

# 麝香百合抗热性生理生化指标及综合评价初探

王凤兰<sup>1</sup>, 周厚高<sup>1</sup>, 黄子锋<sup>2</sup>, 陈孟禧<sup>1</sup>, 黄立权<sup>1</sup>

(1. 仲恺农业技术学院 农业与园林学院, 广州 510225; 2. 东莞市农业种子研究所, 广东 东莞 523063)

**摘要:** 以不同高温胁迫(25、38、42、46、50 °C)处理麝香百合, 依据苗期叶片的相对含水量、脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、相对电导率 4 项指标的变化, 对 8 个基因型进行抗热性综合评价。结果表明, 麝香百合不同基因型间的抗热性存在明显差异, 8 个基因型的抗热性由强至弱顺序: K<sub>1-1</sub>、K<sub>2-7</sub>、K<sub>1-2</sub>、F<sub>1</sub>、K<sub>2-2</sub>、Wforest、G、Wfox。

**关键词:** 麝香百合; 高温胁迫; 生理生化指标; 综合评价

中图分类号: Q945 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2008)02-0261-04

## Studies on several physiological and biochemical indices of the heat-resistance of *Lilium longiflorum* and its comprehensive evaluation

WANG Feng-Lan<sup>1</sup>, ZHOU Hou-Gao<sup>1</sup>, HUANG Zi-Feng<sup>2</sup>,  
CHEN Meng-Xi<sup>1</sup>, HUANG Li-Quan<sup>1</sup>

(1. Agriculture and Garden College, Zhongkai University of Agriculture and Technology, Guangzhou 510225, China;  
2. Dongguan Research Institute of Agricultural Seed, Dongguan 523063, China)

**Abstract:** The heat-resistance comprehensive evaluation of eight genotypes of *Lilium longiflorum* were studied on the basis of the variety of four physiological and biochemical indices such as the relative water content, the proline content, the soluble protein content and the relative electronic conduction rate under different temperatures stress (25 °C, 38 °C, 42 °C, 46 °C, 50 °C). The results showed that the heat-resistance difference among genotypes was significant. The order of heat-resistance among *L. longiflorum* genotypes was K<sub>1-1</sub>, K<sub>2-7</sub>, K<sub>1-2</sub>, F<sub>1</sub>, K<sub>2-2</sub>, Wforest, G, Wfox.

**Key words:** *Lilium longiflorum*; high temperature stress; physiological and biochemical index; comprehensive evaluation

百合(*Lilium* spp.)耐寒性强, 耐热性差, 喜冷凉湿润气候, 生长适温白天为 20~25 °C, 夜间为 10~15 °C, 5 °C 以下或 28 °C 以上生长会受到影响。而华南地区处于低纬南亚热带, 阳光充足, 气温高, 尤其 7~8 月份, 夏季风十分强盛, 热带暖气团控制华南地区, 日照强烈, 温度高达 30 °C, 这对百合的生长十分不利。因此, 欲在华南地区生产出大量的、优质的百合, 首先要克服高温的影响。通过抗热育种, 培育耐高温品种

是解决夏季百合生产困难的主要途径。因此研究百合不同基因型抗热性差异, 对进行百合周年生产具有重要的意义。但有关百合抗热生理方面的研究较少, 关于百合抗热性综合评价的研究未见报道。本试验以不同抗热性的麝香百合基因型为材料, 研究高温胁迫下幼苗叶片的相对含水量、脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、相对电导率等生理生化的变化规律, 旨在为百合的抗热性评价及育种提供理论依据。

收稿日期: 2006-11-01 修回日期: 2007-01-18

基金项目: 广东省教育厅科学基金(200044)[Supported by Science Foundation of Education Department of Guangdong Province(200044)]

作者简介: 王凤兰(1973-), 女, 广西武鸣县人, 硕士, 助理研究员, 主要从事花卉遗传育种方面的研究, (E-mail) wangfl2002@126.com。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: zhouhougao@163.com)

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料及处理

麝香百合的 8 个基因型:  $F_1$ , G, Wforest, Wfox,  $K_{2-2}$ ,  $K_{2-7}$ ,  $K_{1-2}$ ,  $K_{1-1}$ , 由仲恺农业技术学院花卉研究中心提供。其中, 经大田栽植观察,  $K_{1-1}$ 、 $K_{2-7}$  表现抗热性较强, Wforest、Wfox 表现抗热性较弱, 其他基因型的抗热性居中。

采用鳞茎培植的幼苗移植于塑料花盆中, 在 25 °C 左右的温度下按常规管理培养。15 d 后, 各基因型选取生长状态一致的幼苗 50 株置于人工气候箱中进行处理。试验设定 25 °C (对照)、38 °C、42 °C、46 °C、50 °C 五个温度梯度, 分别处理 3 h, 然后取同一部位的叶片分别测定各指标。重复 3 次。

### 1.2 测定方法

(1) 相对含水量测定: 按鲜重法测定, 参照邹琦的方法。(2) 脯氨酸含量测定: 以 3% 磺基水杨酸提取脯氨酸, 用茚三酮反应, UV-754 型分光光度计比色测定。(3) 可溶性蛋白测定: 参照李合生等的方法, 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法进行测定。(4) 相对电导率测定: 采用李合生等的方法, 略加改变: 将处理组叶片与对照组叶片用去离子水冲洗 2 次, 再用洁净滤纸吸干净表面水分。各个基因型每一处理温度分别准确称取叶片 0.5 g (3 次重复), 放入已加入 20 mL 去离子水的锥形瓶中, 摇匀, 然后滴加 1~2 滴吐温, 用锡纸包扎锥形瓶口, 放摇床中振荡 1.5 h, 测定电导率 ( $S_1$ )。测毕, 将各锥形瓶置沸水

浴中 10 min, 以杀死植物组织。取出锥形瓶, 用自来水冷却至室温, 并在室温下平衡 10 min, 摇匀, 测其最终电导值 ( $S_2$ )。

### 1.3 综合评价方法

采用模糊数学中隶属函数的方法, 对基因型各个抗热性指标求其隶属函数值, 累加, 求其平均数, 比较基因型之间的抗热性。a. 分别对所测的抗热指标用下式求出每个基因型各指标的具体隶属函数值:  $X(\mu) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 。式中,  $X$  为某基因型的某一指标测定值;  $X_{\min}$  为该指标中的最小值,  $X_{\max}$  为该指标中的最大值。b. 若某一指标与抗热性负相关, 可通过反隶属函数计算其抗热性隶属函数值:  $X(\mu) = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 。c. 将各个待鉴定基因型各指标的具体抗热性隶属函数值进行累加, 并求取平均数, 平均数越大, 其抗热性越强。

## 2 结果与分析

### 2.1 高温胁迫对麝香百合幼苗相对含水量的影响

由表 1 可知, 对照幼苗的相对含水量在基因型间差异不显著。处理植株随着温度的升高相对含水量呈下降趋势。经过 38 °C 处理后, 8 个基因型的相对含水量也没有显著差异, 表明各基因型均能短时间地忍受 38 °C 的高温。42 °C 以后, 有些基因型的相对含水量开始呈现显著差异, 在 46 °C 时, 差异更为明显; 到 50 °C 时,  $K_{1-1}$  与  $F_1$ 、Wfox、 $K_{2-7}$  均呈现极显著差异。这表明随着温度的提升, 麝香百合基因型间受害差异越来越明显。

表 1 不同处理温度对麝香百合叶片相对含水量的影响

Table 1 Effects of the treatments at different temperatures on relative water content in leaves of *L. longiflorum*

基因型 Genotypes	相对含水量 Relative water content (%)					50 °C 时比 CK 下降率 Decrease rate compared with 50 °C (%)					
	25 °C (CK)	38 °C	42 °C	46 °C	50 °C						
$F_1$	0.89	a*	0.855	a	0.824	b	0.856	ab	0.757	b	14.944
G	0.884	a	0.818	a	0.849	ab	0.898	a	0.777	b	12.104
Wforest	0.865	a	0.847	a	0.884	ab	0.778	ab	0.789	ab	8.786
Wfox	0.849	a	0.808	a	0.826	b	0.666	b	0.759	b	10.601
$K_{2-2}$	0.871	a	0.825	a	0.921	a	0.787	ab	0.797	ab	8.496
$K_{2-7}$	0.855	a	0.837	a	0.911	ab	0.834	ab	0.761	b	10.994
$K_{1-2}$	0.882	a	0.844	a	0.871	ab	0.801	ab	0.803	ab	8.957
$K_{1-1}$	0.862	a	0.844	a	0.851	ab	0.843	ab	0.819	a	4.988

注: \* 根据新复极差测验, 同一列大小写字母不同者分别表示在 0.05 水平差异显著, 以下同。

Note: \* According to t-test, the different small letters and capital letters in the same column mean significant difference at 0.05 level, respectively. The same below.

从各基因型相对含水量下降的幅度来看,  $K_{1-1}$ 、 $K_{2-2}$  相对含水量下降的幅度较小, 说明其失水较少,

受害程度较轻, 抗热性较强;  $F_1$  和 G 相对含水量下降的幅度较大, 说明其受害程度较重, 抗热性较弱;

其余基因型居中。

## 2.2 高温胁迫对麝香百合幼苗脯氨酸含量的影响

麝香百合幼苗脯氨酸含量随处理温度的升高而增加,但各基因型增加的幅度不同(表 2)。在 42 °C 之前,8 个基因型的脯氨酸含量变化不大,增加的趋势较平缓。42 °C 以后,各基因型脯氨酸含量的增幅越来越大,基因型间的差异性越显著。K<sub>1-1</sub> 和 K<sub>2-7</sub> 脯氨酸含量的增幅较大,说明其抗热性较强;Wforest 和 Wfox 脯氨酸含量的增幅较小,说明其抗热性较弱;其余基因型居中。

## 2.3 高温胁迫对麝香百合幼苗可溶性蛋白含量的影响

高温胁迫诱发细胞脱水,使得蛋白质不断降解。高温条件下的可溶性蛋白含量在不同基因型间存在一定的差异(表 3)。在 25 °C 时,各基因型的可溶性蛋白含量差异不大。从 38 °C 开始,麝香百合不同基因型间的可溶性蛋白含量开始呈现显著差异。42 °C 以后,个别基因型间呈现极显著差异。50 °C 时,K<sub>1-1</sub>、K<sub>2-7</sub> 与 G、Wforest、Wfox 等 5 个基因型间均呈现极显著差异。这表明,随着处理温度的提升,麝香百合基因型间可溶性蛋白含量的差异性不断的加剧。

表 2 不同处理温度对麝香百合叶片脯氨酸含量的影响

Table 2 Effects of the treatments at different temperatures on proline content in leaves of *L. longiflorum*

基因型 Genotypes	脯氨酸含量 Proline content (μg/g)										50 °C 时比 CK 增长率 Increase rate compared with 50 °C (%)
	25 °C (CK)		38 °C		42 °C		46 °C		50 °C		
F <sub>1</sub>	0.577	b	1.273	b	1.796	c	3.711	d	6.901	c	1096.014
G	0.837	ab	2.426	a	2.427	ab	6.532	a	7.034	c	740.382
Wforest	1.296	a	2.011	a	2.119	b	4.838	c	7.503	b	478.935
Wfox	0.994	ab	0.988	bc	2.438	a	3.819	d	5.981	d	501.710
K <sub>2-2</sub>	0.686	b	1.263	bc	1.853	bc	6.014	ab	7.865	a	1046.501
K <sub>2-7</sub>	0.551	b	1.058	bc	2.032	bc	5.502	b	7.49	b	1259.347
K <sub>1-2</sub>	0.529	b	0.473	c	1.791	c	3.297	d	6.069	d	1047.259
K <sub>1-1</sub>	0.247	b	0.805	c	0.992	d	1.298	e	3.981	e	1511.741

表 3 不同处理温度对麝香百合叶片可溶性蛋白含量的影响

Table 3 Effects of the treatments at different temperatures on soluble protein content in leaves of *L. longiflorum*

基因型 Genotypes	不同处理温度下的可溶性蛋白含量(mg/g)										50 °C 时比 CK 下降率 Decrease rate compared with 50 °C (%)
	25 °C (CK)		38 °C		42 °C		46 °C		50 °C		
F <sub>1</sub>	10.923	a	9.678	ab	7.351	b	7.736	b	6.655	b	39.074
G	11.198	a	8.89	b	5.648	c	5.538	d	4.383	d	60.859
Wforest	11.235	a	9.146	b	4.768	c	5.867	c	1.837	e	83.649
Wfox	11.143	a	8.725	b	6.563	bc	3.358	e	2.112	e	81.046
K <sub>2-2</sub>	10.868	a	8.945	b	7.021	b	6.307	c	5.721	c	47.359
K <sub>2-7</sub>	11.07	a	9.751	a	8.982	a	8.835	a	8.212	a	25.818
K <sub>1-2</sub>	11.18	a	9.623	ab	7.278	b	7.791	b	6.087	bc	45.555
K <sub>1-1</sub>	11.033	a	9.586	ab	8.615	a	8.432	ab	8.395	a	23.910

在 38 °C 时,蛋白质含量下降得比较快的基因型有 G、Wfox 和 K<sub>2-2</sub>;在 42~50 °C 之间,K<sub>1-1</sub> 和 K<sub>2-7</sub> 的蛋白质含量下降的幅度较小,而 Wforest 和 Wfox 下降的幅度较大,说明 K<sub>1-1</sub> 和 K<sub>2-7</sub> 属于抗热性较强的基因型,而 Wforest 和 Wfox 属于抗热性较弱的基因型。

## 2.4 高温胁迫对麝香百合幼苗相对电导率的影响

由表 4 看出,随着温度的上升,麝香百合叶片的相对电导率值基本上呈递增趋势,在 50 °C 时的相对电导率均是 25 °C 时的一倍至两倍。表明随着温度的升高,麝香百合叶片细胞膜的伤害不断加重。

随着温度的升高,麝香百合叶片浸出液相对电

导率在各基因型间的差异越来越明显(表 4)。如 50 °C 时,K<sub>2-2</sub> 与 K<sub>2-7</sub> 表现极显著差异。从相对电导率的增幅来看,增加率较小的是 F<sub>1</sub> 和 Wforest,说明其抗热性较强;增加率较大的是 K<sub>2-2</sub>、Wfox、G,说明其抗热性较弱;其余居中。

## 2.5 综合评价

将材料在 50 °C 处理下的 4 项指标变化率转化为隶属函数值的表 5。由表 5 可见,采用本研究的 4 项指标评价麝香百合基因型抗热性时,各基因型的隶属函数值存在着较大差异。一方面说明这 4 项指标与麝香百合抗热性具有密切的关系,能够在一定

程度上反映麝香百合基因型的抗热性强弱;另一方面也说明供试的 8 个基因型的抗热性存在着较大差异。这种异质性为麝香百合抗热性的遗传改良提供了先决条件。

表 4 不同处理温度对麝香百合叶片相对电导率的影响

Table 4 Effects of the treatments at different temperatures on relative electronic conduction rate in leaves of *L. longiflorum*

基因型 Genotypes	不同处理温度下的相对电导率 The relative electronic conduction rate under the treatments at different temperatures(%)										50 °C时比 CK 增加率 Increase rate compared with 50 °C(%)
	25 °C(CK)		38 °C		42 °C		46 °C		50 °C		
F <sub>1</sub>	0.239	a	0.262	a	0.278	a	0.285	b	0.292	bc	22.176
G	0.221	a	0.229	ab	0.264	ab	0.345	a	0.378	ab	71.041
Wforest	0.201	a	0.208	ab	0.212	b	0.239	bc	0.26	c	29.353
Wfox	0.178	a	0.167	b	0.19	bc	0.261	bc	0.308	b	73.034
K <sub>2-2</sub>	0.188	a	0.196	b	0.224	b	0.272	bc	0.388	a	106.383
K <sub>2-7</sub>	0.167	a	0.167	b	0.168	c	0.223	c	0.24	c	43.713
K <sub>1-2</sub>	0.173	a	0.175	b	0.191	bc	0.269	bc	0.255	c	47.399
K K <sub>1-1</sub>	0.185	a	0.191	b	0.202	bc	0.211	c	0.257	c	38.919

表 5 麝香百合抗热性指标的隶属函数值及抗热性综合评价

Table 5 Subordinative function value of heat-resistance indexes and comprehensive evaluation of *L. longiflorum*

基因型 Genotypes	抗热性指标变化率的隶属函数值 Subordinative function value of the variant rates of heat-resistance indexes				平均隶属值 Average subordinative function value	抗热名次 Order of heat- resistance
	相对含水量 Relative water content	脯氨酸含量 Proline content	可溶性蛋白含量 Soluble protein content	相对电导率 Relative electronic conduction rate		
F <sub>1</sub>	0	0.598	0.746	1	0.586	4
G	0.283	0.253	0.381	0.42	0.334	7
Wforest	0.616	0	0	0.915	0.383	6
Wfox	0.434	0.022	0.043	0.396	0.224	8
K <sub>2-2</sub>	0.646	0.55	0.607	0	0.451	5
K <sub>2-7</sub>	0.394	0.756	0.968	0.745	0.715	2
K <sub>1-2</sub>	0.596	0.55	0.637	0.701	0.621	3
K <sub>1-1</sub>	1	1	1	0.801	0.95	1

由表 5 还可看出, K<sub>1-1</sub> 的抗热性隶属函数值最大, 为 0.950, 其次是 K<sub>2-7</sub>、K<sub>1-2</sub>、F<sub>1</sub>、K<sub>2-2</sub>、Wforest、G, 最小的是 Wfox, 仅为 0.224。由此可知, 8 个麝香百合基因型的抗热性由强至弱顺序为: K<sub>1-1</sub>、K<sub>2-7</sub>、K<sub>1-2</sub>、F<sub>1</sub>、K<sub>2-2</sub>、Wforest、G、Wfox。

### 3 结论与讨论

(1) 本试验采用相对含水量、脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、相对电导率 4 个指标对 8 个麝香百合基因型苗期叶片的抗热性进行测定, 初步鉴定了麝香百合的抗热性强弱。(2) 在高温条件下, 植物叶片含水量是反映植物抗热能力的重要指标。本研究通过测定相对含水量来检测麝香百合抗热性的强弱, 其测试结果与大田抗热性状表现基本一致, 证明此方法是检测麝香百合抗热性能的快速有效方法。(3) 脯氨酸是植物蛋白质的组成之一, 并以游离状态

广泛存在于植物体中。高温处理能引起蛋白质的分解, 产生包括脯氨酸在内的各种游离氨基酸, 在高温胁迫下品种间脯氨酸含量的多寡间接反映了品种间抗热性的差别。试验结果表明, 不同温度条件下, 麝香百合基因型间均表现出明显的差异, 且处理温度越高差异就越显著。(4) 本研究结果表明, 在高温胁迫下, 麝香百合叶片的可溶性蛋白含量有一定的变化趋势, 且在基因型间差异较为明显; 各基因型的抗热强弱与田间性状表现基本一致。由此可见, 可溶性蛋白含量是鉴定麝香百合抗热性一个重要的生理生化指标。(5) 植物组织受到逆境伤害时, 由于膜的结构破坏, 而使其透性增大, 细胞内各种水溶性物质包括电解质将有不同程度的外渗, 将植物组织浸入无离子水中, 水的电导率将因电解质的外渗而加大, 伤害愈大, 外渗愈大, 电导率的增加也愈大。麝香百合各基因型在不同的高温胁迫下, 其受害叶片浸出 (下转第 241 页 Continue on page 241)

# 两结实类型柑橘果实铁锰锌铜含量的年周期变化

肖家欣<sup>1,2</sup>, 彭抒昂<sup>2</sup>

(1. 安徽师范大学 园艺研究所 重要生物资源保护与利用研究安徽省重点实验室, 安徽 芜湖 241000;

2. 华中农业大学 园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070)

**摘要:** 对单性结实的龟井温州蜜柑和自花授粉结实的鄂柑 1 号柑橘果实的铁、锰、锌和铜含量的年周期变化进行了测定。结果表明:(1)龟井子房的锌和铜含量在花前至花期居较高,花后趋下降,而鄂柑 1 号对应值在花期出现明显下降并居较低,花后却有一明显上升;两品种子房(幼果)的铁和锰含量变化却无明显差异,花后呈类似的下降趋势。(2)幼果阶段的果实铁、锰、锌和铜含量均居较高,在果实膨大初期(干旱期)均出现一明显下降,而在果实膨大中期却出现显著上升,之后又趋下降。本文还对果实发育中的微量元素含量动态及其与果实发育之间的关系进行了讨论。

**关键词:** 柑橘; 子房(幼果); 果实; 铁; 锰; 锌; 铜

(上接第 264 页 Continue from page 264)

液的相对电导率表现出明显的差异。因此,相对电导率适宜作麝香百合抗热性鉴定的指标。(6)为了更准确地鉴定麝香百合的抗热性,本研究用隶属函数值法来综合评价抗热性的强弱。结果表明,麝香百合基因型间存在着明显的差异,评定结果与田间的表现基本一致。即 Wforest、G、Wfox 等抗热性能比较弱,而 K<sub>1-1</sub>、K<sub>2-7</sub>、K<sub>1-2</sub> 为比较抗热的优良基因型,在华南地区种植较为理想。(7)抗热性是一个受多因素影响的复杂的数量性状,不同品种某一具体抗热指标对高温胁迫的反应不一定相同,因此用单一指标难以全面准确地反映植物品种抗热性强弱。本试验中上述 4 个指标的表现和变化与麝香百合基因型间的变化相一致,且相互间有一定的相关。因此,均可作为麝香百合抗热性的评价指标。但指标间的相互关系,有待进一步探讨。

## 参考文献:

李合生,孙群,赵世杰,等. 2000. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京:高等教育出版社:164,182-185  
邹琦. 2000. 植物生理学实验指导 [M]. 北京:中国农业出版社:11-12

赵祥云. 2000. 百合 [M]. 北京:中国农业出版社:18-20  
Chen LS(陈立松),Liu XH(刘星辉). 1997. Kinds of index for crop drought resistance identification and comprehensive evaluation(作物抗旱鉴定指标的种类及其综合评价)[J]. *J Fujian Agric Univ*(福建农业大学学报),26(1):48-55  
Ye CL(叶陈亮),Ke YQ(柯玉琴),Chen W(陈伟). 1996. A study on the physiology of heat tolerance in Chinese cabbage[. Metabolism of water and proteins in leaves and heat tolerance(大白菜耐热性的生理研究,II. 叶片水分和蛋白质代谢与耐热性)[J]. *J Fujian Agric Univ*(福建农业大学学报),25(4):490-493  
Wang FL(王凤兰),Zhou HG(周厚高),Huang YY(黄玉源), et al. 2003. A study on heat-resistance indices of the seedlings of four *Lilium formolongi* lines(4 个新铁炮百合品系幼苗的抗热指标测定)[J]. *J Zhongkai Univ Agric Tech*(仲恺农业技术学院学报),16(2):38-42  
Zhou HG(周厚高),Ning YF(宁云芬),Zhang SJ(张施君), et al. 2003. The physiological and biochemical changes in bulb development of *Lilium formolongi*(新铁炮百合生长发育过程的一些生理生化变化)[J]. *Guihaia*(广西植物),23(4):357-361  
Zhang SJ(张施君),Zhou HG(周厚高),Pan WH(潘文华), et al. 2005. Preliminary studies on the physiology of heat tolerance in *Lilium longiflorum*(麝香百合的抗热生理指标初探)[J]. *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报),21(3):240-242