

王宏辉,顾俊杰,房伟民,等.不同品种红掌叶片细胞膜稳定性和渗透调节物质对高温胁迫的响应[J].上海农业学报,2020,36(6):24-27

## 不同品种红掌叶片细胞膜稳定性和渗透调节物质对高温胁迫的响应

王宏辉<sup>1,2</sup>,顾俊杰<sup>3</sup>,房伟民<sup>1\*</sup>,陈发棣<sup>1</sup>,张栋梁<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>南京农业大学园艺学院,南京 210095;<sup>2</sup>通辽市科尔沁区农业技术推广中心,通辽 028000;

<sup>3</sup>上海鲜花港企业发展有限公司,上海 201303)

**摘要:**为探讨高温胁迫下红掌叶片细胞膜稳定性和渗透调节物质变化的规律,以耐热性不同的4个红掌盆栽品种‘阿瓦托’(‘Arento’),‘马都拉’(‘Madural’),‘特伦萨’(‘Turenza’),‘甜冠军’(‘Sweet champion’)为材料,测定并分析39℃高温胁迫不同时间后4个品种叶片的相对电导率(REC)、丙二醛(MDA)、脯氨酸(Pro)和可溶性蛋白含量的变化。结果表明:与对照相比,高温胁迫下的4个红掌品种叶片的相对电导率和MDA含量均增加,但耐热性越强的品种增加幅度越小;脯氨酸和可溶性蛋白含量随着时间延长均先升高后降低,但越耐热的品种升高的幅度越大,降低幅度越小。综上,耐热性越强的红掌品种细胞膜越稳定,渗透调节物质积累的越多。

**关键词:**红掌;高温胁迫;细胞膜稳定性;渗透调节物质

中图分类号:S682.14 文献标志码:A 文章编号:1000-3924(2020)06-024-04

## Response of cell membrane stability and osmotic adjustment substances in leaves of different cultivars of *Anthurium andraeanum* under high temperature stress

WANG Honghui<sup>1,2</sup>, GU Junjie<sup>3</sup>, FANG Weimin<sup>1\*</sup>, CHEN Fadi<sup>1</sup>, ZHANG Dongliang<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; <sup>2</sup> Agricultural Technology Extension Center of Horqin District in Tongliao, Tongliao 028000, China; <sup>3</sup> Shanghai Flower Port Enterprise Development Co., Ltd., Shanghai 201303, China)

**Abstract:** In order to explore the changes of cell membrane stability and osmotic adjustment substances in leaves of *Anthurium andraeanum* under high temperature stress, relative electric conductivity (REC), contents of malondialdehyde (MDA), proline and soluble protein of four *Anthurium andraeanum* cultivars with different heat resistance such as ‘Arento’, ‘Madural’, ‘Madural’ and ‘Sweet champion’ treated at 39 °C for different times were determined and analyzed. The results showed that the relative electric conductivity and MDA content of four cultivars increased with time, but the stronger the heat resistance was, the smaller the relative increase rates of relative electric conductivity and MDA content were. Proline and soluble protein content in the four cultivars increased first and then decreased, but the stronger the heat resistance was, the greater the relative ascent rates of proline and soluble protein content were and the smaller the relative decreasing rates were. Therefore, the stronger the heat resistance of *Anthurium andraeanum* cultivars was, the better cell membrane stability was and the more accumulated osmotic regulation substances were.

**Key words:** *Anthurium andraeanum*; High temperature stress; Cell membrane stability; Osmotic adjustment substances

收稿日期:2019-06-22

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(L0201300245);上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2011)第1-9号]

作者简介:王宏辉(1989—),女,硕士,农艺师,主要从事种质资源与遗传育种相关研究。E-mail:wanghonghui127@163.com

\*通信作者,E-mail:fangwm@njau.edu.cn

高温胁迫首先伤害植物的细胞膜系统,一方面改变膜脂组成,破坏膜的选择透过性,引起胞内电解质外渗,导致渗透势升高;另一方面高温产生的活性氧分子会氧化膜脂中的不饱和脂肪酸,进而影响细胞膜的稳定性<sup>[1]</sup>。渗透调节是植物抵御高温胁迫和进行自我保护的重要生理机制,植物体通过主动积累渗透调节物质来降低渗透势,避免或减少高温对机体的伤害<sup>[2]</sup>,其中脯氨酸含量和可溶性蛋白含量是重要的渗透调节物质。细胞膜稳定性和渗透调节物质的变化广泛应用于观赏凤梨(*Bromeliaceae*)<sup>[3]</sup>、灰岩皱叶报春(*Primula forrestii*)<sup>[4]</sup>、海州常山(*Clerodendrum trichotomum*)<sup>[5]</sup>、观赏海棠(*Malus spp.*)<sup>[6]</sup>、杜鹃花(*Rhododendron*)<sup>[7]</sup>和葡萄(*Grape*)<sup>[8]</sup>等植物的耐热性研究。

红掌(*Anthurium andraeanum* Lind.)是天南星科(Araceae)花烛属(*Anthurium* Schott)常绿宿根花卉,又称安祖花、花烛等,具有艳丽多彩的花苞和优美的叶片,广泛应用于盆栽和切花<sup>[9]</sup>。但红掌对温度较为敏感,当温度高于35℃时,其花苞褪色、寿命缩短、观赏性降低。迄今为止,关于不同耐热性红掌对高温胁迫生理响应差异的研究较少,张伟等<sup>[10]</sup>研究了‘火焰’‘阿拉巴马’和‘粉冠军’3种不同耐热性红掌品种在高温胁迫下的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、可溶性蛋白和可溶性糖含量的变化,指出耐热性强的品种具有较强的细胞渗透调节能力、蛋白质合成能力以及消除活性氧伤害的能力,但并未对细胞膜稳定性进行研究。本试验以4个耐热性不同的红掌品种为材料,通过测定39℃高温胁迫不同时间下的相对电导率、丙二醛含量、脯氨酸含量和可溶性蛋白含量,分析不同耐热性红掌品种的细胞膜稳定性和渗透调节物质的变化规律,以探索红掌耐热性机制。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试材料为上海鲜花港企业发展有限公司提供的株龄为5个月的4个红掌盆花品种,其耐热能力由强到弱依次为‘阿瓦托’(‘Arento’)、‘马都拉’(‘Madural’)、‘特伦萨’(‘Turenza’)、‘甜冠军’(‘Sweet champion’)<sup>[11]</sup>。

### 1.2 试验方法

试验在南京农业大学实验室进行,将4种红掌于RXZ-430A人工气候室内进行39℃高温6h、12h、24h、36h、48h处理,设置空气相对湿度70%—80%,光照强度10 000—15 000 lx。对照置于室温下培养。每处理5盆,4次重复,每个处理选取5株植株,取上部第1片成熟叶测定各项生理指标。

### 1.3 测定项目

相对电导率(REC)采用电导仪测定,丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定,脯氨酸(Pro)含量采用酸性茚三酮比色法测定,可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝比色法测定<sup>[12]</sup>。

### 1.4 数据统计分析

采用Excel 2007软件作图,运用SPSS 20.0软件进行方差分析和显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 红掌品种叶片细胞膜稳定性对高温胁迫的响应

#### 2.1.1 相对电导率的变化

相对电导率是衡量高温对植物细胞膜透性影响程度的一个指标<sup>[13]</sup>。由图1可知,高温处理前,耐热性最差的‘甜冠军’的相对电导率(REC)显著大于其他3个红掌品种,耐热性最强的‘阿瓦托’的REC最小,‘马都拉’和‘特伦萨’的REC没有显著差异。高温处理后,4个红掌品种叶片的相对电导率随着胁迫时间延长呈上升趋势。胁迫6h时,4个红掌品种叶片的REC与对照没有显著差异;当胁迫12h时,‘甜冠军’的REC的升高幅度最大,比对照增加了68.08%,‘阿瓦托’的REC升高幅度最小,比对照增加了21.25%,‘马都拉’和‘特伦萨’的REC分别比对照增加了38.69%、31.72%;高温胁迫48h时,各品种叶片的相对电导率由大到小依次为‘甜冠军’‘特伦萨’‘马都拉’‘阿瓦托’,分别比对照增加了1.49倍、1.42倍、1.41倍、1.12倍,差异显著。

#### 2.1.2 丙二醛含量的变化

丙二醛(MDA)是植物在高温胁迫下膜脂过氧化的重要产物<sup>[2]</sup>。由图2可知,4个红掌品种叶片的

MDA 含量变化趋势与相对电导率变化趋势一致,即随着胁迫时间延长呈上升趋势。高温处理前,耐热性最差的‘甜冠军’MDA 含量显著大于其他 3 个红掌品种,耐热性最强的‘阿瓦托’的 MDA 含量最小,‘马都拉’和‘特伦萨’的 MDA 含量没有显著差异;胁迫 6 h 时,4 个红掌品种叶片的 MDA 含量与对照没有显著差异;胁迫 12 h 时,‘甜冠军’MDA 含量升高幅度最大,比对照增加了 38.34%,‘阿瓦托’的 MDA 含量升高幅度最小,比对照增加了 10.41%,‘马都拉’和‘特伦萨’的 MDA 含量分别比对照增加了 15.98%、17.71%;胁迫 48 h 时,各品种叶片的 MDA 含量由高到低依次为‘甜冠军’、‘特伦萨’、‘马都拉’、‘阿瓦托’,分别比对照增加了 59.41%、48.68%、47.75% 和 30.10%,差异显著。

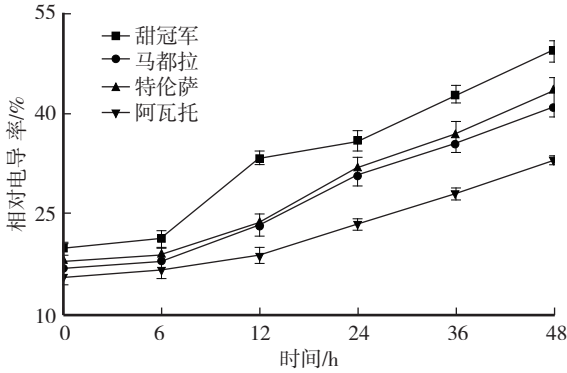


图1 高温胁迫后 4 个红掌品种叶片相对电导率的变化  
Fig.1 The changes of relative electric conductivity in leaves of four cultivars of *Anthurium andraeanum* Lind. under high temperature stress

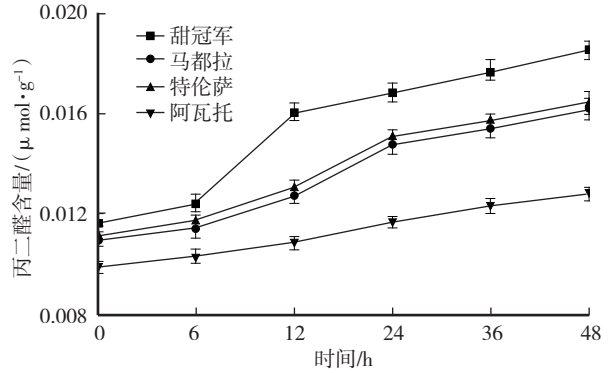


图2 高温胁迫后 4 个红掌品种叶片丙二醛含量的变化  
Fig.2 The changes of MDA content in leaves of four cultivars of *Anthurium andraeanum* Lind. under high temperature stress

## 2.2 红掌品种叶片渗透调节物质对高温胁迫的响应

### 2.2.1 脯氨酸含量的变化

由图 3 可知,4 个红掌品种的脯氨酸含量在胁迫过程中均呈先升高后降低的趋势,但是升高幅度以及达到峰值所需的时间不同。处理前,耐热性最差的‘甜冠军’脯氨酸含量显著大于其他 3 个品种,而‘阿瓦托’、‘马都拉’和‘特伦萨’间无显著差异;胁迫 6 h 时,‘阿瓦托’和‘马都拉’的脯氨酸含量显著大于‘特伦萨’和‘甜冠军’;耐热性最强的‘阿瓦托’在胁迫 24 h 时脯氨酸含量达到峰值且显著大于其他 3 个品种,比对照增加了 82.43%,而‘马都拉’、‘特伦萨’和‘甜冠军’均在胁迫 12 h 时达到峰值,分别比对照增加了 49.88%、37.55% 和 28.86%,其中‘马都拉’的脯氨酸含量显著大于其他 2 个品种,但显著小于‘阿瓦托’;胁迫 48 h 时,‘阿瓦托’和‘马都拉’脯氨酸含量均显著大于对照,分别比对照增加了 63.47% 和 20.24%,而‘特伦萨’和‘甜冠军’则比对照减少了 4.04% 和 12.05%,其中‘特伦萨’的脯氨酸含量与对照没有显著差异,而‘甜冠军’显著小于对照。

### 2.2.2 可溶性蛋白含量的变化

由图 4 可知,4 个红掌品种的可溶性蛋白含量随胁迫时间延长呈先上升后下降的趋势,处理前,4 个红掌品种的可溶性蛋白含量没有显著差异;胁迫 6 h 时,‘特伦萨’和‘甜冠军’可溶性蛋白含量达到峰值,分别比对照增加了 17.72% 和 21.81%,显著大于‘阿瓦托’和‘马都拉’;胁迫 12 h 时,‘马都拉’达到峰值,比对照增加了 32.90%,显著大于‘特伦萨’和‘甜冠军’,但与‘阿瓦托’间没有显著差异;胁迫 24 h 时,‘阿瓦托’叶片的可溶性蛋白含量达到峰值,比对照增加了 51.48%,

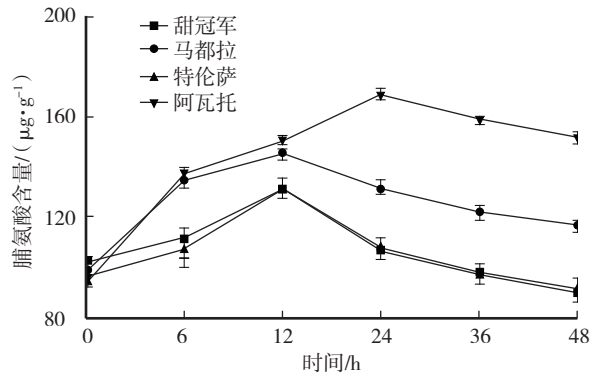


图3 高温胁迫后 4 个红掌品种叶片脯氨酸含量的变化  
Fig.3 The changes of proline content in leaves of four cultivars of *Anthurium andraeanum* Lind. under high temperature stress

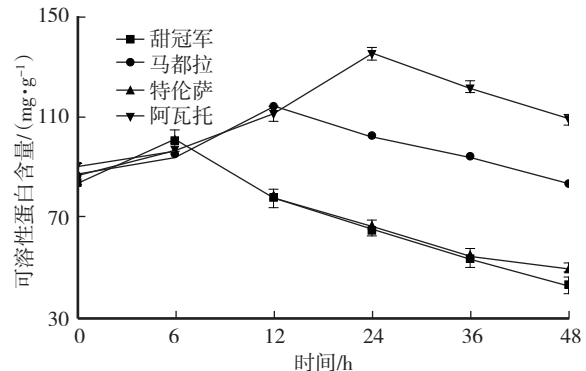


图4 高温胁迫后 4 个红掌品种叶片可溶性蛋白含量的变化  
Fig.4 The changes of soluble protein content in leaves of four cultivars of *Anthurium andraeanum* Lind. under high temperature stress

显著大于其他3个品种;高温胁迫48 h时,耐热性最强的‘阿瓦托’叶片可溶性蛋白含量显著大于对照,比对照增加了22.13%,而‘马都拉’‘特伦萨’和‘甜冠军’分别比对照减少了3.35%、42.31%和48.53%,其中‘马都拉’可溶性蛋白含量与对照没有显著差异,而‘特伦萨’和‘甜冠军’均显著小于对照。

### 3 讨论与结论

细胞膜稳定性是衡量植物抗热性的一个重要指标<sup>[14]</sup>,相对电导率和丙二醛含量可以反应逆境下细胞膜的稳定性。本试验结果表明,高温处理前耐热性强的品种相对电导率和丙二醛含量显著小于耐热性差的品种,随着胁迫时间延长,4个红掌品种叶片的相对电导率和丙二醛含量均表现升高趋势,且耐热性最差的‘甜冠军’升高幅度最大,耐热性最强的‘阿瓦托’升高幅度最小,说明越耐热的品种,细胞膜的稳定性越高。朱鑫等<sup>[15]</sup>研究指出高温胁迫下芹菜(*Apium graveolens* L.)耐热品系的膜稳定性高于不耐热品系,王国霞等<sup>[16]</sup>研究表明油茶(*Camellia oleifera*)在高温胁迫下感热型品种的叶片相对电导率和丙二醛含量变化幅度明显高于耐热性品种,张景云等<sup>[17]</sup>研究表明小白菜(*Brassica campestris* ssp. *Chinensis*)在高温胁迫下耐热材料的相对电导率和丙二醛含量升高幅度低于不耐热材料,与本研究的結果一致。

在一定的逆境胁迫下,植物体可以通过积累脯氨酸和可溶性蛋白等渗透调节物质来避免或减少伤害。脯氨酸可以提高原生质胶体的稳定性,有利于保持机体的水分,减少蒸腾作用导致的水分散失。可溶性蛋白质可以增强植物耐脱水能力、保护细胞结构并且延缓衰老<sup>[18]</sup>。本研究表明,所有品种叶片的脯氨酸含量和可溶性蛋白含量随着胁迫时间延长均表现出先升高后降低的趋势,耐热性越强的品种升高的幅度越大,达到峰值所需的时间越长,且胁迫结束后仍保持较高的含量。耐热性较差的‘甜冠军’和‘特伦萨’叶片的可溶性蛋白含量在胁迫6 h后降低,而其脯氨酸含量在12 h才开始降低,可能是高温使其可溶性蛋白水解成部分脯氨酸所致。李敏等<sup>[19]</sup>研究表明水稻(*Rice*)耐热性强的品种在开花期高温胁迫处理后剑叶游离脯氨酸含量增加幅度大,赵森等<sup>[20]</sup>研究表明爪哇稻(*Oryza sativa* L. ssp. *javanica*)耐热品种在高温胁迫下保持了较高的可溶性蛋白和脯氨酸含量,杨华庚等<sup>[21]</sup>研究表明蝴蝶兰(*Phalaenopsis*)在高温胁迫下耐热性强的品种脯氨酸积累量越多,可溶性蛋白含量的增幅越大,均与本研究的結果一致。

综上所述,高温胁迫下耐热性越强的红掌品种叶片的相对电导率和MDA含量升高幅度越小,脯氨酸和可溶性蛋白含量积累量越多。说明红掌的耐热能力与细胞膜稳定系统及渗透调节物质有关,可将其作为红掌不同品种耐热性评价的参考指标。

### 参 考 文 献

- [1] 王涛,田雪瑶,谢寅峰,等.植物耐热性研究进展[J].云南农业大学学报,2013,28(5):719-726.
- [2] 刘志刚,范丙友,王荣,等.植物抗热的解剖学与生理学研究进展[J].湖北农业科学,2011,50(1):17-20.
- [3] 段九菊,王云山,康黎芳,等.高温胁迫对观赏凤梨叶片抗氧化系统和渗透调节物质积累的影响[J].中国农学通报,2010,26(8):164-169.
- [4] 张路,张启翔.高温胁迫对灰岩皱叶报春生理指标的影响[J].西南农业学报,2011,24(5):1728-1732.
- [5] 曾德静,王斌,刘军,等.高温胁迫对海州常山形态和生理特性的影响[J].东北林业大学学报,2013,41(3):90-94.
- [6] 刘春风,谢寅峰,张往祥.高温胁迫下8个观赏海棠品种的耐热性比较[J].江苏农业科学,2017,45(24):129-132.
- [7] 申惠翡,赵冰.杜鹃花品种耐热性评价及其生理机制研究[J].植物生理学报,2018,54(2):335-345.
- [8] 吴久赞,廉苇佳,曾晓燕,等.不同品种葡萄对高温的生理响应及耐热性评价[J].西北植物学报,2019,39(6):1075-1084.
- [9] 杜平,邵小斌.我国红掌的研究进展[J].江苏农业科学,2011,39(6):325-326.
- [10] 张伟,朱方平.红掌不同耐热性品种对高温胁迫的生理反应[J].农业科技通讯,2014,15(12):108-110.
- [11] 王宏辉,顾俊杰,房伟民,等.10个红掌品种的抗寒性与耐热性评价[J].植物资源与环境学报,2015,24(2):40-47.
- [12] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [13] CHAITANYA K V, SUNDAR D, MASILAMANI S, et al. Variation in heat stress-induced antioxidant enzyme activities among three mulberry cultivars[J]. Plant Growth Regulation, 2001, 36(2):175-180.
- [14] 田学军,卢煊仙.热胁迫对油菜种子活力和幼苗抗氧化酶活性的影响[J].江苏农业科学,2011,39(4):77-78.
- [15] 朱鑫,沈火林.高温胁迫对芹菜幼苗细胞膜稳定性的影响[J].北方园艺,2014(7):16-20.
- [16] 王国霞,邓培渊,杨玉珍,等.高温胁迫对不同油茶品种细胞膜稳定性的影响[J].河南农业科学,2013,42(4):59-63.
- [17] 张景云,赵晓东,万新建,等.小白菜耐热性鉴定及其耐热性分析[J].核农学报,2014,28(1):146-153.
- [18] 邹原东,韩振芹,陈秀新,等.干旱胁迫对蓝羊草渗透调节物质和抗氧化酶活性的影响[J].北方园艺,2013(23):71-75.
- [19] 李敏,马均,王贺正,等.水稻开花期高温胁迫条件下生理生化特性的变化及其与品种耐热性的关系[J].杂交水稻,2007,22(6):62-66.
- [20] 赵森,于江辉,肖国樱.高温胁迫对爪哇稻剑叶光合特性和渗透调节物质的影响[J].生态环境学报,2013,22(1):110-115.
- [21] 杨华庚,杨重法,陈慧娟,等.蝴蝶兰不同耐热性品种幼苗对高温胁迫的生理反应[J].中国农学通报,2011,27(1):144-150.