

向地英,李 云,杨会苗,等. 水杨酸对菊花耐热性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):222-224.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.073

# 水杨酸对菊花耐热性的影响

向地英<sup>1</sup>,李 云<sup>1</sup>,杨会苗<sup>1</sup>,王丽霞<sup>1</sup>,齐 绩<sup>2</sup>

(1. 河北农业大学园艺学院,河北保定 071000;2. 河北省保定市市政公用工程建设监理有限公司,河北保定 071000)

**摘要:**以切花菊神马为试验材料,分别喷施浓度为 0、100、200、400、800 mg/L 的水杨酸,研究水杨酸对神马菊耐热性的影响。结果表明,随着温度升高,神马菊的茎干物质含量、叶绿素含量大体上呈先升高后降低趋势;喷施 100、200 mg/L 水杨酸可以提高神马菊的耐热性,最高可耐 45 ℃ 的高温;超过 42 ℃,神马菊的叶绿素含量和干物质含量下降,但是喷施 200 mg/L 水杨酸处理的神马菊,其叶绿素含量、茎干物质含量仍维持相对较高的水平。水杨酸虽然不能根本阻止高温胁迫而避免菊花受伤害,但喷施适宜浓度(200 mg/L)水杨酸可使菊花对热胁迫的耐受时间延长。

**关键词:**水杨酸;菊花;耐热性;干物质;叶绿素;神马;胁迫

**中图分类号:**S682.1+10.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)09-0222-02

菊花(*Chrysanthemum morifolium* Tzvel)为菊科菊属宿根花卉,是世界著名四大切花之一,性喜冷凉,持续高温会造成新生叶无法展开,叶片出现黄斑、反卷下垂、干枯等症状,影响菊花的正常生长发育,降低了其观赏价值<sup>[1]</sup>,进而影响菊花的周年生产。为满足菊花的周年稳定供应,克服夏季高温对菊花的影响,菊花耐热性研究成为人们关注的课题。

水杨酸(salicylic acid,SA)是一种酚类物质,广泛存在于植物体内,参与植物体内许多生理生化过程,是植物体内诱导逆境防御机制的重要信号分子<sup>[2]</sup>,能够提高植物在非生物胁迫下的抗性<sup>[3-5]</sup>。研究表明,外源水杨酸处理可增强高羊茅、茉莉、鸡冠花、葡萄、百合等植物对高温的耐受性<sup>[6-9]</sup>,但对菊花耐热性研究却鲜有报道。本试验通过研究不同浓度水杨酸对切花菊神马耐热性的影响,旨在探讨水杨酸对提高菊花耐热性的有效性,为生产应用提供技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料和水杨酸处理

以切花菊神马为试验材料,待植株长至约 45~50 cm,选取生长一致的植株 15 畦,每畦约 300 株,于下午 16:00—18:00 分别喷施浓度为 100、200、400、800 mg/L 的水杨酸,以清水为对照。每周喷 2 次,处理 2 周,每处理重复 3 次。

### 1.2 高温处理

剪取菊花地上部分约 25 cm,用去离子水清除样品表面的污物,插入盛水的容器;试验设 20、30、34、38、42、46、50 ℃ 共 7 个温度梯度,每个温度处理 6 株,计 210 株,放入智能人工气候箱培养。升温速率为 5 ℃/h,到达每个温度梯度时保持 4 h,常温放置 1 d 后测定各项指标。

### 1.3 电导率测定

参考张钢等的方法<sup>[10]</sup>测定电导率。每株取 4 张叶,用

5 mm 打孔器在叶片中间部位打 1 个孔;将打孔叶片分别置于 4 个试管中,每个试管加去离子水 15 mL,用 Parafilm 膜封口,放入摇床中培养 24 h;用上海京科雷磁产 DDSL-308 型数字电导仪测定电导率( $E_1$ )和空白电导值( $EB_1$ );将试管于沸水中煮沸 30 min,Parafilm 膜封口,再放入摇床中培养 24 h,测定终电导值( $E_2$ )和空白电导值( $EB_2$ ),计算相对电导率( $E$ ):

$$E = (E_1 - EB_1) / (E_2 - EB_2) \times 100\%$$

参照 Logistic 方程估算耐热性,计算公式为:

$$y = \frac{A}{1 + e^{B \cdot (C - x)}} + D^{[11]}$$

式中: $x$  为处理温度,℃; $y$  为相对电导率,%; $A$  为处理的相对电导率最高值,%; $B$  为温度拐点处曲线的斜率; $C$  为拐点温度,表示组织半致死温度,℃; $D$  为处理相对电导率最低值,%。

### 1.4 叶绿素含量测定

参考张宪政的丙酮乙醇混合液法<sup>[12]</sup>测定叶绿素含量。取相同节位叶片样品 0.2 g,放入洁净的胶卷盒中,分别加入丙酮乙醇混合液 20 mL,混匀,避光保存 24 h,待组织颜色变白,用分光光度计分别测定提取液在 645、663 nm 处的吸光度,计算叶绿素含量( $C$ ),公式为:

$$C(\text{mg/g}) = (20.2D_{645\text{ nm}} + 8.02D_{663\text{ nm}}) \times 20 \div 1\,000 \div 0.2。$$

### 1.5 干物质含量测定

分别取茎、叶,放入 4 个纸袋中;用电子天平分别称量茎、叶样本的鲜质量;把茎、叶样本放入烘箱中 105 ℃ 杀青 30 min,于 60 ℃ 烘 48 h;取出样本,放入干燥皿中 24 h,用电子天平分别称量茎、叶样本干质量,计算干物质含量,公式为:

$$\text{干物质含量} = \text{干质量} / \text{鲜质量} \times 100\%。$$

### 1.6 数据处理

数据用 Excel 统计绘图,用 SPSS 17.0 分析差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 水杨酸处理对菊花茎干物质含量的影响

由图 1 可见,水杨酸处理的菊花,随处理温度的升高,茎干物质含量整体呈先升高后降低的趋势;38、42 ℃ 时,各处理茎干物质含量达到峰值,随后急剧下降,50 ℃ 时达最低值;各水

收稿日期:2015-03-24

基金项目:河北省保定市科技局项目(编号:12ZF073)。

作者简介:向地英(1978—),女,重庆云阳人,硕士,讲师,主要从事观赏植物抗逆生理研究。E-mail:43823526@qq.com。

杨酸处理的菊花在同一温度下,茎干物质含量差异不显著;200 mg/L 水杨酸处理的菊花,在超过 34 °C 温度处理时,茎干物质含量均高于对照,而 800 mg/L 水杨酸处理的均低于对照。

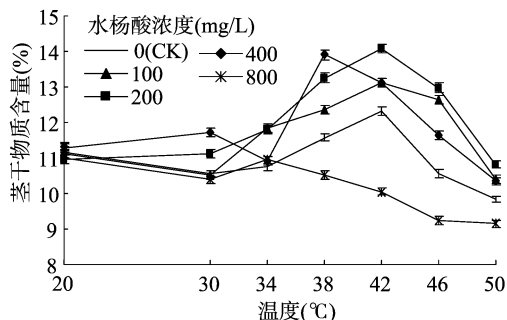
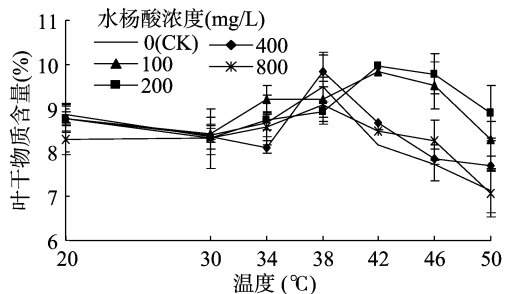


图1 水杨酸处理对神马菊茎干物质含量的影响

## 2.2 水杨酸处理对菊花叶干物质含量的影响

由图 2 可见,叶片的干物质含量变化走势与茎相似,大体上呈先升后降的趋势;20、30、34 °C 时,各水杨酸处理的叶干物质含量差异不明显;38 °C 时,400 mg/L 水杨酸处理的叶片干物质含量最高;42、46、50 °C 温度下,200 mg/L 水杨酸处理的叶干物质含量相对最高,均与对照有显著差异 ( $P < 0.05$ );100 mg/L 水杨酸处理下,42、46 °C 时叶干物质含量与对照有显著差异 ( $P < 0.05$ ),更高温处理的与对照无显著差异。



标有“\*”表示与对照相比差异显著( $P < 0.05$ )。图3同

图2 水杨酸处理对神马菊叶干物质含量的影响

## 2.3 不同浓度水杨酸对叶绿素含量的影响

由图 3 可见,水杨酸处理下,随处理温度的升高,神马菊叶绿素含量大致呈先上升后下降的趋势;未喷施水杨酸(对照)的,34 °C 时叶绿素含量开始下降;200 mg/L 水杨酸处理,其叶绿素含量于 42 °C 时达到峰值;20、30、34、38 °C 温度条件下,各处理与对照间均无显著性差异;在处理温度为 42、46 °C 时,浓度为 200 mg/L 水杨酸处理的神马菊,其叶绿素含量与对照差异显著 ( $P < 0.05$ );400、800 mg/L 水杨酸处理,在处理温度为 46、50 °C 时,叶绿素含量与对照差异不显著。

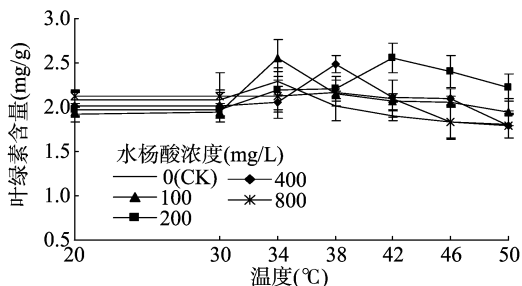


图3 水杨酸处理对叶绿素含量的影响

## 2.4 水杨酸对菊花耐热性的影响

由图 4 可见,经不同浓度水杨酸处理,菊花的耐热性发生

明显变化,经 100、200 mg/L 水杨酸处理的菊花耐温度最强,分别为 45.0、45.5 °C,耐热性分别比对照 42.5 °C 高 5.9%、7.1%;浓度为 400、800 mg/L 水杨酸处理的菊花,其耐热温度分别为 35.0、35.8 °C,分别比对照低 17.6%、15.8%。

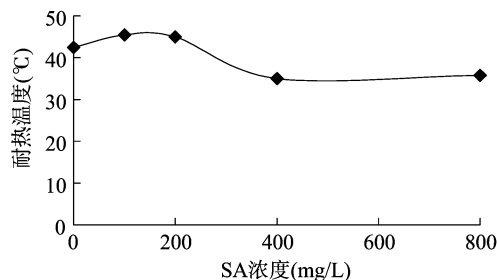


图4 水杨酸处理对菊花耐热性的影响

## 3 讨论

高温胁迫会导致植物细胞膜脂过氧化,叶绿体结构遭到破坏,导致叶绿素含量降低<sup>[13]</sup>。研究表明,叶面喷施脱落酸、水杨酸、 $\text{Ca}^{2+}$ 、多效唑(PP<sub>333</sub>)、6-苄基腺嘌呤(6-BA)可以提高植物的耐热性,而关于外源水杨酸提高作物的耐热性又是研究的热点<sup>[14]</sup>。本试验通过不同浓度的水杨酸对菊花进行处理,发现菊花的耐热性有差异,其中 200 mg/L 水杨酸处理的耐热性较强,表明外源水杨酸能诱导菊花产生耐热性。这可能是因为外源水杨酸降低了高温胁迫下菊花的质膜氧化程度,细胞膜透性减小,高温下菊花叶片细胞膜的稳定性增加。这与水杨酸诱导银杏、高羊茅、玉米等植物的结论<sup>[6,15-16]</sup>一致。

对于水杨酸的施用,浓度高低会导致菊花耐热性的差异。低浓度水杨酸处理的菊花耐热性强,而高浓度水杨酸处理的菊花耐热性降低,同时也表现在膜透性、茎叶干物质含量及叶绿素含量降低上,这与 Fariduddin 等研究结论<sup>[17]</sup>较为一致。随温度升高,水杨酸处理的神马菊茎干物质含量和叶绿素含量均呈先升高后降低的趋势,这与杨岚等研究结论<sup>[14,18]</sup>较为吻合。短期高温胁迫下,温度的升高使菊花的光合作用加强,叶绿素含量上升;但持续的高温胁迫造成叶绿体结构遭到破坏,位于类囊体膜中的光合系统受到损害,从而导致叶绿素含量下降<sup>[19]</sup>。当温度过高,超过 42 °C 时,神马菊干物质含量、叶绿素含量都呈下降趋势,而 200 mg/L 水杨酸处理的神马菊叶绿素含量和茎叶干物质含量仍维持在较高水平,这表明水杨酸虽然不能根本阻止高温胁迫而避免菊花受到伤害,但喷施适宜浓度水杨酸可使菊花对热胁迫的耐受时间延长。

## 参考文献:

- [1] 孙宪芝,郭俊娥,郑成淑. 菊花的高温伤害及生长恢复研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2013,44(1):6-11.
- [2] Halim V A, Vess A, Scheel D, et al. The role of salicylic acid and jasmonic acid in pathogen defence[J]. Plant Biology, 2006, 8(3): 307-313.
- [3] 郝敬虹,易 畅,尚庆茂,等. 干旱胁迫下外源水杨酸对黄瓜幼苗膜脂过氧化和光合特性的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(3): 717-723.
- [4] 尚庆茂,宋士清,张志刚,等. 水杨酸增强黄瓜幼苗耐盐性的生理机制[J]. 中国农业科学,2007,40(1):147-152.

王瑞聪, 张 源, 杨颜颜, 等.  $\text{NaN}_3$  处理马齿苋种子的最适剂量与叶绿素荧光辅助筛选的方法[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(9): 224–228.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.074

# $\text{NaN}_3$ 处理马齿苋种子的最适剂量 与叶绿素荧光辅助筛选的方法

王瑞聪, 张 源, 杨颜颜, 孙林华, 陆长梅

(南京师范大学生命科学学院, 江苏南京 210023)

**摘要:**以不同剂量  $\text{NaN}_3$  处理马齿苋种子, 从种子萌发、植株生长、光合性能的角度确定最适  $\text{NaN}_3$  处理剂量, 并分析以叶绿素荧光动力学方法辅助筛选的可行性。结果表明, 1.0 mmol/L  $\text{NaN}_3$  处理 8 h 或 0.5 mmol/L  $\text{NaN}_3$  处理 12 h 均可显著提高种子萌发率和萌发质量, 而更高浓度、更长时间的处理则使萌发率和萌发质量逐渐下降; 根据长势初筛后的各处理组种子萌发苗, 其株高均高于对照或与对照相当, 单叶面积(2.0 mmol/L  $\text{NaN}_3$  8 h 处理组除外)则低于对照; 各处理组叶片 PS II 的潜在和实际光化学效率普遍高于对照(其中 2.0 mmol/L  $\text{NaN}_3$  8 h 处理组最高), 但除 2.0 mmol/L  $\text{NaN}_3$  8 h 处理组外, 各组对高光强的抵御能力, 特别是快速保护能力均有所下降。2.0 mmol/L  $\text{NaN}_3$  8 h 处理组中马齿苋种子获得植株的株型最高、单叶面积最大、潜在和实际光化学活性最强、抵御强光胁迫能力最强。可见, 以 2.0 mmol/L  $\text{NaN}_3$  处理 8 h 是马齿苋种子的最适处理条件, 而采用叶绿素荧光动力学分析技术可实现对当代植株光合能力、高光强抗性的无损分析, 极有利于提高筛选效率。

**关键词:**马齿苋;  $\text{NaN}_3$ ; 种子萌发; 生长; 叶绿素荧光

**中图分类号:**S335; Q945.34 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)09-0224-05

马齿苋(*Portulaca oleracea*)别称马齿菜、长生菜、五行草

收稿日期:2014-08-08

基金项目:国家基础科学人才培养基金(编号:J1103507、J1210025);  
江苏省高校优势学科建设项目;南京师范大学教育教学改革研究课题。

作者简介:王瑞聪(1993—),男,江苏连云港人,主要从事植物资源与植物逆境的研究。E-mail:wangruicong2@gmail.com。

通信作者:陆长梅,博士,副教授,主要从事植物资源与植物逆境的教学与研究。E-mail:luchangmei@njnu.edu.cn。

等,为马齿苋科(*Portulacaceae*)马齿苋属(*Portulaca*)的一年生肉质草本植物。马齿苋的蛋白质、总黄酮含量高,氨基酸种类齐全,富含  $\omega-3$  不饱和脂肪酸、钾元素,并含有去甲肾上腺素、褪黑激素等多种保健营养成分,具有改善血液循环、提高人体免疫力、防治心血管疾病、抑制微生物生长等多重功效<sup>[1-3]</sup>。此外,马齿苋对高温、干旱、高湿、高盐、重金属污染等逆境的抵抗能力强大,且是优良的生态修复植物<sup>[4]</sup>。马齿苋集保健、食用、药用、生态价值于一身,具有进一步研究开发的意义。

[5] 孙 艳,徐伟君,范爱丽. 高温强光下水杨酸对黄瓜叶片叶绿素荧光和叶黄素循环的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(3): 399–402.

[6] 何亚丽,刘友良,陈 权,等. 水杨酸和热锻炼诱导的高羊茅幼苗的耐热性与抗氧化的关系[J]. 植物生理与分子生物学报,2002,28(2): 89–95.

[7] 李永红,魏玉香,谷 茂. 水杨酸预处理对鸡冠花幼苗热胁迫的生理效应[J]. 西北植物学报,2008,28(11): 2257–2262.

[8] 王利军,黄卫东,战吉成. 水杨酸和高温锻炼与葡萄抗热性及抗氧化的关系[J]. 园艺学报,2003,30(4): 452–454.

[9] 陈秋明,尹 慧,李晓艳,等. 高温胁迫下外源水杨酸对百合抗氧化系统的影响[J]. 中国农业大学学报,2008,13(2): 44–48.

[10] 张 钢,刘 民,任元新. 春季白皮松实生苗的脱锻炼与再锻炼[J]. 植物生理学通讯,2005,41(6): 761–763.

[11] 李亚青,张 钢,卻书鹏,等. 白皮松茎和针叶的电阻抗参数与抗寒性的相关性[J]. 林业科学,2008,44(4): 28–34.

[12] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:农业出版社,1992:148–149.

[13] 刘大林,张 华,曹喜春,等. 夏季高温胁迫对紫花苜蓿光合生

理机制的影响研究[J]. 草地学报,2014,22(3): 657–660.

[14] 杨 岚,师 帅,王红娟,等. 水杨酸对高温胁迫下铁皮石斛幼苗耐热性的影响[J]. 西北植物学报,2013,33(3): 534–540.

[15] 曹福亮,欧祖兰. 水杨酸对银杏幼苗抗高温胁迫能力的影响[J]. 浙江林学院学报,2008,25(6): 756–759.

[16] 杜朝昆,李忠光,龚 明. 水杨酸诱导的玉米幼苗适应高温和低温胁迫的能力与抗氧化酶系统的关系[J]. 植物生理学通讯,2005,41(1): 19–22.

[17] Fariduddin Q, Hayat S, Ahmad A. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea* [J]. Photosynthetica, 2003, 41(2): 281–284.

[18] 周中亮,包满珠,王文恩. 高温胁迫对 6 个高羊茅株系生理指标的影响[J]. 草业科学,2011,28(7): 1284–1290.

[19] Havaux M. Temperature sensitivity of the photochemical function of photosynthesis in potato (*Solanum tuberosum*) and a cultivated andean hybrid (*Solanum × juzepczukii*) [J]. Journal of Plant Physiology, 1995, 146(1/2): 47–53.