

生长抑制剂对盆栽晚香玉的矮化效应

杨静慧, 张伟玉, 刘艳军, 杨恩芹, 赵国防

(天津农学院, 天津 300381)

摘要: 本试验采用四因素五水平的二次回归正交旋转组合设计, 建立了不同浓度和不同处理方法的 PP₃₃₃(浸球、叶喷、土施)和乙烯利(叶喷)与晚香玉株高、叶长、花期和花朵大小的关系的数学模型。结果表明: 叶喷 300 mg/L~400 mg/L(毫克/升) PP₃₃₃和 450 mg/L~600 mg/L(毫克/升)乙烯利是矮化晚香玉的最佳处理组合, 适用于批量盆栽; 其中叶喷 PP₃₃₃的矮化作用最明显, 且浓度越高, 植株越矮, 叶片也越短, 还能使花期明显推迟, 但高浓度处理时会使晚香玉花朵变小; 高浓度的 PP₃₃₃灌根能提前花期, 并且不影响花朵的大小; 叶喷乙烯利可使晚香玉花朵增大, 延迟花期; PP₃₃₃浸泡种球可降低叶片长度, 对花期无影响, 但使花朵明显变小。

关键词: 晚香玉; 矮化盆栽; PP₃₃₃; 乙烯利; 回归模型

中图分类号: S482.8⁺92, S682.2⁺3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2003)03-0065-03

晚香玉(*Polianthes tuberosa* L.)属龙舌兰科, 多年生草本植物, 球根花卉。叶基生, 带状披针形。穗状花序顶生, 形成从叶丛到植株花序顶端的花萼。喜温暖湿润, 阳光充足的环境; 生长适温 25℃~30℃, 临界温度 2℃以上, 日温 14℃以上。对土质要求不严, 以粘质壤土为宜。对土壤湿度反应敏感, 喜肥沃潮湿而不积水的土壤, 耐盐碱^[1~3]。晚香玉别名夜来香, 在园林绿化中常用来布置花境、花台、花丛, 能保护和改善环境, 净化空气。目前晚香玉品种和类型仅用于切花和香料生产, 花萼较长、植株较高; 且多进行分生繁殖, 果实结实率低, 故通过杂交育种等途径培养矮化品种十分困难, 也无晚香玉矮化盆栽方面的研究报道。为扩大晚香玉的应用范围, 我们进行了 3 年矮化实验。其目的是通过一定的技术手段降低晚香玉切花品种的株高, 使其成为株型紧凑、匀称、叶短、宽和矮化的植株, 为晚香玉的矮化盆栽生产提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

试验所用试材由天津晚香玉之乡——中北镇提供。

1.2 方法

1.2.1 试验因素与设计

本试验在 2000 年试验的基础上,



第一作者介绍: 杨静慧, 女, 1961 生于甘肃兰州。现为天津农学院园艺系教研室主任, 教授, 博士, 从事园艺植物生理和生物技术的研究。主持和参加了 11 项研究。主持的天津科委项目“盐碱果园缺绿病的研究”获天津市科技进步三等奖。参加的国家自然科学基金“转基因抗衰老果蔬的采后生理研究”通过鉴定, 达国际领先水平。被天津市政府和党委评为“优秀青年知识分子”称号。入选天津市“131 人才工程”。发表论文 30 余篇。

注: 该课题为天津市农业重点攻关项目(项目号 993122111)

收稿日期: 2002-11-18

从 PP₃₃₃、乙烯利、矮壮素和缩节氨 4 种药剂中, 筛选出最有效的 PP₃₃₃、乙烯利进行处理, 并缩小了药剂的浓度范围。试验采用四因素五水平的二次回归正交旋转组合设计^[4,5]。各因素的水平及编码见表 1。按设计要求共设置 36 个小区, 每小区 5 盆, 5 次重复, 每盆 3 株。

1.2.2 药剂处理、栽植和指标测定 按试验方案将 PP₃₃₃和乙烯利配成各小区所需浓度, 分别进行浸泡处理(浸泡种球 12 h(小时)后栽于盆中)、叶喷处理(萌芽后每半个月喷一次)、土施(灌根)处理(叶片长至 10 cm(厘米)时进行灌根, 浇透为止), 乙烯利叶喷(萌芽后每半个月喷一次)。试验均选择大小一致的开花大球, 用草炭土、蛭石、园土, 基肥按 3:2:4:1 比例配成培养土, 进行盆栽。3 月 14 日移入温室。并于盛花期(每个花序的 50% 的花开放, 即 8~9 月)测定植株高度——花萼高、叶长、花朵大小(从花托到花冠顶端的长度); 花期(从萌芽到第一朵花开放时的天数)。

表 1 晚香玉矮化试验因素水平及编码

试验因素	变化间距	因素水平				
		-2	-1	0	1	2
X ₁ PP ₃₃₃ 浸球(mg/L)	100	0	100	200	300	400
X ₂ PP ₃₃₃ 叶喷(mg/L)	100	0	100	200	300	400
X ₃ PP ₃₃₃ 土施(%)	0.4	0	0.4	0.8	1.2	1.6
X ₄ 乙烯利叶喷(mg/L)	150	0	150	300	450	600

2 结果与分析

2.1 回归模型的建立

对每小区 5 次重复的株高、叶片长度、花期和花朵大小进行方差分析, 重复间差异不显著, 故取每小区的平均值, 按照设计的方法上机计算求得回归模型。

2.1.1 株高模型

$$Y = 65.9 - 1.54X_1 - 3.96X_2 - 0.792X_3 - 1.04X_4 - 1.53X_1^2 - 0.156X_2^2 - 1.91X_3^2 - 1.28X_4^2 + 1.69X_1X_2 +$$

$$0.689X_1X_3 - 0.813X_1X_4 + 0.438X_2X_3 - 0.625X_2X_4 + 0.189X_3X_4 \dots\dots\dots (1)$$

2.1.2 叶长模型

$$Y = 28.9 - 0.5X_1 - 1.5X_2 - 0.0833X_3 - 0.167X_4 - 0.521X_1^2 + 0.0208X_2^2 - 0.521X_3^2 - 0.896X_4^2 + 1.13X_1X_2 + 0.75X_1X_3 - 0.75X_2X_3 - 0.625X_3X_4 \dots\dots\dots (2)$$

2.1.3 花期模型

$$Y = 159.2 + 0.58X_1 + 5.08X_2 - 1.75X_3 - 2.58X_4 + 0.063X_1^2 - 2.69X_2^2 - 0.19X_3^2 + 3.94X_4^2 + 0.5X_1X_2 + 0.5X_1X_3 - 1.88X_1X_4 - 1.5X_2X_3 + 0.63X_2X_4 + 0.38X_3X_4 \dots\dots\dots (3)$$

2.1.4 花朵模型

$$Y = 5.3 + 0.017X_1 - 0.092X_2 + 0.025X_3 + 0.11X_4 + 1.5X_1^2 - 0.079X_2^2 + 0.021X_3^2 + 0.0083X_4^2 + 0.15X_1X_2 + 0.15X_1X_3 + 0.11X_1X_4 - 0.21X_2X_3 - 0.15X_2X_4 + 0.025X_3X_4 \dots\dots\dots (4)$$

对回归模型进行方差分析, 均达到 0.05 或 0.01 显著水准(表 2), 复相关系数 R 均达 0.77 以上, 表明各二次回归方程与实际情况拟合得较好。

表 2 回归模型显著性测验

模型	回归方程 F 值	离回归失 拟 F 值	复相关 系数	误差标准 估计值 δ	回归模型 的置信域
株高	2.332 **	0.592	0.780	4.918	$y \pm 10.2$
叶长	2.267 **	2.181	0.776	2.162	$y \pm 4.49$
花期	2.218 **	2.284	0.772	7.399	$y \pm 15.4$
花朵长	3.481 ***	0.648	0.836	0.2648	$y \pm 0.551$

注: **, *** 分别在 0.05、0.01 水平显著

表 3 株高 ≤ 45 cm/株的四因素频次分析

编码 码	PP ₃₃₃ 浸球 (mg/L)频次	PP ₃₃₃ 叶喷 (mg/L)频次	PP ₃₃₃ 土施 (%)频次	乙烯利叶喷 (mg/L)频次
-2	25	2	21	9
-1	6	4	6	5
0	2	5	3	5
1	4	11	7	10
2	22	37	22	40
Frequency	59	59	59	59
X ₁ mean	-0.14	1.31	0.051	0.8
S _x	0.24	0.14	0.22	0.2
M IN & Xi30.6	-2	2	2	-2

2.2 PP₃₃₃和乙烯利对晚香玉株高影响频次分析

因考虑到经济效益, 随机干扰以及大面积生产的特点, 进行下列频率分析求得各因素对植株矮化的适用范围。以株高 45 cm(厘米)为区域值进行频次分析(表 3), 在 625 套组合方案中, 株高在 45 cm(厘米)以下的有 69 套。其中 PP₃₃₃叶喷处理(X₂) 在 300 mg/L ~ 400 mg/L(毫克/升)的占 81%; 乙烯利叶喷处理(X₄) 在 450 mg/L ~ 600 mg/L(毫克/升)的占 85%; 其他处理效果不稳定, 无明显规律。最小值—最矮的植株高度为 30.6 cm(厘米), 其处理的最佳组合是 X₁ = -2 X₂ = 2, X₃ = 2, X₄ = -2。因此, 认为晚香玉盆栽批量生产时, 应采用

叶喷 300 mg/L ~ 400 mg/L(毫克/升) PP₃₃₃ 和 450 mg/L ~ 600 mg/L(升)乙烯利的最佳处理组合。经试验的矮化盆栽植株, 明显矮于同一品种的地栽切花植株, 其处理浓度为 PP₃₃₃叶喷 300 mg/L(毫克/升)、乙烯利叶喷 450 mg/L(毫克/升)、PP₃₃₃灌根 1.2%、PP₃₃₃浸球 300 mg/L(毫克/升)。PP₃₃₃叶喷和乙烯利叶喷的浓度与频次分析结果一致。

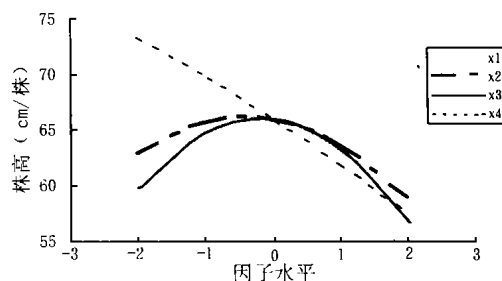


图 1 各因子与株高的关系

2.3 主效应分析——一元回归模型

对模型将其它因素固定在 0 水平时, 各试验因素与株高关系的一元回归模型为:

$$\begin{aligned} Y &= 65.9 - 1.54X_1 - 1.53X_1^2 \\ Y &= 65.9 - 3.96X_2 - 0.156X_2^2 \dots\dots\dots (5) \\ Y &= 65.9 - 0.792X_3 - 1.91X_3^2 \\ Y &= 65.9 - 1.04X_4 - 1.28X_4^2 \end{aligned}$$

与植株叶长关系的一元回归模型为:

$$\begin{aligned} Y &= 28.9 - 0.5X_1 - 0.521X_1^2 \\ Y &= 28.9 - 1.5X_2 - 0.208X_2^2 \dots\dots\dots (6) \\ Y &= 28.9 - 0.0833X_3 + 0.00464X_3^2 \\ Y &= 28.9 - 0.167X_4 - 0.521X_4^2 \end{aligned}$$

与植株花期关系的一元回归模型为:

$$\begin{aligned} Y &= 159.2 + 0.583X_1 + 0.0625X_1^2 \\ Y &= 159.2 + 5.083X_2 - 2.67X_2^2 \dots\dots\dots (7) \\ Y &= 159.2 - 1.75X_3 - 0.188X_3^2 \\ Y &= 159.2 - 2.58X_4 + 3.94X_4^2 \end{aligned}$$

与植株花朵大小关系的一元回归模型为:

$$\begin{aligned} Y &= 5.33 + 0.0167X_1 + 0.146X_1^2 \\ Y &= 5.33 - 0.0917X_2 - 0.0792X_2^2 \dots\dots\dots (8) \\ Y &= 5.33 - 0.025X_3 - 0.0208X_3^2 \\ Y &= 5.33 - 0.108X_4 + 0.00834X_4^2 \end{aligned}$$

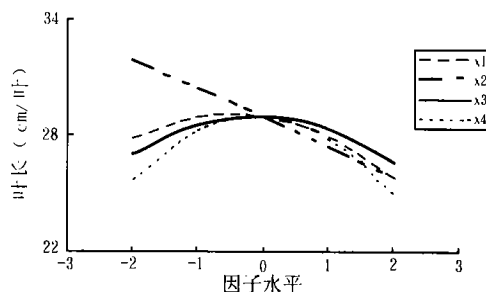


图 2 各因子与叶长的关系

将各因素的不同水平值分别代入(5)、(6)、(7)和(8)式, 便得出各因素在不同水平下的株高(见图 1)、叶长(图 2)、花期(图 3)和花朵长(图 4)。

2.4 不同处理对晚香玉植株的矮化作用

2.4.1 株高与各单个试验因素的关系 图1中 X_2 与株高为直线关系,其余与株高的关系曲线基本为抛物线。表明 PP_{333} 叶喷的矮化作用最明显,且浓度越高、植株越矮化,高浓度处理的植株高度较对照矮16 cm(厘米)。低浓度的 PP_{333} 液灌根和乙烯利叶喷的矮化作用不明显,但高浓度时均可降低晚香玉植株高度。

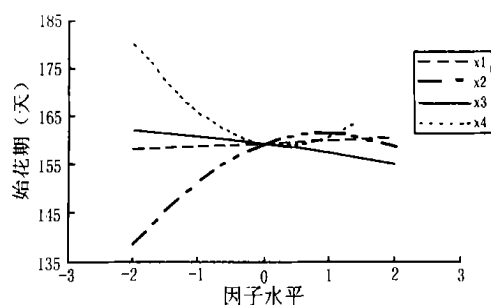


图3 各因子与花期的关系

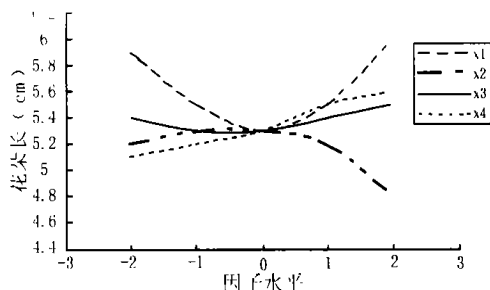


图4 各因子与花朵长的关系

2.4.2 叶片长度与各单个试验因素的关系 图2中 X_1 、 X_3 、 X_4 在高浓度时的叶片较短,但效果远不如 X_2 的大。 PP_{333} 叶喷与叶长为直线关系,浓度越高、植株叶片越短,高浓度处理的植株叶长较对照短6 cm(厘米)。

2.5 不同处理对晚香玉生殖生长的影响

2.5.1 花期与各单个试验因素的关系 图3中种球浸泡 $PP_{333}(X_1)$ 对花期无显著影响;叶喷 $PP_{333}(X_2)$ 使花期明显推迟,高浓度时可使花期推迟23 d(天); PP_{333} 液灌根(X_3)可使花期提前,0.4%处理可提前花期7 d(天);叶喷乙烯利(X_4)使花期延迟,在450 mg/L(毫克/升)处理时可延迟花期20 d(天)。

2.5.2 花朵大小与各单个试验因素的关系 图4中种球浸泡 PP_{333} 对花朵大小影响最大,200 mg/L(毫克/升)时可使小花花朵变短0.6 cm(厘米);叶喷 PP_{333} 在最高浓度(400 mg/L(毫克/升))时,使花朵明显变小,小花较对照小0.4 cm(厘米); PP_{333} 液灌根对小花花朵长度影响不大;叶喷乙烯利可使花朵增大,高浓度(600 mg/L(毫克/升))时使小花增大0.5 cm(厘米)。

3 讨论

关于 PP_{333} 能降低花卉的株高有一些报道,如水仙、菊花、矮牵牛、番木瓜、圣诞红^[6~10]等,它还能使叶长变短,增加叶数和叶片厚度和改变叶宽。 PP_{333} 是一种植物生长延缓剂,是

通过影响植物体内的激素水平而抑制植物生长的。它能抑制内源赤霉素的生物合成,并对已合成的赤霉素表现出拮抗作用,从而引起内源赤霉素含量在组织内减少,致使植株生长受阻,表现出矮化特征,如株高降低、叶片变短。

同理,本试验叶喷高浓度的 PP_{333} 使晚香玉花朵变小也与花冠细胞中内源赤霉素的含量减少有关。符明也报道了 PP_{333} 对水仙小花直径大小有影响,但对花萼数及花朵数无明显影响,并可使成花率增高、哑花数明显的减少^[9]。林瑛瑛报道 PP_{333} 和乙烯利对秋石斛兰的花梗数、花形及花色泽等无影响。

据汪良驹等报道, PP_{333} 可促进球茎根系的发育。因此,本实验用 PP_{333} 灌根,可使晚香玉根系发达,利于吸收更多的营养物质,促进地上部分的生长和发育,从而使花期提前;并且促进了小花的生长,抵消了 PP_{333} 叶喷对花朵生长的抑制作用,致使 PP_{333} 灌根对小花的质量无影响。

张育森等报道乙烯利可控制水仙、风信子、东亚兰等的株高,与本实验乙烯利对晚香玉的影响一致。乙烯利是重要的植物激素,调控植物的生长和发育,影响到种子萌发、花的形成、果实成熟、组织衰老以及器官脱落诸多过程。它抑制生长素的生物合成,抑制伸长生长,致使植株矮化。而生长的减缓,又利于植物体内碳水化合物积累,利于生殖生长。因此,乙烯利叶喷利于花朵的发育,使晚香玉花朵增大。

激素对花期的影响研究的报道不多。M. C. Rodriguez V. Galán 报道 PP_{333} 可推迟番木瓜花期^[9],与本研究结果一致。但Wang and Hsu 报告 PP_{333} 不影响蝴蝶兰花期,但会使花序变短,抑制花梗长度,增加盆花观赏价值。杨静慧等研究报道用赤霉素等处理晚香玉种球可提前花期。因赤霉素可以代替低温或长日照和打破休眠,从而促进开花,使花期提前。反之, PP_{333} 和乙烯利为生长抑制剂,能抑制内源赤霉素的生物合成,因而延迟了花期。

参考文献

- [1] 台湾嘉义农专花卉研究室. 夜来香的栽培. 台湾花卉园艺, 1993, 73: 23~29.
- [2] Singh KP. Improved production technologies for tuberose. Agricultural Reviews—Karnal, 1995, 16(3): 141~166.
- [3] Halepyati AS. Effects of moisture stress and population densities on tuberose. Journal of Maharashtra Agricultural universities, 1995, 20(2): 205.
- [4] 茆诗松. 回归分析及其试验设计. 华东师范大学出版社, 1981, 125.
- [5] 符明. 对水仙生长发育的影响. 海南大学学报, 1998, 16(4): 351.
- [6] 汪良驹. PP_{333} 对水仙花的矮化效应及其生理机制初探. 园艺学报, 1990, 17(4): 313~315.
- [7] 石贵玉, 杨栋林, 邓欢爱. 复合多效唑对菊花的生理效应. 广西师范大学学报, 3: 25~27.
- [8] M. C. Rodriguez V. Galán. Preliminary study of paclobutrazol (PP_{333}) effects on greenhouse papaya (Arica Papaya L.) in the canary islands. ISHS Acta Horticulturae, 2000, 370.
- [9] 张育森, 沈再木, 侯清利. 生长调节剂在花卉栽培上之应用. 台湾花卉园艺月刊, 1994, 86: 58~62.