

# 月季部分形态生理指标对高温的反应研究

罗 丹<sup>1</sup>, 柳忠娜<sup>2</sup>, 谢利娟<sup>3</sup>, 陈雅君<sup>1</sup>, 王 辉<sup>4</sup>

(1. 东北农业大学 园艺学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 中国农业大学, 北京 100000; 3. 深圳职业技术学院 应用化学与生物技术学院, 广东 深圳 518055; 4. 深圳市公园管理中心, 广东 深圳 518040)

**摘要:**为了筛选出适合高温条件下生长的月季品种, 选定7个具有一定耐热性的品种绯扇、冰山、蓝丝带、香欢喜、红双喜、香水黄和芝加哥和平, 通过在深圳高温的温室条件下栽培和鉴定, 研究常温和高温对月季品种形态和生理指标的影响。结果表明: 在形态方面, 7个月季品种高温下, 生长比较缓慢, 冰山和绯扇的生长相对较好, 开花数量和开花质量也较好, 而香水黄和芝加哥和平在高温下生长缓慢, 不开花; 在生理方面, 随着温度升高, 7个品种均表现为MDA含量增加、SOD活性上升、脯氨酸含量也随温度升高呈增加趋势, 高温下耐热性强的品种能保持更高的SOD等保护酶活性和更低的MDA含量, 并诱导产生更多的脯氨酸。

**关键词:** 月季; SOD; MDA; 脯氨酸; 耐热性

**中图分类号:** S685.12

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2013)08-0066-07

月季(*Rosa chinese*)属于小灌木, 温带植物, 在寒冷地区呈落叶性, 在深圳及广东其它冬季温暖地区, 则为常绿植物。在我国的华南地区, 月季花已经应用于园林绿化和专业栽培中, 但我国南方, 特别是深圳夏季高温给不耐热的月季带来了很大影响。每年11月到次年5月, 月季花生长良好, 尤其是春节期间, 花繁叶茂, 花朵硕大、鲜艳, 每到夏季高温的环境对月季开花非常不利, 在温度高于30℃时, 月季会进入半休眠状态, 不能很好地度夏<sup>[1]</sup>。我国长江流域的夏季高温已经成为制约植物生长和发育的主要环境因子, 植物生长发育面临高温逆境的严峻挑战。月季在高温季节生长存在的问题: (1) 夏季高温导致月季花芽停止分化而转化为营养生长, 不耐热品种夏季不开花, 生长不良; (2) 由于夏季高温再加上湿度升高而导致月季病虫害加重, 如黑斑病、白粉病尤其普遍, 严重影响月季的生长发育。在这样的背景下, 月季耐热品种的选育显得尤为重要<sup>[2]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

嫁接的月季品种: 绯扇、冰山、蓝丝带、香欢喜、红双喜、香水黄和芝加哥和平, 于2010年9月25日移入深圳职业技术学院温室。

喜、红双喜、香水黄和芝加哥和平, 于2010年9月25日移入深圳职业技术学院温室。

### 1.2 方法

**1.2.1 形态指标观察** 从2010年10月1日至2011年3月, 每个月的1日修剪后测量月季植株高度, 于每月的15日和30日用卷尺和游标卡尺测量其株高和基茎, 第一次随机选取10株, 以后每次针对这10株进行观察记录, 总结比较抗热性。每日观察月季品种, 观察其单花期、残花期、花径、花色等, 并记录开花时间和开花情况, 从花苞至花刚开始萎蔫为一朵花的单花期, 从萎蔫到花瓣完全凋谢为残花期, 用游标卡尺测量花径, 选取开花时间内, 花径最大的时候为标准花径。

**1.2.2 生理指标测量** 在生长期进行正常的栽培管理。分别于2010年10月高温天气(平均温度32℃左右)和12月正常气温(平均温度20℃左右)选取长势基本一致的植株10株, 选取相同位置的成熟叶片(顶叶起向下的第3片叶片), 带回实验室测定相关指标: 氮蓝四唑法测定SOD活性, 硫代巴比妥酸法测定丙二醛含量, 酸性茚三酮法测定脯氨酸含量, 萘酮乙酸乙酯法测定可溶性糖含量, 分光光度计法测定叶绿素含量<sup>[3]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 形态指标结果分析

**2.1.1 月季品种嫁接成活率比较** 从表1数据来看, 绯扇和红双喜的成活率是最高的, 都达到了100%, 而冰山、香欢喜和香水黄也都达到了80%

收稿日期: 2013-04-08

基金项目: 深圳市城市管理局科技基金资助项目(SZCG201002)

第一作者简介: 罗丹(1987-), 女, 黑龙江省双城市人, 硕士, 从事园林植物与观赏园艺研究。E-mail: 523808208@163.com。

通讯作者: 谢利娟(1971-), 女, 广东省深圳市人, 硕士, 教授, 从事园林植物生理研究。E-mail: xlj328@yahoo.com.cn。

以上,而芝加哥和平的成活率最低,还不到 50%, 喜和香欢喜都比较耐热,在高温下也能很好地可见芝加哥和平的耐热性最低,绯扇、冰山、红双 生长。

表 1 月季品种嫁接成活率比较  
Table 1 Comparison on the survival rate of different rose varieties

品种 Variety	绯扇 Feishan	冰山 Iceberg	蓝丝带 Blue ribbon	香欢喜 Xianghuanxi	红双喜 Double delight	香水黄 Xiangshuihuang	芝加哥和平 Chicago peace
嫁接数/株 Number of grafting	60	37	33	32	17	15	26
成活数/株 Number of survival	60	33	28	28	17	12	12
成活率/% Percentage of survival	100.00	89.19	84.85	87.50	100.00	80.00	46.15

2.1.2 月季叶和植株形态指标的观察 根据基 病,在其生长期间需要注意病害防治。总的来看, 茎和株高判断,绯扇和香欢喜的生长最好;而从抗 绯扇、冰山和蓝丝带的耐热性最好,而其它品种耐 病性来看,绯扇和冰山的抗病性最好,很少染病, 热性一般(见表 2)。

香欢喜、红双喜和芝加哥和平的抗病性较差,易染

表 2 不同月季品种形态指标比较  
Table 2 Comparison on morphological indexes of different rose varieties

品种 Variety	绯扇 Feishan	冰山 Iceberg	蓝丝带 Blue ribbon	香欢喜 Xianghuanxi	红双喜 Double delight	香水黄 Xiangshuihuang	芝加哥和平 Chicago peace
基茎/mm Base stems	8.429	6.540	7.811	8.630	7.854	7.074	7.018
株高/cm Height	42.50	42.30	54.44	65.70	37.85	28.90	35.28
叶片厚度/mm Blade thickness	0.17	0.15	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17
抗病性 Resistance	抗	抗	较抗	不抗	不抗	较抗	不抗

根据每月测量的植株基茎,比较在相同时间内 不同品种基茎的增加量,即月季基茎的生长量,通 过比较分析,绯扇、蓝丝带和冰山在相同的时间内 的生长量最大,可见其适应性很好,而香水黄最低, 香欢喜的变化也不是很明显,它们的适应性不是

很好。1~2 月是所有品种生长量变化最大的时间, 说明在这段时间的气候最适宜它们生长(见图 1)。

根据每个月测量的植株高度,比较相同时间 内不同品种植株高度的增加量,由表 3 可见,在温 度较高的 10 月份,冰山和绯扇的株高增加量比较 大,分别为 2.56 和 2.34 cm,其次是蓝丝带和香 欢喜分别为 0.80、0.65 cm,红双喜、香水黄和芝 加哥和平的增长量最少,仅为 0.50、0.48 和 0.42 cm。而在温度较冷的 1 月,芝加哥和平的株 高增长量最大,达到了 6.5 cm,说明其在温度较 冷的冬天生长较好,而在高温下生长缓慢。从 5 个月的整体生长来看,冰山和绯扇生长得比较好, 说明其抗性较好。

2.1.3 不同月季品种花形态指标比较 由表 4 可知,在相同的观察时间和生长环境中,绯扇和冰 山的开花时间最长,残花期也最短,是较好的庭院 观赏月季,在深圳的生长状况很好;而香水黄和芝 加哥和平的单花期较短、残花期较长,较其它品种 差一点。

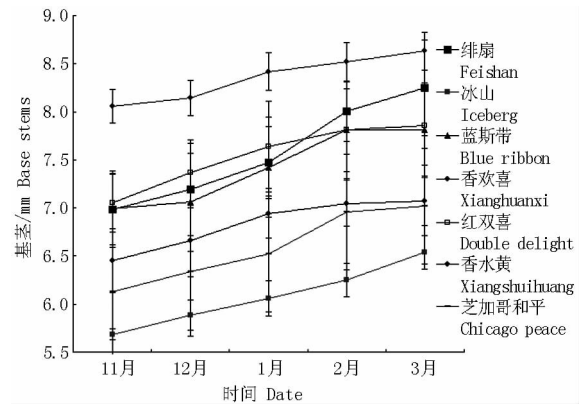


图 1 基茎生长量比较  
Fig. 1 Comparison on growth of basal stems of different rose varieties

表 3 株高增长量比较

Table 3 Comparison on plant height increment of different rose varieties

品种 Variety	株高净增加量/cm Heigh increment				
	10 月 Oct.	11 月 Nov.	12 月 Dec.	1 月 Jan.	2 月 Feb.
绯扇 Feishan	2.34±0.45	3.15±0.36	4.80±0.29	1.17±0.12	1.30±0.12
冰山 Iceberg	2.56±0.47	3.25±0.24	4.70±0.39	2.65±0.10	1.90±0.12
蓝丝带 Blue ribbon	0.80±0.05	1.20±0.21	1.97±0.11	0.22±0.21	1.55±0.05
香欢喜 Xianghuanxi	0.65±0.12	0.75±0.17	1.10±0.08	0.60±0.10	0.80±0.14
红双喜 Double delight	0.50±0.06	0.55±0.02	0.75±0.08	0.42±0.01	0.18±0.04
香水黄 Xiangshuihuang	0.48±0.09	0.58±0.34	1.80±0.05	0.20±0.09	0.40±0.02
芝加哥和平 Chicago peace	0.42±0.08	0.54±0.16	1.34±0.08	6.50±0.05	1.00±0.05

表 4 不同月季品种花朵形态和开花特性比较

Table 4 Comparison on the follower morphology and flowering character of different rose varieties

品种 Variety	花色 Color	花径/cm Flower diameter	花瓣数/个 Number of petals	花朵数/朵 Number of flowers	单花期/d Florescence	残花期/d Stray period
绯扇 Feishan	朱红色	10~16	30~35	1~3	15~20	2~3
冰山 Iceberg	纯白色	8~14	20~30	2~4	15~20	2~3
蓝丝带 Blue ribbon	蓝紫色	16~18	20~25	1	8~10	3~4
香欢喜 Xianghuanxi	复色,红黄相间	10~14	25~30	1	8~10	3~4
红双喜 Double delight	复色,红白黄相间	10~14	30~35	1	7~10	3~4
香水黄 Xiangshuihuang	鹅黄色	8~10	30~35	1	7~9	4~5
芝加哥和平 Chicago peace	紫红色	8~10	25~30	1	7~9	3~4

## 2.2 生理指标结果分析

2.2.1 高温对不同月季品种叶片中超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 由表 5 可知,在正常温度下,7 个月季品种的 SOD 活性在 14.971 7~36.483 2 U·g<sup>-1</sup>,而在高温胁迫下 SOD 活性发生明显的变化,且均呈增加趋势,冰山、绯扇和蓝丝带

的增加幅度最大,分别为 41.8%、35.5% 和 35.4%,表明了其耐热性较好,香欢喜和红双喜的变幅相对较小,分别为 33.3% 和 31.7%,而香水黄和芝加哥和平的变幅最小,仅为 26.3% 和 20.9%,表明其耐热性较差。

表 5 不同月季品种 SOD 活性在高温(32℃)和常温(20℃)下的变化

Table 5 The SOD activity change of different rose varieties under high temperature (32℃)and normal temperature (20℃)

品种 Variety	SOD 活性变化/U·g <sup>-1</sup> Change of SOD			
	常温(20℃)Normal temperature	高温(32℃)胁迫 Heat stress	变幅 Amplitude of variation	增加/%Increment
绯扇 Feishan	36.4832 a	49.4453 b	12.9621	35.5
冰山 Iceberg	34.9321 ab	49.5324 a	14.6004	41.8
蓝丝带 Blue ribbon	34.0164 ab	46.0553 c	12.0389	35.4
香欢喜 Xianghuanxi	31.6403 b	42.1808 d	10.5406	33.3
红双喜 Double delight	23.3066 c	30.6781 e	7.3775	31.7
香水黄 Xiangshuihuang	18.0289 d	22.7756 f	4.7467	26.3
芝加哥和平 Chicago peace	14.9717 d	18.0967 g	3.1250	20.9

注:表中字母表示显著性水平为  $\alpha=0.05$ ,多重比较采用 Duncan 法。下同。

Note: Data followed by different letters within the same column were significantly different at  $\alpha=0.05$  determined by Duncan's multiple range tests. The same below.

2.2.2 高温对不同月季品种叶片中可溶性糖含量变化的影响 由表 6 可见,在正常温度下,7 个品种的可溶性糖含量在 0.006 96~0.009 00,而在高温胁迫下,可溶性糖含量发生明显变化,都呈现增加趋势,其中香水黄和芝加哥和平的增加幅

度最大,达到了 29.4%和 24.6%,表明其在高温条件下不能很好地调节自身代谢,耐热性不好;红双喜的增加幅度也相对较大,达到了 18.0%,冰山的增加幅度最小,仅 9.7%,表明其耐热性较好。

表 6 不同月季品种可溶性糖含量在高温(32℃)和常温(20℃)下的变化  
Table 6 Soluble sugar content change of different rose varieties under high temperature (32℃)and normal temperature(20℃)

品种 Variety	可溶性糖含量变化/% Change of soluble sugar			
	常温(20℃)Normal temperature	高温(32℃)胁迫 Heat stress	变幅 Change	增加/%Increment
绯扇 Feishan	0.00823 bc	0.00911 d	0.00088	10.7
冰山 Iceberg	0.00900 a	0.00987 a	0.00087	9.7
蓝丝带 Blue ribbon	0.00711 f	0.00792 f	0.00082	11.5
香欢喜 Xianghuanxi	0.00843 b	0.0094 b	0.00097	11.5
红双喜 Double delight	0.00793 d	0.00936 c	0.00143	18.0
香水黄 Xiangshuihuang	0.00732 e	0.00947 b	0.00215	29.4
芝加哥和平 Chicago peace	0.00696 g	0.00867 e	0.00171	24.6

2.2.3 高温对不同月季品种叶绿素含量变化的影响 由表 7 可见,在常温下,7 个品种中蓝丝带、绯扇和冰山的总叶绿素含量最高,分别达到了 0.073 3%、0.072 6%和 0.071 9%,而红双喜的含量最低,仅 0.043 3%。在高温胁迫下,所有品种的叶绿素含量都有所下降,而芝加哥和平和香

水黄的下降幅度最大,达到了 35.4%和 34.0%,表明其在高温条件下,体内叶绿素大量分解,不能很好调节自身代谢,耐热性较差;红双喜和香欢喜的下降幅度次之,达到了 28.2%和 18.3%,其余品种下降幅度较小,还不到 10%,表明其耐热性较好。

表 7 不同月季品种叶绿素含量在高温(32℃)和常温(20℃)下的变化  
Table 7 Chlorophyll content change of different rose varieties under high temperature and normal temperature(20℃)

品种 Variety	叶绿素含量/% Change of chlorophyll		
	常温(20℃)Normal temperature	高温(32℃)胁迫 Heat stress	下降/%Decline
绯扇 Feishan	0.0726 ab	0.06560 c	9.6
冰山 Iceberg	0.0719 b	0.06704 b	6.8
蓝丝带 Blue ribbon	0.0733 a	0.06928 a	5.5
香欢喜 Xianghuanxi	0.0615 c	0.05023 d	18.3
红双喜 Double delight	0.0433 f	0.03109 f	28.2
香水黄 Xiangshuihuang	0.0491 e	0.03241 e	34.0
芝加哥和平 Chicago peace	0.0507 d	0.03275 e	35.4

2.2.4 高温对不同月季品种叶片中脯氨酸含量变化的影响 由表 8 可见,高温胁迫引起细胞内游离脯氨酸含量急剧增加,冰山体内脯氨酸含量

最大增幅达 90.9%,表明在胁迫条件下,自身会大量产生脯氨酸来抵制外界环境对其的迫害,耐热性较好;其次是蓝丝带和绯扇,分别达到了

85.1%和 81.4%,芝加哥和平与香水黄的增幅最小,仅 34.5%和 41.9%,表明其耐热性较差。

表 8 不同月季品种脯氨酸含量在高温(32℃)和常温(20℃)下的变化

Table 8 Proline content change of different rose varieties under high temperature (32℃) and normal temperature(20℃)

品种 Variety	脯氨酸含量变化/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Change of Proline		
	常温(20℃)Normal temperature	高温(32℃)胁迫 Heat stress	增加/%Increment
绯扇 Feishan	4.5846 a	8.3164c	81.4
冰山 Iceberg	3.9335 b	7.5090f	90.9
蓝丝带 Blue ribbon	3.3283 d	6.1607g	85.1
香欢喜 Xianghuanxi	3.8693 c	5.8620bd	51.5
红双喜 Double delight	3.8634 c	5.7990e	50.1
香水黄 Xiangshuihuang	3.1685 f	4.4961c	41.9
芝加哥和平 Chicago peace	3.2267 e	4.3399a	34.5

2.2.5 高温对不同月季品种叶片中丙二醛含量(MDA)变化的影响 高温胁迫下,各月季品种叶片中的 MDA 含量均急剧增加,但各个品种间的增加幅度明显不同,表明其膜脂过氧化程度存在很大差异。由表 9 可见,蓝丝带、绯扇和冰山的 MDA 含量分别比正常温度增加 16.4%、14.0%和 7.7%,增幅小表明其膜脂过氧化水平低,细胞

膜受损的程度小,耐热性较好;其次是红欢喜和香欢喜,MDA 含量分别比正常温度增加了 25.8%和 21.4%,而芝加哥和平和香水黄的 MDA 含量增加幅度最为明显,达到了 58.5%和 57.3%,说明这两种月季品种的膜脂过氧化水平高,细胞膜受损程度相对较大,耐热性较差。

表 9 不同月季品种丙二醛(MDA)含量在高温(32℃)和常温(20℃)下的变化

Table 9 The MDA content of different rose varieties under high temperature (32℃) and normal temperature(20℃)

品种 Variety	MDA 含量变化/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Change of MDA		
	常温 Normal temperature	高温胁迫 Heat stress	增加/% Increment
绯扇 Feishan	0.1709 g	0.1948 d	14.0
冰山 Iceberg	0.1780 f	0.1917 d	7.7
蓝丝带 Blue ribbon	0.2128 d	0.2478 c	16.4
香欢喜 Xianghuanxi	0.1977 e	0.2400 c	21.4
红双喜 Double delight	0.2943 b	0.3703 b	25.8
香水黄 Xiangshuihuang	0.2239 c	0.3522 b	57.3
芝加哥和平 Chicago peace	0.3053 a	0.4840 a	58.5

### 3 结论与讨论

高温下,月季生长受到相当程度的影响,营养生长不良而引起开花数量减少、花形变小、花期缩短。因叶绿素降解而叶色变暗,生长势减弱,抗病能力也变弱。不耐热品种受高温影响程度更加明显,故表现在形态指标的变化上更加显著。

游离脯氨酸是细胞内主要起渗透调节作用的物质之一,正常情况下,植物体内的脯氨酸含量很低,但当其处于逆境时其含量急剧增加。同时脯氨酸具有易于水合的趋势或具有较强的水合能力,从而提高原生质的渗透压<sup>[4]</sup>,因此在植物受到逆境胁迫时,游离脯氨酸的积累有助于细胞组织

的持水性,防止细胞脱水<sup>[5-6]</sup>。在高温胁迫下,脯氨酸含量迅速增加,增强了细胞的抗脱水能力。研究表明,在逆境胁迫下脯氨酸增加是个极其灵敏的指标。一般来讲,脯氨酸积累量与植物抗逆性呈正相关。在高温胁迫下,脯氨酸含量迅速增加,增强了细胞的抗脱水力,脯氨酸增加是个极灵敏的指标。因此,脯氨酸含量是月季品种耐热性检测的最理想指标之一。

超氧化物歧化酶(SOD)是一种含金属的抗氧化酶,在活性氧清除反应中,处于重要地位,能将超氧化物阴离子自由基快速氧化为过氧化氢和氧分子。在逆境条件下,SOD 能被活性氧诱导产生,从而减轻对细胞膜的伤害。在高温胁迫下,耐热品种对氧自由基的清除能力增加,不耐热品种的清除能力减弱。耐热性好的品种 SOD 活性相对增加很多,从而适应高温的环境,而不耐热品种的 SOD 活性反而下降,较难适应高温环境。Noctor G 等<sup>[7]</sup>认为 SOD 是最有效的抗氧化酶之一,它可以清除植物体内的活性氧,减弱膜质过氧化作用,保持细胞膜稳定性<sup>[8]</sup>。姚元干<sup>[9]</sup>对耐热性不同的 3 个辣椒品种湘研 1、5、8 号的研究表明,品种间 SOD 活性存在明显差异,辣椒耐热性与 SOD 活性呈正相关,可作为辣椒耐热性鉴定的指标。马德华<sup>[10]</sup>等人对黄瓜高温胁迫研究结果表明,高温胁迫后,SOD 活性升高。在正常条件下,SOD 等活性氧清除剂能有效地清除体内破坏力极强的活性氧,在高温胁迫下叶片中 SOD 活性上升,酶活性与品种耐热性是一致的。

植物体内的碳营养状况以及植物的品质性状常以糖含量作为重要指标。植物为了适应逆境条件,也会主动积累一些可溶性糖,降低渗透势和冰点,以适应外界环境条件的变化。孙玉芳等对黄连的研究表明,在高温胁迫下黄连体内可溶性糖含量不断增加<sup>[11]</sup>。郁万文<sup>[12]</sup>等研究表明,高温下银杏可溶性糖含量上升,回复至正常温度时又下降。李衍素<sup>[13]</sup>等以 18 个豇豆品种为试验材料研究其耐热性,得出在高温胁迫下,豇豆可溶性糖含量均明显升高,耐热品种可溶性糖含量均明显高于不耐热品种,在高温胁迫下耐热品种具有更高的渗透调节能力。该文研究也表明 7 个月季品种在高温下可溶性糖含量升高,且耐热品种含量明显高于耐热性差品种。

叶片叶绿素含量变化是叶片生理活性变化的重要指标之一,与光合机能大小具有密切关系,在

高温胁迫下,通常呈现出随着胁迫时间的延长叶绿素含量下降的趋势。胁迫开始时叶绿素含量下降幅度较小,后期下降的幅度较大。高温胁迫下的甜瓜叶片叶绿素含量呈下降的趋势,且随着胁迫时间的延长下降的幅度愈大<sup>[14]</sup>。该试验中不同月季品种叶片叶绿素在适宜温度时含量存在差异,耐热品种叶绿素相对含量比不耐热品种高。在高温处理后,耐热品种在高温处理后叶绿素含量变化比较稳定,变幅较小,这与潘光辉等<sup>[15]</sup>和尹贤贵等<sup>[16]</sup>在大白菜等作物上试验结果相符。

MDA 是膜脂过氧化的产物,它的生成会使蛋白质结构发生改变,同时使酶丧失活性,MDA 含量的多少可以用来衡量细胞膜过氧化程度,从而反应细胞膜受损程度。该研究的 7 个月季品种在高温处理后,MDA 含量随着时间的延长,含量增多,表明高温引起月季叶片细胞膜发生过氧化反应,且程度持续加剧,与前人研究结果一致<sup>[17-18]</sup>,MDA 含量与耐热性强弱呈负相关。

该研究在试验设计方面,对品种的耐热性指标做了比较全面的调查,不仅从月季的外部形态方面来观察其耐热性,还从内部包括生理生化方面进行了严谨的试验,多方面调查月季品种的耐热性。与以前的研究<sup>[2]</sup>相比,该试验在数据处理和试验内容方面还需要完善和补充,同时也比其它研究者多了一些作为植物耐热性方面的指标调查。高温下,月季品种的形态变化与其耐热性直接相关,而生理变化是形态变化的内部因素,该研究涉及的形态指标研究结果与生理指标前人研究结果<sup>[2]</sup>一致,均可以用于检测月季品种的耐热性。

在该试验中,生理生化指标在耐热品种间并非表现与其耐热性完全一致,但与不耐热品种相比存在明显差异,表明这些生理指标均与月季品种耐热性强弱相关,可作为月季品种耐热性筛选指标,也可为其它园林植物耐热性研究提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 李健,蒋昌华,郑艳君,等. 高温胁迫下 10 个月季品种的耐热性[J]. 中南林业科技大学学报,2010(12):88-91.
- [2] 胡永红,蒋昌华,秦俊. 高温对月季部分形态、生理指标的影响研究[J]. 种子,2007(10):71-73.
- [3] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:33-34.
- [4] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [5] 顾静文. 逆境与游离脯氨酸的积累[J]. 江西科学,1989,7(3):22-26.
- [6] 范双喜,谷建田,韩莹琰. 园艺植物高温逆境生理研究进

- 展[J]. 北京农学院学报, 2003(2):147-151.
- [7] Noctor G, Foyer Christine H. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control[J]. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1998, 49:249-279.
- [8] 陈立松. 植物抗冷性鉴定指标的种类[J]. 干旱地区农业研究, 1997(4):72-77.
- [9] 姚元干, 石雪晖, 杨建国. 辣椒耐热性与叶片质膜透性及几种生化物质含量的关系[J]. 湖南农业大学学报, 2000, 2(26):97-99.
- [10] 马德华, 庞金安, 霍振荣. 黄瓜对不同温度逆境的抗性研究[J]. 中国农业科学, 1999, 5(32):28-35.
- [11] 曹鸣庆, 李岩, 蒋涛, 等. 大白菜和小白菜游离小孢子培养试验简报[J]. 华北农学报, 1992, 2(7):119-120.
- [12] 付雅丽, 牛瑞生, 刘铁铮, 等. 大白菜游离小孢子培养研究进展[J]. 河北农业科学, 2008, 10(12):45-46.
- [13] 李衍素. 豇豆耐热性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2006: 17-19.
- [14] 杨秋珍. 高温胁迫下甜瓜生理生态特性研究[J]. 中国生态农业学报, 2003(1):26-28.
- [15] 潘光辉, 王文强, 尹贤贵. 电导法鉴定番茄耐热性与田间结果的比较[J]. 西南园艺, 2001(2):26-27.
- [16] 尹贤贵, 罗庆熙, 王文强. 番茄耐热性鉴定方法研究[J]. 西南农业学报, 2001, 2(14):62-65.
- [17] 张雅, 傅鸿妃. 高温胁迫对茄子幼苗抗氧化系统和叶绿素荧光参数的影响[J]. 浙江农业科学, 2010(2):246-250.
- [18] 贾志银. 辣椒耐热生理生化特性及谷胱甘肽处理效应研究[D]. 陕西: 西北农林科技大学, 2010:8-9.

## Research for Response to High Temperature on Part of Morphological and Physiological Indexes in Rose

LUO Dan<sup>1</sup>, LIU Zhong-na<sup>2</sup>, XIE Li-juan<sup>3</sup>, CHEN Ya-jun<sup>1</sup>, WANG Hui<sup>4</sup>

(1. College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. China Agricultural University, Beijing 100000; 3. School of Applied Chemistry and Biological Technology, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen, Guangdong 518055; 4. Shenzhen Park Service, Shenzhen, Guangdong 518040)

**Abstract:** In order to filter out the variety which could grow suitably in the high temperature, seven varieties with certain heat resistant were selected including Feishan, Iceberg, Blue ribbon, Xianghuanxi, Double delight, Xiangshuihuang, Chicago peace, through the cultivation and identification in the conditions of high temperature in greenhouse located at Shenzhen, some morphological and physiological indicators were measured under normal and high temperatures. The results showed that: in morphology, seven rose varieties grew slowly under the high temperature, Iceberg and Feishan grew better than others, manifested in the number of flower and the quality of flowering, but Xiangshuihuang and Chicago peace grew the most slowly and had no flower; in the physical aspects, as the temperature increases, seven varieties showed an increase in MDA content, SOD activity and proline content, in the high temperature the heat resistant varieties could maintain higher activity of SOD, lower MDA content and induce more proline.

**Key words:** rose; SOD; MDA; proline; heat resistance

### 致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网络出版总库》及CNKI系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部