

# 马来酰肼喷施对菊花开花及花期生理的影响

刘 萍, 胡广宇, 丁义峰, 刘旭丹, 邵晓琪, 王添乐

(河南师范大学 生命科学学院, 河南 新乡 453007)

**摘 要:**以菊花“兼六香菊”品种为试材,研究了定头至花芽分化期喷施 10、15、20 mg/L 3 种浓度的马来酰肼(MH)水溶液对“兼六香菊花期”生理生化动态及花径、株高和花期的影响。结果表明:各处理花瓣中的可溶性蛋白与可溶性糖含量都有一定程度的下降,超氧化物歧化酶(SOD)与过氧化物酶(POD)活力均受到不同程度的抑制,而丙二醛(MDA)含量、超氧阴离子( $O_2^{\cdot-}$ )产生速率以及花瓣浸出液的相对电导率等不利的生理指标降低较为明显。总体反应为负面生理指标的减低幅度大于正面生理指标。处理组花径减小,株高降低,开花推迟,花期延长。其中以 MH 15 mg/L 处理优化观赏价值、延长花期最为适中。

**关键词:**马来酰肼(MH);菊花;花径;株高;花期;生理指标

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0065-05

菊花为我国传统十大名花之一,在我国已有近三千年的栽培历史,其品种繁多,绚丽多彩,千姿百态,在百

花凋零的深秋傲霜怒放,凌寒不凋,具有很高的观赏价值。菊花不仅深受我国人民的喜爱,同时风靡世界,成为世界名花。菊花在花卉生产中占有重要位置,菊花切花产量约占鲜切花总产量的 30%,是国际市场上销售量最大的鲜切花之一<sup>[1]</sup>。

早在 1895 年,马来酰肼(MH)已被人们所认识,但直到 1949 年才发现其系一卓有成效的植物生长抑制剂。从 20 世纪 50 年代起,MH 陆续在国外农业生产尤其是

**第一作者简介:**刘萍(1958-),女,本科,教授,现主要从事植物生理学的教学与科研工作。E-mail:liuping5812@sina.com.

**基金项目:**河南省重点科技攻关计划资助项目(092102310171, 122102310356);河南省教育厅科技攻关计划资助项目(2011B180029)。

**收稿日期:**2012-12-10

- [6] Dexter S T, Tottingham W E, Graber L F. I Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity[J]. Plant Physiol, 1932, 7(1): 63-78.
- [7] Li R, Qu R, Bruneau A H, et al. Selection for freezing tolerance in St. Augustinegrass through somaclonal variation and germplasm evaluation[J]. Plant Breeding, 2010, 129: 417-421.
- [8] Niino T, Sakai A. Cryopreservation of alginate-coated in vitro-grown

- shoot tips of apple, pear and mulberry[J]. Plant Sci, 1992, 87: 119-206.
- [9] Reed B M. Survival of in vitro-grown apical meri-stems of *Pyrus* following cryopreservation[J]. Hort Science, 1990, 25: 111-113.
- [10] Scott C, Chevreau E, Godard N. et al. Cryopreservation of cold-acclimated shoot tips of pear *in vitro* cultures after encapsulation-dehydration[J]. Cryobiology, 1992, 29: 691-700.

## Effects of Exogenous Salicylic Acid on Freezing Resistance of *Prunus wilsonii* Seedlings

XIE Lu-yu, ZHOU Guang-zhu, ZHANG Xiao-fei, KONG Zhong-ren  
(College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract:** Taking *Prunus wilsonii* as experimental material, by spraying 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mmol/L SA solution respectively to the tested plants leaves, under artificial low-temperature stress, five physiological indexes anthocyanin content, free proline content, relative electrical conductivity, SOD content and MDA content were determined and the effects of exogenous salicylic acid on freezing resistance of *Prunus wilsonii* were studied. The results showed that the application of exogenous salicylic acid could inhibit the destructive effect of low temperature on anthocyanin, improve the activity of SOD enzyme, increase the content of free proline and reduce the content of MDA and the relative conductivity, thus weakening the damage of low temperature on *Prunus wilsonii*, improving freezing resistance of the *Prunus wilsonii* 1.0 mmol/L SA treatment was optimum.

**Key words:** *Prunus wilsonii*; salicylic acid(SA); freezing resistance; low-temperature stress

烟草生产中广泛地应用,成为常用植物生长调节剂中生产量和消费量最大的品种之一。在 20 世纪 50 年代美国农药总产量中,植物生长调节剂约占 1%,其中 MH 居首<sup>[2]</sup>。MH 一度曾广泛用于抑制蔬菜和粮食在贮藏期萌芽,防止烟草植株的腋芽生长等<sup>[3]</sup>,但后经证实 MH 可干扰一些高等植物细胞中核酸和蛋白质的合成,并对动物具有潜在的致畸变和致癌作用<sup>[4]</sup>。所以,已逐渐停止了其在食用植物上的应用。现研究了 MH 处理对菊花“兼六香菊”品种花期花瓣(舌状花)中生理生化动态以及花径、株高和花期的影响,以期为 MH 在观赏花卉生产中的应用提供理论依据和实践指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试菊花(*Dendranthema morifolium* Tzvel.)为“兼六香菊”品种,种植于河南师范大学生物园地花卉研究园。

### 1.2 试验方法

试验于 2011 年 3 月选取新长出的菊花植株顶梢在沙床上进行喷雾扦插生根。4 月份将已生根的幼苗移至营养钵中过渡,练苗后移栽至大田,进行常规田间管理。自菊花定头(即最后一次摘心)开始,以喷洒蒸馏水作为对照,MH 分别以 10、15、20 mg/L 进行整株喷雾处理,每 3 d 处理 1 次,至花蕾出现为止。每处理组最终选取生长一致的 20 株植株作为试验材料。

### 1.3 项目测定

可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 比色法<sup>[5]</sup>;可溶性糖含量的测定用蒽酮比色法<sup>[6]</sup>,并参照张妙霞等<sup>[7]</sup>方法加以改进;SOD 活力的测定采用氮蓝四唑法<sup>[8]</sup>;POD 活力的测定采用愈创木酚比色法<sup>[9]</sup>;O<sub>2</sub><sup>-</sup>产生速率的测定采用羟氨氧化法<sup>[10]</sup>;MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸法<sup>[11]</sup>;相对电导率的测定采用电导法<sup>[12]</sup>。

### 1.4 数据分析

试验数据用 SPSS 13.0 统计软件进行分析。\*\*代表与对照相比具极显著性差异( $P < 0.01$ ),\*代表与对照相比有显著性差异( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 MH 对菊花花瓣中可溶性蛋白含量的影响

由图 1 可知,菊花“兼六香菊”品种在整个花期花瓣中可溶性蛋白含量整体呈双峰曲线变化。对照组峰值在花开第 5 天和第 15 天,处理各组峰值分别在花开第 5 天和第 20 天。经不同浓度的 MH 处理,其可溶性蛋白含量在盛花期之前都有一定程度的降低,其中 MH 20 mg/L 降低最多,并且与花开第 10 天相比对照下降了 28.7%,达到了极显著性差异。但在盛花期之后,大多数 MH 浓度处理的花瓣中可溶性蛋白含量反而高出对照组。

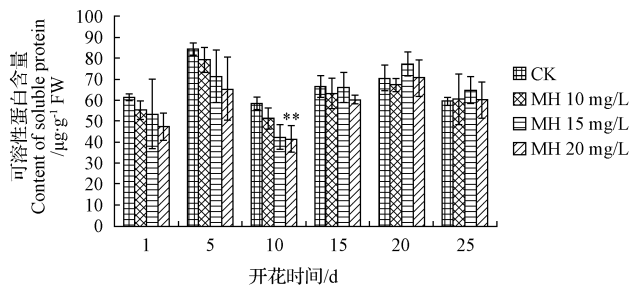


图 1 不同浓度的 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣中可溶性蛋白含量的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations MH on soluble protein content of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

### 2.2 MH 对菊花花瓣中可溶性糖含量的影响

由图 2 可以看出,菊花“兼六香菊”品种在整个花期中花瓣可溶性糖含量呈抛物线形变化。对照组在盛花期前后(花开第 15 天)达到最高,处理各组在花开第 20 天达到峰值,然后缓慢下降。经不同浓度 MH 处理之后花瓣中可溶性糖含量与对照相比,均有一定程度的降低,其中 MH 20 mg/L 处理组降低较多,并且在花开的第 15 天比对照下降了 15.6%,达到了显著性差异。

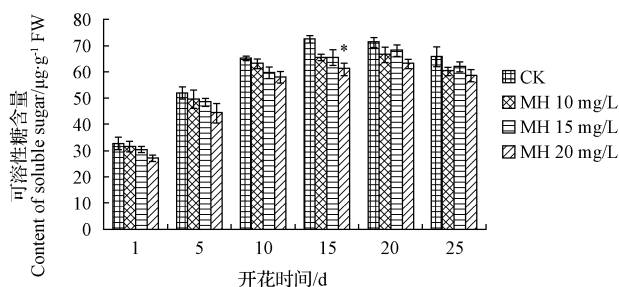


图 2 不同浓度的 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣中可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effects of different concentrations MH on soluble sugar content of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

### 2.3 MH 对菊花花瓣 O<sub>2</sub><sup>-</sup>产生速率的影响

由图 3 可知,菊花“兼六香菊”品种花瓣中 O<sub>2</sub><sup>-</sup>产生速率在整个花期基本呈持续缓慢上升趋势,到花瓣衰老后期(花开第 20 天之后)上升迅速。经不同浓度 MH 处理后,各处理组花瓣中 O<sub>2</sub><sup>-</sup>的产生率均比对照降低,并将其迅速上升期延迟到了花瓣衰老末期(花开第 25 天之后)。在花开第 20 天时 MH 20 mg/L 处理组和对照相比花瓣中 O<sub>2</sub><sup>-</sup>产生速率下降了 15.4%,达到了显著性差异。

### 2.4 MH 对菊花花瓣中 SOD 活力的影响

由图 4 可知,菊花“兼六香菊”品种花瓣中 SOD 的活力在整个花期中的变化趋势表现为双峰曲线,2 个峰值分别在花开的第 5 天和第 15 天。盛花期过后,其 SOD 活力开始下降。经不同浓度的 MH 处理之后,与对照组相比 SOD 活力在盛花期之前都有一定程度的降

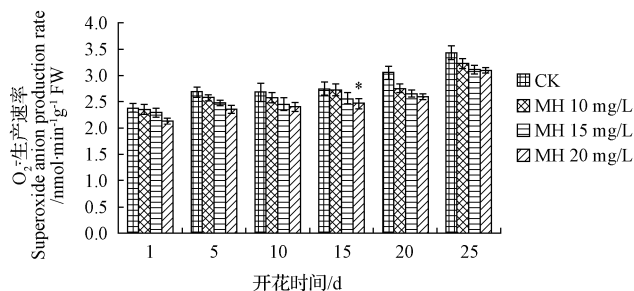


图3 不同浓度 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣中  $O_2^-$  产生速率的影响

Fig. 3 Effects of different concentrations MH on  $O_2^-$  production rate of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

低,在花开第5天时 MH 20 mg/L 处理组和对组相比下降了6%,达到了显著性差异。但在盛花期之后,大多数浓度 MH 处理的花瓣中 SOD 活力反而高出对照组。

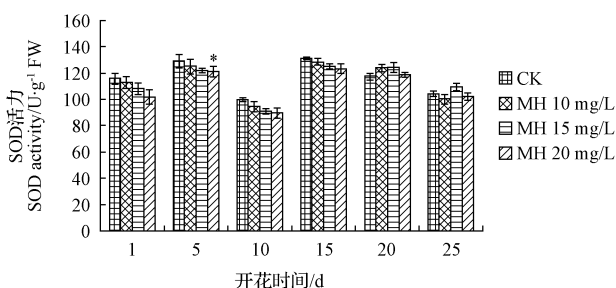


图4 不同浓度的 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣中 SOD 活力的影响

Fig. 4 Effects of different concentrations MH on SOD activity of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

## 2.5 MH 对菊花花瓣中 POD 活力的影响

由图5可知,菊花“兼六香菊”品种花瓣中 POD 的活力在整个花期中表现出与 SOD 活力相似的双峰变化趋势,2个峰值分别在花开第5天和第15天。盛花期过后,其 POD 活力开始下降。不同浓度 MH 处理后,花瓣中 POD 活力在盛花期之前都有一定程度的降低,但均未达到显著性差异。在盛花期之后,多数浓度 MH 处理的花瓣中 POD 活力反而高出对照组。

## 2.6 MH 对菊花花瓣中 MDA 含量的影响

由图6可知,菊花“兼六香菊”品种花期花瓣中 MDA 含量随着花的开放进程呈缓慢上升的趋势,衰老后期(花开第20天之后)上升幅度提高。经不同浓度 MH 处理后,各处理组花瓣中 MDA 含量与对照组相比均下降。其中 MH 20 mg/L 处理组在花开第10天和对照相比下降了15.7%,达到了极显著性差异;在花开的第1天和第15天与对照相比分别下降13%和9.2%,达到了显著性差异。

## 2.7 MH 对菊花花瓣浸出液相对电导率的影响

由图7可知,菊花“兼六香菊”在整个开花过程中,花瓣浸出液相对电导率值从初花到盛花期呈持续缓慢

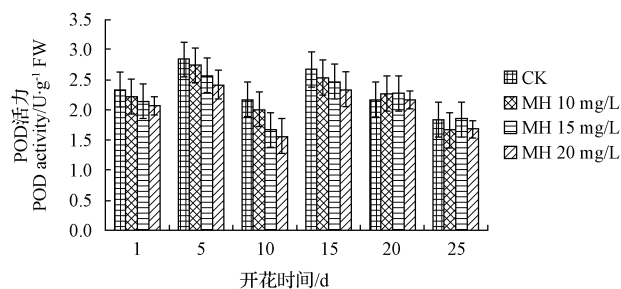


图5 不同浓度的 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣中 POD 活力的影响

Fig. 5 Effects of different concentrations MH on POD activity of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

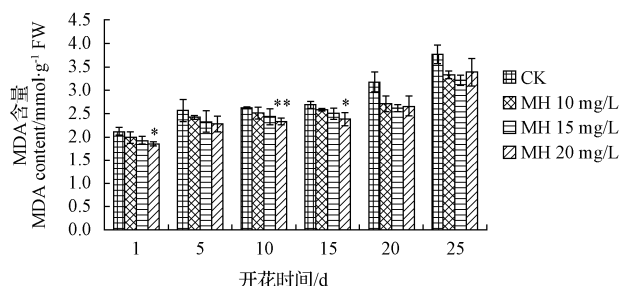


图6 不同浓度的 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣中 MDA 含量的影响

Fig. 6 Effects of different concentrations MH on MDA content of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

上升,花瓣衰老时则升高加速。MH 处理后花瓣浸出液的电导率值均比对照组低,并且在盛花期之后更加明显。在花开第20天和第25天处理组与对照相比均达到显著性差异,其中第20天 MH 20 mg/L 处理组和对照相比下降了24.5%,达到了极显著性差异。

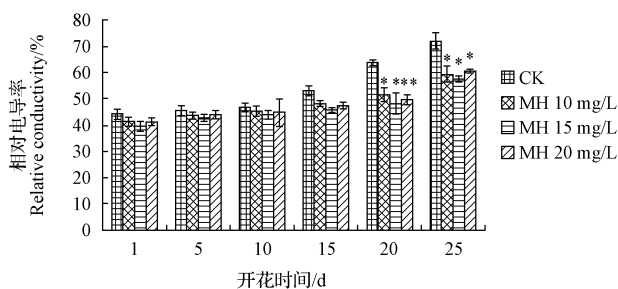


图7 不同浓度的 MH 对菊花“兼六香菊”花瓣浸出液相对电导率的影响

Fig. 7 Effects of different concentrations MH on relative conductivity of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

## 2.8 MH 对菊花盛花期株高的影响

由表1可知,菊花“兼六香菊”品种对照组盛花期的株高平均为56.3 cm, MH 处理后,株高均有一定程度的降低,其中 MH 20 mg/L 处理组与对照组相比株高下降了近8%,达到了极显著性差异。尽管在抑制程度上 MH 20 mg/L 处理组的效果比 MH 15 mg/L 处理组更



明显,但就观赏价值来看,MH 15 mg/L 处理组株型大小较为合适。MH 20 mg/L 处理组的抑制程度过高,对菊花的观赏价值有一定的影响。

表 1 不同浓度 MH 对菊花“兼六香菊”  
盛花期株高的影响

Table 1 Effects of different concentrations MH on  
plant height at full-bloom stage of chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

处理 Treatment	盛花期株高 Plant height at full-bloom stage/cm	差异显著性 Significance of difference	
/mg · L <sup>-1</sup>		0.05	0.01
CK	56.30±2.28	a	A
MH 10	55.90±3.21	a	A
MH 15	53.55±2.55	a	A
MH 20	52.07±2.23	b	B

## 2.9 MH 对菊花盛花期花径的影响

由表 2 可以看出,菊花“兼六香菊”品种在自然状态下盛花期的花径平均为 12.89 cm,经 MH 各浓度处理后,在一定程度上降低了花径,降低程度随着 MH 处理浓度的升高而增加,并且与对照组相比均达到了显著性差异。其中 MH 15、20 mg/L 处理组与对照相比花径分别减小了 12% 和 14.5%,达到了极显著性差异。尽管在花径降低程度上 MH 20 mg/L 处理组的效果相对于 MH 15 mg/L 处理组更为明显,但就观赏价值而言,MH 15 mg/L 处理组的花朵大小较为合适。MH 20 mg/L 处理组对花径的降低程度过高,使菊花的花朵偏小,对其观赏价值有一定的影响。

表 2 不同浓度 MH 对菊花“兼六香菊”  
盛花期花径的影响

Table 2 Effects of different concentrations MH on  
flower diameter at full-bloom stage chrysanthemum 'Jianliuxiangju'

处理 Treatment	盛花期花径 Flower diameter at full-bloom stage/cm	差异显著性 Significance of difference	
/mg · L <sup>-1</sup>		0.05	0.01
CK	12.89±1.36	a	A
MH 10	12.04±1.42	b	AB
MH 15	11.34±2.03	b	B
MH 20	11.02±2.35	b	B

## 2.10 MH 对菊花花期的影响

菊花“兼六香菊”品种定头至花芽分化期经各浓度 MH 处理后,其开花时间比对照推迟 2~4 d,但整个花期持续时间比对照延长 6~8 d。因此,在配合对照组的同时使用适当浓度的 MH 处理,可使菊花“兼六香菊”品种的总体观赏时间延长 8~12 d。

## 3 讨论

菊花“兼六香菊”品种经 MH 处理后,整体上抑制了花瓣的代谢活动,使可溶性糖、可溶性蛋白含量和 SOD、POD 活力均有一定的降低,但同时也较为明显地降低了花瓣 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 产生速率、MDA 含量和相对电导率值,总体效果对开花日期有一定的延迟作用,对花的衰老有较为明显的延缓作用。

植物在开花期,由于花器官旺盛的有氧呼吸和叶片

进行的光合电子传递过程,均会产生 O<sub>2</sub><sup>-</sup>,并且 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 还可通过某些酶催化产生。O<sub>2</sub><sup>-</sup> 可启动自由基连锁反应,产生羟自由基、单线态氧和过氧化氢等,从而直接或间接破坏植物细胞的膜脂、蛋白质和核酸结构,引起植物体内一些酶活性降低、膜透性增强以及碱基突变率增加<sup>[13]</sup>。在正常情况下,植物体内活性氧的产生和清除处于动态平衡状态,活性氧、自由基的浓度很低,不会引起伤害。但在植物遭受环境胁迫或是在衰老过程中,自由基代谢平衡遭到破坏,活性氧产生和清除平衡体系即遭破坏,活性氧的增加导致植物细胞伤害<sup>[14]</sup>。SOD 是细胞防御系统的主要保护酶<sup>[15]</sup>,其主要功能是催化 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 自由基发生的歧化反应,生成 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub>,即 2O<sub>2</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> → H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>,而 POD 可以催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 转变为 H<sub>2</sub>O,解除 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的毒害<sup>[16]</sup>。所以 SOD 和 POD 可消除 O<sub>2</sub><sup>-</sup>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 等物质对细胞的损害,在维持细胞活性氧代谢的平衡中起重要作用<sup>[17-18]</sup>。MH 处理对花瓣 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 产生速率、SOD 和 POD 活力都有一定程度的抑制作用,但由于其对 O<sub>2</sub><sup>-</sup> 产生速率的抑制程度远大于对 SOD 和 POD 活力的抑制,所以对菊花花瓣的衰老仍有较为明显的延缓作用。

植物细胞膜脂过氧化是指在生物膜中发生的一系列多元不饱和脂肪酸的自氧化的过程,是由体内自由基引发而产生的。MDA 是脂质过氧化作用的产物,因此,MDA 的积累在一定程度上反映了生物有机体内自由基活动的状态和生物膜系统的破坏程度<sup>[19]</sup>。丙二醛和金属硫基等物质在植物体内的积累,可损伤膜的结构和抑制酶的活性<sup>[20]</sup>。MDA 还能与蛋白质结合,引起蛋白质分子内和分子间的交联及生物膜中结构蛋白和酶的聚合和交联,使它们的结构和催化功能受到破坏,最终导致细胞损伤、衰老或死亡<sup>[21]</sup>。该研究结果表明,菊花花瓣中 MDA 含量和细胞膜透性随着花的开放进程而增加,即菊花由盛花期进入衰老期,膜脂过氧化加速,MDA 含量急剧升高,衰老后期增加幅度更大。膜结构破坏的主要表现为选择透性丧失,细胞内的电解质大量外渗,细胞浸出液相对电导率的变化能敏感反映花瓣细胞的衰老程度<sup>[22]</sup>。因此,花瓣细胞膜透性也是花瓣细胞衰老的主要指标之一。供试菊花在整个花期花瓣外渗液的相对电导率持续增加,尤其是花进入衰老期之后增加幅度更明显。经 MH 处理,花瓣中 MDA 含量和花瓣外渗液的相对电导率值均有较为明显的下降,说明膜的破坏程度明显减轻,这对维持细胞正常的代谢活动,延缓菊花花瓣的衰老起到重要的作用。该结果与刘海英等<sup>[23]</sup>以马来酰肼处理对菊花花期叶片几个与衰老有关的生理指标影响的研究报道一致。

该研究表明,菊花“兼六香菊”从定头至花芽分化期经 MH 处理后,与对照组相比,盛花期之前花瓣中可溶性蛋白含量和 SOD、POD 活力均有所降低,但在盛花期之后处理组花瓣中的可溶性蛋白含量和 SOD、POD 活力

等指标均有上升,并随处理浓度的升高效果呈抛物线变化;而  $O_2^-$  产生速率、MDA 含量和花瓣浸出液相对电导率等负面指标与对照组相比下降幅度比盛花期之前明显加大。花瓣中负面指标与正面指标之间以及可溶性蛋白含量与 SOD、POD 活力之间均呈相呼应的动态变化,说明可溶性蛋白含量的相对提升可能是保护酶活力增加的主要原因之一,而保护酶活力的增加可能是  $O_2^-$  产生速率、MDA 含量和花瓣浸出液相对电导率等指标下降的主要原因。

总之,菊花“兼六香菊”品种经 MH 处理后,不仅使开花时间推迟,总观赏时间明显延长,也较为明显地控制了菊花株高、腋芽的生长等,所以对株型优化和在栽培管理中减少人力物力的投入都有积极的作用。

### 参考文献

- [1] Willits D H, Bailey D A. The effect of night temperature on chrysanthemum flowering: heat-tolerant versus heat-sensitive cultivars[J]. *Scientia Horticulturae*, 2000, 83: 325-330.
- [2] 冯渐超,王少勤,李令成. 植物生长调节剂马来酰肼[J]. 黎明化工, 1994, 37(1): 33-35.
- [3] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 201.
- [4] 王玉元. 马来酰肼(MH)的使用及其毒性问题[J]. 植物生理学通讯, 1989(6): 7-13.
- [5] Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding[J]. *Anal Biochem*, 1976, 72: 248-254.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 195-197.
- [7] 张妙霞,孔祥生,郭秀璞,等. 蒽酮法测定可溶性糖显色条件的研究[J]. 洛阳农专学报, 1997, 17(4): 24-25.
- [8] 刘萍,李明军. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 147-149.
- [9] 任小林,李嘉瑞. 杏果实成熟衰老过程中活性氧和几种生理指标的变化[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(1): 34-36.
- [10] 王爱国,罗广华. 植物的超氧物自由基与羟胺的反应[J]. 植物生理学

通讯, 1990(6): 55-57.

- [11] He B, Ye H B, Yang X E. Effects of Pb on chlorophyll contents and antioxidant enzyme activity in leaf for Pb accumulating and non-accumulating ecotypes of *Sedum alfredii* (Hance) [J]. *J. Agro-Environ Sci*, 2003, 22: 274-278.
- [12] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 90.
- [13] Hasegawa P M, Bressan R A, Zhu J K, et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity[J]. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 2000, 51: 463-499.
- [14] 蔡马,郭颖,韩蕊莲,等. 干旱胁迫对黄土高原 4 种乡土禾草保护酶活性及膜系统的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(1): 98-103, 145.
- [15] Dhindsa R S, Plubme D H, Indsa P L, et al. Leaf senescence and lipid peroxidation: Effect of some phytohormones and scavengers of free radicals and singlet oxygen[J]. *Physiol Plant*, 1982, 56: 453-457.
- [16] Yoshidak, Kaothienp, Matsuit, et al. Molecular biology and application of plant peroxidase genes[J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2003, 60(6): 665-670.
- [17] Alscher R G, Donahue J L, Cramer C L. Reactive oxygen species and antioxidant: relationship in green cells[J]. *Physiol Plant*, 1997, 100: 224-233.
- [18] Noctor G, Foyer C H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control[J]. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1998, 49: 249-279.
- [19] 王宝驹,李鲁华,张伟,等. 咸水灌溉对 4 种树木扦插苗存活率, 细胞膜相对透性及丙二醛质量摩尔浓度的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(2): 157-161.
- [20] Geret F, Serafim A, Bebianno M J. Antioxidant enzyme activities, metallothioneins and lipid peroxidation as biomarkers in *Ruditapes decussates* [J]. *Ecotoxicology*, 2003, 12(3): 426-427.
- [21] Suttle J C, Kende H. Ethylene action and loss of membrane integrity during petal senescence in *Tradescantia* [J]. *Plant Physiol*, 1980, 5: 1067-1072.
- [22] Carlos G B, Marcela S, Juan J G, et al. Antioxidant enzymes and lipid peroxidation during aging of chrysanthemum morifolium RAM petals [J]. *Plant Science*, 1995, 104: 161-168.
- [23] 刘海英,崔长海,李慧,等. 马来酰肼对菊花花叶叶片几个与衰老有关的生理指标的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(26): 11214-11215, 11235.

(该文作者还有李安琪、刘骨挺,单位同第一作者。)

## Effects of Maleic Hydrazide on Flowering and Florescence Physiological Indices in Chrysanthemum

LIU Ping, HU Guang-yu, DING Yi-feng, LIU Xu-dan, SHAO Xiao-qi, WANG Tian-le, LI An-qi, LIU Gu-ting  
(College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang, Henan 453007)

**Abstract:** Taking chrysanthemum ‘Jianliuxiangju’ varieties as materails, three concentrations (10, 15, 20 mg/L) maleic hydrazide (MH) aqueous solution were sprayed from fixed-head to flower bud differentiation. Physiological and biochemical indices in petals, flower diameter and plant height were determined during florescence. The results showed that the contents of soluble protein and soluble sugar in petals of treatment groups had a decrease to a certain extent, activities of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) were inhibited in varying degrees. Malondialdehyde (MDA) content, superoxide anion ( $O_2^-$ ) production rate and petals extract relative conductivity in petals were obviously declined. The overall changes for negative physiological indices reduced greater than the positive ones. Flower diameter and plant height reduced, flowering delayed, florescence extended in treatment groups. The effects of MH 15 mg/L was the best in optimizing ornamental value and extend florescence.

**Key words:** MH; chrysanthemum; flower diameter; plant height; florescence; physiological indices