

6-BA 和多梗素喷施期对蝴蝶兰开花及侧梗的影响

李 杰¹, 叶广英¹, 李 斌², 魏鑫钰², 欧一志², 杨凤玺^{1*}

1. 广东省农业科学院环境园艺研究所/广东省园林花卉种质创新综合利用重点实验室, 广东广州 510640; 2. 广东省农业科学院设施农业研究所, 广东广州 510640

摘 要: 为提升蝴蝶兰花朵数量与开花品质, 本研究探讨抽梗前后喷施 6-BA 或多梗素对不同品种开花性状及花梗侧枝的调控效果。试验选用 1 个大花型品种和 6 个小花型品种, 分别于抽梗前喷施 400 mg/L 6-BA 或多梗素 (200 倍液), 并于抽梗后喷施 200 mg/L 6-BA, 测定抽梗时期、双梗率与多梗率、花梗长度、花朵数量、花梗侧枝数、消蕾率等开花指标。结果表明: 抽梗前喷施 6-BA 或多梗素均可显著促进小花型品种抽梗, 提高其双梗率与多梗率 (例如, 金边玲珑多梗率达 100%), 但会减少部分品种的花梗侧枝数。大花型品种大辣椒对多梗诱导反应不敏感, 其双梗率仅为 3.3%, 但抽梗时期较对照提前 20 d。抽梗后喷施 6-BA 虽延迟开花, 但能显著增加小花型品种的花序长度、花朵数量、花梗侧枝数及最长侧枝长度, 同时也引起不同程度的消蕾现象, 其中金边咖啡的消蕾率高达 59.2%。综上, 6-BA 对蝴蝶兰开花的影响存在显著品种差异与处理的时期效应: 抽梗前处理有利于诱导小花型品种形成多梗, 提高抽梗整齐度, 多梗素与 6-BA 效果相近; 抽梗后处理可优化小花型品种的花序结构, 但需注意消蕾风险, 生产中应根据品种特性与栽培目标选择适宜的处理时期。

关键词: 蝴蝶兰; 6-BA; 多梗素; 开花性状; 双梗; 花梗侧枝

中图分类号: S682.31 **文献标志码:** A

Effects of 6-BA and Multi-stem Inducer Spray Timing on Flowering and Lateral Branching in *Phalaenopsis*

LI Jie¹, YE Guangying¹, LI Bin², WEI Xinyu², OU Yizhi², YANG Fengxi^{1*}

1. Environmental Horticulture Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences / Guangdong Provincial Key Lab of Ornamental Plant Germplasm Innovation and Utilization, Guangzhou, Guangdong 510640, China; 2. Institute of Facility Agriculture, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China

Abstract: To enhance the flower quantity and flowering quality of *Phalaenopsis*, this study investigated the regulatory effects of spraying 6-BA or multi-stem inducer before and after flower stalk emergence on the flowering traits and lateral branch development of different cultivars. The experiment employed one large-flowered cultivar and six small-flowered cultivars. Treatments included spraying 400 mg/L 6-BA or multi-stem inducer (200×dilution) before stalk emergence and 200 mg/L 6-BA after stalk emergence. Flowering indices such as stalk emergence time, double-stalk rate, multiple-stalk rate, stalk length, flower number, number of lateral branches on the stalk, and bud abortion count were measured. Spraying 6-BA or the multi-stem inducer before stalk emergence significantly promoted stalk emergence in small-flowered cultivars, increasing the double-stalk and multiple-stalk rates (e.g., the multiple-stalk rate of ‘Jinbian linglong’ reached 100%). However, it reduced the number of lateral branches on the stalk in some cultivars. The large-flowered cultivar ‘Daliajiao’ was insensitive to multi-stalk induction, with a double-stalk rate of only 3.3%, but its stalk emergence time was advanced by 20 days compared to the control after pre-emergence 6-BA treatment. Although spraying 6-BA after stalk emergence delayed flowering, it significantly increased the inflorescence length,

收稿日期 2025-10-30; **接受日期** 2025-12-09

基金项目 广东省农业科学院协同创新中心项目 (No. XTXM202201); 广东省科技成果入县达镇促进城乡区域协调发展专项项目 (No. 2025B0202010019); 广东省现代农业产业技术体系创新团队建设项目 (No. 2024CXTD12)。

作者简介 李 杰 (1983—), 男, 博士, 副研究员; 研究方向: 兰花栽培与遗传育种。*通信作者 (Corresponding author): 杨凤玺 (YANG Fengxi), E-mail: yangfengxi@gdaas.cn。

flower number, number of lateral branches on the stalk, and the length of the longest lateral branch in small-flowered cultivars. It also induced varying degrees of bud abortion, with 'Jinbian kafei' being the most severely affected, showing a bud abortion rate as high as 59.2%. In conclusion, the effects of 6-BA on *Phalaenopsis* flowering exhibit significant cultivar differences and are dependent on the application timing. Treatment before stalk emergence is conducive to inducing multiple stalks in small-flowered cultivars and improving emergence uniformity, with the multi-stem inducer showing similar effects to 6-BA. Treatment after stalk emergence can optimize the inflorescence structure of small-flowered cultivars but requires attention to the risk of bud abortion. In production, the appropriate treatment timing should be selected based on cultivar characteristics and cultivation objectives.

Keywords: *Phalaenopsis*; 6-BA; multi-stem inducer; flowering traits; double-scape; inflorescence lateral branching

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2026.03.012

蝴蝶兰 (*Phalaenopsis* spp.) 属兰科蝴蝶兰属, 素有“洋兰王后”的美誉^[1]。作为全球观赏花卉贸易的核心品类, 蝴蝶兰不仅拥有独特的花型、丰富的色彩和长达数月的花期, 并可实现周年生产供应, 其经济价值在兰科植物中居首位^[2-3]。近年来, 随着消费者对蝴蝶兰盆栽产品差异化需求的升级, 如何增加蝴蝶兰花梗数和花梗侧枝数从而整体提升花朵数量和开花品质, 是生产上亟待解决的问题。

蝴蝶兰的花芽分化需要适度的低温, 在 25~20 °C/20~15 °C (昼/夜) 条件下处理 6 周后, 可打破腋芽休眠, 促使其从叶基处伸出并发育为花梗^[4]。植物生长调节剂对兰科植物的花芽分化、花序发育及开花品质具有重要调控作用^[5-6]。研究表明, 抽梗前外源喷施不同浓度的 6-苊氨基嘌呤 (6-BA) 与赤霉素 (GA_3) 均能显著提升蝴蝶兰叶片内源 IAA、 GA_3 和 ABA 含量, 促进提早开花, 且其效应因品种和浓度而异, 2 种处理均能增加花朵数量, 但 GA_3 易导致花朵畸形, 且畸形率随浓度升高而上升^[6]。李奥等^[3]也报道了 GA_3 处理引起蝴蝶兰早花与花型异常的现象, 并指出在提高双梗率上, 6-BA 的效果优于 GA_3 及其与 6-BA 的复合处理。吴小梅等^[7]和赖思婷等^[8]也报道了 6-BA 能有效提升不同蝴蝶兰品种的双梗率。可见, 6-BA 在诱导蝴蝶兰花芽形成与提高双梗率上优于 GA_3 , 但其在抽梗后喷施对蝴蝶兰开花品质的影响尚不明确。在实际生产栽培中, 部分蝴蝶兰生产企业开始使用多梗素以诱导双梗或多梗, 但其效果与单独喷施 6-BA 尚缺乏系统比较。此外, 不同蝴蝶兰品种对生长调节剂的响应存在差异, 如大花型与小花型品种在花梗侧枝形态上表现出不同规律^[9], 目前针对该问题的研究仍较为有限。因此, 本研究以 7 个不同类型蝴蝶兰品种为材料, 通过比较抽梗前和抽梗后喷施 6-BA 或

多梗素对其开花性状及花梗侧枝结构的影响, 旨在为蝴蝶兰高效栽培与花期调控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2024—2025 年在广东省农业科学院环境园艺研究所温室进行。供试蝴蝶兰品种如图 1 所示, 包括 1 个大花型品种: 大辣椒 (花宽度约 9.2 cm), 6 个小花型品种: 金边小飞象、玉红、LL29、金边玲珑、金边咖啡和小孔雀 (花宽度 4.0~5.8 cm), 均采用 1.5 年生苗, 以水苔为基质, 种植于 2.8 寸 (约 9.33 cm) 种植杯中。



图 1 供试 7 个蝴蝶兰品种花朵
Fig. 1 Flowers of seven experimental *Phalaenopsis* cultivars

1.2 方法

1.2.1 抽梗前 6-BA 和多梗素处理 为诱导蝴蝶兰多梗, 于 2024 年 9 月 3 日开始进行空调低温催花处理, 昼/夜温度设置为 26 °C/17 °C, 于次日开始喷施 6-BA 或多梗素。7 个品种均设置 400 mg/L 6-BA 处理^[10]和清水对照 (CK)。为比较单独喷施 6-BA 与企业施用的多梗素 (购自广东金颖花卉苗木有限公司) 的差异, 另选取金边咖啡、小孔雀和 LL29 3 个品种, 设置喷施多梗素 (200 倍液, 生产推荐浓度) 处理。于每升 6-BA 和多梗

素处理溶液中均加入 1 mL “不怕雨” 农用有机硅助剂（上海永通生态工程股份有限公司）。处理方法为喷雾叶片正反面，每 7 d 喷施 1 次，共喷施 3 次。每个处理设置 3 次重复，每重复 10 株苗。

1.2.2 抽梗后 6-BA 处理 以上述 7 个品种为材料，待蝴蝶兰植株抽梗后现蕾时开始喷施 200 mg/L 6-BA^[10]，处理方法为喷雾叶片双面和花梗，以喷施清水为对照（CK）。每 7 d 喷施 1 次，喷施 3 次。每个处理设置 3 个重复，每重复 10 株苗。

1.2.3 指标测定 抽梗前处理的植株于第 3 次喷施后第 10 天开始观测抽梗情况，并统计各处理双梗率和多梗率（花梗数≥3），此后每 10 d 统计 1 次，共统计 5 次。植株开花后，记录其第 1 朵花的开放日期，并测定盛花期的花梗长度、花序长度、花梗粗、花宽度、花朵数量、花梗侧枝数、侧枝花朵数量、最长侧枝长度等花朵性状指标^[9]。抽梗后处理出现消蕾现象，统计消蕾数（花梗上枯萎未开放的小花苞数量）。

1.3 数据处理

采用 Excel 2019 软件进行数据整理，采用 SPSS 23 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 抽梗前喷施 6-BA 和多梗素对蝴蝶兰抽梗的影响

由表 1 可知，对大花型品种大辣椒而言，CK 处理的大辣椒品种 70 d 才开始抽梗，而 6-BA 处理的大辣椒品种抽梗时间比 CK 提前 20 d，且 70 d 时，6-BA 处理的大辣椒品种抽梗率已达 100%，而 CK 处理的大辣椒品种抽梗率仅为 36.7%。小花型品种中，除金边玲珑外，其他 5 个品种 6-BA 处理的同期抽梗率也显著高于 CK。多梗素同样能促进蝴蝶兰抽梗，但 3 个品种喷施效果不同，6-BA 对金边咖啡品种的促进抽梗效果显著优于多梗素，而对 LL29 品种而言，处理 50 d 前，促进抽梗的效果是多梗素优于 6-BA，而后期二者差异不显著。喷药处理后的 70 d，6 个小花型品种处理和 CK 组均已全部抽梗。整体而言，抽梗前喷施 6-BA 或多梗素均显著提高了蝴蝶兰抽梗的整齐度。

由表 2 可知，在仅依靠低温诱导的条件下，6 个小花型品种 CK 组均有一定程度的双梗率，尤其是金边咖啡和金边小飞象品种，双梗率达 96% 以上。同时，金边咖啡、金边小飞象、小孔雀和

表 1 抽梗前喷施 6-BA 和多梗素对蝴蝶兰抽梗率的影响
Tab. 1 Effect of pre-spraying with 6-BA and multi-stem inducer on the spiking rate of *Phalaenopsis*

品种 Variety	处理 Treatment	抽梗率 Spiking rate/%				
		40 d	50 d	60 d	70 d	80 d
金边咖啡	CK	26.7±3.3 ^b	56.7±3.3 ^c	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	6-BA	40.0±0.0 ^a	90.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	多梗素	40.0±0.0 ^a	80.0±0.0 ^b	93.3±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
小孔雀	CK	46.7±3.3 ^b	90.0±0.0 ^c	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	6-BA	73.3±3.3 ^a	96.7±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	多梗素	73.3±3.3 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
LL29	CK	23.3±3.3 ^c	53.3±3.3 ^c	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	6-BA	46.7±6.7 ^b	80.0±0.0 ^b	96.7±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	多梗素	66.7±3.3 ^a	83.3±3.3 ^a	93.3±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
玉红	CK	30.0±0.0 ^b	56.7±3.3 ^b	73.3±6.7 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	6-BA	70.0±0.0 ^a	83.3±3.3 ^a	83.3±3.3 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
金边玲珑	CK	63.3±6.7 ^a	83.3±3.3 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	6-BA	40.0±0.0 ^b	73.3±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
金边小飞象	CK	46.7±3.3 ^b	56.7±6.7 ^b	73.3±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
	6-BA	53.3±6.7 ^a	70.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
大辣椒	CK	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^b	36.7±3.3 ^b	63.3±6.7 ^b
	6-BA	0.0±0.0 ^a	26.7±3.3 ^a	56.7±5.3 ^a	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a

注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著（ $P<0.05$ ）。
Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

表 2 抽梗前喷施 6-BA 和多梗素对蝴蝶兰花梗数的影响
Tab. 2 Effects of pre-spraying with 6-BA and multi-stem inducer on spike count in *Phalaenopsis*

品种 Variety	处理 Treatment	双梗率 Double-spike rate/%	多梗率 Multiple-spike rate/%	双梗和多梗植株比例 Proportion of plants with double/multiple spikes/%
金边咖啡	CK	96.7±3.3 ^a	3.3±3.3 ^c	100.0±0.0 ^a
	6-BA	76.7±3.3 ^b	23.3±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a
	多梗素	66.7±6.7 ^b	33.3±6.7 ^a	100.0±0.0 ^a
小孔雀	CK	70.0±6.7 ^a	6.7±6.7 ^c	76.7±3.3 ^b
	6-BA	60.0±0.0 ^b	16.7±3.3 ^b	76.7±3.3 ^b
	多梗素	70.0±0.0 ^a	26.7±3.3 ^a	96.7±3.3 ^a
LL29	CK	50.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^c	50.0±0.0 ^b
	6-BA	56.7±6.7 ^b	40.0±10.0 ^a	96.7±3.3 ^a
	多梗素	70.0±0.0 ^a	23.3±3.3 ^b	93.3±3.3 ^a
玉红	CK	43.3±6.7 ^a	0.0±0.0 ^a	43.3±6.7 ^a
	6-BA	36.7±6.7 ^a	0.0±0.0 ^a	36.7±6.7 ^a
金边玲珑	CK	86.7±3.3 ^a	6.7±3.3 ^b	93.3±3.3 ^b
	6-BA	0.0±0.0 ^b	100.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a
金边小飞象	CK	96.7±3.3 ^a	3.3±3.3 ^b	100.0±0.0 ^a
	6-BA	76.7±3.3 ^b	23.3±3.3 ^a	100.0±0.0 ^a
大辣椒	CK	0.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^b
	6-BA	3.3±3.3 ^a	0.0±0.0 ^a	3.3±3.3 ^a

注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著（ $P<0.05$ ）。
Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

金边玲珑 4 个品种也有 3.3%~6.7%的多梗率（花梗数 ≥ 3 ）。除玉红品种外，6-BA 和多梗素处理显著提高了其他小花型品种的多梗率，尤其是金边玲珑，多梗率高达 100%，且单株的花梗数高达 7 个（图 2），说明该品种非常容易诱导多花梗。多梗素处理对金边咖啡和小孔雀品种诱导多梗的效果显著优于 6-BA 处理，而 LL29 品种则相反。6-BA 或多梗素处理后，金边咖啡、金边小飞象和金边玲珑 3 个品种的双梗和多梗植株比例可达 100%。可见，不同蝴蝶兰品种由于遗传背景差异对多梗素和 6-BA 的响应不同。大花型蝴蝶兰品种通常难以诱导双梗，大辣椒品种对照组全部为单梗，喷施 6-BA 后，双梗率仅为 3.3%。

2.2 抽梗前喷施 6-BA 和多梗素对蝴蝶兰开花性状和花梗侧枝的影响

由表 3 可知，抽梗前 6-BA 和多梗素处理能促进蝴蝶兰提前开花，其中大辣椒品种提前约 20 d 开花（图 2），LL29 品种开花提前约 8 d。2 种处理对大花型品种大辣椒和 6 个小花型品种的花宽度、花梗长度、花序长度、花序梗粗 4 个性状影响之间差异不显著。6-BA 和多梗素处理 LL29 品种的花朵数量相较于 CK 分别增加了 2.7



图 2 抽梗前喷施 6-BA 和多梗素后蝴蝶兰抽梗和开花情况

Fig. 2 Spike emergence and flowering of different *Phalaenopsis* varieties after spraying 6-BA and multi-stem inducer before spike emergence

表 3 抽梗前喷施 6-BA 和多梗素对蝴蝶兰花朵性状和花梗侧枝的影响
Tab. 3 Effect of pre-spraying with 6-BA and multi-stem inducer on floral traits and lateral branching of inflorescences in *Phalaenopsis*

品种 Variety	处理 Treatment	开花时间 (月-日) Flowering time (M-D)	花宽度 Flower width /cm	花梗长度 Spike length /cm	花序长度 Inflorescence length /cm	花梗粗 Spike diameter /mm	花朵数量 Flower number	花梗侧枝数 Number of inflorescence lateral branches	侧枝花朵数量 Number of flowers on lat- eral branches
金边咖啡	CK	01-09	4.1±0.1 ^a	18.4±1.0 ^a	10.6±0.2 ^a	3.8±0.2 ^a	18.6±0.6 ^a	1.4±0.3 ^a	1.4±0.0 ^a
	6-BA	01-02	4.0±0.0 ^a	19.4±0.4 ^a	10.0±0.5 ^a	4.2±0.1 ^a	19.1±0.0 ^a	1.1±0.2 ^a	0.4±0.0 ^c
	多梗素	01-02	4.0±0.0 ^a	17.8±0.3 ^a	10.8±0.6 ^a	4.1±0.1 ^a	19.3±0.1 ^a	1.1±0.1 ^a	1.1±0.1 ^b
小孔雀	CK	12-25	5.0±0.0 ^a	21.1±0.0 ^a	14.5±2.7 ^a	3.6±0.1 ^a	21.9±1.3 ^a	0.5±0.1 ^a	3.2±0.8 ^a
	6-BA	12-23	5.0±0.0 ^a	23.0±0.2 ^a	14.0±0.1 ^a	3.7±0.2 ^a	22.1±1.4 ^a	0.0±0.0 ^b	1.9±0.2 ^b
	多梗素	12-23	5.0±0.1 ^a	20.6±0.6 ^a	13.9±1.7 ^a	3.9±0.1 ^a	20.6±0.6 ^a	0.0±0.0 ^b	1.0±0.2 ^c
LL29	CK	01-02	5.2±0.2 ^a	22.3±1.0 ^a	13.9±1.1 ^a	4.6±0.0 ^a	19.6±0.6 ^b	0.8±0.0 ^a	2.3±0.4 ^a
	6-BA	12-25	5.1±0.1 ^a	21.1±0.3 ^a	15.5±1.4 ^a	4.7±0.1 ^a	22.3±1.8 ^a	0.3±0.1 ^b	0.0±0.0 ^b
	多梗素	12-25	5.2±0.0 ^a	21.1±0.8 ^a	14.0±2.7 ^a	4.8±0.2 ^a	22.7±1.1 ^a	0.2±0.1 ^b	0.0±0.0 ^b
玉红	CK	12-25	5.8±0.2 ^a	21.5±1.0 ^a	10.4±0.9 ^a	3.2±0.1 ^a	10.1±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
	6-BA	12-25	5.7±0.1 ^a	21.3±0.8 ^a	10.9±1.3 ^a	3.3±0.0 ^a	9.5±0.3 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
金边玲珑	CK	12-25	4.5±0.1 ^a	14.6±1.3 ^a	12.9±1.1 ^a	3.7±0.1 ^a	23.5±0.4 ^b	2.1±0.4 ^a	8.4±1.7 ^a
	6-BA	12-21	4.4±0.1 ^a	14.5±0.3 ^a	8.7±0.4 ^b	3.8±0.1 ^a	30.8±1.1 ^a	2.4±0.3 ^a	5.6±0.3 ^b
金边小飞象	CK	12-25	3.6±0.0 ^a	12.9±1.7 ^a	9.0±1.3 ^a	3.5±0.2 ^a	20.7±1.4 ^a	3.2±0.6 ^a	4.5±0.4 ^a
	6-BA	12-23	3.6±0.0 ^a	12.9±0.6 ^a	6.1±0.8 ^b	3.4±0.1 ^a	20.6±1.3 ^a	1.1±0.4 ^b	0.7±0.1 ^b
大辣椒	CK	02-12	9.2±0.1 ^a	38.7±2.0 ^a	17.3±0.8 ^a	5.6±0.1 ^a	6.9±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
	6-BA	01-23	9.4±0.1 ^a	37.6±2.4 ^a	15.8±1.3 ^a	5.4±0.3 ^a	6.5±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a

注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

和 3.1 朵，6-BA 处理金边玲珑品种的花朵数量相较于 CK 增加了 7.3 朵，而其他品种处理组与 CK 的花朵数量之间差异不显著。在花梗侧枝数方面，经抽梗前 6-BA 或多梗素处理后，小孔雀品种的花梗侧枝数由 0.5 降至 0；LL29 品种的花梗侧枝数由 0.8 显著降低至 0.2，金边小飞象品种的花梗侧枝数则由 3.2 显著降低至 1.1；而玉红与大辣椒 2 个品种本身无侧枝，处理后均未出现显著变化。在其他 5 个小花型品种中，处理后的侧枝花朵数量均显著减少，其中金边小飞象品种减少最多，达 3.8 朵；金边玲珑品种次之，减少 2.8 朵；LL29 品种的侧枝花朵数量由 CK 的 2.3 朵降至 0。

2.3 抽梗后喷施 6-BA 对蝴蝶兰开花性状和花梗侧枝的影响

由表 4 可知，抽梗后喷施 200 mg/L 6-BA 可推迟所有供试蝴蝶兰品种的开花时间。其中小孔雀和 LL29 品种开花延迟约 7 d，玉红品种延迟达 21 d。处理对 7 个品种的花梗长度与花宽度均无显著影响，但除大花型品种大辣椒外，其余 6 个小花型品种的花序长度均显著增加，增幅为 4.9~7.5 cm，以金边玲珑品种花序长度增幅最大。同时，这 6 个小花型品种的花朵数量也显著增多，

其中金边咖啡、金边玲珑和金边小飞象品种的花朵数量增加最为显著，分别较 CK 增加了 35.1、26.6、21.8 朵，玉红品种仅增加 1.4 朵。此外，金边咖啡、小孔雀、LL29、金边玲珑和金边小飞象 5 个小花型品种的最长侧枝长度较 CK 显著增加 3.7~7.5 cm，以金边咖啡品种增幅最大，LL29 品种次之。前 4 个品种的花梗侧枝数也显著增多(图 3)，其中金边咖啡品种的侧枝数较 CK 多 2.6 个，金边玲珑品种次之(多 1.2 个)。综上所述，抽梗后喷施 6-BA 可促进小花型蝴蝶兰品种的花芽分化，增加其花梗侧枝数与花朵数量，并改变花序结构，但对本身无侧枝的玉红和大辣椒品种影响有限。

2.4 抽梗后喷施 6-BA 对蝴蝶兰消蕾的影响

抽梗后喷施 200 mg/L 6-BA 以后，大花型蝴蝶兰品种大辣椒无消蕾现象，但小花型品种出现消蕾现象，即花梗上的小花苞枯萎，未能正常开放，但不同品种表现存在差异。图 4 和图 5 显示，玉红品种所有花苞均能正常开放，无消蕾现象，但金边咖啡品种的消蕾现象最为严重，平均单株的消蕾数达 32.4 朵，占总花朵数的 59.2%，其次是金边小飞象、小孔雀、金边玲珑和 LL29 品种，

表 4 抽梗后喷施 6-BA 对蝴蝶兰花梗侧枝和花朵性状的影响

Tab. 4 Effect of spraying 6-BA after spike emergence on lateral branches of flower spikes and flower traits in *Phalaenopsis*

品种 Variety	处理 Treatment	开花时间 (月-日) Flowering time (M-D)	花梗长度 Spike length /cm	花序长度 Inflorescence length/cm	花宽度 Flower width/cm	花朵数量 Flower number	花梗侧枝数 Number of inflorescence lateral branches	最长侧枝长度 Length of the longest lateral branch/cm
金边咖啡	CK	01-09	18.4±1.0 ^a	10.6±0.2 ^b	4.1±0.1 ^a	18.6±0.6 ^b	1.4±0.3 ^b	3.9±0.8 ^b
	6-BA	01-09	18.4±0.2 ^a	17.8±0.0 ^a	4.0±0.0 ^a	53.7±6.1 ^a	4.0±0.6 ^a	11.4±0.7 ^a
小孔雀	CK	12-25	21.1±0.0 ^a	14.5±2.7 ^b	5.0±0.0 ^a	21.9±1.3 ^b	0.5±0.1 ^b	4.6±0.7 ^b
	6-BA	01-02	21.0±0.4 ^a	19.4±0.6 ^a	5.2±0.2 ^a	30.3±2.7 ^a	1.2±0.2 ^a	8.3±0.1 ^a
LL29	CK	01-02	22.3±1.0 ^a	13.9±1.1 ^b	5.2±0.2 ^a	19.6±0.6 ^b	0.8±0.0 ^b	4.5±2.0 ^b
	6-BA	01-09	22.3±0.7 ^a	20.1±0.2 ^a	5.3±0.1 ^a	27.4±3.3 ^a	1.0±0.3 ^a	11.3±1.4 ^a
玉红	CK	12-25	21.5±1.0 ^a	10.4±0.9 ^b	5.8±0.1 ^a	10.1±0.4 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
	6-BA	01-16	21.5±2.1 ^a	16.9±0.2 ^a	5.7±0.1 ^a	11.5±0.4 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
金边玲珑	CK	12-25	14.6±1.3 ^a	12.9±1.1 ^b	4.5±0.1 ^a	23.5±0.4 ^b	2.1±0.4 ^b	7.5±0.1 ^b
	6-BA	12-25	12.6±2.0 ^a	20.4±2.3 ^a	4.5±0.0 ^a	45.3±0.1 ^a	3.3±0.1 ^a	11.2±0.8 ^a
金边小飞象	CK	12-25	12.9±1.7 ^a	9.0±1.3 ^b	3.6±0.0 ^a	20.7±1.4 ^b	3.2±0.6 ^a	3.6±0.9 ^b
	6-BA	12-25	12.8±0.3 ^a	14.4±1.2 ^a	3.6±0.2 ^a	47.3±2.3 ^a	3.3±0.1 ^a	7.4±0.8 ^a
大辣椒	CK	02-12	38.7±2.0 ^a	17.3±0.8 ^a	9.2±0.1 ^a	6.9±0.5 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
	6-BA	02-12	39.6±0.3 ^a	16.3±0.6 ^a	9.4±0.4 ^a	6.4±0.2 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a

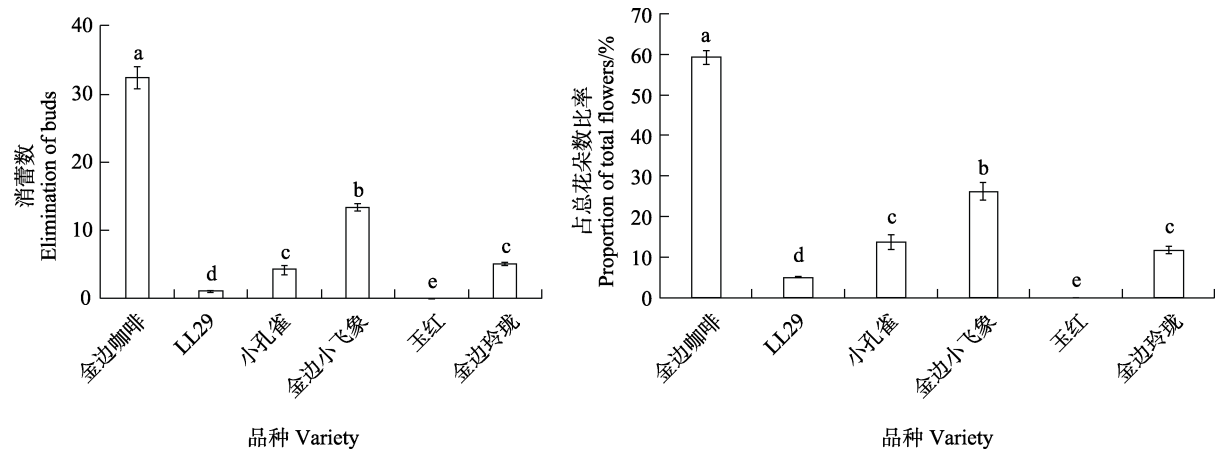
注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著（ $P<0.05$ ）。

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).



图 3 抽梗后喷施 6-BA 蝴蝶兰抽梗和开花情况

Fig. 3 Spike emergence and flowering of *Phalaenopsis* after spraying 6-BA post spike initiation



不同小写字母表示处理间差异显著（ $P<0.05$ ）。

Different lowercase letters indicate significant difference among treatments ($P<0.05$).

图 4 蝴蝶兰品种消蕾数及其占总花朵数比率

Fig. 4 Comparison of bud abortion number and its percentage to the total number of flowers in *Phalaenopsis* varieties



图 5 抽梗后喷施 6-BA 金边咖啡消蕾情况
Fig. 5 Bud abortion in Jinbian kafei after spraying 6-BA post spike initiation

它们的消蕾数占总花朵数的比率分别为 26.2%、13.8%、11.7%和 5.0%。

3 讨论

本研究系统比较抽梗前和抽梗后喷施 6-BA 对 7 个蝴蝶兰品种开花特性和花梗侧枝的影响,结果表明植物生长调节剂的效果存在显著的品种特异性和处理时期依赖性。在抽梗前处理时,6-BA 能有效促进蝴蝶兰的抽梗进程,提高抽梗整齐性,并显著增加小花型品种的多梗率,尤其是金边玲珑品种的多梗率达 100%,单株花梗数最多为 7 个。这一现象与前人的研究结果一致^[3,7],即 6-BA 可通过调节吡啶-3-乙酸、脱落酸、水杨酸、赤霉素、细胞分裂素和茉莉酸等内源激素的平衡,打破腋芽休眠,促进花梗分化^[2]。然而,由于蝴蝶兰遗传多样性丰富,品种间遗传背景差异大^[11-13],大花型品种大辣椒也能响应 6-BA 使其抽梗时间显著提前 20 d,但多是单梗,双梗率仅为 3.3%,说明其花芽分化可能受遗传背景的影响较大,而大花型品种往往对植株的营养积累要求较高^[14-15],本研究使用的品种为大辣椒 1.5 年生的 2.8 寸苗(约 9.33 cm),后续可进一步观测 3.5 寸苗(约 11.67 cm)或营养积累更长的多年生苗双梗率诱导效果。多梗素对蝴蝶兰抽梗的促进效果与 6-BA 类似,在金边咖啡和小孔雀品种上诱导多梗的效果优于 6-BA,而在 LL29 品种上则相反,这可能与多梗素中除 6-BA 外还含有其他活性辅助成分有关。值得注意的是,虽然抽梗前处理能促进多梗形成,但并未显著影响花朵大小、花梗长度等基本性状,这与李奥等^[3]在蝴蝶兰品种富乐夕阳和双霞喷施 GA₃ 后花朵变小、喷施

6-BA 的花朵质量在一定浓度范围内变化不大的结论一致,但本研究中抽梗前喷施 6-BA 反而减少了部分品种(如小孔雀和金边小飞象)的花梗侧枝数及侧枝花朵数量,这可能是因为资源在多梗诱导过程中被优先分配至主花序发育,导致侧枝的营养供给不足,体现了激素调控下源-库关系的动态平衡^[2]。

另外,抽梗后喷施 6-BA 对开花性状和花序侧枝的调控作用与抽梗前处理存在显著差异。尽管 6-BA 处理延迟了小孔雀和玉红等品种的开花进程,但显著增加了小花型品种的花序长度、花朵数量、花梗侧枝数量及最长侧枝长度,表明 6-BA 在花梗伸长期可进一步激活侧芽分化和花芽形成。这种促进作用可能与 6-BA 在花序发育阶段增强分生组织活性有关,但其效应受品种特性制约,无侧枝的品种玉红和大辣椒未表现出显著差异。然而,抽梗后处理也带来了明显的负面效应,即消蕾,尤其在金边咖啡品种上,单株消蕾数占植株总花朵数的 59.2%。消蕾可能与 6-BA 诱导的养分竞争失衡或激素信号冲突有关:外源细胞分裂素在促进花芽分化的同时,若未能同步增强光合产物转运或与其他激素协调,易导致发育中的小花苞败育^[16-17]。品种间消蕾程度的差异可能源于其内源激素稳态、碳水化合物储备或应激响应机制的差异,这为未来品种选育和抗逆栽培提供参考,同时针对不同特性的蝴蝶兰品种也需进一步筛选和优化抽梗后喷施 6-BA 的浓度。

总体而言,本研究结果表明,6-BA 在蝴蝶兰生产中具有双重作用:抽梗前应用可高效诱导双梗和多梗,提高蝴蝶兰抽梗整齐度和观赏价值;抽梗后应用则能推迟开花进程,显著增加花序长度、花朵数量、花梗侧枝数以及最长侧枝长度,但因品种敏感性差异,需警惕消蕾风险。在实际栽培中,应根据品种特性灵活选择处理时期和调节剂类型,例如,对易诱导多梗的金边玲珑品种可优先采用抽梗前处理,而对侧枝需求高的金边咖啡品种则需权衡抽梗后 6-BA 的增花效果与消蕾损失。抽梗前喷施多梗素具有与 6-BA 相似的促抽梗效果,生产上可以依据实际成本进行选择。未来研究可结合转录组或代谢组学手段揭示品种敏感性差异的分子基础,并通过优化处理浓度、添加助剂或耦合环境调控以最大化生长调节剂效益,提高蝴蝶兰开花品质。

参考文献

- [1] 郭鑫, 徐信雅, 李含霁, 龙鑫, 张英杰, 孙纪霞, 明凤. 转录因子 *PeCIN7* 调控蝴蝶兰花色及花发育研究[J]. 核农学报, 2025, 39(9): 1886-1895.
GUO X, XU X Y, LI H J, LONG X, ZHANG Y J, SUN J X, MING F. The exploration of the role of transcription factor *PeCIN7* in the morphology and flower development of *Phalaenopsis* orchids[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2025, 39(9): 1886-1895. (in Chinese)
- [2] GAO X, HAO Y, YANG X, SHI Y, ZHANG L, YAN R. Transcriptomics and metabolomics analysis reveal the mechanism of hormones regulation of the flower bud formation and development in *Phalaenopsis* orchid[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2025, 44: 4073-4089.
- [3] 李奥, 张英杰, 孙纪霞, 张京伟, 宫子惠, 潘香君, 郭文姣, 刘学庆. 植物生长调节剂和温度对蝴蝶兰双梗率、花期及花朵性状的影响[J]. 热带作物学报, 2021, 42(3): 732-738.
LI A, ZHANG Y J, SUN J X, ZHANG J W, GONG Z H, PAN X J, GUO W J, LIU X Q. Effects of plant growth regulators and temperature on the rate of double peduncle, flowering period and flower characteristics of *Phalaenopsis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2021, 42(3): 732-738. (in Chinese)
- [4] LI Z, XIAO W F, CHEN H M, ZHU G F, LYU F B. Transcriptome analysis reveals endogenous hormone changes during spike development in *Phalaenopsis*[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(18): 10461.
- [5] BLANCHARD M G, RUNKLE E S. Benzyladenine promotes flowering in *doritaenopsis* and *Phalaenopsis* orchids[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2008, 27(2): 141-150.
- [6] 赵晓敏. 不同浓度 GA3 和 6-BA 处理对蝴蝶兰内源激素含量及开花品质的影响[D]. 银川: 宁夏大学, 2025.
ZHAO X M. Effects of different concentrations of gibberellin and 6-BA on endogenous hormone content and flowering quality of *Phalaenopsis*[D]. Yinchuan: Ningxia University Master's Thesis, 2025. (in Chinese)
- [7] 吴小梅, 黄灵, 张阁, 张黎. 外源激素对微型蝴蝶兰双梗发生率及花梗发育的影响[J]. 种子, 2022, 41(12): 138-142.
WU X M, HUANG L, ZHANG G, ZHANG L. Effects of exogenous hormones on the incidence of double stems and pedicel development of miniature *Phalaenopsis amabilis*[J]. Seed, 2022, 41(12): 138-142. (in Chinese)
- [8] 赖思婷, 丰锋, 陈桦洁, 廖菲, 唐芸妃, 黄朝凤, 陈江萍, 吴日怡. 6-BA 对火凤凰蝴蝶兰成花诱导的影响[J]. 广东农业科学, 2021, 48(5): 50-56.
LAI S T, FENG F, CHEN H J, LIAO F, TANG Y F, HUANG C F, CHEN J P, WU R Y. Effect of 6-BA on flowering induction of 'Huofenghuang' butterfly orchid[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2021, 48(5): 50-56. (in Chinese)
- [9] 陈桦洁, 丰锋, 廖菲, 陈江萍. 温度对不同品种蝴蝶兰抽梗和分枝的影响[J]. 东南园艺, 2022, 10(3): 173-180.
CHEN H J, FENG F, LIAO F, CHEN J P. Effect of temperature on pedicel and branch of different varieties of *Phalaenopsis*[J]. Southeast Horticulture, 2022, 10(3): 173-180. (in Chinese)
- [10] 吕秉韬, 吴静雪, 马关喜, 金蓉, 孙德利, 胡卫珍, 陈利萍, 齐振宇. 6-BA 对不同品种蝴蝶兰开花性状的影响[J]. 浙江农业科学, 2020, 61(6): 1115-1118.
LYU B T, WU J X, MA G X, JIN R, SUN D L, HU W Z, CHEN L P, QI Z Y. Effects of 6-BA on flowering characters of different *Phalaenopsis* varieties[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2020, 61(6): 1115-1118. (in Chinese)
- [11] 丁玲, 赵莹, 冯可婧, 杨春梅, 阮继伟, 瞿素萍, 吴丽芳, 余蓉培. 76 份蝴蝶兰种质资源表型性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 热带作物学报, 2025, 46(3): 585-596.
DING L, ZHAO Y, FENG K J, YANG C M, RUAN J W, ZAI S P, WU L F, YU R P. Genetic diversity analysis and comprehensive evaluation of phenotypes in 76 germplasm resources of *Phalaenopsis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2025, 46(3): 585-596. (in Chinese)
- [12] 李佐, 肖文芳, 陈和明, 吕复兵. 蝴蝶兰种质资源遗传多样性及核心种质构建[J]. 园艺学报, 2025, 52(6): 1519-1529.
LI Z, XIAO W F, CHEN H M, LYU F B. Genetic diversity and core collection construction of *Phalaenopsis* germplasm resources[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2025, 52(6): 1519-1529. (in Chinese)
- [13] 钟准钦, 罗宇婷, 钟声远, 吴建设, 林兵, 樊荣辉. 基于表型性状的蝴蝶兰初级核心种质构建[J]. 福建农业学报, 2025, 40(1): 53-62.
ZHONG H Q, LUO Y T, ZHONG S Y, WU J S, LIN B, FAN R H. A concise phenotype-based collection of *Phalaenopsis* germplasms[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2025, 40(1): 53-62. (in Chinese)
- [14] 袁必局, 李香, 张叶, 张孟锦, 何书奋, 符洁, 王祥锐. 不同基质材料对迷你型蝴蝶兰生长及开花性状的影响[J]. 分子植物育种, 2023, 21(20): 6933-6938.
YUAN B J, LI X, ZHANG Y, ZHANG M J, HE S F, FU J, WANG X R. Effects of different substrate materials on growth and flowering characters of miniature *Phalaenopsis*[J]. Molecular Plant Breeding, 2023, 21(20): 6933-6938. (in Chinese)
- [15] 许明修, 朱娇, 马蕾, 吕晓惠. 不同栽培基质对蝴蝶兰矿质营养积累的影响[J]. 热带作物学报, 2016, 37(7): 1261-1265.

- XU M X, ZHU J, MA L, LYU X H. Effects of growing substrates on mineral nutrition absorption of *Phalaenopsis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2016, 37(7): 1261-1265. (in Chinese)
- [16] 王亚萍. 温室蓝莓花芽分化期间碳氮比和矿质元素变化特性分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2023.
- WANG Y P. Change characteristics of C/N and mineral elements during flower bud differentiation of blueberry in greenhouse[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2023. (in Chinese)
- [17] 李志娟. 萱草花芽分化及二次成花诱导的分子调控机制[D]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- LI Z J. Molecular regulation mechanism of floral bud differentiation and re-flowering induction in *Hemerocallis Lilio-asphodelus*[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2019. (in Chinese)