文章编号:1674 - 7054(2010)03 - 0252 - 05

1 - MCP 对姜荷花切花贮运期间生理代谢指标的影响

陈丽璇,刘福平,柯合作,陈 淳,郭 莺
(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:以姜荷花鲜切品种'清迈粉'为试材,研究 1 - MCP 熏蒸处理对姜荷花鲜切花在贮运期间生理变化的影响。结果表明:随着贮运时间的延长,切花失重率极显著增大,花瓣细胞膜透性和花青素含量显著增加,乙烯释放量总体上呈降低趋势。贮运期间,各剂量处理不同程度地抑制了 SOD,POD,O_2^- 和 MDA 4 项生理指标的增加(高剂量处理的乙烯释放量除外);2 ~ 4 μL · L^{-1} 剂量处理极显著地抑制花瓣细胞膜透性、乙烯释放量和花青素的增加,但对失重率增大的抑制不显著。贮运第 5 天,各剂量处理都极显著地抑制了 SOD 和 POD 活性;2 ~ 4 μL · L^{-1} 剂量处理显著地抑制 MDA 的产生;1 - MCP 熏蒸对 O_2^- 的抑制不显著;以 4 μL · L^{-1} 剂量处理对活性氧代谢抑制的综合效果最好。因此,确定 4 μL · L^{-1} 是常温下 1 - MCP 对姜荷花鲜切花贮运的最佳处理剂量。

关键词:1 - MCP;姜荷花;贮运期;生理指标
中图分类号:S 682.2$^+$9 **文献标志码**:A

姜荷花(Curcuma alsimatifolia)属姜科、姜荷属,为新兴的多年生草本热带球根花卉。原产于泰国清迈一带,因其粉红色的苞片酷似荷花而得名。其外形似郁金香,故又有热带郁金香的别称。目前在泰国和我国台湾等地区已有规模种植,我国大陆近年引进种植后,因其花期正值炎热的夏季,可弥补我国南方各地夏季切花种类及产量的不足[1-2],再加上其优美的花姿、娇艳的花色,很受消费者欢迎,已成为目前国际上十分流行的鲜切花新品种。

新型乙烯抑制剂 1 - 甲基环丙烯(1-methy 1-cyclopropene,1 - MCP)是环丙烯类化合物,可在受体水平上抑制乙烯反应[3],延长园艺产品的采后寿命[4],还能强烈阻断内源乙烯的生理效应和抑制外源乙烯对内源乙烯的诱导作用[5]。1 - MCP 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,无污染等优点[4,6-7],在采后鲜切花保鲜上具有巨大的应用前景[5]。目前,1 - MCP 在鲜切花保鲜的应用上已涉及 40 多种[3-20]花卉,如:香石竹、百合花、月季、唐菖蒲、牡丹、桂花等。现有的 1 - MCP 应用在鲜切花保鲜的研究结果表明:(1)不同花卉对 1 - MCP 的适宜剂量达 10^n 倍之差;(2)一定剂量的 1 - MCP 能推迟乙烯峰的出现,延长切花瓶插寿命,同时提高花朵开放后的品质。但 1 - MCP 在姜荷花上的应用及研究尚未见报道,国内现有有关姜荷花的报道仅局限于引种栽培驯化[1-2]。鲜切花保鲜是鲜花生产、贮运和销售的重要环节,笔者就 1 - MCP 熏蒸处理对姜荷花贮运期间生理指标和活性氧代谢进行研究,以期为姜荷花及其他热带鲜切花的保鲜应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料及预处理 供试材料姜荷花为从我国台湾引种的"清迈粉"。采摘开放程度和外观基本一致的健壮花枝,立即运回实验室(25 ℃),整理后水切成 50 cm 等长,复水(自来水)24 h 后,按鲜切花出口贮运的要求,每 10 支花 1 扎,花朵处套上杯状塑料膜,切口处包上含水海绵。1 - MCP 试剂采用台湾利统

收稿日期:2010 - 07 - 06
基金项目:福建省自然科学基金资助项目(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

公司生产的安喜培•(Ansi P•)。

1.2　试验处理　试验按 CK(0 μL • L^{-1}),A(1 μL • L^{-1}),B(2 μL • L^{-1}),C(4 μL • L^{-1}),D(8 μL • L^{-1}) 5 个剂量处理等级分别熏蒸 24 h 后模拟贮运,每处理重复 3 次。复水、处理及贮运过程均于人工气候箱内(25 ℃,75% 相对湿度)进行。处理前及处理后的连续 4 d(共 5 d)。在处理后的连续 4d 中,每天 9:00 进行观测记录和取样,并测定切花失重率、花瓣细胞膜透性、花瓣花青素和花瓣的乙烯释放量。设定处理后第 4 天(即贮运第 5 天)为贮运极限。达到贮运极限时,取样进行 SOD(超氧化物岐化酶)、POD(过氧化物酶)、O_2^-(超氧阴离子自由基)、MDA(丙二醛)等活性氧代谢指标的测定。

1.3　观测内容及方法　按现代植物生理学试验指南[21](1999)指导进行实验,失重率用重量法测定;花瓣细胞膜透性用电导法(Termod 3Ster 电导仪)测定 ;乙烯释放量用气相色谱仪测定;花青素用乙醇浸提,岛津紫外分光光度计测定;SOD 用氮蓝四唑(NBT)还原法测定;POD 用愈创木酚法测定;O_2^- 参照王爱国的测定方法测定;MDA 用硫代巴比妥酸法测定。

1.4　数据处理　试验数据用 SPSS13.0 统计分析软件和 Excel 统计整理、分析和作图。

2　结果与分析

2.1　1 – MCP 对姜荷花贮运期间生理指标的影响

2.1.1　1 – MCP 对姜荷花切花贮运期间失重率的影响　从总体上看,姜荷花鲜切花各处理的失重率都随着贮运时间的延长不断增大(见图 1),即随着贮运天数的增加,失水越来越多;各处理的失重率与贮运时间的相关性都达到极显著水平[$r_{CK}=0.994^{**}$,$r_A=0.987^{**}$,$r_B=0.985^{**}$,$r_C=0.986^{**}$,$r_D=0.977^{**}$,$n=5$(下文同)],尤其以对照的相关性最高。图 1 还表明:对照处理的失重率自始至终都大于其他各个处理,即各处理中以对照的失水最快,这说明 1 – MCP 的 4 个处理均能抑制切花的失水,达到一定的保鲜效果,但经 SPSS 分析,4 个处理的保鲜效果均未达到显著水平。第 5 天时 C 处理的失重率最低。

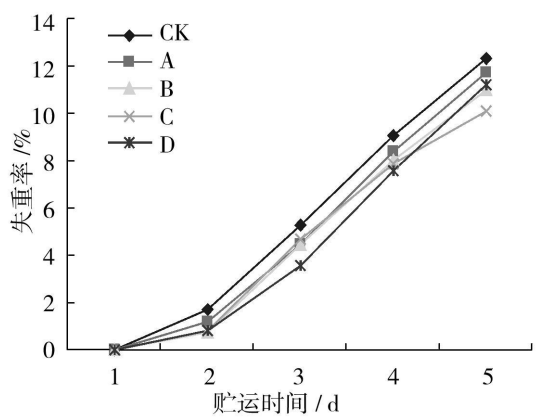

图 1　1 – MCP 对姜荷花鲜切花失重率的影响

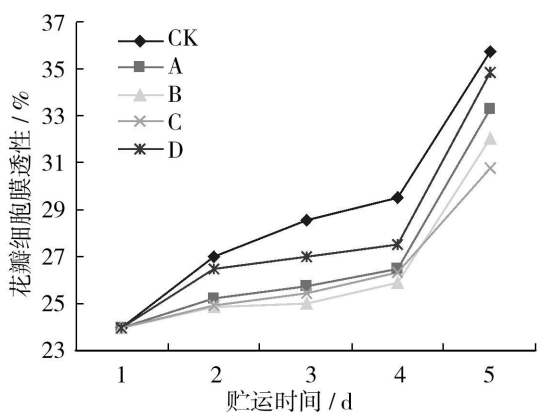

图 2　1 – MCP 对姜荷花花瓣细胞膜透性的影响

2.1.2　1 – MCP 对姜荷花贮运期间花瓣细胞膜透性的影响　由图 2 可见,各处理的花瓣细胞膜透性同样随着贮运时间的延长而增大,其中,中、高剂量(C,D 处理)和对照处理的相关性达到显著水平($r_{CK}=0.950^{*}$,$r_C=0.902^{*}$,$r_D=0.883^{*}$),较低剂量处理(A,B 处理)达到较显著相关性($r_A=0.859^{+}$,$r_B=0.840^{+}$)。这表明,所有处理的花瓣均随着贮运时间的延长而衰老,且均以处理后第 2 天和第 5 天的衰老幅度较大。图 2 还表明,1 – MCP 4 个处理的花瓣细胞膜透性在贮运期间均小于对照,1 ~ 3 d A ~ C 等中、低剂量处理抑制效果较明显,高剂量 D 处理的效果较差;第 4 天 4 个处理与对照的差异均达到显著水平。第 5 天 B,C 处理的抑制效果与对照的差异均达到极显著水平。

2.1.3　1 – MCP 对姜荷花贮运期间花瓣乙烯释放量的影响　从图 3 可见,除了高剂量处理外,其余各处理的花瓣乙烯释放量都随着贮运时间的延长而降低,呈现出较显著的负相关($r_{CK}=-0.828^{+}$,$r_A=-0.887^{*}$,$r_B=-0.835^{+}$,$r_C=-0.835^{+}$);尤其在 1 ~ 3 d 的贮运期,各处理的乙烯释放量急速降低。4 个处理降幅均大于对照,且以 B,C 处理的乙烯释放量下降最快;第 4 天各处理的降幅减弱,处理 D 开始有些

反弹;第 5 天,除了 B,C 处理继续降低外,其余各处理均呈上升趋势,高剂量处理 D 的涨幅甚至达到 47%。图 3 还表明,B,C 处理的乙烯释放量受抑制最明显,其中在贮运第 2 天和第 5 天均达到极显著的差异。这说明姜荷花切花贮运前经一定剂量的 1 - MCP 熏蒸,能显著地抑制花瓣的乙烯释放量,但剂量过高或过低,抑制效果均较差,剂量过高的处理在贮运后期,反而促进了乙烯的释放。

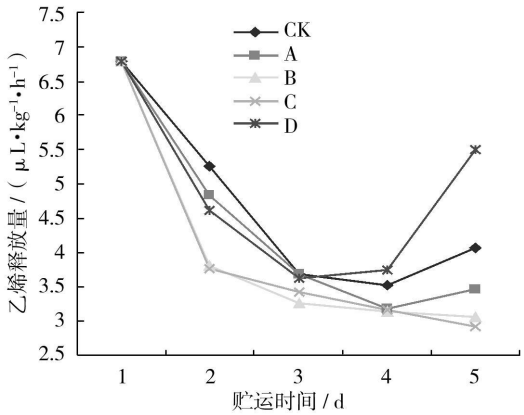

图 3 1 - MCP 对姜荷花花瓣乙烯释放量的影响

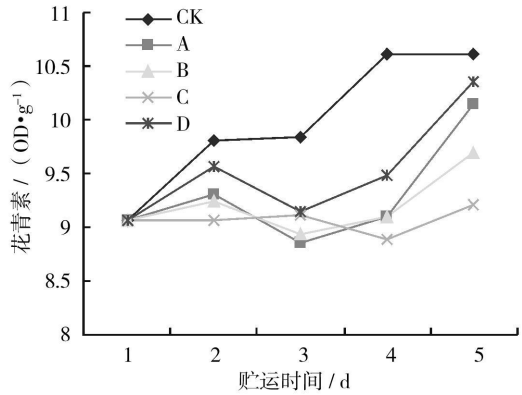

图 4 1 - MCP 对姜荷花花瓣花青素的影响

2.1.4 1 - MCP 对姜荷花贮运期间花青素的影响 由图 4 可见,各处理的姜荷花花瓣花青素含量随着贮运时间的延长总体呈增加趋势,其中,只有对照的相关性达到显著水平($r_{CK} = 0.949^{*}$)。经 1 - MCP 熏蒸的各处理的姜荷花花瓣花青素在整个贮运过程都受到不同程度的抑制,从贮运第 3 天起,各处理与对照相比都达到极显著的差异;其中,C 处理的姜荷花花瓣花青素含量在整个贮运过程中保持在较低的水平,且走势平稳;4 ~ 5 d 时 C 处理的姜荷花花瓣花青素含量与其他 3 个处理的差异也达到显著水平。第 5 天,各处理间的姜荷花花瓣花青素含量都明显增加,并以 D,A 处理的增加较快。

2.2 1 - MCP 对姜荷花贮运期间活性氧代谢指标的影响

2.2.1 1 - MCP 对 SOD 的影响 姜荷花鲜切花贮运第 5 天,经 1 - MCP 熏蒸后的 4 个处理的姜荷花花瓣超氧化物歧化酶活性受到极显著的影响(见表 1)。C,A,D,B 各处理的酶活性分别比对照降低了 49.50%,35.12%,32.57% 和 27.43%,其中 C 处理的酶活性与其他处理的酶活性的差异达极显著水平。

表 1 1 - MCP 对姜荷花活性氧代谢指标的影响

1 - MCP/ ($\mu L \cdot L^{-1}$)	SOD/ ($U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)	POD/ ($U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)	O_2^-/ ($nmol \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)	MDA/ ($\mu mol \cdot g^{-1}$)
CK	30.30 ±1.48A(100.00)	16.29 ±0.12A(100.00)	358.31 ±9.45ab(100.00)	1.414 ±0.023a(100.00)
A	19.66 ±0.11B(64.88)	13.29 ±11.57B(81.58)	334.54 ±2.74b(93.37)	1.370 ±0.008ab(96.89)
B	21.99 ± 0.36B(72.57)	10.72 ±0.43C(65.81)	331.82 ±9.9b(92.61)	1.349 ±0.009b(95.40)
C	15.30 ±0.60C(50.50)	7.71 ±0.08D(47.33)	328.15 ±.65b(91.58)	1.259 ±0.001c(89.04)
D	20.43 ±0.43B(67.43)	6.43 ±0.43E(39.47)	407.07 ±29.54a(113.61)	1.296 ±0.001c(91.66)

注:1. 样品质量均为鲜质量;2. 括号内数据为处理占对照的%;3. 同列数值后注有不同英文字母表示差异达显著性,大写字母表示 0.01 水平,小写字母表示 0.05 水平。

2.2.2 1 - MCP 对 POD 的影响 姜荷花鲜切花贮运第 5 天,1 - MCP 的 4 个熏蒸处理都极显著地抑制了姜荷花花瓣 POD 的活性(见表 1),且随着处理剂量的递增,这种抑制强度不断加大,达到极显著的负相关($r = -0.993^{**}$)。

2.2.3 1 - MCP 对 O_2^- 的影响 姜荷花鲜切花贮运第 5 天,1 - MCP 的 4 个熏蒸处理的姜荷花花瓣 O_2^- 含量与对照相比均未到达显著水平(见表 1)。从 A,B,C 处理的结果可见,姜荷花花瓣 O_2^- 含量随着 1 - MCP剂量的递增而递减,递减率分别为 6.63%,7.37% 和 8.42%。但当 1 - MCP 剂量达到 D 处理水平($8\ \mu L \cdot L^{-1}$)时,姜荷花花瓣的 O_2^- 含量反而比对照的增加 13.61%,且 D 处理与 A,B,C 处理间的差异均达到显著差异。

2.2.4 1 - MCP 对 MDA 的影响 A,B,C,D 处理均抑制了姜荷花花瓣 MDA 的积累,它们分别使花瓣的

MDA 含量比对照减少 3.11%,4.60%,10.96% 和 8.34%(见表 1)。这表明,在中低剂量阶段随着处理剂量的递增,这种抑制效果不断加强,但当剂量达到 D 处理水平(8 μL · L^{-1})时,这种抑制效果略有减弱。A 处理与对照相比未达显著差异,B,C,D 处理与对照相比均达到显著差异。

3　讨　论

3.1　1 – MCP 对姜荷花鲜切花贮运前熏蒸处理的必要性　鲜切花的贮运过程是产品在封闭的环境下高度集中运输的过程,是鲜切花整个生产过程中最易受到乙烯干扰的阶段。文献[22]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。本研究结果表明,姜荷花切花贮运前经一定剂量(2 ~4 μL · L^{-1})的 1 – MCP 熏蒸,能显著地抑制花瓣的乙烯释放量。这与文献[22]的理论相吻合,也与 1 – MCP 在香石竹、百合花、月季、唐菖蒲、牡丹和桂花等其他鲜切花保鲜上的应用结果相似[3 – 20]。笔者对 1 – MCP 在姜荷花切花贮运保鲜的适宜熏蒸条件的研究表明[23]:低温(12 ℃)贮运状态下的姜荷花鲜切花花朵不及常温贮运下的鲜艳,且花瓣表现出冻害的症状,但叶片却更鲜绿。这表明姜荷花无法适应低温贮运法。这与姜荷花原产于泰国清迈,为热带球根花卉,长期适应于较高温度的生长环境有关[1],因此,姜荷花鲜切花贮运前经 1 – MCP 熏蒸保鲜处理尤为必要。

3.2　1 – MCP 处理对姜荷花鲜切花贮运过程生理影响的分析　本研究结果表明,姜荷花鲜切花贮运前经一定剂量的 1 – MCP 熏蒸后,在贮运的整个过程中,切花鲜质量的减少、花瓣细胞膜透性的增大、乙烯的释放量和花青素的增加等都受到一定程度的抑制。第 5 天以 C 处理(4 μL · L^{-1})的效果最好,因此,4 μL · L^{-1}剂量为姜荷花鲜切花贮运前 1 – MCP 熏蒸的适宜剂量。

1 – MCP 对切花鲜质量的作用效果不及对花瓣细胞膜透性、花瓣乙烯释放量和花青素的作用效果,未达到显著水平。这可能与切花鲜质量测定的是整枝切花,而枝叶的失水较花瓣慢有关。

由图 1 ~4 的走势表明,切花失重率和花瓣细胞膜透性的增大、乙烯释放量的变化和花青素的增加在贮运前 4 d 较平稳,第 5 天各项指标的变化加大,建议姜荷花鲜切花的贮运时间以 4 d 为宜。1 – MCP 熏蒸抑制效果在贮运的第 5 天较明显。因此,将它作为 1 – MCP 对姜荷花贮运期间活性氧代谢的研究阶段是适宜的。

3.3　1 – MCP 对姜荷花花瓣活性氧代谢影响分析　贮运第 5 天的活性氧代谢研究结果表明,SOD 和 POD 作为鲜切花衰老过程的 2 个关键酶,4 个处理均与对照达到极显著的差异;脂膜过氧化产物 MDA 的中高剂量处理(B,C,D)与对照的差异也达到显著水准;O_2^- 指标尽管与对照的差异未达到显著水平,处理间的差异也表现出良好的规律,即中、低剂量的 1 – MCP 熏蒸处理降低花瓣的 O_2^- 含量,当剂量达到 8 μL · L^{-1}时,O_2^- 含量不但没减少反而超过对照。POD 受抑制的程度与处理剂量达到极显著的负相关。

(致谢:本文承黄维南研究员审阅,深表感谢!)

参考文献:

[1] 朱东兴,沈宗根,孟 佳,等. 1 – MCP 处理和综合保鲜配方对百合切花的保鲜效应[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2008,36(11):167 – 175.

[2] 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.

[3] SISLER E C,SEREK M. Inhibitors of ethylene in plants at the receptor level: Recent developments[J]. Physiol Plant,1997,100:577 – 582.

[4] SEREK M,SISLER E C,REID M S. 1 – MCP on the vase life and ethylene response of cut flowers[J]. Plant Growth Regul,1995,16:93 – 97.

[5] 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.

[6] SEREK M,SISLER E C,TIROSH T,et al. 1-methycyclopropene prevents bud,flower,and leaf abscission of Geraldton Waxflower[J]. Hortic Sci,1995,30(6):1310 – 1310.

[7] SEREK M,SISLER E C. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants[J]. Posth arvest Biol Technol,2002,23:161 – 166.

[8] PORAT R, WEISS B, COHEN L, et al. Effects of ethylene and 1-methycyclopropene on the postharvest pualities of 'Shamouti' oranges[J]. Postharvest Biol Technol, 1999, 15: 155 – 163.
[9] MACNISH A J, SIMONS D H, JOYCE D E, et al. Responses of native Australian cut flowers to treatment with 1-methycyclopropene and ethylene[J]. Hortic Sci, 2000, 35(2): 254 – 255.
[10] 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.
[11] 汪跃华,董华强,林银凤,等. 1 – MCP 对香石竹切花保鲜作用初探[J]. 佛山科技学院学报:自然科学版, 2003, 21(2): 77 – 80.
[12] 汪跃华,董华强,林银凤,等. 1 – 甲基环丙烯对百合切花保鲜的作用[J]. 安徽农业科学, 2003, 31(2): 203 – 204, 208.
[13] 汪跃华,董华强,林银凤,等. 1 – MCP 对铁炮百合切花保鲜作用的研究[J]. 浙江农业科学, 2003(5): 242 – 243.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 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.
[17] 章明莉. 1 – 甲基环丙烯在月季切花保鲜中的应用[J]. 现代农业科技, 2009, (11): 33 – 34.
[18] 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.
[19] 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.
[20] 任小林,童斌,饶景萍. 新型乙烯作用抑制剂 1 – MCP 在园艺产品保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工, 2002, 2(3): 3 – 5.
[21] 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: 231 – 234.
[22] SISLER E C, SEREK M. Compounds controlling the ethylene receptor[J]. Bot Bull Acad Sin, 1999, 40: 1 – 7.
[23] 陈丽璇,陈淳,陈菲,等. 1 – MCP 在姜荷花切花贮运保鲜的适宜薰蒸条件研究. 热带作物学报, 2010, 31(7): 1087 – 1090.

Effects of 1 – MCP on Some Physiological Metabolic Indexes of *Curuma alismatifolia* Cut Flowers During Storing

CHEN Li-xuan, LIU Fu-ping, KE He-zuo, CHEN Chun, GUO Ying
(Fujian Institute of Subtropical Botany, Fujian Key Public Laboratory of Physialogical and Bio-chemical of Subtropical Botany, Xiamen 361006, China)

Abstract: Physiological changes of *Curcuma alismatifolia* cut flowers during storing, as well as the effects of fumigation method for 1 – MCP on the physiological indexes and on the metabolism of active oxygen species were investigated. The results showed that, with the extension of the shipping time, the weightiness rate of the cut flower increased significantly, petal membrane permeability and anthocyanin increased significantly, while ethylene production decreased in general, during shipping and storing, different degree concentration deals inhibited the incresement of four physiological indexes in various degree; in the later period of shipping and storing, certain concentration of suffocating inhibited the augment of petal membrane permeability and releasing of ethylene observably, but had no significant effect on the increasement rate of weightiness; on the day five, four different degree concentration deals all inhibited SOD and PODs´ activities, the produce of MDA was inhibited by 2-4 $\mu L \cdot L^{-1}$ of 1 – MCP significantly, except for O – 2. 4 $\mu L \cdot L^{-1}$ of 1 – MCP had the best effect on active oxygen metabolizing. So, 4 $\mu L \cdot L^{-1}$ 1 – MCP was the best dosage for the storing of *curcuma alismatifolia* cut flowers.
Key words: 1 – MCP; *Curuma alismatifolia*; during storing; physiological indexes