

· 园艺 ·

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.20230091



主持人:朱国鹏

## 不同催花方法对‘台农16号’凤梨开花和果实品质的影响

刘文<sup>1</sup>, 董斌<sup>1</sup>, 叶子龙<sup>2</sup>, 谢月亮<sup>1</sup>, 张祥会<sup>1</sup>, 李荣喜<sup>1</sup>, 刘光华<sup>1</sup>

(1. 广东农工商职业技术学院 热带农林学院, 广州 510507; 2. 佛山市华材职业技术学校, 广东 佛山 528099)

**摘要:** 催花技术是凤梨 (*Ananas comosus*) 规模化、标准化生产的关键技术之一, 为了解不同催花方法对凤梨生长和果实品质的影响, 本研究以‘台农16号’凤梨为材料, 比较了8种催花方法对开花率、形态、果实品质和性状相关性的影响。结果表明: 不同浓度的乙烯利催花处理后, 植株开花率可达97%以上。乙烯利和烯效唑、多效唑组合催花后, 表现为植株的株高下降, 叶长升高和裔芽数增加。乙烯利催花的果实外形饱满, 单果重高, 冠芽较长, 但果柄偏小, 容易弯曲。果实品质测定显示, 乙烯利处理后果实的可溶性糖、可溶性固形物和维生素C含量升高, 总酸下降。17个性状的相关性分析表明, 吸芽长、果柄粗与果实的单果重和果纵径等产量指标相关性高, 而裔芽数、果实含水量高会影响果实的单果重和可溶性固形物的积累。总体来说, 乙烯利催花处理具有较好的开花率、果实形状和品质, 该方法可以作为珠三角地区‘台农16号’凤梨催花方法。

**关键词:** 台农16号; 凤梨; 催花效应; 品质

**中图分类号:** S668.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-7054 (2024) 03-0315-08

刘文, 董斌, 叶子龙, 等. 不同催花方法对‘台农16号’凤梨开花和果实品质的影响 [J]. 热带生物学报, 2024, 15 (3): 315-322. doi:10.15886/j.cnki.rdsxb.20230091

‘台农16号’凤梨 (*Ananas comosus*) 是台湾嘉义农业试验所杂交选育的凤梨品种, 亲本为 Smooth Cayenne×Rough, 商品名称为甜蜜蜜<sup>[1-2]</sup>。该品种商品性好, 果皮薄、果眼浅、果肉质细腻、无纤维、果心小且可食、品质佳、不必泡盐水、不刺激口腔、风味与口感俱佳、食用方便、耐贮藏。同时, 该品种叶边缘无刺、种植管理方便, 具有较强的推广和研究价值<sup>[3]</sup>。由于该品种在市场的欢迎度较高, 在不同的地区均进行了引种试验和推广, 特别是海南、广西、广东和福建等省份, 均进行了引种试验, 但是在株高、叶片长度、叶宽、单果重、可溶性固形物、可溶性糖和总酸等指标均存在一定的差异<sup>[1,4-6]</sup>。凤梨在种植过程中, 一般经过一年左右的生长, 当植株达到35~40片叶的营养生长量后, 采

用催花剂灌心诱导开花, 从而达到集中上市的目的<sup>[7]</sup>。凤梨开花主要受体内激素变化的影响, 不同品种开花的内源激素表达水平不同。有研究表明, 不同催花诱导剂对凤梨科不同品种内源激素含量的影响, 不同品种间的激素含量变化不同, 主要原因为不同种属对乙烯利的敏感性差异所致<sup>[8-9]</sup>。目前, 萘乙酸、冰水、电石和乙烯利均是凤梨的催花诱导剂, 也有部分研究在催花诱导剂基础上添加多效唑和烯效唑来诱导开花, 对粉菠萝 (*Aechmea fasciata*) 的开花观赏价值的研究<sup>[10]</sup>。生产上乙烯利是应用最广泛的凤梨催花手段<sup>[11-12]</sup>。然而, 不同品种对乙烯利的敏感性存在较大差异, 常造成开花时间不一致、开花率低和聚花畸形等问题, 严重影响了凤梨的产量和品质等商品价值<sup>[13]</sup>。

收稿日期: 2022-12-19

修回日期: 2023-03-03

**基金项目:** 广东省普通高校特色创新项目 (2023KTSCX298, 2021KQNCX195); 广州市基础研究计划基础与应用基础研究项目 (202102080555); 广东农工商职业技术学院“热带作物应用技术协同创新中心建设项目” (XJZX1902)

**第一作者:** 刘文 (1983-), 男, 博士, 讲师。研究方向: 种质资源保护与利用。E-mail: 171014361@qq.com

**通信作者:** 董斌 (1982-), 男, 博士, 教授。研究方向: 作物学。E-mail: bbeenn@163.com

凤梨开花容易受品种、温度条件、营养状况等综合因素影响,其中,温度条件对凤梨开花率影响明显,特别是不同种植产区冬季温度差异较大,造成自然催花效应不同,对凤梨品种的产量和品质影响较大<sup>[14-15]</sup>。因此,由于不同地区的温度等气候差异,开展不同凤梨品种的引种时,采用了不同的催花试验方案<sup>[16-17]</sup>。广州地区历史上是凤梨主产区之一,种植历史超过350年,清代《南越笔记》已有凤梨形态和普遍种植的描述。由于随着经济的快速发展,广州地区的土地、人力等生产成本逐年增加,加上品种落后和长期价格低迷,所以种植面积越来越少。‘台农16’是一个耐冷性中等偏强的品种,能够在珠三角大部分地区种植。但是,珠三角地区目前缺乏‘台农16’凤梨催花对品质和产量的全面研究,本研究采用常用的催花方法,对凤梨植株进行催花试验,比较不同催花处理方法对凤梨形态性状和果实品质差异,旨在为珠三角地区凤梨的优质高产栽培提供技术参考。

## 1 材料和方法

**1.1 材料** 试验在广东农工商职业技术学院凤梨种质资源圃(广东省广州市增城区中新镇,E113°62',N23°28')进行,2020年11月18日选取株高40 cm和叶片数15~17的“台农16号”凤梨吸芽作为种植材料,栽培采用双行种植,行距40 cm,株距30 cm。

催花试验选择生长势及叶片数一致、D叶长(全部叶片束起最长的叶片)35 cm以上,叶片数35~40、株型大小一致的植株作为催花材料,催花前1个月停施氮肥。40%乙烯利水剂、萘乙酸(NAA)、多效唑、烯效唑,试剂和冰水混合物等催花试剂,均采用现配现用的方法。

**1.2 催花处理** 试验植株于2021年12月8日进行灌心催花处理,试验设7个不同的凤梨灌心处理和1个对照(CK),每组30株,每组处理重复3次。

采用常用的凤梨催花试剂和方法,灌心处理方法主要有:冰水灌心2次(每次间隔1 d)、冰水灌心3次(每次间隔1 d)、20 mg·L<sup>-1</sup>萘乙酸(NAA)、300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利、600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利、200 mg·L<sup>-1</sup>多效唑+300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利、66.7 mg·L<sup>-1</sup>烯效唑+300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利,常温清水灌心作为空白对照(CK),催花时间选择傍晚,每株灌心催花剂30 mL。

**1.3 开花率和植株形态指标测定** 2022年3月15日

开始调查各处理的抽蕾(开花率)情况。2022年5月15日对不同处理的凤梨进行植株形态测定,植株形态指标测定了株高、D叶长、叶片宽、冠芽长、吸芽数和裔芽数<sup>[18]</sup>。

**1.4 果实形态和品质测定** 果实形态和品质测定于2022年6月上中旬进行。果实基部1/3小果黄色后收获,果实形态主要测定单果重、果长(纵径)、果宽(横径)、果柄粗、无冠芽果数等。果实品质主要测定含水量、可溶性糖、可溶性固形物、总酸、维生素C等5项指标<sup>[18]</sup>。

**1.5 统计分析** 采用软件Excel 2020和SPSS17.0对试验数据进行开花率、植株形态、果实品质和性状相关性的分析,差异显著性分析采用LSD方差分析方法。

## 2 结果与分析

**2.1 不同催花处理对凤梨开花率的影响** 从催花处理结果来看(图1),不同处理对‘台农16’凤梨催花效果差异明显。200 mg·L<sup>-1</sup>多效唑+300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利、300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利、600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利灌心处理后开花率最高,分别为97.78%、97.44%、93.83%,开花率明显高于其他5组。冰水2次、冰水3次和66.7 mg·L<sup>-1</sup>烯效唑+300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利催花效果次之,开花率分别为81.11%、75.55%、81.11%,3个处理之间无显著性差异。20 mg·L<sup>-1</sup>NAA处理对催花带效果略低,开花率仅56.79%,但是与清水对照差异不显著。因此,‘台农16’凤梨表现出对不同催花剂的敏感性不同,开花率差异较为明显。

**2.2 不同催花处理对凤梨植株形态的影响** 不同催花处理对‘台农16号’形态性状影响较大(表1)。NAA处理对冠芽生长有抑制作用,但对裔芽数量的增加起到促进作用。冰水处理2次和3次后,较为明显的促进凤梨株高、叶宽和吸芽数,明显高于其他组处理,特别是冰水催花3次的株高、叶宽分别达到66.6 cm和7.0 cm,而且冰水催花2次的吸芽数平均值达到7.2。300 mg·L<sup>-1</sup>和600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理后,对凤梨的冠芽长有促进作用,分别达到23.7 cm和18.0 cm。另外,乙烯利两种浓度均对吸芽数和裔芽数的产生有抑制作用,能够让裔芽数下降为0。300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利催花剂与多效唑和烯效唑组合后,主要表现为株高下降,叶长升高和裔

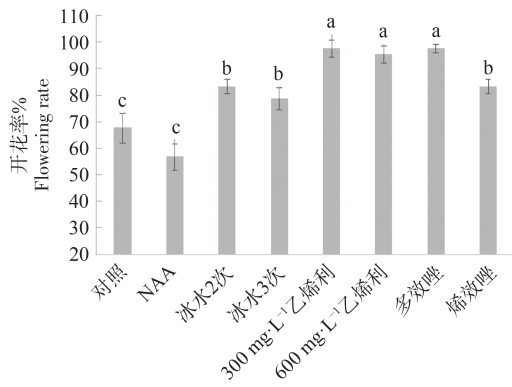


图1 不同催花处理对‘台农16号’凤梨开花率的影响

Fig. 1 Effects of pineapple flower rate by different flowering forcing methods

不同字母表示不同处理间在0.05水平差异显著(LSD),下同。  
The lowercases indicate the significant difference of 0.05 level (LSD). The same below.

芽数增加。

### 2.3 不同处理对凤梨果形的影响 果形是影响凤

梨外在品质的重要因素之一,凤梨果实的纵横径决定其单果重(质量)。不同处理方式下对‘台农16号’凤梨果实外观品质差异较大(表2)。冰水3次处理的果实纵茎最大,为18.1 cm,冰水2次处理次之,果实横茎最大是60 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理,不同处理的果形长宽比在1.17~1.47之间。冰水3次处理的果柄增粗最明显,为3.73 cm,冰水2次次之,而300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利和600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理后果柄粗最小。单果重最高为300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理,为1.18 kg,而66.7 mg·L<sup>-1</sup>烯效唑处理后单果质量最小,为0.89 kg,且无冠芽果实发生率最高。因此,冰水处理下促进果实形态发育,使果实纵茎增长,并促进果柄粗增加,对果实抗倒伏可能起到积极作用。而乙烯利处理下虽然果柄粗降低,造成果柄弯曲概率升高,但有利于单果质量增加和无冠芽果实减少(图2)。

表1 不同催花处理对“台农16号”植株形态性状的影响

Tab. 1 Effects of different flowering forcing on plant morphology

处理 Treatments	株高/cm Plant height	叶长/cm Lenth of leaves	叶宽/cm Wide of leaves	冠芽长/cm Lenth of crown bud	吸芽数/个 Stem bud	裔芽数/个 Carpopodium bud
CK	63.0±5.0ab	66.7±7.0bc	5.6±0.5c	14.1±2.7bcd	2.5±1.5bc	3.8±1.1ab
NAA	61.7±6.5ab	65.2±5.2c	5.7±0.4bc	11.6±4.7d	3.8±b	4.5±1.9a
冰水2次	63.4±9.3ab	64.8±5.5c	6.5±1.1ab	14.1±5.4bcd	7.2±1.6a	2.2±0.9c
冰水3次	66.6±7.8a	69.3±3.3abc	7.0±0.7a	17.2±1.7bc	6.0±1.0a	2.5±1.0bc
300 mg·L <sup>-1</sup> 乙烯利	58.8±3.4bc	69.5±4.8abc	6.3±0.4abc	23.7±2.4a	1.7±1.3c	0.0±0.0d
600 mg·L <sup>-1</sup> 乙烯利	64.6±6.1ab	71.6±4.4ab	5.8±0.7bc	18.0±1.8b	2.2±1.8bc	0.0±0.0d
多效唑	55.8±4.4c	74.8±2.1a	6.5±0.8ab	14.4±2.3bcd	2.8±1.1bc	4.3±1.3a
烯效唑	55.4±6.4c	74.9±4.6a	6.4±0.4abc	13.4±2.5cd	3.0±1.0bc	3.7±1.3ab

注:不同字母表示不同处理间在0.05水平差异显著(LSD),不同字母表示不同处理之间的差异显著性比较,下同。

Note: The different letters indicate the significant difference of 0.05 level (LSD) in different treatments, the different letters indicate the significant difference between treatments. The same below.

### 2.4 不同处理对凤梨果实品质的影响

不同催花处理方法对‘台农16号’凤梨果实品质影响较大(表3)。200 mg·L<sup>-1</sup>多效唑和66.7 mg·L<sup>-1</sup>烯效唑处理后果实含水量最高,分别为87.8%和87.9%,而600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理较低,为80.4%。600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理后可溶性糖最高,为14.68%,且可溶性固形物最高,为18.70%,200 mg·L<sup>-1</sup>多效唑处理后最低,为10.93%。冰水处理与对照的总酸差异较小,而乙烯利处理对果实总酸降低明显。对照组维生素

C含量最高,200 mg·L<sup>-1</sup>多效唑和66.7 mg·L<sup>-1</sup>烯效唑处理后维生素C含量最低,分别仅为37.2 mg mg·kg<sup>-1</sup>和35.1 mg·kg<sup>-1</sup>。综上可知,乙烯利对果实可溶性糖和固体物的积累有促进作用,且总酸含量低。

### 2.5 凤梨不同性状的相关性分析

为了研究果实生长发育和凤梨形态的相关性,本研究利用软件SPSS17.0进行了凤梨17个性状的相关性分析。维生素C与株高相关性较高,达0.82。单果重与冠芽长相关性高,与裔芽数负相关,果实说明冠芽有利



表2 不同催花处理对“台农16号”果实形态性状的影响

Tab. 2 Effects of different flower forcing on fruit morphology

处理 Treatments	果纵径/cm Diameter of fruit height	果横径/cm Diameter of fruit width	果形长宽比 Long and width ratio of fruit	果柄粗/cm Diameter of carpopodium	单果质量/kg Fruits weight	无冠芽果率/% Ratio of none crown bud
CK	14.37±0.67b	10.78±0.53a	1.33±0.06a	2.20±0.24cd	0.91±0.12bc	8.64±1.75b
NAA	15.35±0.83b	10.78±0.50a	1.42±0.05a	2.60±1.07c	0.97±0.13abc	4.94±1.75c
冰水2次	17.18±1.05a	12.25±0.44a	1.40±0.06a	3.10±0.64b	1.01±0.10abc	1.11±0.15c
冰水3次	18.10±0.26a	12.32±0.33a	1.47±0.04a	3.73±0.26a	1.12±0.16ab	1.11±0.15c
300 mg·L <sup>-1</sup> 乙烯利	14.25±1.28b	10.75±0.95a	1.33±0.11a	1.96±0.34d	1.18±0.23a	0.00±0.00d
600 mg·L <sup>-1</sup> 乙烯利	14.62±1.71b	12.52±5.03a	1.17±0.37a	1.95±0.34d	1.10±0.17ab	1.23±1.75c
多效唑	15.03±1.23b	10.96±0.78a	1.37±0.16a	2.66±0.41bc	0.94±0.16bc	13.33±7.2a
烯效唑	15.33±1.49b	10.41±0.59a	1.47±0.07a	2.57±0.36c	0.89±0.21c	8.89±4.16b



图2 凤梨催花后果实形态类型

Fig. 2 Morphological change of pineapple fruits after flower forcing

A. 正常果实; B. 无冠芽果; C. 果柄弯曲。图中白色标尺为10 cm。

A indicates the normal fruit, B indicates the none crown fruit, C indicates the curve carpopodium. The bar indicates 10cm length.

表3 不同催花处理对“台农16号”凤梨果实内在品质的影响

Tab. 3 Effects of different flower forcing on fruit quality of Tainong No. 16

处理 Treatments	含水量/% Water content	可溶性糖/% Soluble sugar	可溶性固形物/% Total soluble solid	总酸/(g·kg <sup>-1</sup> ) Total acid	维生素C/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Vitamin C
对照	85.33±0.19ab	11.87±0.64a	13.50±0.14cd	4.54±0.61a	91.8±22.3a
NAA20	83.90±2.65bc	13.99±2.18a	15.47±2.54bc	4.22±0.94a	51.8±22.8bc
冰水2次	82.27±0.70cd	12.97±1.40a	14.50±1.23bc	4.49±0.62a	72.7±0abc
冰水3次	82.63±1.39bcd	12.62±1.67a	14.63±1.27bc	4.44±0.67a	67.6±15.6abc
300 mg·L <sup>-1</sup> 乙烯利	83.0±0.51bcd	12.03±1.05a	16.40±0.64ab	0.47±0.11b	52.6±10.8bc
600 mg·L <sup>-1</sup> 乙烯利	80.40±2.07d	14.68±3.02a	18.70±1.13a	0.59±0.05b	89.1±27.4ab
多效唑	87.80±1.35a	11.91±1.96a	10.93±0.34e	4.13±0.91a	37.2±4.1c
烯效唑	87.07±0.90a	12.84±2.01a	11.07±0.42de	4.15±0.85a	35.1±3.5c

于果实生长,而裔芽数量会抑制果实生长。吸芽数与果柄粗相关性为0.87,说明吸芽的光合作用可能影响到果柄的生长。果纵径与果柄粗相关性极

高,相关性达到了0.96,这可能与植株个体的长势相关。另外,凤梨果实的水分含量高会影响到果实的无冠芽果率的发生,同时还降低了果实的可



溶性固形物。因此,从相关性分析来看,吸芽长、果柄粗能促进果实的单果重和果纵径等产量指标,而裔芽数、含水量高会影响果实的生长和可溶性固形物的积累。

表4 凤梨不同性状的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of pineapple morphology

性状 Character	株高 Plant height	叶长 Lenth of leaf	叶宽 wide of leaf	冠芽长 Lenth of crown bud	吸芽数 Stem bud	裔芽数 Carpopodium bud	果纵径 Diameter of fruit height	果横径 Diameter of fruit width	果形长宽比 Long and width ratio of fruit
株高 Plant height	1.00								
叶长 Lenth of leaf	-0.63	1.00							
叶宽 wide of leaf	-0.06	0.31	1.00						
冠芽长 Lenth of crown bud	0.08	0.14	0.21	1.00					
吸芽数 Stem bud	0.47	-0.47	0.54	-0.34	1.00				
裔芽数 Carpopodium bud	-0.32	0.00	-0.06	-0.85**	0.16	1.00			
果纵径 Diameter of fruit height	0.48	-0.26	0.72*	-0.20	0.93	0.11	1.00		
果横径 Diameter of fruit width	0.77	-0.21	0.29	0.17	0.55	-0.50	0.58	1.00	
果形长宽比 Long and width ratio of fruit	-0.22	-0.05	0.56	-0.41	0.53	0.61	0.59	-0.32	1.00
果柄粗 Diameter of carpopodium	0.33	-0.16	0.74*	-0.32	0.87**	0.34	0.96**	0.39	0.72*
单果重 Fruit weight	0.45	-0.14	0.28	0.85**	0.02	-0.84**	0.16	0.51	-0.33
无冠芽果率 Ratio of none crow bud	-0.65	0.49	-0.13	-0.57	-0.31	0.77*	-0.33	-0.60	0.21
水分 Water content	-0.79*	0.49	0.09	-0.44	-0.25	0.76*	-0.24	-0.76*	0.48
可溶性糖 Soluble sugar	0.38	-0.14	-0.36	-0.18	0.07	-0.26	0.04	0.46	-0.37
可溶性固形物 Total soluble solid	0.65	-0.41	-0.34	0.51	-0.09	-0.76*	-0.10	0.54	-0.65
总酸 Total acid	-0.01	-0.20	0.21	-0.81*	0.58	0.87**	0.51	-0.16	0.74*
维生素C Vitamin C	0.82*	-0.52	-0.41	0.12	0.11	-0.38	0.02	0.58	-0.58

性状 Character	果柄粗 Diameter of carpopodium	单果重 Fruit weight	无冠芽果率 Ratio of none crow bud	水分 Water content	可溶性糖 Soluble sugar	可溶性固形物 Total soluble solid	总酸 Total acid	维生素 C Vitamin C
株高 Plant height								
叶长 Lenth of leaf								
叶宽 wide of leaf								
冠芽长 Lenth of crown bud								
吸芽数 Stem bud								
裔芽数 Carpopo- dium bud								
果纵径 Diameter of fruit height								
果横径 Diameter of fruit width								
果形长宽比 Long and width ratio of fruit								
果柄粗 Diameter of carpopodium	1.00							
单果质量 Fruit weight	-0.01	1.00						
无冠芽果率 Ratio of none crow bud	-0.09	-0.83*	1.00					
水分 Water content	0.02	-0.75*	0.92**	1.00				
可溶性糖 Soluble sugar	-0.12	0.16	-0.40	-0.60	1.00			
可溶性固形物 Total soluble solid	-0.32	0.74*	-0.81**	-0.93	0.62	1.00		
总酸 Total acid	0.67	-0.70	0.50	0.52	-0.30	-0.71	1.00	
维生素 C Vitamin C	-0.14	0.24	-0.43	-0.65	0.26	0.60	-0.16	1.00

注:\*表示在 0.05 水平上显著相关,\*\*表示在 0.01 水平上显著相关。

Note: \*indicate the significant difference of 0.05 level, \*\*indicate the significant difference of 0.01 level.

### 3 讨论

低温、乙烯利、萘乙酸、电石是诱导凤梨开花最常用的方法,目前已证实乙烯是唯一能直接启动菠萝生殖生长的内源激素,说明不同的催花方法均有可能诱导凤梨产生内源乙烯<sup>[12]</sup>。本研究中,通过冬季低温、冰水和乙烯利,可以直接或间接地

诱导凤梨产生内源乙烯的变化从而促进开花,但是不同的催花方法对凤梨开花率影响不同。本研究利用乙烯利不同浓度处理下能显著提高催花效果,开花率高达 90% 以上,高于其它催花诱导处理,说明不同的诱导方法对凤梨开花存在差异,该结果对于开发新型凤梨催花剂有一定参考意义。

凤梨的果实发育期受种植区的经纬度、催花

时间、催花次数、催花方法等因素影响<sup>[19-21]</sup>,如何获得最佳的催花效果,需要同时进行凤梨形态和果实品质的综合评价。刘胜辉等提出凤梨催花处理后,除了以抽蕾率来衡量技术的稳定性,还需要根据植株和果实的生长发育、品质等指标,才能更全面地综合评价凤梨的催花效果<sup>[11]</sup>。也有研究认为,凤梨的株高、叶长、叶宽、冠芽、吸芽、裔芽和果实纵径横茎、果柄粗等,会影响单果重和营养物质<sup>[9]</sup>。若植株的叶片数太少且叶片太小,会使催花抽蕾后的果实太小,影响其成为商品果<sup>[2]</sup>。本研究采用了8种凤梨催花处理进行灌心,综合评价了不同处理方法对凤梨形态和品质的影响。本研究发现,乙烯利处理对凤梨叶长、叶宽和冠芽的生长较好,同时起到抑制吸芽和裔芽生长的作用,有利于果实的发育和营养吸收。果实外观品质方面,乙烯利处理有利于单果重量增长,使果型呈圆锥形或圆球形更加饱满。其中,300 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理有着最高开花率、冠芽长和单果重(质量)。600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利处理有着最高的可溶性糖、可溶性固形物,以及较高的维生素C含量,具有较好的果实品质。可见,不同的催花方法对凤梨果实的影响较大,乙烯利对果实可溶性糖和固体物、维生素C起到很好促进作用。

如何获得凤梨最佳催花的方法是凤梨引种和推广的研究热点。不同地区、不同时期、不同品种、不同浓度催花剂和不同催花方法,均对凤梨果实品质、开花率、果眼数、单果重、果实横径、果实纵径等关键指标有不同程度的影响<sup>[1,20]</sup>。刘胜辉等<sup>[11]</sup>对台农17采用电石和乙烯利催花后比较,发现乙烯利催花后,虽然小果数降低,但是单果重却增加。詹柴等<sup>[22]</sup>采用不同浓度的乙烯利,在夏季对5个凤梨品种进行催花,认为乙烯利800倍液和1200倍液能获得商品果最多。蔡昭艳等<sup>[12]</sup>对7个凤梨品种的自然催花乙烯利催花进行比较,发现不同品种的增重率、外观品质和果实品质差异较大。总的来看,地区、时期、品种、催花剂浓度和方法对凤梨生长影响极大,本研究为获得最佳的台农16催花方案,对目前主要的催花方法进行试验,认为300 mg·L<sup>-1</sup>和600 mg·L<sup>-1</sup>乙烯利催花率获得较高的开花率,而且果实外观、单重(质量)和品质等指标均达到了商品果的要求。

广州在改革开放初期的凤梨种植面积高峰期

达10万亩,近20年以来,由于广州地区菠萝种植技术落后、品种更新缓慢,以及土地人力成本逐年增加等问题,该产业面积逐年减少。凤梨在不同的地区开花表现和品质差异极大<sup>[1,15-16]</sup>,珠三角地区是广东露地种植凤梨的北界,需要探索不同品种、催花方法和种植制度。本研究引入耐寒的凤梨品种‘台农16号’,经在广州试验后证明可以越冬,并且探索合适的催花方法,得到了开花率高、品质保证的方法,对于在珠三角地区开展凤梨新品种推广具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 孙伟生. 台农16号菠萝在广东湛江的引种表现与栽培要点[J]. 科学种养, 2020(2): 25 - 26.
- [2] 李渊林, 孙光明. 台湾主要商业凤梨品种[J]. 热带农业科学, 2007(6): 43 - 45.
- [3] 葛志刚. 上海市“台农16号”菠萝设施栽培关键技术[J]. 上海农业科技, 2020(05): 86 - 89.
- [4] 华敏, 王祥和, 张治礼等. 台农16号等优质菠萝品种在海南引种比较试验[J]. 中国南方果树, 2011, 40(1): 44 - 46.
- [5] 李志, 刘业强, 王小媚等. 台农16号菠萝在防城港的引种表现及其栽培技术[J]. 中国南方果树, 2015, 44(3): 148 - 150.
- [6] 陈明贤, 陈洪彬, 陈清西, 等. 台湾菠萝品种在福建泉州的引种比较试验[J]. 亚热带植物科学, 2017, 46(4): 371 - 374.
- [7] HOSSAIN F. World pineapple production: an overview [J]. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 2016, 16(4): 11443 - 11456.
- [8] 石兰蓉. 观赏凤梨花芽分化形态发育及其生理生化的研究[D]. 海口: 华南热带农业大学, 2005.
- [9] 张红娜, 刘胜辉, 孙伟生, 等. 菠萝对乙烯利诱花的敏感性差异研究[J]. 热带作物学报, 2018, 39(6): 1087 - 1094.
- [10] 葛亚英, 王炜勇, 俞信英, 等. 多效唑和赤霉素对菠萝花高调控技术研究[J]. 浙江农业科学, 2006(01): 41 - 42.
- [11] 刘胜辉, 李运合, 杨玉梅, 等. “台农17”菠萝夏季催花技术研究[J]. 中国南方果树, 2019, 48(03): 73 - 75+79.
- [12] 蔡昭艳, 王小媚, 董龙, 等. 自然开花与乙烯利诱导催花对7个菠萝品种果实内外品质的影响[J]. 分子植物育种, 2022, 20(23): 7902 - 7913.
- [13] 邓彪, 蔡昭艳, 王小媚, 等. 乙烯利诱导对3个菠萝栽培品种花芽分化形态与内源激素含量的影响[J]. 中国南方果树, 2022, 51(06): 63 - 70.
- [14] BARTHOLOMEW D P. History and perspectives on the role of ethylene in pineapple flowering [J]. Acta Horticulturae, 2014(1042): 269 - 284.
- [15] 韦巧云, 徐健, 赵静, 等. 几个优质菠萝品种在广西龙州的种植表现[J]. 中国南方果树, 2018, 47(02): 158 - 160.
- [16] 刘岩, 易干军, 钟云, 等. 菠萝优良品种澳大利亚卡因



- 在广州的表现[J]. 中国果树, 2007, (04): 28 - 30 + 70.
- [17] 孙伟生, 吴青松, 刘胜辉, 等. 台农系列菠萝品种特性的比较分析[J]. 热带作物学报, 2016, 37(11): 2050 - 2055.
- [18] 董龙, 蔡昭艳, 韦巧云, 等. 有机肥对“台农 16 号”菠萝生长、产量及果实品质的影响[J]. 中国南方果树, 2021, 50(01): 46 - 49.
- [19] 曾凡, 陈芳兰, 周慧君, 等. 催花次数与时间对‘大火炬凤梨’花期调控的影响[J]. 东南园艺, 2021, 9(02): 5 - 8.
- [20] 姚艳丽, 朱祝英, 杨玉梅, 等. 不同时期催花对巴厘菠萝果实品质形成的影响[J]. 中国南方果树, 2016, 45(02): 101 - 105.
- [21] 王贵珍, 贾笑英, 曾能杰, 等. ‘金钻 17 号’凤梨在海南地区的催花时间调控[J]. 热带农业科学, 2018, 38(10): 57 - 61.
- [22] 詹柴, 徐志豪, 王凯, 等. 引进凤梨在宁波试种及催花表现[J]. 浙江农业科学, 2023, 64(09): 2197 - 2202.

## Effects of different flower forcing methods on flowering and fruit quality of pineapple ‘Tainong 16’

LIU Wen<sup>1</sup>, DONG Bin<sup>1</sup>, YE Zilong<sup>2</sup>, XIE Yueliang<sup>1</sup>, ZHANG Xianghui<sup>1</sup>,  
LI Rongxi<sup>1</sup>, LIU Guanghua<sup>1</sup>

(1. College of Tropical Agriculture and Forestry, Guangdong Agriculture Industry Business Polytechnic College, Guangzhou, Guangdong 510507, China; 2. Foshan Huacai vocational and Technical School, Foshan, Guangdong 528011, China)

**Abstract:** Flower forcing is one of the key practices for large-scale and standardized pineapple production. In order to understand the effects of different flower forcing methods on the growth and fruit quality of pineapple, pineapple cultivar ‘Tainong 16’ was forced to flower by using eight flower forcing methods, and its flowering rate, morphology and fruit quality were determined and analyzed by using correlation analysis. The results showed that the pineapple treated with ethephon at different concentrations was forced to flower at a rate of more than 97%. Under the ethephon treatment in combination of uniconazole or paclobutrazol the plant height decreased, the leaf length and the number of slips increased. Under the ethephon treatment the fruit weight was higher, and the crown was longer, but the peduncle was smaller and easy to break. Fruit quality test showed that the pineapple in the ethephon treatment had higher contents of soluble sugar, soluble solid and vitamin C, and a lower content of total acid. Correlation analysis of 17 characteristics showed the sucker length and the peduncle thickness were highly correlated with yield index, such as fruit weight and longitudinal diameter, whereas the number of slips and the high water content of fruit affected the accumulation of fruit weight and soluble solid. On the whole, ethephon treatment increased the flowering rate, and improved the fruit shape and quality, and can hence be used to promote the production of pineapple ‘Tainong 16’ in the Pearl River Delta region.

**Keywords:** Tainong 16; pineapple; flower forcing; quality

(责任编辑: 潘学峰)