

# 多效唑对姜荷花的矮化效果及机理研究

刘建新<sup>1</sup>, 丁华侨<sup>1</sup>, 邹清成<sup>1</sup>, 王炜勇<sup>1</sup>, 蔡立艳<sup>2</sup>

(1. 浙江省农业科学院 花卉研究开发中心, 浙江 杭州 311202; 2. 萧山区南翔小学, 浙江 杭州 311227)

**摘 要:**以姜荷花切花品种“清迈粉”为试材,研究了不同浓度的多效唑处理对姜荷花农艺性状、解剖结构、叶绿素含量及荧光参数变化的影响。结果表明:不同浓度的多效唑处理姜荷花植株后,株高、花茎长以及叶面积变小,而茎粗以及花茎粗增加;花茎的变短变粗与花茎细胞纵向长度变短、横向长度变大有关;多效唑处理可以使得其叶片的上下表皮细胞都变小,而气孔数增多,同时使得上表皮的气孔变小,而下表皮气孔变大;多效唑处理后使得叶片的叶绿素含量增加,最大光合效率也相应增加。该研究可用于盆栽姜荷花的生产,同时为其它观赏花卉的矮化机理研究提供理论借鉴。

**关键词:**姜荷花;“清迈粉”;多效唑;叶绿素荧光

**中图分类号:**S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)20-0079-04

姜荷花(*Curcuma alismatifolia*)属姜科姜黄属植物,原产于泰国,1990年开始出现在世界切花市场上<sup>[1]</sup>,从1999年开始引进中国<sup>[2]</sup>。姜荷花大多数品种用作切花<sup>[3]</sup>,作为盆栽的品种相对较少。如姜荷花的主要商业品种“清迈粉”花茎长达50~80 cm(包括花序),若作为盆花使用,则必须采取措施使其花茎缩短。同时切花品种“清迈粉”的花茎相对细长、易倒伏,并且株形相对发散、叶片下垂,直接作为盆栽花卉存在一定的不足。矮化技术是盆栽花卉生产中常用的方法。观赏植物有许多矮化方法,与整枝修剪、摘心,控制水肥,杂交育种等技术相比,植物生长延缓剂的运用具有省工省时、经济效益高的优点,植物生长延缓剂主要是指那些能够抑制茎段分生组织的细胞分裂和伸长,并能使之生长速度减慢的化合物<sup>[4]</sup>,比如多效唑、烯效唑。目前对姜荷花采后生理<sup>[5]</sup>、花发育<sup>[6]</sup>、花期调控<sup>[7]</sup>、组织培养<sup>[8-10]</sup>、同工酶多态性<sup>[11]</sup>、遗传多样性<sup>[12-14]</sup>、基因克隆<sup>[15-16]</sup>、遗传转化<sup>[17]</sup>等的研究较多,而有关姜荷花矮化的研究很少,如姜荷花种球浸泡药剂的矮化效果<sup>[18]</sup>、矮化剂与光照强度、光周期等共同作用的效果<sup>[19]</sup>、多效唑与赤霉素共同作用对姜荷花的开花习性<sup>[20]</sup>、采后寿命等,但这些研究多仅涉及粗略的矮化效果,且对矮化效果形成的内部解剖机制尚鲜见报道。现通过用多效唑处理姜荷花幼苗,从组织

解剖结构层面对其矮化机理进行了研究,以期能为生产盆栽姜荷花及其它观赏花卉的矮化研究提供理论借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以姜荷花主要切花品种“清迈粉”幼苗为试材。多效唑为江苏七洲绿色化工股份有限公司生产的15%可湿性粉剂。

### 1.2 试验方法

筛选健壮且大小基本一致的“清迈粉”种球,于4月下旬用终浓度为0.2%的50%白菌灵可湿性粉剂溶液浸泡30 min凉干;用2 000倍15%扫螨净乳油浸淋处理30 s,清水冲洗干净;按行株距25 cm种植。设3种多效唑(PP<sub>333</sub>)浓度:100(P1)、300(P2)、500 mg/L(P3)对姜荷花“清迈粉”幼苗根部进行浇灌处理,以清水处理作为对照(CK),3次重复。后期统计出苗情况,对未出苗及出苗不整齐的则用备用小苗移植替换,确保苗势整齐一致。在小苗株高为20 cm左右时按设计的多效唑浓度梯度灌根处理,每株浇灌200 mL,对照组用等体积的清水浇灌根部。

### 1.3 项目测定

每隔7 d对试验材料的株高、花茎长、茎粗、花茎粗测量1次,各性状指标都取连续测量后获得的最高值。株高是从地面到最高叶尖的长度,花茎长是从地面到花序苞片下缘的长度,均用直尺测量;茎粗为植株基部的长轴径(茎部为扁平状),花茎粗为花茎最粗部分的直径,均用游标卡尺测量。叶面积则用美国CID CI-203便携式激光叶面积仪测定。最后制作花茎横切面、纵切面的切片并撕取叶片的上下表皮细胞,用奥林巴斯数码荧

**第一作者简介:**刘建新(1980-),男,博士,助理研究员,现主要从事花卉育种及栽培研究工作。E-mail:liujianxin2000@aliyun.com.

**基金项目:**杭州市科技发展计划种子种苗专项资助项目(20120332H21);萧山区科技计划重点资助项目(2011242);浙江省农科院院地合作资助项目。

**收稿日期:**2013-05-15

光显微系统(BX51T-32P01+BX2-FL+DP72)观察拍照并测量。取成熟花茎制作横切面、纵切面的临时装片,并在数码显微系统下拍照,测量大约30个连续的表层细胞的横向、纵向总长度,然后计算出单个细胞的长度。叶片表皮细胞面积采取一次性测量10个相邻表皮细胞的总面积,然后计算获得单个细胞的面积;气孔轴径为随机挑取10个气孔进行测量;单位面积气孔数通过测量含有10个以上气孔数的圆形区域面积,然后计算出单位面积内的气孔数。

叶绿素含量采用日本Konica SPAD-502叶绿素测定仪测定。以第1片真叶作为检测对象,取叶片的上、中、下3个点测定叶绿素含量,然后取平均值即为该叶片在叶绿素含量,每隔7d测定1次,测定数值中的最大值则代表多效唑处理对叶绿素含量的最大影响效果。用WALZ便携式调制叶绿素荧光仪PAM-2500对各处理组的最大光合效率及实际光合效率进行测定,以各处理组中任一植株的最后一叶片作为试验对象,暗处理20min后,测量 $F_v/F_m$ 值(最大光合效率)和 $\Delta F_v/F_m'$ 值(实际光合效率)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度多效唑对姜荷花的矮化效果

从图1~3可以看出,3种浓度水平处理组的株高、花茎长都较CK小,其中P3组的矮化效果非常明显;3个处理的叶面积也都较CK小,且长宽比都大于CK,说明经过多效唑处理后,姜荷花叶形发生了改变,由CK的细长叶形变为粗短叶形;茎粗中除P3与CK相当外,其

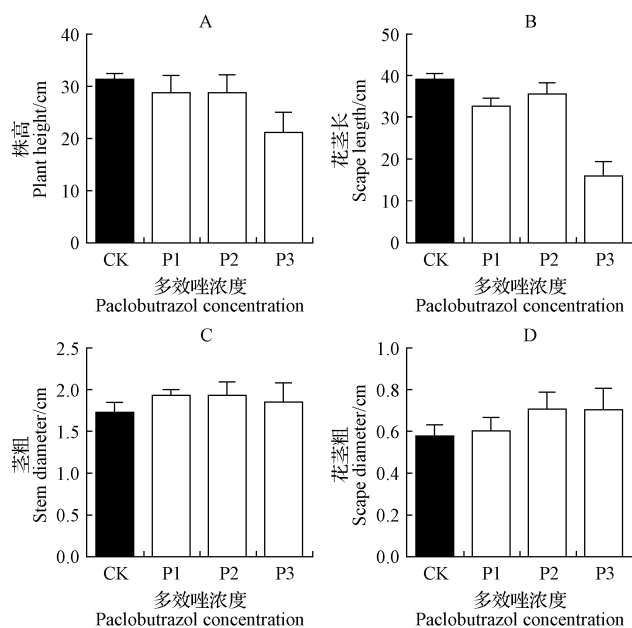


图1 不同浓度多效唑处理对植株茎及花茎的矮化效果

Fig.1 Dwarfing effect of different concentrations paclobutrazol on plant stem and scape of *Curcuma alismati folia*

它2个组合都明显大于CK;各处理花茎粗都大于CK,其中P2和P3组效果更为明显。各处理对叶龄的影响并不是很大,对分蘖的影响较不一致,其中P2处理组的分蘖数增加最为明显,达3.27个。

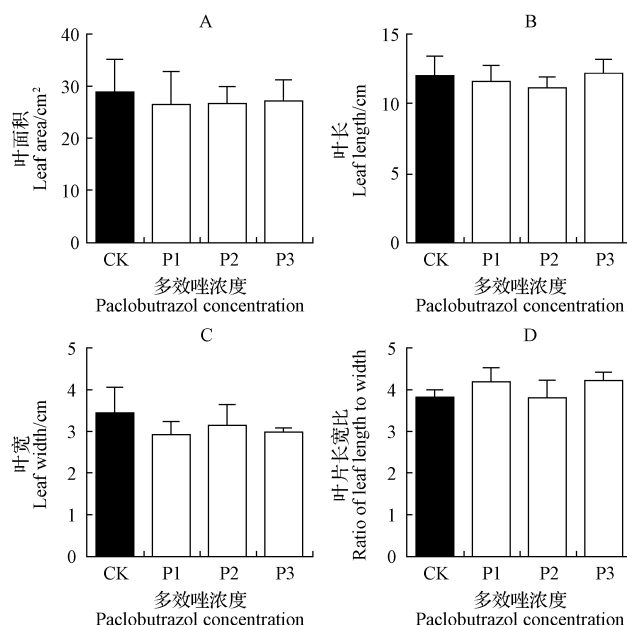


图2 不同浓度多效唑处理对叶片大小的影响

Fig.2 Effect of different concentrations paclobutrazol on leaves size of *Curcuma alismati folia*

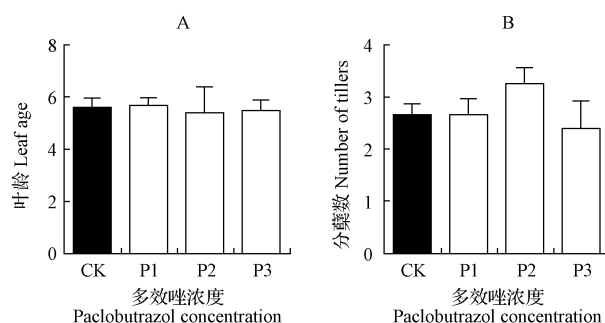


图3 不同浓度多效唑处理对叶龄及分蘖数的影响

Fig.3 Effect of different concentrations paclobutrazol on leaf age and number of tillers of *Curcuma alismati folia*

### 2.2 显微解剖分析

从图4可以看出,3个浓度水平的横切面细胞长度都明显较CK大,其中P2处理最为明显。纵切面中,3个浓度水平的细胞长度都明显小于CK。结合图1的花茎长、花茎粗结果可知,3个浓度水平多效唑处理均能使花茎变矮变粗,其原因与花茎细胞纵向长度变短、横向长度变大有关。

撕取各处理组的叶片的上、下表皮置于载玻片上,在显微镜下观察并测量表皮细胞的长短轴径、细胞大小、气孔大小、单位面积气孔数等指标。从表1可以看

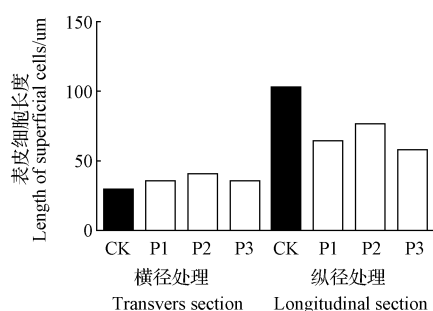


图4 不同浓度多效唑处理对花茎横切面、纵切面表层细胞的影响

Fig. 4 Effect of different concentrations of paclobutrazol treatment on length of scape superficial cells in transvers section and longitudinal section

出,各处理组的上下表皮细胞的单位面积都小于CK,相反上下表皮细胞的单位面积气孔数则都比CK多。上下表皮气孔的长短轴径则出现了2种截然不同的表现,即在上表皮中,各多效唑处理组的长短轴径都比CK小,而在下表皮中却均比CK大。此外,上下表皮细胞的长轴径变化相对于CK而言并不一致,但短轴径则均小于CK。综上所述,多效唑处理可以使得其叶片的上下表皮细胞都变小,而气孔数增多,同时使得上表皮的气孔变小,而下表皮气孔变大。

表1 不同浓度多效唑处理对叶表皮细胞及气孔的影响

Table 1 Effect of different concentrations paclobutrazol on size of leaf epidermis cell and stoma of *Curcuma alismatifolia*

处理	AUC	ALC	NSU	NSL	LUS	SUS	LLS	SLS
Treatment	/μm <sup>2</sup>	/μm <sup>2</sup>	/个	/个	/μm	/μm	/μm	/μm
P1	2.742	1.329	4.17E-05	6.72E-05	44.11	26.68	44.44	27.48
P2	2.405	1.085	3.05E-05	7.31E-05	47.82	28.72	45.45	28.71
P3	2.344	1.778	3.89E-05	4.95E-05	49.82	33.32	45.24	28.92
CK	3.047	1.922	1.73E-05	4.62E-05	51.20	35.82	41.82	27.15

注:AUC:上表皮细胞面积;ALC:下表皮细胞面积;NSU:上表皮中单位面积的气孔数;NSL:下表皮中单位面积的气孔数;LUS:上表皮气孔的长轴径;SUS:上表皮气孔的短轴径;LLS:下表皮气孔的长轴径;SLS:下表皮气孔的短轴径。

### 2.3 叶绿素含量和荧光分析

从图5可以看出,3个处理组的叶绿素含量都明显较CK大,说明多效唑处理能增加姜荷花的叶绿素含量;多效唑处理也能提高姜荷花的最大光化学效率( $F_v/F_m$ )。

### 3 结论与讨论

多效唑是三唑类植物生长调节剂,英文别名:(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol,能抑制赤霉素合成途径中内根-贝壳杉烯、内根-贝壳杉醇、内根-贝壳杉烯醛的氧化过程<sup>[4,21]</sup>。该试验结果与前人的研究类似,多效唑处理姜荷花植株后,使得株高、花茎长以及叶面积变小,P1、

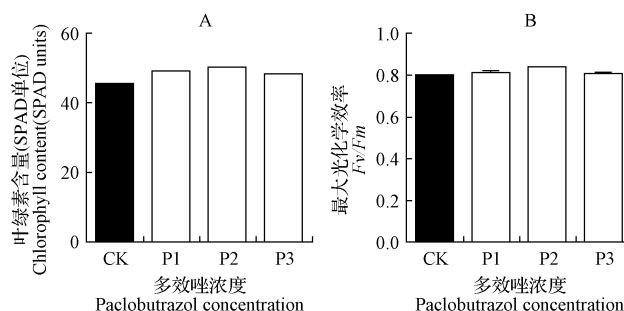


图5 不同浓度多效唑处理对叶绿素含量和荧光参数的影响

Fig. 5 Effect of different concentrations paclobutrazol on chlorophyll content and fluorescence correlative parameters of *Curcuma alismatifolia*

P2和P3组的株高与花茎长的比值分别为0.88、0.81和1.33。P3组的效果最为明显,但其花茎长却小于株高,不适合用作盆花,P1和P2则相对合适,比较3个处理的花茎粗可知,P2和P3的花茎都为0.71,明显比P1组以及CK粗大,因而有助于增强花茎的抗倒伏能力。综上所述,P2组在株高、花茎长以及粗度上都相对理想,适合作为盆栽矮化技术使用。

Thohirah等<sup>[18]</sup>在2005年将姜荷花种球浸泡在40 mg/L的多效唑溶液中30 min,发现能导致植株高度与花茎的长度变短,与该研究结果一致,二者不同之处是对姜荷花种球的处理方式,该研究是将多效唑浇灌在大约20 cm高的幼苗根部,P2组(300 mg/L)的商业效果较为理想,浓度为种球浸泡的7.5倍。此外,课题组同时也进行了多效唑叶片喷施试验(多效唑浓度与植株高度与该文一致),但处理过的植株高度并未发生明显的矮化效应。因此可以推断,多效唑对姜荷花处理越早效果越明显,植株对多效唑的主要吸收部位在根部。

对花茎以及叶片进行解剖分析可知,株高、花茎以及叶面积变小的原因在于多效唑使得各组成细胞体积变小引起的,而不是由于细胞数增加造成的。而花茎的增粗则是由于花茎细胞横向变大引起的。此外多效唑处理使得叶片上下表皮的气孔数增多,同时使得上表皮的气孔变小,而下表皮气孔变大,这个现象可能有助于减少整个叶片的水分蒸发,并加强下表皮的呼吸代谢。从叶绿素含量及荧光参数变化可知,多效唑处理明显增加了叶片中的叶绿素含量,并提高了其最大光合效率,光合效率的增加可能与叶绿素含量的增加有直接的关系。

### 参考文献

- [1] Seiichi F, Waraporn U. Inflorescence and flower initiation and development in *Curcuma alismatifolia* Gagnep (Zingiberaceae)[J]. Jpn J Trop Agr, 2005, 49(1): 14-20.
- [2] 林金水,陆奎眉.姜荷花生长习性与栽培技术的研究初报[J].福建热作科技, 2003, 29(3): 13-15.

- [3] Mark S R, Roger L, Jong S L, et al. Evaluation of *Curcuma* as potted plants and cut flowers[J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2006, 81(1): 63-71.
- [4] Arun K, Manish S, Dubey A K, et al. Paclobutrazol minimises the effects of salt stress in mango (*Mangifera indica* L.) [J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2009, 84(4): 459-465.
- [5] Kanok B, Saichol K, van Doorn W G. Postharvest physiology of *Curcuma alismatifolia* flowers [J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 34: 219-226.
- [6] Jeerawat P, Chuntana S, Pimchai A, et al. Floral development of *Curcuma alismatifolia* [C]. Thailand National Ornamental Meeting, 1996: 14-17.
- [7] Takano K, Azuma A. Studies on the flowering control of *Curcuma alismatifolia* Hort. , 3; The function and formation process of storage root [J]. Bulletin of the Kochi Agricultural Research Center, 1996, 5: 66-71.
- [8] Jeff S K, Mauricio J S, Patricia C B. Cultural studies in ornamental ginger [C]. Trends in New Crops and New Uses, 2002: 477-482.
- [9] Waraporn U, Sseichi F, Luckana P, et al. *Curcuma*: studies on tissue culture, pollen germination and viability, histology and flow cytometry [J]. Propagation of Ornamental Plants, 2003, 3(1): 34-41.
- [10] Surawit W. Clonal micropropagation of patumma (*Curcuma alismatifolia* Gagnep) [J]. Nat Sci, 1997, 31: 353-356.
- [11] Paisooksantivatana Y, Kako S, Seko H. Isozyme polymorphism in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. (Zingiberaceae), populations from Thailand [J]. Scientia Horticulturae, 2001, 88(4): 299-307.
- [12] Sasikumar B. Genetic resources of *Curcuma*: diversity, characterization and utilization [J]. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization, 2005, 3: 230-251.
- [13] Paisooksantivatana Y, Kako S, Seko H. Genetic diversity of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. (Zingiberaceae) in Thailand as revealed by allozyme polymorphism [J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2001, 48(5): 1-7.
- [14] Syamkumar S, Sasikumar B. Molecular marker based genetic diversity analysis of *Curcuma* species from India [J]. Scientia Horticulturae, 2007, 112(2): 235-241.
- [15] Mahadatanapuk S, Sanguansernsri M, Handa T, et al. Cloning of the ACC Synthase Gene from *Curcuma alismatifolia* Gagnep. and its use in transformation studies [C]. ISHS Acta Horticulturae 836: XXIII International Eucarpia Symposium, Section Ornamentals: Colourful Breeding and Genetics, 2009: 277-282.
- [16] Mahadatanapuk S, Nanakorn W, Chandej R, et al. Isolation and expression analysis of a gene encoding acc oxidase in *Curcuma alismatifolia* Gagnep. [J]. Acta Hort, 2010, 855: 189-194.
- [17] Supuk M, Nopmanee T, Takashi H, et al. Genetic transformation of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. using retarded shoots [J]. Plant Biotechnology, 2006, 23: 233-237.
- [18] Thohirah L A, Ramlan M F, Kamalakshi N. The effects of paclobutrazol and flurprimidol on the growth and flowering of curcuma roscovana and *Curcuma alismatifolia* malays [J]. Appl Biol, 2005, 34(2): 1-5.
- [19] Kuehny J S, Sarmiento M, Pilar P M, et al. Effect of light intensity, photoperiod and plant growth retardants on production of zingiberaceae as pot flowers [J]. Acta Hort, 2005, 683: 145-154.
- [20] Sarmiento M J, Kuehny J S. Efficacy of paclobutrazol and gibberellin<sub>4+7</sub> on growth and flowering of three *Curcuma* species [J]. Hort Technology, 2003, 13(3): 493-496.
- [21] Peter H, Jan E G. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell-free homogenates of *Cucurbita maxima* Endosperm and *Malus pumila* Embryos [J]. J Plant Growth Regul, 1985(4): 111-122.

## Study on Dwarfing Effect and Mechanism of Paclobutrazol on *Curcuma alismatifolia*

LIU Jian-xin<sup>1</sup>, DING Hua-qiao<sup>1</sup>, ZOU Qing-cheng<sup>1</sup>, WANG Wei-yong<sup>1</sup>, CAI Li-yan<sup>2</sup>

(1. Research and Development Centre of Flower, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou, Zhejiang 311202; 2. Nanxiang Primary School of Xiaoshan District, Hangzhou, Zhejiang 311227)

**Abstract:** Taking *Curcuma alismatifolia* ‘Chiang Mai Pink’ as materials, the effect of different concentrations of paclobutrazol on agronomic traits, anatomic structure, chlorophyll content and fluorescence parameter change were researched. The results showed that besides some traits such as plant height shorten, scape length and leaf area lessened, other traits included diameters of both stem and scape increased; the behavior that scape shorten and thicken owed to scape cells shorten in lengthways and largen in widthways; paclobutrazol made area of both upper and lower epidermal cell reduced, whereas number of corresponding stomata increased. Furthermore, paclobutrazol also made area of upper epidermal stomata small, whereas lower epidermal stomata largen. Based on measurement experiment about chlorophyll content and fluorescence, paclobutrazol treatment could increase chlorophyll content obviously. Furthermore, with the concentration increasing, paclobutrazol also could raise photosynthesis efficiency. Therefore, the research could be used in pot flower production of *Curcuma alismatifolia*, and it could also provide some theory foundation for other ornamental flower’s dwarfing mechanism research.

**Key words:** *Curcuma alismatifolia*; ‘Chiang Mai Pink’; paclobutrazol; chlorophyll fluorescence