

1-MCP 处理和综合保鲜配方对 百合切花的保鲜效应

朱东兴¹, 沈宗根¹, 孟 佳¹, 水玉祥¹, 王 燕¹, 饶景萍²

(1 常熟理工学院 生物与食品工程学院, 江苏 常熟 215500; 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】研究不同浓度 1-MCP(1-甲基环丙烯)及综合保鲜配方处理对金百合“精粹”切花瓶插期生理代谢水平及保鲜效果的影响, 探索金百合“精粹”切花适宜的采后综合保鲜措施。【方法】分别用 30, 150 和 1 000 nL/L 1-MCP 对金百合“精粹”切花进行保鲜处理, 研究其对切花瓶插期呼吸速率、细胞膜相对透性、水分代谢等生理变化的影响; 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验, 探讨不同浓度 1-MCP(30, 150 和 1 000 nL/L)、6-BA(20, 40 和 90 mg/L)、GA₃(20, 40 和 150 mg/L)、蔗糖(20, 30 和 50 g/L)等保鲜剂及其组合水平对切花保鲜效果的影响效应。【结果】与对照相比, 1-MCP 处理可以有效延迟金百合“精粹”呼吸高峰的出现, 降低呼吸速率, 延缓水分代谢的失调与细胞膜相对透性的增大; 1 000 nL/L 1-MCP 处理有利于切花水分的吸收与保持, 并能促进花径增大; 150 nL/L 1-MCP 处理对切花呼吸消耗的抑制、瓶插寿命的延长及衰老进程的延缓更为有效。在延长金百合切花瓶插寿命方面, 蔗糖较 1-MCP 和其他保鲜措施的影响效应更强; 而在促进花径增大与花朵开放方面, 1-MCP 的影响效应强于蔗糖和其他保鲜剂。【结论】金百合“精粹”切花在瓶插期采用 150 nL/L 1-MCP+40 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+30 g/L SUC, 并结合 150 mg/L 柠檬酸+200 mg/L 8-HQ 等抗衰败综合措施进行保鲜, 其寿命与观赏品质最好。

【关键词】 金百合切花; 1-MCP; 蔗糖; 6-BA; GA₃; 保鲜配方; 保鲜效应

【中图分类号】 S682.1⁺9

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2008)11-0167-09

Effects of 1-MCP treatment and comprehensive preservative prescriptions on cut lily

ZHU Dong-xing¹, SHEN Zong-gen¹, MENG Jia¹, SHUI Yu-xiang¹,
WANG Yan¹, RAO Jing-ping²

(1 Department of Biology and Food Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu, Jiangsu 215500, China;

2 Horticultural college, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The cut lilies (*Lilium hybrida Asiatic*, cv. Elite) were treated with different concentrations of 1-MCP (1-methylcyclopropene) and comprehensive preservative prescriptions after harvest at the room temperature. The effects on some physiological changes and fresh-keeping of the cut flowers were studied during vasing in order to explore the optimal compositive preservative prescription of cut flowers of ‘Elite’ lily. 【Method】Cut flowers of ‘Elite’ lily treated with different concentrations of 1-MCP (30, 150, 1 000 nL/L) were used to investigate the senescent changes in respiration rate, relative membranes permeability and water metabolism during vasing. Main effect of fresh-keeping of cut flowers was investigated according to orthogonal design through 1-MCP (30, 150, 1 000 nL/L), 6-BA (20, 40, 90

* [收稿日期] 2007-11-20

[基金项目] 常熟理工学院植物学重点学科资助项目(2004-10)

[作者简介] 朱东兴(1977—), 男, 陕西永寿人, 讲师, 硕士, 主要从事园艺产品采后生理与贮藏保鲜研究。

E-mail: eastar@csit.edu.cn

[通讯作者] 沈宗根(1962—), 男, 江苏苏州人, 教授, 博士, 主要从事植物学研究。

mg/L),GA₃(20,40,150 mg/L)and the sucrose(20,30,50 g/L)treatments. 【Result】 The results indicated that compared with control,treatments with different concentrations of 1-MCP manifestly delayed the appearing of respiratory peak and imbalance in water metabolism,and lowered the relative membranes permeability of cut lilies. Treatment with 1 000 nL/L 1-MCP was more effective in inhibiting imbalance in water metabolism and increasing the flower diameter of cut lilies. Treatment with 150 nL/L 1-MCP was more impactful in reducing respiration rate and prolonging vase life of cut flowers. The effects of sucrose on vase life was better than 1-MCP and the other preservatives,while 1-MCP was better in increasing the flower diameter of cut flowers. 【Conclusion】 The best combination was sifted according to orthogonal design through intergrated evaluation and analyses. It is considered a reasonable compositive prescription of preservatives for freshness protection of *Lilium* ‘Elite’ cut flowers to use 150 nL/L 1-MCP,40 mg/L 6-BA,40 mg/L GA₃,30 g/L SUC with 150 mg/L citric acid and 200 mg/L 8-hydroxyquinoline treatment.

Key words: cut *lilium Asiatic*; 1-MCP (1-Methylcyclopropene); sucrose; 6-BA (6- phenmethyl adenine); GA3(gibberelin); fresh-keeping recipe; fresh-keeping effect

百合是世界上最受欢迎的名贵鲜切花之一,近年来其在我国的种植面积以每年 20% 的速度递增^[1],但由于百合采后大多未能进行及时有效的保鲜处理,导致流通损耗大、品质下降、出口创汇能力低的问题十分突出,与其栽培面积与生产量的增长极不适应。如何减少流通损耗、提高其商品品质、延长瓶插寿命是国内百合切花生产研究中亟待解决的问题。

近年来,国内外一些研究者发现一种新型乙烯受体抑制剂 1-甲基环丙烯(1-MCP)^[2-4],对包括切花在内的大多园艺产品具有抑制衰老成熟、延长采后寿命的显著作用^[2],尤其对乙烯敏感的园艺产品的保鲜效果更佳^[3],故已成为目前园艺产品采后保鲜应用研究的一个热点^[4]。有研究表明,百合花朵属于乙烯敏感的末期上升型园艺产品^[5],适合于 1-MCP 处理。而目前在百合采后研究中,1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖与柠檬酸等分别被认为是激素调控、营养与水分补充、防腐保鲜等方面最为有效的无公害保鲜剂,其高效无害化程度大大优于 STS、Al⁺ 等传统保鲜配方。目前,虽已有关于这些保鲜剂单独用于百合切花采后生理生化代谢的理论研究^[6-9],但 1-MCP 等保鲜剂对不同种类园艺植物及品种的最佳响应浓度并不相同^[3],保鲜剂 1-MCP 等对百合切花特异品系的最佳处理浓度仍需通过试验确定。

金百合(*Lilium Asiatic hybrids Novo cento*)是我国百合切花中观赏价值较高的主栽品种之一,有关其采后保鲜的研究,国内仅见 1 篇有关采后离水时间及常规保鲜剂 STS 等的配方研究^[10]。而且目前也没有关于将上述各有关高效无害化保鲜剂结合起来,从激素调控、营养与水分补充、防腐保鲜等方

面进行全面调控,对其适宜应用的浓度水平进行的研究,也未见对百合切花进行无害化综合保鲜配方的应用研究。为此,本研究针对金百合乙烯敏感的跃变型特点,用目前国内外公认的不同浓度的高效乙烯受体抑制剂 1-MCP 进行处理,研究其对金百合瓶插期切花呼吸消耗、膜透性、水分代谢的影响,确定瓶插期不同浓度 1-MCP 对百合切花生理特性的影响效应,并通过正交试验考察 1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖对采后百合切花保鲜效果的主效应,以期结合实际应用状况筛选出高效安全、适合我国主栽百合品种瓶插期保鲜的最佳综合保鲜剂配方,并为其在百合切花采后保鲜上的应用提供理论与技术依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试金百合为亚洲杂交种“精粹”(*Lilium hybrida Asiatic*. cv. Elite),于 2007-04-16 采自连云港市江苏花卉示范园区。选择生长开放程度整齐一致、无病虫害、带有 3~4 个花蕾、基部第 1 朵花蕾刚着色的花枝为材料,剪口消毒采切后用盛冰块泡沫箱集装,及时运回实验室处理。

1.2 试验设计与处理

处理前将花枝整理并在水下剪切成 50 cm 等长的枝段,于室温下复水 3 h。为探讨不同浓度 1-MCP 对百合切花瓶插期呼吸消耗、细胞膜透性、水分平衡、鲜重变化的影响,参照宋军阳等^[6]的方法对部分切花进行 30,150 和 1 000 nL/L 不同浓度 1-MCP 处理(在大桶中放入切花,桶内加 1 cm 深自来水,准确称取计算好的 1-MCP,放入干燥小烧杯中,一起

放入桶内,用移液管取计算好的去离子水,滴入烧杯后迅速给桶加盖并密封,处理 6 h 后打开),对照用同样规格的塑料桶在空气中密闭 6 h,处理后将各处理与对照用去离子水瓶插于室内((17±3)℃,RH60%~70%)散光处培养,定期更换去离子水,每次换水前对瓶插花枝原吸水端进行水下剪切,并热烫新切口。每处理及对照各重复 3 次,单个重复 3 枝花。定期定时测定呼吸速率、膜透性、水分代谢等生理代谢指标。

另一部分供试花材用于综合保鲜配方处理。参考各保鲜剂在百合切花单独保鲜时浓度范围的研究

表 1 百合切花保鲜配方正交优化组合试验设计

Table 1 Experimental plan for optimum recipe of preservation formula for cut Lily

处理 Treatment	因子 Factor			
	A	B	C	D
	1-MCP/(nL·L ⁻¹)	6-BA/(mg·L ⁻¹)	GA ₃ /(mg·L ⁻¹)	蔗糖/(g·L ⁻¹) Sucrose
1	30	20	20	20
2	30	40	40	30
3	30	90	150	50
4	150	20	40	50
5	150	40	150	20
6	150	90	20	30
7	1 000	20	150	30
8	1 000	40	20	50
9	1 000	90	40	20

1.3 测定项目及方法

1.3.1 呼吸速率 采用气流法测定^[11],用每克花枝鲜重每小时释放 CO₂ 的毫克数表示,记为 mg/(g·h)。

1.3.2 细胞膜相对透性 用 DDS-II A 型电导仪(上海雷磁仪器厂生产),参照朱东兴等^[12]的方法略加改进。用 1 cm 直径的打孔器各取部分待测花瓣和叶片,置于 50 mL 小烧杯中,加 20 mL 去离子水(25℃),立即测其电导率 P₀;抽真空 20 min 后(DZF-6020 型真空干燥箱,上海一恒科学仪器有限公司)于室温下避光静置 12 h(其间适当振荡混匀),测其电导率 P₁;其后沸水浴 10 min,冷却至 25℃,并加水至刻度,测得其电导率 P₂。按“膜相对透性/%=(P₁-P₀)/(P₂-P₀)×100%”计算细胞膜相对透性,重复测定 3 次取其平均值。

1.3.3 水分平衡值与花枝鲜重变化率 从切花插入去离子水的当日开始,每日测定“瓶重+溶液重”,两次连续称量之差即为花枝的吸水量;每日测定“花枝鲜重+瓶重+溶液重”,用两次连续称量之差计算花枝的失水量。水分平衡值和花枝鲜重变化率按下式计算:

水分平衡值=花枝吸水量-花枝失水量;

结果及有关资料^[5-9],本综合配方优化试验设 4 个因子 3 个水平,选用 L₉(3⁴)正交设计,共 9 个组合处理(表 1),以探讨 1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖等因子及其浓度水平对切花保鲜效果的影响效应,同时在 9 组各保鲜配方中同等加入适宜的柠檬酸与 8-HQ,使柠檬酸与 8-HQ 最终质量浓度分别达到 150 和 200 mg/L。以 3 支为 1 小区,重复 3 次,随机区组排列,置于室内((17±3)℃,RH 60%~70%)散光处培养,每 3 d 换 1 次综合配方瓶插液,换液前对花枝原吸水端进行水下剪切,并热烫新切口瓶插,定期定时观测其保鲜效果(瓶插寿命与花径变化率)。

花枝鲜重变化率/%=(每日切花鲜重-瓶插首日切花鲜重)/瓶插首日切花鲜重×100%^[13]。

1.3.4 瓶插寿命 自瓶插之日起,每日记录各处理第 1,3 朵花(即从基部自下而上第 1 和第 3 朵花,下同)从瓶插至盛开(5 级)时所需时间和盛开持续时间,瓶插寿命即为两者之和^[13-14]。

1.3.5 花径变化 用桂林精密仪表厂生产的闭式带表游标卡尺(200 mm×0.02 mm)测定各处理第 1,3 朵花在整個瓶插期的最大花径,计算其与采收当天花径之差,所得差值与采收当天花径的比值即为花径变化率。

1.3.6 开花级数 参照谭辉等^[14]的方法略有改进。依据花枝第 1,3 朵花的开放状况确定开花级数:1 级,花苞还没有转色;2 级,花苞开始转色;3 级,花苞充分显色和膨胀,花苞顶部开始开裂;4 级,花朵顶部开始张开,即处于初开期;5 级,花瓣达到水平张开,为盛开初期;6 级,花瓣下垂,花瓣鲜度下降,色泽开始变暗,即盛开末期;7 级,出现花瓣变软、色泽明显变暗等衰老症状,且达每朵花的 50%,即为萎蔫衰败期。

以上相关指标的测定数据均用平均值表示,所有数据采用 Excel 及 SAS 软件进行数据统计与分

析。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 处理对百合切花瓶插期生理代谢指标的影响

2.1.1 呼吸速率 由图 1 可见,对照与各处理金百合“精粹”切花瓶插期呼吸速率的变化趋势基本一致,均呈双峰曲线,属典型的跃变型切花。瓶插第 3 天,对照与各处理均出现第 1 个呼吸跃变峰,其中对照的呼吸跃变峰最大,而各 1-MCP 处理的呼吸速率

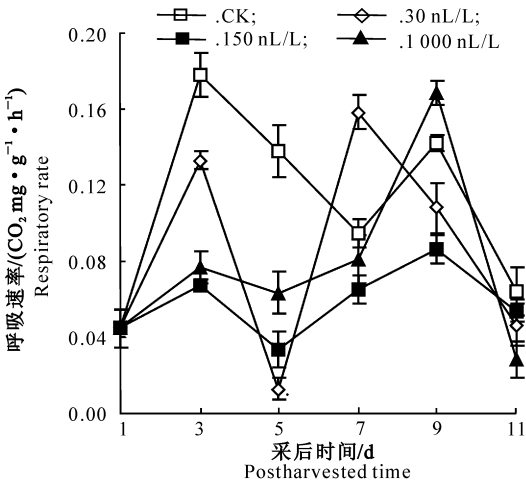


图 1 1-MCP 处理对金百合切花瓶插期呼吸速率的影响
Fig.1 Effect of 1-MCP on the respiratory rate of cut lily during vasing

2.1.2 细胞膜相对透性 由图 2 可以看出,在百合切花采后,其细胞膜透性随离体衰老进程总体呈增大趋势。1-MCP 处理一定程度上抑制了百合切花细胞膜透性的增大上升速度,尤其在瓶插前期,各处理切花细胞膜透性变化较为平稳;而在第 11 天后的瓶插后期,各 1-MCP 处理与对照的细胞膜均呈加速衰老破坏的趋势,表现为细胞膜透性急剧上升,不同浓度 1-MCP 处理间,切花细胞膜透性的变化无显著性差异,但其值均小于同期对照。

2.1.3 水分平衡值 由图 3 可以看出,不同处理百合切花的水分平衡值均呈现先上升后下降的趋势。在瓶插前 3 d,由于吸水量大于失水量,使得切花水分平衡值均有所上升,其中 1-MCP 各处理切花水分平衡值的上升幅度高于对照。处理第 3 天后,随切花吸水量的减少和失水量的增加,各处理与对照的水分平衡值均呈下降趋势,但 1-MCP 各处理水分平衡值的下降速度均较对照有所延缓。在切花瓶插第 7.46 天,对照的水分平衡值降为零,此后继续失水降

受到明显抑制,于第 3 天仅形成呼吸小峰,最大呼吸峰推迟出现,推迟时间与最大峰峰值因 1-MCP 处理浓度的不同而有差异,其中 30 nL/L 1-MCP 处理于第 7 天达到最大呼吸高峰,较对照推迟 4 d,150 和 1 000 nL/L 1-MCP 处理均于采后第 9 天同时出现最高呼吸跃变峰,均较对照推迟 6 d。与对照相比,各处理切花最大呼吸峰值也均有不同程度的降低,其中以 150 nL/L 1-MCP 处理的降低程度最为显著,其整个瓶插期呼吸速率变化最为平稳。

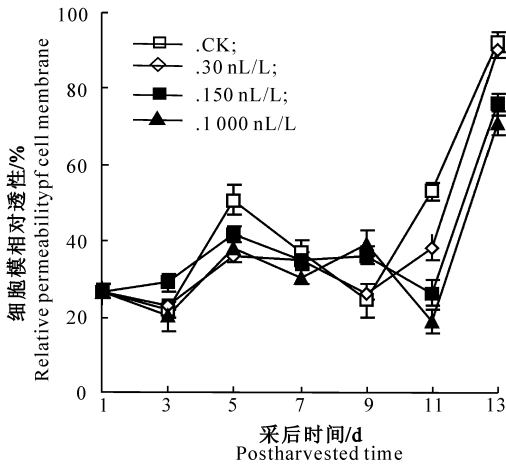


图 2 1-MCP 处理对金百合切花细胞膜相对透性的影响
Fig.2 Effect of 1-MCP on relative permeability of cell membrane of cut lily

为负值;而 30 和 150 nL/L 1-MCP 处理切花水分平衡值降为零值的时间分别为 8.42 和 8.04 d,较对照分别推迟 0.96 和 0.58 d;1 000 nL/L 1-MCP 处理对延缓切花水分平衡值下降的效果最为显著,其水分平衡值降为零值的时间出现在第 10.52 天,较对照推迟了 3.06 d。由此可见,1-MCP 处理促进了花枝吸水量的增加和其对失水的抑制。

2.1.4 花枝鲜重变化率 由图 4 可见,百合切花瓶插花枝鲜重变化率的变化趋势与水分平衡值的变化趋势相似,即也呈先升后降的趋势,但 1-MCP 处理较对照更有利于切花鲜重的增加与保持,其中 1 000 nL/L 1-MCP 处理对切花瓶插前 3 d 鲜重的增加和后期鲜重减少的抑制效果最好。对本试验百合切花水分平衡值和鲜重变化率的相关分析表明,两者呈极显著正相关($r = 0.9999$),可以推断,1-MCP 对百合切花鲜重的保持是通过调节其水分的吸收与保持实现的。

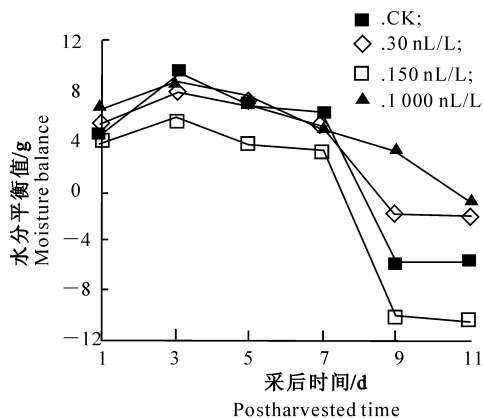


图 3 1-MCP 处理对金百合切花瓶插期水分平衡值的影响

Fig. 3 Effects of 1-MCP on moisture balance of cut lily during vasing

2.2 1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖等保鲜措施对百合切花保鲜效果的影响

为了解 1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖等保鲜措施对百合切花保鲜效果的影响,特设计正交试验以考察 4 因子的主效应,并筛选最佳组合。

2.2.1 对百合切花保鲜效果的主效应 由表2和表3可以看出,1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖均对百合

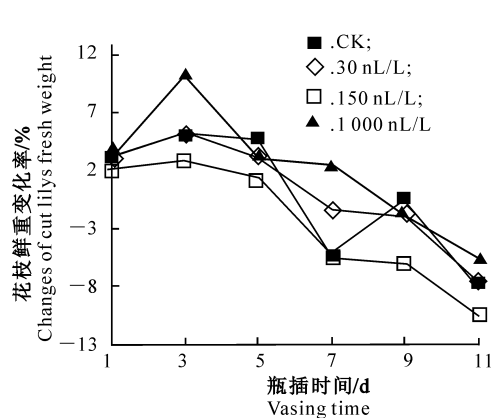


图 4 1-MCP 处理对金百合切花瓶插期
花枝鲜重变化率的影响

Fig. 4 Effects of 1-MCP on changes of cut lily's fresh weight during vasing

切花瓶插寿命与花径变化有一定影响,其中蔗糖各质量浓度处理对百合切花瓶插寿命的影响效应在 0.05 水平上有显著性差异,1-MCP 各浓度水平对百合切花花径变化率的影响效应在 0.01 水平上有极显著性差异,6-BA 和 GA3 对百合切花瓶插寿命和花径变化率的影响效应在不同质量浓度水平间有一定差异,但均未达到显著水平。

表 2 1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖 4 因子对百合切花瓶插寿命、花径变化的正交试验结果

Table 2 Analysis result of vase life and average change in flower diameter of cut lily in orthogonal design taking 1-MCP(A), 6-BA(B), GA₃(C) and Sucrose(D) as factors

处理号 Treatment number	A B C D				瓶插寿命/d Vase life				花径变化/倍 Average change in flower diameter			
	1-MCP/ (nL · L ⁻¹)	6-BA/ (mg · L ⁻¹)	GA ₃ / (mg · L ⁻¹)	蔗糖/ Sucrose (g · L ⁻¹)	I	Ⅱ	Ⅲ	<i>T_i</i>	I	Ⅱ	Ⅲ	<i>T_i</i>
1	1	1	1	1	10.25	12.33	11.20	33.78	4.47	4.24	5.14	13.84
2	1	2	2	2	10.80	13.00	13.75	37.55	4.50	5.66	4.80	14.96
3	1	3	3	3	6.00	6.50	9.33	21.83	4.96	4.85	5.90	15.71
4	2	1	2	3	11.67	12.25	10.25	34.17	6.19	5.55	6.26	18.00
5	2	2	3	1	10.20	11.75	16.75	38.70	6.17	6.44	5.33	17.95
6	2	3	1	2	14.00	12.60	11.00	37.60	5.99	5.30	5.41	16.70
7	3	1	3	2	11.50	12.33	11.75	35.58	5.66	5.49	5.22	16.37
8	3	2	1	3	12.00	11.33	9.20	32.53	5.58	5.93	66.41	17.92
9	3	3	2	1	12.00	10.00	11.00	33.00	5.78	6.30	6.80	18.88
瓶插寿命 vase life	<i>T</i> ₁	93.16	103.53	103.91	105.48	$C=T^2/(rk)=3\ 439.49, T=304.74, r=3, k=9$						
	<i>T</i> ₂	110.47	108.78	104.72	110.73	总 $SS_T(\text{Total } SS_T)=117.12$						
	<i>T</i> ₃	101.11	92.43	96.11	88.53	处理组合 $SS_t(\text{Treatment combination } SS_t)=67.11$						
	SS	16.68	15.49	5.02	29.92	$SS_e=SS_T-SS_t=50.01$						
花径变化 Hange in flower diameter	<i>T</i> ₁	44.51	48.21	48.46	50.66	$C=T^2/(rK)=836.78, T=150.31, r=3, k=9$						
	<i>T</i> ₂	52.64	50.82	51.83	48.02	总 $SS_T(\text{Total } SS_T)=11.28$						
	<i>T</i> ₃	53.16	51.28	50.02	51.62	处理组合 $SS_t(\text{Treatment combination } SS_t)=7.24$						
	SS	5.23	0.61	0.63	0.77	$SS_e=SS_T-SS_t=4.04$						

表 3 1-MCP、6-BA、GA₃、蔗糖 4 因子对瓶插寿命、花径变化影响正交试验的方差分析

Table 3 Variance analysis of Vase life,average change in flower diameter in orthogonal design taking 1-MCP,6-BA,GA₃ and Sucrose as factors

变异来源 Source of variation	瓶插寿命方差分析 Analysis on variance of Vase life						花径变化方差分析 Analysis on variance of average change in flower					
	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
1-MCP	2	16.68	8.34	3.00	3.55	6.01	2	5.23	2.615	11.67 * *	3.55	6.01
6-BA	2	15.49	7.75	2.79	3.55	6.01	2	0.61	0.305	1.36	3.55	6.01
GA ₃	2	5.02	2.51	0.90	3.55	6.01	2	0.63	0.315	1.41	3.55	6.01
蔗糖 Sucrose	2	29.92	14.96	5.38 *	3.55	6.01	2	0.77	0.385	1.72	3.55	6.01
误差 Error	18	50.01	2.78				18	4.04	0.224			
总变异 Total variation	26	117.12					26	11.28				

注：* 表示差异显著；* * 表示差异极显著。

Notes: * Means significant difference in respective concentrations at the 1 % level; * * means significant difference in respective concentrations at the 5 % level.

F 检验结果表明,各因子对百合切花瓶插寿命影响的主次效应依次为“蔗糖>1-MCP>6-BA>GA₃”,各因子对花径变化影响的主次效应依次为“1-MCP>蔗糖>GA₃>6-BA”。这说明 1-MCP 和蔗糖处理是提高百合切花保鲜效果的主因,其中蔗糖对切花瓶插寿命的影响效应最强,1-MCP 对促进花径增大、花朵开放的影响效应最强,相比之下 6-BA 与 GA₃ 对百合切花保鲜效果的影响程度较小。

2.2.2 瓶插寿命最佳保鲜剂配方的筛选 由表 2 和表 3 可知,蔗糖第 2 个浓度水平(30 g/L)对延长瓶插寿命的效果最好,而 1-MCP、6-BA、GA₃ 其余 3 因子对瓶插切花寿命长短的影响也均以第 2 个水平最好,即百合切花瓶插寿命的最佳保鲜剂配方为:150 nL/L 1-MCP+40 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+30 g/L 蔗糖。

2.2.3 花径变化最佳保鲜剂配方的筛选 由表 2 和表 3 可知,1-MCP 第 3 个浓度水平(1 000 nL/L)

在促进花径增大和花朵开放程度方面效果最好。而 6-BA、GA₃、蔗糖其余 3 因子对瓶插切花花径变化的影响依次以第 3,2,3 水平最好。由此可知,百合切花花径变化率的最佳保鲜剂配方为:1 000 nL/L 1-MCP+90 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+50 g/L 蔗糖。

2.2.4 试验验证 由于上述两个最佳综合保鲜剂配方未在正交优化表的 9 组试验配方之列,故对其在切花瓶插寿命与花径变化方面的保鲜效果进行了验证。试验结果(图 5)表明,保鲜剂配方为 150 nL/L 1-MCP+40 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+30 g/L 蔗糖时,瓶插寿命可达 13.25 d,明显高于正交优化表中瓶插寿命最长的(第 5 组试验)12.90 d,比去离子水瓶插(对照)切花的瓶插寿命值(9.16 d)高 4.09 d。在该配方条件下,花径变化率较瓶插首日增大 5.71 倍,比用去离子水瓶插的对照切花高出 53 %。



图 5 最佳保鲜剂配方对百合切花瓶插期的影响

A. 瓶插首日的对照与处理;B. 瓶插寿命结束日的对照与处理

Fig. 5 Effect of the optimized recipe of preservatives on cut lily during vasing

A. Control and treatment with optimized recipe of preservatives at the first vase day;B. Control and treatment with optimized recipe of preservatives when the vase life of control cut lily was over

对花径变化最佳配方“1 000 nL/L 1-MCP+90 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+50 g/L 蔗糖”的验证

结果表明,花径变化率较首日增大 6.52 倍,但其瓶插寿命仅为 11.17 d,显著低于瓶插寿命最佳配方(150 nL/L 1-MCP+40 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+30 g/L 蔗糖)的 13.25 d,也低于正交优化表中除第 3,8 和 9 组配方外的其余各组的瓶插寿命。

因此在所有保鲜剂配方组合中,组合配方“150 nL/L 1-MCP+40 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+30 g/L 蔗糖”对百合切花的保鲜效果最好,为金百合瓶插切花的最佳保鲜剂配方。

3 讨 论

本试验结果的方差分析显示,1 000 nL/L 1-MCP在促进百合切花水分吸收与保持的同时,对花径增大、花朵开放程度等方面也有较好的促进效果,其平均花径变化率与其他几种保鲜剂(6-BA、GA₃、蔗糖)及其浓度水平的差异达到了极显著水平($P<0.01$),可见水分的充分吸收与保持,不仅是防止切花因失水萎蔫而早衰的重要条件^[12],而且也与百合切花花径增大密切相关,是促进花朵开放程度与提高观赏价值必不可少的条件之一。凡有利于促进花茎维管束吸水的措施,均有利于切花水分的充分吸收与保持,防止水分平衡的破坏^[13],在本试验中,除保鲜剂外,定期换液、每次换液重新瓶插时对花枝原吸水端水切并热烫切口等,均有利于促进花枝维管束吸水,保持水分平衡。

鲜切花采后因营养消耗、微生物感染、水分失调亏缺、乙烯等成熟衰老激素的作用易加速其衰败进程,缩短瓶插寿命^[14]。因此对其补充营养物质蔗糖,加入公认广谱杀菌剂 8-HQ 及柠檬酸,采用高效

乙烯受体抑制剂 1-MCP,结合抗衰保绿调节剂 6-BA 与 GA₃ 进行激素综合调控是非常必要的^[15-18],但各抗衰败保鲜剂的最佳配比及使用浓度应适宜协调。本试验各保鲜液配方中,用 6-BA、GA₃ 与蔗糖浓度均最高的第 3 组配方处理切花,在盛开花朵均出现弯颈下垂现象,即便未开放的少量花苞也会出现早衰征兆(图 6)。相比之下,其他组配方瓶插切花均未出现此现象,这可能是由于此组保鲜液中各保鲜剂含量过高,使切花细胞渗透压调节能力下降,导致组织失水而引起萎蔫下垂。



图 6 保鲜剂各成分浓度过高的第 3 组处理导致百合切花弯颈下垂

Fig. 6 Cut lilies in preservatives containing high-concentration components was neck-bent

在百合切花瓶插寿命的延长方面,本研究发现,作为营养补充源的蔗糖,比乙烯受体抑制剂 1-MCP 及其他抗衰老调节剂(6-BA、GA₃)的抗衰效果更为显著($P<0.05$),说明切花衰老的延缓不仅需要高效乙烯抑制剂,从乙烯等激素的有效控制方面延长瓶插寿命;对其补充营养同样重要,尤其是在瓶插后期。



图 7 切花瓶插后期营养物质蔗糖对花苞的影响

A. 1-MCP 处理后瓶插于无蔗糖去离子水中的切花花苞;B. 1-MCP 处理后瓶插于含蔗糖保鲜剂中的切花花苞

Fig. 7 Effect of diverse sucrose on inflorescences at the later stage of vasing

A. Inflorescence treated with 1-MCP was in distilled water containing no sucrose;B. Inflorescence treated with 1-MCP was in the recipe of preservatives containing sucrose

在本试验中,仅用 1-MCP 处理后瓶插于去离子水中的切花,其花枝上部花苞还未绽开即出现僵花早衰现象;而经 1-MCP 处理后瓶插于含蔗糖的综合保鲜液中,即便花枝下部其他花朵已凋谢脱落,其上部花苞仍饱满可开放(图 7)。可见瓶插后期营养与能量损耗同样是制约瓶插寿命的主要因素,对其应用蔗糖等碳水化合物进行适当的营养与能量补充,以弥补其营养亏缺,对防止切花不能正常开放的僵花早衰征兆有显著效果。

4 结 论

研究表明,乙烯特异性受体抑制剂 1-MCP 可有效降低金百合切花的呼吸速率,推迟呼吸峰的出现并能不同程度地降低其峰值,在一定程度上抑制了瓶插期细胞膜透性的上升速度,延缓了切花水平衡值与花枝鲜重变化率的下降进程,有利于切花水分的吸收与保持,其中 1 000 nL/L 1-MCP 处理对切花水分的吸收与保持及花径增大的促进效果最为显著,150 nL/L 1-MCP 处理对延长瓶插寿命的效果最好。正交优化试验和验证试验综合分析表明,金百合切花最佳的综合保鲜剂配方为:150 nL/L 1-MCP+40 mg/L 6-BA+40 mg/L GA₃+30 g/L 蔗糖+200 mg/L 8-HQ+150 mg/L 柠檬酸,与瓶插于去离子水中的对照相比,其可使瓶插切花的寿命延长 4.09 d,并能促进花朵开放,使花径增大 53%。

[参考文献]

[1] 刘 岚,徐品三.百合切花采后衰老生理的研究进展[J].北方园艺,2007(2):57-59.
Liu L, Xu P S. Research development on postharvast senescence physiology of cut lily [J]. Northern Gardening, 2007(2): 57-59. (in Chinese)

[2] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene in plants at the receptor level: recent developments [J]. Physiol Plant, 1997, 100:577-582.

[3] Abdi N, Mcglasson W B, Holford P, et al. Reponses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene [J]. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14: 29-39.

[4] 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.
Zhai J S, Guo W M, Zhou K, et al. Studies and applications of 1-MCP on delaying ornamental crops senescence [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32(1): 165-170. (in Chinese)

[5] 刘雅莉,王 飞,黄 森.百合花朵不同发育期乙烯释放量与膜脂过氧化作用的研究[J].西北植物学报,1999,19(6):143-

147.
Liu Y L, Wang F, Huang S. Study on the ethylene release and the membrantlipid peroxidation in the different development stage of lilium flower [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 1999, 19(6):143-147. (in Chinese)

[6] 宋军阳,马书尚,张继涛,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.
Song J Y, Ma S S, Zhang J S, et al. Effects of 1-methylcyclopropene on some physiological indexes of cut flower of lily during postharvest [J]. Plant Physiology Communications, 2004, 40(6):699-701. (in Chinese)

[7] 赵明德,刘雅丽,王西平,等.6-BA 和 Vc 对百合(Lily)切花瓶插期间的生理影响[J].西北农业学报,2003,12(2):122-125.
Zhao M D, Liu Y L, Wang X P, et al. Effects of 6-BA and Vc on the physiology of lily cut flowers during their vase period [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2003, 12(2): 122-125. (in Chinese)

[8] 宋丽莉,彭永宏. GA₃ 预处理对冷藏百合切花花瓣衰老的影响[J].亚热带植物科学,2004,33(1):8-11.
Song L L, Peng Y H. Influence of GA₃ pretreatment on senescence of petals of coldly stored cut lily [J]. Subtropical Plant Science, 2004, 33(1): 8-11. (in Chinese)

[9] 宋丽莉,彭永宏.几种保鲜剂对百合切花贮后品质的影响[J].中国农学通报,2005,21(2):205-207.
Song L L, Peng Y H. Effect of several preservatives on the quality of cold stored cut lily [J]. Chinese Agriculture Communications, 2005, 21(2): 205-207. (in Chinese)

[10] 盛爱武,黄晓丹,张晚风,等.采后离水时间及保鲜剂对金百合品质的影响[J].中国农学通报,2006,22(2):274-276.
Sheng A W, Huang X D, Zhang W F, et al. Effects of water detached time after harvest and preservative on ornamental quality of lilium Asiatic [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2006, 22(2): 274-276. (in Chinese)

[11] 高俊凤.植物生理学研究技术[M].西安:世界图书出版公司,2000:121-123.
Gao J F. Research technique of plant physiology [M]. Xi'an: World Publishing Corporation, 2000: 121-123. (in Chinese)

[12] 朱东兴,饶景萍,周村田,等.1-MCP 对柿贮藏期间几种生理变化的影响[J].西北植物学报,2004,24(6):1061-1065.
Zhu D X, Rao J P, Zhou C T, et al. Effect of 1-MCP treatment on several physiological changes of persimmon fruits during storage period [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 2004, 24(6): 1061-1065. (in Chinese)

[13] 朱东兴,郁 达,王俊宁,等.不同配比保鲜剂对月季切花保鲜效果研究初报[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(2):95-99.
Zhu D X, Yu D, Wang J N, et al. Research on fresh-keeping of cut Rosa hybrida flowers with different matching preservatives [J]. Jour of Northwest Sci-Tech Univ of Agri and For: Nat Sci Ed, 2006, 34(2): 95-99. (in Chinese)

[14] 谭 辉,张常青,高俊平,等.百合切花综合贮藏技术讨论

[J]. 北京园林,2006,22(2):25-26.

Tan H,Zhang C Q,Gao J P,et al. Discussion on comprehensive storage technology of cut lily [J]. Beijing Garden,2006,22(2):25-26. (in Chinese)

[15] 彭永宏,宋丽莉,李 玲. 鲜切花衰老生理与保鲜技术研究进展 [J]. 华南师范大学学报:自然科学版,2002(2):120-125.

Peng Y H, Song L L, Li L. Study advances on senescence physiology and preservative techniques of cut flowers [J]. Journal of South China Normal University: Natural Science Edition,2002(2):120-125. (in Chinese)

[16] 张淑玉,朱 宏. 如何延长切花的保鲜期 [J]. 吉林蔬菜,2003(2):28.

Zhang S Y, Zhu H. How to extend vase life of cut flowers [J]. Jilin Vegetables,2003(2):28. (in Chinese)

[17] 陈丹生,蔡汉权,丁有雄. 鲜切花的衰老与保鲜 [J]. 亚热带植物科学,2004,33(1):73-76.

Chen D S, Cai H Q, Ding Y X. A review of senescence and preservation of fresh cut flowers [J]. Subtropical Plant Science,2004,33(1):73-76. (in Chinese)

[18] 吴红芝,赵 燕. 切花采后生理生化及其保鲜技术研究进展 [J]. 云南农业大学学报,2001,16(4):320-324.

Wu H Z, Zhao Y. Study advances on physiological and biochemical changes and preservative techniques of postharvest to cut flowers [J]. Journal of Yunnan Agricultural University,2001,16(4):320-324. (in Chinese)

(上接第 166 页)

[17] Yang X, Makaroff CA, Ma H. The arabidopsis MEIOCYTE DEAH1 gene eneodes a PHD-finger protein that is required for male meiosis [J]. Plant Cell,2003,15:1281-1295.

[18] Li N, Zhang D S, Liu H S, et al. The rice tapetum degeneration retardation gene is required for tapetum degradation and anther development [J]. Plant Cell,2006,18:2999-3014.

[19] 曹家树,叶纨芝,张 明,等. 白菜核雄性不育两用系花蕾的 mRNA 差别显示及其 cDNA 差异片段分析 [J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2001,27(6):596-600.

Cao J S, Ye W Z, Zhang M, et al. Differential display of flower bud mRNA of genic male sterility(GMS) AB line in Chinese cabbage-pak-choi and analysis of differential cDNA fragments [J]. Journal of Zhejiang University: Agric & Life Sci,2001,27(6):596-600. (in Chinese)

[20] 娄 平,王晓武,方智远,等. 利用 cDNA-AFLP 技术鉴定甘蓝显性核不育基因相关表达序列 [J]. 园艺学报,2003,30(6):668-672.

Lou P, Wang X W, Fang Z Y, et al. Gene expression associated with dominant male sterility in cabbage is revealed by cDNA-amplified fragment length polymorphism analysis [J]. Acta Horticulturae Sinica,2003,30(6):668-672. (in Chinese)