,如可间隔一天到两天喷施一次。

(4) 对‘洛阳春’喷施 B_9 和 PP_{333} 的混合试剂生成的畸形花一般表现为: B_9 和 PP_{333} 的比例为 2:3 是表型为顶端生长优势减弱,随着茎部紧缩开裂,除落花落蕾外,有时花序先端出现叶片和枝条, PP_{333} 具有抑制茎秆伸长、促进植物分蘖、促进花芽分化等效果,每天喷施低浓度的 PP_{333} 会使钾、钙过剩,妨碍了硼的吸收,使硼素分配不到顶芽或花序,使这些部位生长点的生长素增多,刺激细胞旺盛分裂,从而明显减弱花朵顶端生长优势,促进侧芽(分蘖)滋生,加之低温或高温干燥,导致花序先端有时出现叶片和枝条,这是 PP_{333} 比例过大的原因; B_9 和 PP_{333} 的比例为 3:2 是表型为好像两朵及多朵花并连在一起,雌蕊瓣化程度高,呈爪状,雄蕊排列不整齐,这是 B_9 比例过大的原因。因此应在可允许的范围内,更加细化 B_9 和 PP_{333} 的配比,选择最适宜的比例。

牡丹畸形花的生成,是内外因素共同作用的结果,内外因素不会单独起作用。外源试剂影响牡丹生成畸形花,是试剂作用于牡丹的花瓣、雄雌蕊、花萼等外部器官而影响花朵内部营养元素的吸收、水分的变化等的结果。畸形花的生成和具体试剂及其元素含量的关联机制有待进一步深化。

4 结论

由表 8 可以看出,畸形花率最低时可明显延长总花期、升高成花率和弱化畸形花性状效果最好的为对‘岛锦’喷施不同浓度的 B_9 ,畸形花率均为 0 时总花期平均延长 1.63 d,成花率平均升高 34.86%,效果最好;对‘紫蓝魁’不同时期开始喷施 1×10^4 mg/L 的 B_9 也未产生畸形花,成花率呈上升趋势,但总花期均未得到延长。对‘紫蓝魁’喷施 1×10^4 mg/L 的 B_9 和对‘岛锦’喷施不同浓度的 B_9 ,畸形花率均

为0, 可显著弱化畸形花性状和平均延长总花期 1.63 d; 对‘洛阳红’喷施 1×10^4 mg/L 的 B₉ 可显著升高成花率平均值 67%。

因此, 畸形花率最低时最适合喷施 B₉ 的处理为对‘岛锦’喷施 5000、 1×10^4 、 2×10^4 mg/L 的 B₉, 最适宜喷施的时期因品种而不同。

牡丹对 B₉ 处理的畸形响应状况与牡丹品种、生长调节剂种类^[14-22]、试剂浓度、试验地地形地势、试验地当年气候等因素密切相关, 具体的响应机制有待于进一步的研究。

表 8 牡丹对 B₉ 处理的平均变化值

		Table 8 The average value of Peony's response to B ₉ treatments					
		测定指标 Indicators					
浓度(mg/L)	品种	畸形花率(%)	成花率(%)	单花寿命(d)	花径(cm)	总花期(d)	畸形花期(d)
Concentration	Varieties	Abnormal floral rate	Floral initial rate	Life of a strain	Flower diameter	Total florescence	Abnormal florescence
10000	洛阳红	10.92±0.05	67.00±0.02	-0.63±0.02	91.25±0.07	-1.17±0.04	12.50±0.02
	紫蓝魁	0.00±0.00	-15.92±0.01	0.00±0.03	0.00±0.00	-2.86±0.05	0.00±0.00
5000、10000、20000	岛锦	0.00±0.00	34.86±0.06	0.00±0.05	0.00±0.00	1.63±0.01	0.00±0.00
	玫瑰紫	2.63±0.03	19.47±0.07	11.00±0.01	7.00±0.03	0.41±0.01	11.00±0.02
100、150、200 混合比为 480、320 和 280、420	洛阳红	11.20±0.01	3.14±0.01	-4.17±0.04	-1.69±0.06	0.87±0.06	-3.00±0.01
	洛阳春	12.50±0.01	21.74±0.03	9.00±0.02	10.00±0.03	1.17±0.04	9.00±0.05

参考文献

- [1] Bruner LL, Keever GJ, Kessler Jr, *et al.* Plant growth retardant and initial plant height affect Canada Lily growth and flowering[J]. J. Environ. Hort, 2001, 19(4): 180-183
- [2] Harry KT, Stephen AC. Zonal geranium growth and flowering responses to six growth regulators[J]. Hort. Science, 1990, 25(1): 82-83
- [3] 毛龙生, 高勇, 姚亚英, 等. PP₃₃₃、B₉、CCC 对盆栽一串红矮化效应研究[J]. 园艺学报, 1991, 18(2): 177-179
- [4] 裘文达, 刘克长. PP₃₃₃ 和 B₉ 对菊花茎伸长和开花期的影响[J]. 植物生理学通讯, 1989(6): 31-33
- [5] 孙文全, 李友生, 吴绍锦. 水仙花施用 PP₃₃₃ 和 B₉ 效果观察[J]. 北方园艺, 1990(8): 39-41
- [6] 熊晓山, 张信忠, 常先志. PP₃₃₃ 和 B₉ 对幼龄桃树生长着果的影响[J]. 西南园艺, 2000, 28(2): 14
- [7] 余小春. 紫斑牡丹花期调控生理特性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2007
- [8] Hamada M, Hosoki T, Maeda T. Shoot length control of tree peony with Uniconazole and paclobutrazol[J]. Hort. Science, 1990, 25(2): 198-200
- [9] 弓德强, 郑鹏, 仁小林, 等. B₉ 对牡丹生长及开花的影响[J]. 西北农业学报, 2003, 12(1): 81-83
- [10] 李高峰. 洛阳牡丹花期调控技术研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2005
- [11] 何生根, 刘伟, 许恩光, 等. 植物生长调节剂在观赏植物和林木上的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [12] 高志民, 王莲英. 植物生长延缓剂在牡丹上的应用[J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(2): 99-102
- [13] 弓德强. 露地牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.) 花期调控的研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2003
- [14] Ferguson IB, Watkins CB. Ion relationship of apple fruit tissue during fruit development and ripening. III. Calcium uptake[J]. Functional Plant biology, 1981, 8(3): 259-266
- [15] Guerriero R, Scalabrelli G. Several trials for delaying bloom in stone fruit trees by SADH[J]. Acta Hort, 1978, 80: 213-217
- [16] 梁颖, 王三根, 李帮秀. 钙对离体水稻叶片和地上部衰老的影响[J]. 西南农业大学学报, 1997, 19(2): 121-125
- [17] 李嘉珏. 中国牡丹起源的研究[J]. 北京林业大学学报, 1998(2): 22-26
- [18] Tobin AK, Givan CV. Adenine nucleotide regulation of malate oxidation in isolated mung bean hypocotyl mitochondria[J]. Plant Physiol, 1984, 76(1): 21-25
- [19] Poovaiah BW, Leopold AC. Inhibition of abscission with calcium[J]. Plant Physiol, 1973, 51(5): 848-851
- [20] Sullivan DT, Widmoyer FB. Effect of succinic acid-2,2-dimethyl hydrazide(Alar) on bloom delay and fruit development of Delicious apples[J]. Hort Science, 1970, 5: 91-92
- [21] Smith IK. Role of calcium in serine transport into tobacco cells[J]. Plant Physiol, 1978, 62(6): 941-948
- [22] Leshem YY, Thompson EJ, Thompson JE. Involvement of calcium and calmodulin in membrane deterioration during senescence of pea foliage[J]. Plant Physiol, 1984, 75(2): 329-335