

文章编号:1674-7054(2010)04-0357-05

1-MCP 对鹤望兰切花贮运保鲜的适宜熏蒸模式

陈丽璇, 李金雨, 陈 菲, 柯合作

(福建省亚热带植物研究所, 福建省亚热带植物生理生化重点公共实验室, 福建 厦门 361006)

摘 要: 研究鹤望兰鲜切花在 $2 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 新型乙烯抑制剂 1-甲基环丙烯(1-MCP)熏蒸处理下, 不同贮运温度、熏蒸时间和重复熏蒸与否对鹤望兰贮运期间生理代谢指标(切花失水率、乙烯释放量、花瓣细胞膜透性、花瓣花青素、次花的开放率和保鲜率)的影响。结果表明:在常温(25℃)和冷藏(12℃)条件下均适合鹤望兰鲜切花贮运, 但冷藏贮运(12℃)保鲜效果较好。2种贮运温度下 6 h 和 24 h 熏蒸处理均能极显著地抑制乙烯的释放, 提高切花的保鲜率, 促进次花的开放, 其中, 6 h 熏蒸处理保鲜效果较好。鹤望兰切花不需要重复熏蒸处理。因此, $2 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 1-MCP 对鹤望兰鲜切花贮运保鲜的最佳熏蒸模式为冷藏贮运(12℃)下 6 h 熏蒸处理。而常温(25℃)贮运下 6 h 熏蒸处理是经济、有效、方便的模式。

关键词: 1-MCP; 鹤望兰; 贮运保鲜; 适宜熏蒸模式; 生理代谢指标

中图分类号: S 682.19

文献标志码: A

鹤望兰(*Strelitzia reginae* Banks), 别名为天堂鸟花、极乐鸟花, 旅人蕉科鹤望兰属多年生常绿宿根草本植物, 原产非洲南部, 性喜温暖、光照充足的气候环境^[1]。是高档、名贵、华丽的花卉, 素有鲜切花之王的美誉, 深受人们的喜爱并被视为吉祥之物。鹤望兰自秋季到翌年春末夏初均可开花, 市场空间较大, 是极有经济价值的花卉, 发展前景十分广阔^[2]。近年来, 我国对鹤望兰开展了引种栽培及花期调控技术研究, 取得了显著进展^[1-3], 但对鹤望兰切花保鲜的研究尚不多见^[4-5]。新型乙烯抑制剂 1-甲基环丙烯(1-methyl-cyclopropene, 1-MCP)是一环丙烯类化合物, 可在受体水平上抑制乙烯反应^[6], 不但能强烈阻断内源乙烯的生理效应, 还能抑制外源乙烯对内源乙烯的诱导作用, 从而延长园艺产品的采后寿命^[7-8]。与传统乙烯化学抑制剂硝酸银和硫代硫酸银相比, 具有用量低、效率高、无污染的优点^[8-10], 在鲜切花采后保鲜上具有极大的应用前景^[7]。目前, 1-MCP 在鲜切花保鲜方面的应用已涉及到香石竹、百合花、月季、唐菖蒲、牡丹、桂花等 40 多种花卉^[6-17], 取得了显著的成效, 但这些研究均侧重于对延缓切花瓶插寿命适宜浓度的应用, 至今有关对切花贮运过程适宜熏蒸模式的应用研究, 仅见笔者对姜荷花的研究报道^[18-19]。为了延长鹤望兰切花的贮运保鲜期和减少品质损失, 笔者通过研究 1-MCP 不同熏蒸模式对鹤望兰鲜切花生理代谢的影响, 探讨 1-MCP 在鹤望兰贮运保鲜的适宜处理模式, 为鹤望兰及其他热带鲜切花的贮运提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料及预处理 以鹤望兰鲜切花(*Strelitzia reginae* Banks)为试验材料, 采摘当日开放的第 1 朵小花且花枝大小一致的健壮花枝, 室温下水切 50 cm 等长, 经 24 h 复水(自来水)冷却后, 按鲜切花出口贮运的要求, 每 1 扎 10 支花打包(花朵处套上杯状塑料膜, 花茎切口处包上含水海绵)。

1.2 试验处理 $2 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ (预处理结果)为熏蒸浓度, 以常温(25℃)和冷藏(12℃)、熏蒸 6 h 和 24 h、

收稿日期: 2010-11-22

基金项目: 福建省自然科学基金项目资助(B0610016)

作者简介: 陈丽璇(1964-), 女, 福建厦门人, 福建省亚热带植物研究所副研究员。E-mail: lxchenxm@163.com

重复熏蒸与否的不同处理条件交叉设置 8 个处理:即 25 ℃ 下分别设 CK₁(对照)、A₁(6 h 熏蒸)、B₁(24 h 熏蒸)、C₁(6 h 熏蒸—贮运 2 d 后—重复熏蒸 6 h—贮运)4 个处理;12 ℃ 下分别设 CK₂(对照)、A₂, B₂, C₂ 4 个处理。每个处理重复 6 次。各处理分别将花束置于已知容积的容器内,用干燥小烧杯准确称取计算好的 1-MCP 一并放入容器内(对照不加 1-MCP),用移液管取适量的去离子水,滴入烧杯后迅速密封容器,各处理在相应的温度和时间熏蒸后取出放入切花航空贮运箱内包装贮运。重复熏蒸处理在贮运 2 d 后取出切花按上述方法重复熏蒸 6 h 后再包装贮运。各处理分别熏蒸后在各自的处理温度下模拟贮运研究,每处理分成 2 部分,一部分用于切花失重率的跟踪测试,另一部分用于第 1 朵小花各项生理指标测定及第 2 朵和第 3 朵小花开放率与保鲜率的观察。复水、处理及贮运过程均于人工气候箱内(75% 相对湿度)进行。

1.3 观测内容及方法 处理后第 4 天(重复熏蒸处理为重熏后第 2 天)取第 1 朵小花为样品,测定花瓣的细胞膜透性、花青素和乙烯释放量等生理代谢指标。贮运期间跟踪观察测试切花失重率、第 2 朵和第 3 朵小花(即次花)的开放率(贮运期间开放的次花数占次花蕾数的百分比)和保鲜率(贮运 10 d 后仍保持新鲜的次花数占贮运期间次花开放总数的百分比)。失重率用重量法测定;花瓣细胞膜透性用电导法(Termod 3 Ster 电导仪)测定;花青素用乙醇浸提,岛津紫外分光光度计测定^[20];乙烯释放量用气相色谱仪测定^[20]。

1.4 数据处理 试验数据用 SPSS13.0 统计分析软件和 Excel 法统计整理和分析,采用 Excel 法作图。

2 结果与分析

2.1 处理模式对切花含水量的影响 图 1 和图 2 表明:无论是在常温还是在冷藏条件下贮运,鹤望兰切花的失水率均随着贮运天数的增加而递增,并呈极显著的相关性(25 ℃ 下: $r_{CK_1}=0.979^{**}$, $r_{A_1}=0.977^{**}$, $r_{B_1}=0.975^{**}$, $r_{C_1}=0.974^{**}$; 12 ℃ 下: $r_{CK_2}=0.970^{**}$, $r_{A_2}=0.971^{**}$, $r_{B_2}=0.977^{**}$, $r_{C_2}=0.978^{**}$)。1-MCP 各处理都不同程度地抑制了失水率的递增(C₂ 第 10 天除外)。

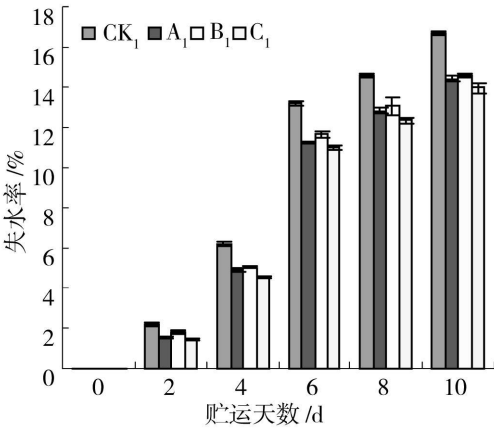


图 1 常温下(25 ℃)处理模式对切花失水率的影响

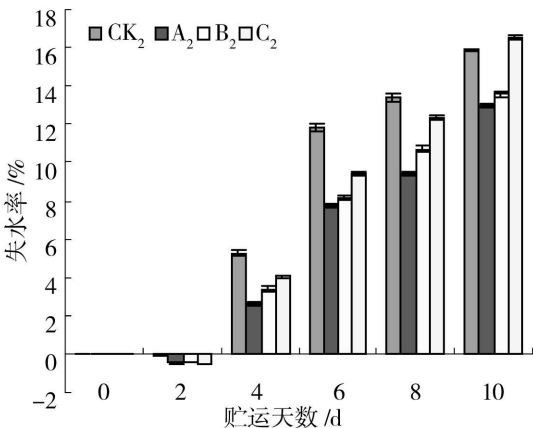


图 2 冷藏下(12 ℃)处理模式对切花失水率的影响

常温下(图 1),重复熏蒸处理的失水率最低,6 h、24 h 处理的次之,而 CK 最高。贮运第 4 天和第 10 天,重复熏蒸处理和 6 h 处理与对照的失水率均达到极显著差异;其中重复熏蒸处理较 6 h 处理的好,二者间达到显著差异。冷藏下(图 2),贮运 4~8 d,6 h 处理的抑制效果最好,其余依次是 24 h 处理的、重复熏蒸处理的,CK 的最差;贮运第 10 天重复熏蒸处理的失水率反而大于 CK 的;统计分析贮运第 4 天和第 10 天的失水率,结果表明:各处理间的失水率都达到极显著性差异,冷藏贮运不宜重复熏蒸。贮运第 2 天各处理失水率出现负值,可能与冷藏初期失水较慢且刚采收的切花仍处于后熟阶段有关。比较 2 种贮运温度下各处理间的失水率差异,结果表明:除了重复熏蒸处理外,在相同的处理模式和贮运天数条件下,各处理在冷藏下贮运的失水率均小于常温下的失水率,其中以 6 h 处理的最小。

表 1 常温下(25 ℃)不同处理模式对鹤望兰切花生理的影响

熏蒸时间	$\bar{x} \pm s$				
	乙烯释放量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	相对膜透性/ %	花青素/ ($\text{OD} \cdot \text{g}^{-1}$)	次花开放率/ %	次花保鲜率/ %
CK ₁	3.86 ± 1.73Aa (100)	62.88 ± 3.67Aa (100)	1.58 ± 0.13Aa (100)	45.8 ± 2.1Aa (100)	25.1 ± 1.8Aa (100)
A ₁ (6 h)	1.75 ± 0.11Bc (45.33)	34.37 ± 2.50Cc (54.66)	1.31 ± 0.07Ab (82.91)	62.7 ± 2.9Cc (135.8)	67.2 ± 2.2Dd (267.7)
B ₁ (24 h)	1.96 ± 0.14Bb (50.78)	40.91 ± 2.14Bb (65.06)	1.42 ± 0.09Aab (89.87)	51.7 ± 2.7Bb (112.9)	34.5 ± 1.3Bb (137.5)
C ₁ (重复熏蒸)	1.68 ± 0.08Bc (43.52)	31.37 ± 1.77Dd (49.89)	1.30 ± 0.02Ab (82.28)	50.2 ± 3.1Bb (109.6)	37.7 ± 2.1Cc (150.2)

注:括号内数字为各处理占对照的百分比(下同)。

2.2 处理模式对乙烯释放量的影响 表 1 表明:常温下,1-MCP 各处理的乙烯释放量均受到极显著地抑制;其中,6 h 处理和重复熏蒸处理的乙烯释放量较少,并与 24 h 处理的达到显著差异。冷藏下,各处理乙烯释放量自小到大顺序:6 h 处理 < 24 h 处理 < 重复熏蒸处理 < CK。其中,6 h、24 h 处理的均与 CK 的达到极显著差异,两者间也呈显著差异,但重复熏蒸处理的与 CK 的差异不显著(见表 2)。

表 2 冷藏下(12 ℃)不同处理模式对鹤望兰切花生理的影响

熏蒸时间	$\bar{x} \pm s$				
	乙烯释放量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	相对膜透性/ %	花青素/ ($\text{OD} \cdot \text{g}^{-1}$)	次花开放率/ %	次花保鲜率/ %
CK ₂	2.98 ± 0.32Aa (100)	43.92 ± 2.03Aa (100)	1.28 ± 0.12Aa (100)	38.1 ± 2.2Bb (100)	38.5 ± 1.6Bb (100)
A ₂ (6h)	1.12 ± 0.36Bc (37.58)	25.73 ± 1.88Dd (58.58)	1.08 ± 0.04Aa (84.38)	62.0 ± 3.7Dd (164.0)	83.6 ± 2.2Dd (217.1)
B ₂ (24h)	1.36 ± 0.16Bb (45.64)	29.64 ± 1.25Cc (67.49)	1.15 ± 0.06Aa (89.84)	48.2 ± 3.1Cc (126.5)	52.5 ± 2.5Cc (136.4)
C ₂ (重复熏蒸)	2.85 ± 0.18Aa (95.64)	38.58 ± 0.98Bb (87.84)	1.23 ± 0.02Aa (96.09)	33.0 ± 2.3Aa (86.6)	31.8 ± 1.4Aa (82.6)

比较 2 种贮运温度下相同处理模式间乙烯释放量的差异,结果表明:除了重复熏蒸处理外,冷藏下各处理模式的乙烯释放量均小于常温下相同处理模式的,并以 6 h 处理的最少。

2.3 处理模式对花瓣相对膜透性的影响 常温下(表 1),经 1-MCP 熏蒸的 3 个处理的花瓣相对膜透性均极显著地降低,其中重复熏蒸处理的花瓣相对膜透性最低,其次是 6 h 处理的,24 h 处理的相对较高,且各处理间均达极显著性差异。冷藏下(表 2),经 1-MCP 熏蒸的 3 个处理的花瓣相对膜透性同样均极显著地降低,但 3 个处理的花瓣相对膜透性以 6 h 处理的最低,其次是 24 h 处理的,重复熏蒸处理的相对较高,各处理间也均达极显著性差异。2 种贮运温度下相同处理模式间花瓣相对膜透性的差异,除了重复熏蒸处理外,冷藏下各处理模式的相对膜透性均小于常温下相同处理模式的,并以 6 h 处理的最低。

2.4 处理模式对花瓣花青素的影响 无论是常温(表 1)还是冷藏(表 2)贮运下,1-MCP 各处理均不同程度地降低鹤望兰花瓣花青素的含量。但除了常温下贮运的重复熏蒸处理和 6 h 处理与对照达到显著性差异外,其余各处理的差异均不显著。比较 2 种温度下相同处理模式间花瓣花青素含量的差异,结果表明:冷藏下各处理模式的花青素含量均小于常温下相同处理模式的含量。

2.5 处理模式对次花开放率的影响 表 1 表明:常温下,1-MCP 各处理均极显著地促进鹤望兰第 2 朵和第 3 朵小花(即次花)的开放,各处理次花开放率的大小顺序为:6 h 处理 > 24 h 处理 > 重复熏蒸处理 > CK。其中,6 h 处理次花的开放率比对照增加 16.9(35.8%),其作用效果与其他 2 种贮运模式也达极显著性差异。表 2 表明:冷藏下,各处理次花开放率的大小顺序为:6 h 处理 > 24 h 处理 > CK > 重复熏蒸处理,各处理间达极显著性差异。其中,6 h 和 24 h 处理的极显著地促进第 2 朵和第 3 朵小花的开放,尤其是 6 h 处理的,其次花的开放率比对照增加了 23.9(64.0%);而重复熏蒸处理却极显著地抑制次花的开放。

比较 2 种温度下相同处理模式间次花开放率的差异,结果表明:常温贮运下相同处理模式的次花开放率均大于冷藏贮运的,表明低温抑制了次花的开放。

2.6 处理模式对次花保鲜率的影响 常温下(表 1),1-MCP 各处理模式均极显著地提高次花的保鲜率,各处理次花保鲜率的大小顺序为:6 h 处理 > 重复熏蒸处理 > 24 h 处理 > CK,其中 6 h 处理的比对照的高出 42.1(167.7%)。各处理间达到极显著性差异。冷藏下(表 2),各处理次花保鲜率的大小顺序为:6 h 处理 > 24 h 处理 > CK > 重复熏蒸处理,其中,6h 和 24 h 处理的均极显著地提高次花的保鲜率,而重复熏蒸处理却极显著地降低次花的保鲜率。比较 2 种贮运温度下相同处理模式间次花保鲜率的差异,结果表明:冷藏贮运下,6 h,24 h 处理的和对照的次花保鲜率均高于常温贮运的,而重复熏蒸处理的反而低于常温贮运的。2 种贮运温度下以冷藏贮运下 6 h 熏蒸的保鲜率最高,达到 83.6%;常温下的对照最低(25.1%)。说明冷藏贮运有利于次花的保鲜,而冷藏贮运下的重复熏蒸对次花产生伤害。

3 讨 论

3.1 鹤望兰适宜贮运温度 2 种贮运温度下相同处理模式间各项生理代谢指标的差异,除了重复熏蒸处理外,冷藏贮运下其余处理的切花失水率、乙烯释放量、花瓣膜透性均小于常温贮运的;而次花保鲜率则大于常温贮运的。冷藏贮运下所有处理的花瓣花青素均小于常温贮运的。结果表明:低温贮运有利于鹤望兰切花的保鲜。但低温下,各处理的次花开放率均小于常温贮运的开放率。

3.2 1-MCP 对鹤望兰的适宜处理时间 无论是常温还是冷藏贮运下,不同时间处理的切花失水率、乙烯释放量、花瓣膜透性、花瓣花青素均为 6 h 处理 < 24 h 处理 < CK,而次花开放率和保鲜率均为 6 h 处理 > 24 h 处理 > CK。其中,乙烯释放量 2 个处理与对照的达极显著性差异,二者间差异显著;花瓣膜透性、次花开放率和保鲜率各处理间均达极显著性差异;表明 2 种熏蒸时间都有利于鹤望兰切花的保鲜和次花的开放,并以 6 h 熏蒸处理的效果最好。

3.3 重复熏蒸与否 冷藏下,重复熏蒸处理的各项生理指标均不及 6 h 熏蒸处理的,其中乙烯释放量、花瓣膜透性、次花的开放率和保鲜率均达极显著性差异,次花的开放率和保鲜率甚至比对照还差,由此说明:冷藏贮运下不宜重复熏蒸。常温下,尽管重复熏蒸处理的切花失水率、乙烯释放量、花瓣膜透性、花瓣花青素等生理代谢指标均小于 6 h 熏蒸处理的,但次花的开放率和保鲜率却不及 6 h 熏蒸处理的,这说明常温贮运下鹤望兰切花适宜重复熏蒸处理,但效果不理想,因此鹤望兰切花不需要重复熏蒸处理。

3.4 1-MCP 是经济、高效、环保型保鲜剂 鲜切花的贮运过程是产品高度集中且封闭的过程,是鲜切花整个生产过程中最易受到乙烯干扰的阶段。Sisler E C 等认为,1-MCP 能与乙烯竞争受体并能与受体中的金属离子不可逆的结合,抑制乙烯的产生,从而抑制了乙烯对产品的促衰作用,以延长采后寿命^[21]。本研究结果与上述理论相吻合,即鹤望兰切花贮运前经一定剂量(2 μL · L⁻¹)的 1-MCP 熏蒸,能极显著地抑制花瓣的乙烯释放量,从而延缓切花的衰老(冷藏贮运下重复熏蒸处理除外)。也与 1-MCP 在姜荷花、百合花、月季、唐菖蒲、牡丹、桂花等其他鲜切花保鲜上的应用结果相似^[11-19],因此,1-MCP 是经济、高效、环保型保鲜剂。

3.5 生理代谢指标的敏感差异 比较表 1、表 2 中各处理的生理代谢指标对 2 μL · L⁻¹ 1-MCP 熏蒸处理的敏感性,即各处理与对照的偏离情况,结果表明,偏离程度大于 50% 的指标有乙烯释放量、相对膜透性、次花开放率和次花保鲜率,其中次花保鲜率甚至大于 100%;而花青素的偏离程度较低,是最不敏感的生理代谢指标。

综上分析可知:2 μL · L⁻¹ 1-MCP 对鹤望兰鲜切花贮运保鲜的适宜熏蒸模式为冷藏贮运(12 ℃)下 6 h 熏蒸处理。而常温下 6 h 熏蒸处理是经济、有效、方便的模式。

参考文献:

[1] 罗昌国,马晓潘,世明金,等. 鹤望兰引种南亚热带地区研究初报[J]. 西南园艺,2004,32(5):37-38.
[2] 郑亚琴. 鹤望兰的栽培管理技术[J]. 中国种业,2005(1):43-44.
[3] 庄聪鹏. 鹤望兰切花产花调节试验[J]. 福建农业科技,2005(1):25-26.
[4] 陈源泉,陈诗林,黄敏玲,等. 保鲜剂及冷藏对鹤望兰切花瓶插品质的影响[J]. 亚热带植物科学,2006,35(4):32-34.

- [5] 黄敏玲, 吴建设, 陈诗林, 等. 保温和植物生长调节剂对鹤望兰开花的效应[C]//张翔翔. 中国观赏园艺研究进展 2004. 北京: 中国林业出版社, 2004: 337–341.
- [6] SISLER E C, SEREK M. Inhibitors of ethylene in plants at the receptor level: Recent developments[J]. *Physiologia Plantarum*, 1997, 100: 577–582.
- [7] 林银凤, 董华强, 汪跃华. 1-MCP对月季切花保鲜的研究[J]. 佛山科技学院学报: 自然科学版, 2002, 20(3): 63–68.
- [8] SEREK M, SISLER E C, REID M S. Effects of 1-MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers[J]. *Plant Growth Regulation*, 1995, 16: 93–97.
- [9] SEREK M, SISLER E C, TIROSH T, et al. 1-methycyclopropene prevents bud, flower, and leaf abscission of Geraldton Wax-flower[J]. *HortScience*, 1995, 30(6): 1310–1310.
- [10] SEREK M, SISLER E C. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants[J]. *Postharvest Biology Technology*, 2002, 23: 161–166.
- [11] 宋军阳, 马书尚, 张继澍, 等. 1-甲基环丙烯对百合采后切花某些生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(6): 699–701.
- [12] 汪跃华, 董华强, 林银凤. 1-MCP对唐菖蒲切花的保鲜作用[J]. 海南大学学报: 自然科学版, 2003, 21(4): 239–243.
- [13] 陈洪国. 1-甲基环丙烯对月季切花叶片某些生理指标的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(24): 10337–10338.
- [14] 陈洪国. 1-甲基环丙烯对采后桂花的保鲜效果及生理影响[J]. 湖南农业科学, 2008, 47(12): 1489–1492.
- [15] 刘燕燕, 张玉环, 王玮然, 等. 乙烯及1-MCP处理对不同开花指数牡丹切花开放衰老进程和水分平衡的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(20): 9455–9458.
- [16] 翟进升, 郭维明, 周凯, 等. 1-MCP延缓观赏植物衰老的研究与应用[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 165–170.
- [17] 胡位荣, 季作梁. 1-MCP在园艺作物贮运保鲜上的应用研究现状[J]. 亚热带植物科学, 2001, 30(4): 68–74.
- [18] 陈丽璇, 陈淳, 陈菲, 等. 1-MCP在姜荷花切花贮运保鲜的适宜熏蒸条件研究[J]. 热带作物学报, 2010, 31(7): 1087–1090.
- [19] 陈丽璇, 刘福平, 柯合作, 等. 1-MC对姜荷花切花贮运期间生理代谢指标的影响[J]. 热带生物学报, 2010, 1(3): 252–256.
- [20] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学试验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [21] SIDLER E C, SEREK M. Compounds controlling the ethylene receptor[J]. *Botanical bulletin of Academia sinica*, 1999, 40: 1–7.

Optimal Fumigation Patterns of 1-MCP on *Strelitzia reginae* Cut Flowers in Storage

CHEN Li-xuan, LI Jin-yu, CHEN Fei, KE He-zuo

(Fujian Institute of Subtropical Botany; Fujian Key Public Laboratory of Physiology and Biochemistry
for Subtropical Plant, Xiamen 361006, China)

Abstract: *Strelitzia reginae* cut flowers were treated with $2\ \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ of 1-MCP at different temperature for different fumigation duration and fumigation times during storage to investigate the changes of physiological indexes. The results indicated that both ambient temperature ($25\ ^\circ\text{C}$) and cold temperature ($12\ ^\circ\text{C}$) were suit for storing *Strelitzia reginae* cut flowers, while the effects of the treatment in cold temperature were superior than that in ambient temperature. After fumigation for 6 h or 24 h at both temperatures, the production of ethylene was inhibited significantly, preserving freshness rate was enhanced and open-rate of cut flowers were promoted, yet fumigation for 6 h was more suitable for preservation; The second fumigation was unnecessary for *Strelitzia reginae* cut flowers. So, fumigation for 6 h at cold temperature was the best condition for the storing of *Strelitzia reginae* cut flowers. However, the more economical, effective and simple mode was fumigation for 6 h at ambient temperature.

Key words: 1-MCP; *Strelitzia reginae*; storage and transportation; fumigation pattern; physiological index