

彩叶类凤梨半致死温度测定及其对温度的适应性评价^{*}

修美玲

(上海植物园, 上海 200231)

摘要:彩叶类凤梨大多原产于热带地区。本研究设定了温度梯度实验,测试彩叶类凤梨在不同温度条件下的适应性。结合上海市冬夏季的温度变化情况,分别设定了8个高温温度梯度(35—70℃,间隔5℃)和7个低温温度梯度(-25—5℃,间隔5℃),测定彩叶类凤梨叶片在不同温度条件下的电解质渗出率,并采用 Logistic 回归计算其高温、低温的半致死温度(LT₅₀)。结果表明,15种彩叶类凤梨叶片电解质渗出率与处理温度均呈 S 型曲线回归,拟合度较高。光萼荷属植物表现出高温半致死温度较高且低温半致死温度较低的特点,温度适应范围较广。半致死温度测定法可作为鉴定不同凤梨品种抗性的有效手段。本研究结果能为彩叶类凤梨的耐寒和耐热品种选择及推广提供理论依据。

关键词:彩叶类凤梨 半致死温度 栽培管理 推广应用 温度适应性

中图分类号: S688 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2020)01-0076-08

0 引言

狭义的彩叶凤梨特指凤梨科(Bromeliaceae)彩叶凤梨属(*Neoregelia*)的植物,而广义的彩叶类凤梨是指叶片呈现非绿色色彩的凤梨科植物的统称,并不是一个严格的分类学概念。属于彩叶类凤梨范畴的种类很多,目前尚无确切的统计,本试验选择的光萼荷属(*Aechmea* Ruiz & Pav.)、丽穗凤梨属(*Vriesea* Lindl)、彩叶凤梨属(*Neoregelia* L. B. Sm)、凤梨属(*Ananas* Mill)、彩叶光萼荷属(*Neomea*)和果子蔓属(*Guzmania* Ruiz & Pav)等研究对象均属于具有彩叶特征的种类。

国内外凤梨科植物的研究主要集中在资源调查

引种、观赏特性、组织培养与快速繁殖等方面,尤其是菠萝作为水果的杂交育种和转基因技术研究较多^[1-4]。凤梨科观赏植物自20世纪80年代引入我国,随着国内组培、生产技术的不断完善,逐渐在花卉市场上占有一席之地,并成为一类重要的年宵花卉,深受消费者的喜爱。但国内花卉市场上常见的凤梨科植物品种单一,和欧美国家相比,我国的观赏凤梨不论从品种数量还是普及程度,都有较为明显的差距。

气温是影响凤梨科植物种植推广的重要限制因子,高温和低温均会显著影响多数彩叶类凤梨的正常生长,而上海地区夏季的高温湿热和冬季的低温阴冷都严重制约了彩叶类凤梨的推广应用。当前,在上海地区,凤梨科植物主要用于室内,如家庭、办公室、会

^{*}上海市绿化和市容管理局2017科技攻关项目(G170304)资助。

【作者简介】

修美玲(1979—),女,硕士,工程师,主要从事园林植物资源引种筛选和热带植物养护管理等研究,E-mail:516760078@qq.com。

【引用本文】

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20200311.009

修美玲.彩叶类凤梨半致死温度测定及其对温度的适应性评价[J].广西科学,2020,27(1):76-83.

XIU M L. Determination of the Semi-lethal Temperature for Color-leaf Type Bromeliaceae and Their Adaptability to Temperature [J]. Guangxi Sciences, 2020, 27(1): 76-83.

议中心或者其他半封闭的公共场所。掌握不同彩叶类凤梨品种对高温和低温的耐受限度将为其后期养护措施的制定提供理论依据,同时为今后针对性地在室内应用甚至露天栽培推广奠定基础。

半致死温度(LT_{50})是植物抗寒性、抗热性评价的主要指标之一^[5-7],可以用来评价植物对低温或高温的耐受性。植物长时间处在高于高温半致死温度或低于低温半致死温度的环境下会遭受不可逆转的伤害,从而导致个体的死亡。电导率结合 Logistic 方程拟合的半致死温度能较准确地反映植物所能耐受的最低或最高温度,并广泛应用于植物对温度的适应性研究^[8-11]。目前,国内外凤梨科植物的抗热性和抗寒性研究较少,关于其温度适应性研究也缺少相关资料^[12]。

采用电导率法配合 Logistic 非线性回归测定植物的半致死温度(LT_{50})来研究其对逆境条件的适应特性的方法,近年来已见于多种植物材料(红豆杉、李、苹果、观赏草、桉树等)抗性研究^[13]。这些研究结果均表明:半致死温度是能简便、直观地反映植物对温度抗性的有效指标之一^[14]。夏莹莹等^[15]认为半致死温度可直观反映4个油茶品种对高温的耐受性。田治国等^[16]利用半致死温度对9个万寿菊的品种耐热性进行测定,其结果证明半致死温度可作为今后万寿菊属植物耐热性测定的指标之一。杜人杰等^[17]

对6个山楂品种低温半致死温度进行测定,结果表明半致死温度具有品种间的可比性,可为同一物种的不同品种的引种选择提供依据。刘婉迪等^[18]通过对9个杜鹃品种的高温半致死温度进行测定,认为该结果可为杜鹃的耐热性育种及其在福建低海拔地区的园林绿化应用提供理论依据。王文举等^[19]认为在离体条件下计算出来的半致死温度只能作为抗逆性的一个参考指标。

本研究选取15种(含品种)在大田实验中抗逆性表现较好的彩叶类凤梨为试验材料,利用电导法测定不同温度下15种受测材料的电导率变化情况,利用 SPSS 进行 Logistic 非线性回归计算不同类型的高温半致死温度和低温半致死温度,评价其对温度的适应性,为彩叶类凤梨在上海的栽培应用提供生理数据参考。

1 材料与方法

1.1 材料

根据田间形态和适应性观测结果,从83种凤梨(含品种)筛选出抗性较强、观赏价值较高的15个品种作为本试验材料,其中包括光萼荷属植物6种、丽穗凤梨属2种、彩叶凤梨属2种、凤梨属1种、彩叶光萼荷属1种、果子蔓属3种。具体名录见表1。

表1 凤梨品种名录

Table 1 List of Bromeliaceae varieties

序号 No.	属名 Genus	品种名 Variety	拉丁名 Latin name
1	凤梨属 <i>Ananas</i>	‘红色世纪’凤梨	<i>Ananas</i> ‘Red Century’
2	丽穗凤梨属 <i>Vriesea</i>	‘伊莎贝尔’丽穗凤梨	<i>Vriesea</i> ‘Isabel’
3	光萼荷属 <i>Aechmea</i>	尾花光萼荷	<i>Aechmea caudata</i> Yellow
4	光萼荷属 <i>Aechmea</i>	肯特光萼荷	<i>Aechmea kentii</i>
5	光萼荷属 <i>Aechmea</i>	列花光萼荷	<i>Aechmea distichantha</i> var. <i>schlumbergeri</i>
6	果子蔓属 <i>Guzmania</i>	‘大普斯’擎天凤梨	<i>Guzmania</i> ‘Grand Prix’
7	彩叶光萼荷属 <i>Neomea</i>	彩叶光萼荷	<i>Neomea</i> ‘Red Cloud’
8	彩叶凤梨属 <i>Neoregelia</i>	‘里维拉’彩叶凤梨	<i>Neoregelia</i> ‘Rivera’
9	彩叶凤梨属 <i>Neoregelia</i>	五彩红星凤梨	<i>Neoregelia</i> ‘Meyendorffii’
10	光萼荷属 <i>Aechmea</i>	莱德曼光萼荷	<i>Aechmea lueddemanniana</i> ‘Pinkie’
11	光萼荷属 <i>Aechmea</i>	威廉姆斯光萼荷	<i>Aechmea williamsii</i>
12	光萼荷属 <i>Aechmea</i>	费氏光萼荷	<i>Aechmea</i> ‘Fascini’
13	果子蔓属 <i>Guzmania</i>	‘胭脂’果子蔓	<i>Guzmania</i> ‘Rouge’
14	果子蔓属 <i>Guzmania</i>	紫红果子蔓	<i>Guzmania</i> ‘Amaranth’
15	丽穗凤梨属 <i>Vriesea</i>	‘紫冠鸚鵡’丽穗凤梨	<i>Vriesea</i> ‘Purple Cockatoo’

本研究选取的彩叶类凤梨均为3年生且植株大小规格相似的个体。叶片选取原则为从根部向上计数第5—7片成熟叶片,用去离子水漂洗3次,用吸水纸将叶片表面水分吸干,用打孔器于叶片的基部、中部、顶端获取直径为6 mm叶片样本,置于去离子水中测定叶片电解质渗出率,每个测试温度(高温为35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70℃;低温为5, 0, -5, -10, -15, -20, -25℃)下的测试样本均包含9个叶片基部、中部和顶端样本。高温和低温实验分别设置3次重复。

1.2 高温条件下彩叶类凤梨电解质渗出率的测定

高温条件对彩叶类凤梨影响的研究于2018年9月进行,此时所有受测植株均经历上海夏季高温,产生了一定的适应性。取9个叶圆片(叶片基部、中部和顶端各3片)置于20 mL试管内,向装有叶片样本的试管中加入10 mL超纯去离子水(电导率<0.1 US/cm),确认叶片样本全部浸没在去离子水中,室温下用振荡培养箱摇匀后抽真空5 min,进一步确定叶片样本全部浸没在去离子水中。而后,将装有处理好的叶片样本的试管分别放置在预先设定好的8个恒温水浴锅里,温度梯度为35—70℃,温度间隔为5℃,恒温静置30 min。待静置冷却后,测定不同温度条件处理下试管内溶液的电导率值(EC1)。随后将装有测试样本的试管转入100℃水浴锅中,放置20 min,将植物组织彻底杀死,而后将其置于室温条件冷却至室温测定试管中溶液的电导率值(EC2)。每个温度处理测试3组,并设定独立重复试验3次,记录测试数据^[10]。

1.3 低温条件下彩叶类凤梨电解质渗出率的测定

低温条件对彩叶类凤梨影响的研究于2018年12月下旬进行,此时所有受测植株均经历过上海低温。取9个叶圆片(叶片基部、中部和顶端各3片)置于20 mL试管内,将装有处理好的叶片样本的试管分别在5, 0, -5, -10, -15, -20, -25℃的冰箱内低温处理3 h。处理结束后,向装有叶片样本的试管中加入10 mL超纯去离子水(电导率<0.1 US/cm),确认叶片样本全部浸没在去离子水中,用振荡培养箱在室温条件下摇匀,随后抽真空2 h,测定试管中溶液的电导率值(EC1)。随后将装有测试样本的试管转入100℃水浴锅中恒温水浴20 min,将植物组织彻底杀死,而后将其放置在室温条件下冷却至室温,测定此时试管溶液的电导率值(EC2)。每个温度处理测试3组,并设定独立重复试验3次,记录测试

数据^[10]。

1.4 彩叶类凤梨半致死温度的回归计算

细胞电解质渗出率用相对电导率(EC)来表示,其计算公式为

$$EC(\%) = (EC1/EC2) \times 100\% \quad (1)$$

取每个温度下3次独立重复试验的平均值记为该物种在此温度条件下的细胞电解质渗出率。

基于SPSS绘制每种植物的电解质渗出率曲线,利用Logistic非线性回归计算其半致死温度,回归方程为

$$y = k / (1 + me^{-nx}), \quad (2)$$

式中, y 为此物种的细胞电解质渗出率(%), x 为处理温度的梯度, k 值设为1; m 、 n 为方程参数。半致死温度为 y 值取50时对应的温度,计算公式^[9]为

$$LT_{50} = (\ln m) / n, \quad (3)$$

求得参数 m 、 n 值及决定系数 R^2 ^[20]。

2 结果与分析

2.1 彩叶凤梨的高温半致死温度研究

2.1.1 高温条件下温度变化对叶片电解质渗出率的影响

供试的15种彩叶类凤梨叶片细胞的电解质渗出率对温度变化的响应情况基本一致:均随着温度的升高而呈S型上升趋势,初期(低于50℃时)增加较缓慢,说明此时叶片受到热损伤较低;当温度升到50—65℃时,电解质渗出率急剧增加,说明叶片在此阶段受到严重损伤;当温度高于65℃时,细胞电解质渗出率增幅趋缓,或略有下降,说明温度超过65℃时叶片细胞已全部死亡(图1)。

2.1.2 彩叶类凤梨的高温半致死温度差异性分析

根据细胞电解质渗出率和处理温度之间的关系,计算得出,Logistic方程拟合决定系数都较高,其中有9个凤梨品种的决定系数 $R^2 > 0.81$ 。这表明细胞电解质渗出率和处理温度之间的相关关系显著,证明Logistic方程拟合有效。不同凤梨品种叶片高温的半致死温度见表2。根据不同品种的高温半致死温度进行排序。高温半致死温度从高到低依次为肯特光萼荷>‘伊莎贝尔’丽穗凤梨>列花光萼荷>紫红果子蔓>彩叶光萼荷>‘胭脂’果子蔓>莱德曼光萼荷>‘里维拉’彩叶凤梨>威廉姆斯光萼荷>‘大普斯’擎天凤梨>‘红色世纪’凤梨>五彩红星凤梨>费氏光萼荷>‘紫冠鹦鹉’丽穗凤梨>尾花光萼荷。高温半致死温度为50.19—80.40℃。

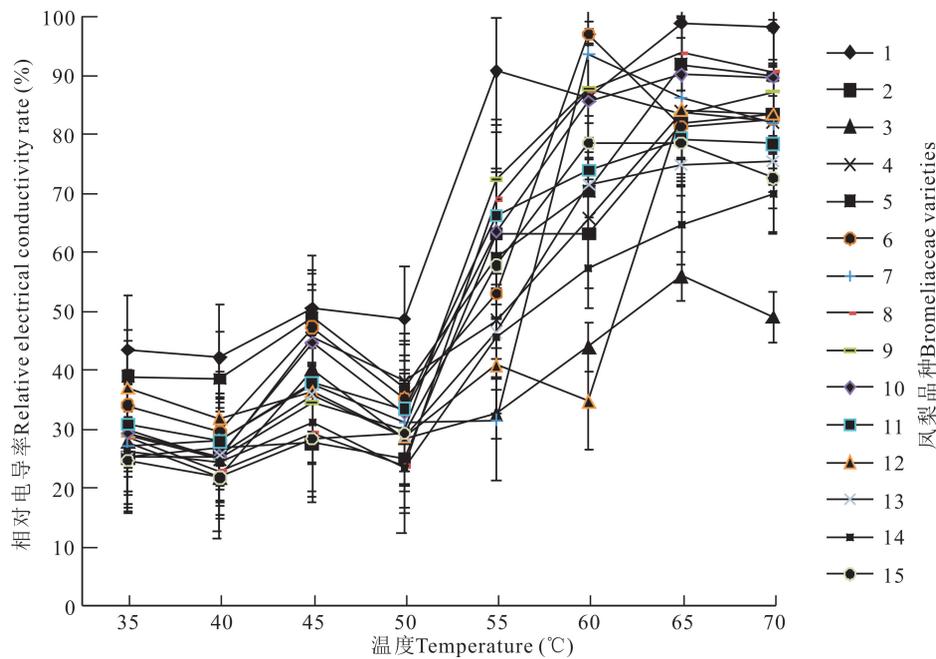


图1 不同高温处理后叶片电解质渗出率的变化

Fig. 1 Change of electrolyte leakage rate of leaf after exposure to different high temperature

表2 高温处理彩叶类凤梨叶片电解质渗出率的 Logistic 方程及半致死温度

Table 2 The Logistic equation of electrolyte leakage rate of leaf under high temperature and the semi-lethal temperature

凤梨品种 Bromeliaceae varieties	Logistic 方程 Logistic equation	半致死温度 Semi-lethal temperature (°C)	决定系数 Decisive factor (R ²)	显著性 P 值 Significance P value
‘红色世纪’凤梨 <i>Ananas</i> ‘Red Century’	$y=1.376/(1+28.786e^{0.065x})$	51.69	0.86	<0.005
‘伊莎贝尔’丽穗凤梨 <i>Vriesea</i> ‘Isabel’	$y=1.388/(1+80e^{0.07x})$	62.60	0.84	<0.005
尾花光萼荷 <i>Aechmea caudata</i> Yellow	$y=0.716/(1+15.811e^{0.055x})$	50.19	0.68	0.09
肯特光萼荷 <i>Aechmea kentii</i>	$y=2.312/(1+40.3741e^{0.046x})$	80.40	0.89	<0.005
列花光萼荷 <i>Aechmea distichantha</i> var. <i>schlumbergeri</i>	$y=1.291/(1+9.761e^{0.037x})$	61.76	0.83	<0.01
‘大普斯’擎天凤梨 <i>Guzmania</i> ‘Grand Prix’	$y=1.148/(1+46.944e^{0.074x})$	52.01	0.78	0.04
彩叶光萼荷 <i>Neomea</i> ‘Red Cloud’	$y=1.417/(1+73.874e^{0.07x})$	61.46	0.74	0.06
‘里维拉’彩叶凤梨 <i>Neoregelia</i> ‘Rivera’	$y=1.151/(1+382.5034e^{0.111x})$	53.57	0.78	0.07
五彩红星凤梨 <i>Neoregelia</i> ‘Meyendorffii’	$y=1.063/(1+188.788e^{0.102x})$	51.37	0.82	<0.01
莱德曼光萼荷 <i>Aechmea lueddemanniana</i> ‘Pinkie’	$y=1.234/(1+82.84e^{0.081x})$	54.53	0.85	<0.005
威廉姆斯光萼荷 <i>Aechmea williamsii</i>	$y=1.058/(1+50.644e^{0.075x})$	52.33	0.89	<0.005
费氏光萼荷 <i>Aechmea</i> ‘Fascini’	$y=0.72/(1+3.766e^{0.026x})$	51.00	0.56	0.16
‘胭脂’果子蔓 <i>Guzmania</i> ‘Rouge’	$y=1.274/(1+50.683e^{0.064x})$	61.34	0.88	<0.005
紫红果子蔓 <i>Guzmania</i> ‘Amaranth’	$y=1.082/(1+29.806e^{0.055x})$	61.72	0.76	0.05
‘紫冠鸚鵡’丽穗凤梨 <i>Vriesea</i> ‘Purple Cockatoo’	$y=0.911/(1+253.689e^{0.109x})$	50.79	0.81	<0.01

注: $P < 0.05$ 代表回归关系显著, $P < 0.01$ 代表回归关系极显著

Note: $P < 0.05$ means significant regression relationship, $P < 0.01$ means extremely significant regression relationship

2.2 彩叶凤梨的低温半致死温度研究

2.2.1 低温条件下温度变化对彩叶类凤梨细胞电解质渗出率的影响

不同彩叶类凤梨的细胞电解质渗出率对低温条件的适应特征基本相似:处理温度的下降初期(5℃→0℃时),相对电导率上升缓慢,说明此时叶片受到低

温损害较小;当温度降至 0℃ 以下时,叶圆片的电解质渗出率急剧上升,此时较小的降温幅度会对植物造成严重的损伤;在-15℃后细胞电解质渗出率的增幅趋缓。低温条件下,彩叶类凤梨的细胞电解质渗出率变化与高温条件下类似,都呈典型的 S 型曲线(图 2)。

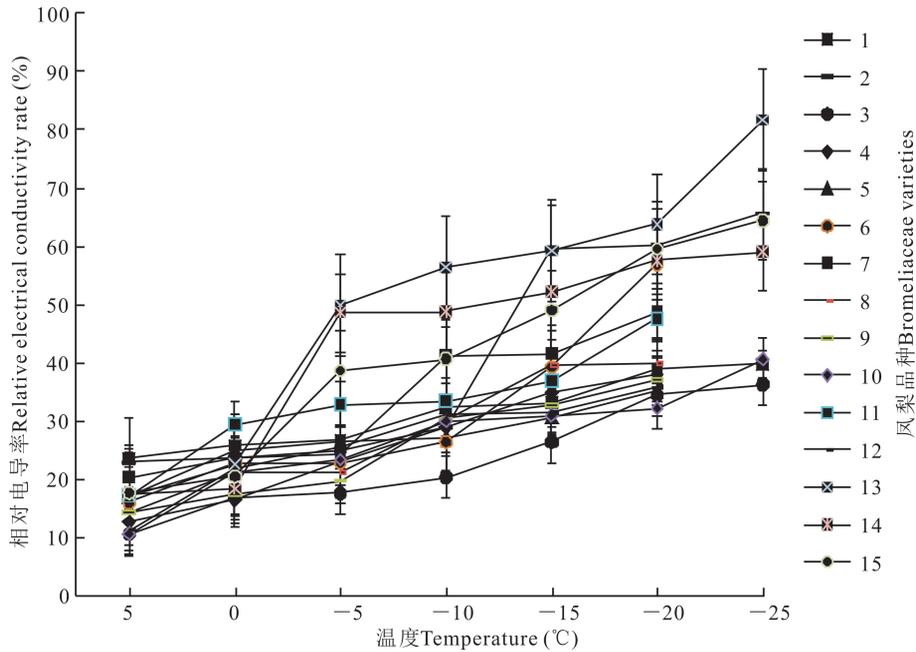


图 2 不同低温处理后叶片电解质渗出率的变化

Fig. 2 Change of electrolyte leakage rate of leaf after exposure to different low temperature

2.2.2 彩叶类凤梨的低温半致死温度差异性分析

通过计算, Logistic 方程拟合度都较高,有 13 个凤梨品种的决定系数 $R^2 > 0.81$ 。不同凤梨叶片的低温半致死温度见表 3。15 个凤梨品种的低温半致死温度的排序依次为‘红色世纪’凤梨 < 尾花光萼荷 < ‘伊莎贝尔’丽穗凤梨 < 彩叶光萼荷 < 威廉姆斯光萼

荷 < ‘里维拉’彩叶凤梨 < 五彩红星凤梨 < ‘紫冠鹦鹉’丽穗凤梨 < ‘胭脂’果子蔓 < ‘大普斯’擎天凤梨 < 莱德曼光萼荷 < 肯特光萼荷 < 紫红果子蔓 < 费氏光萼荷 < 列花光萼荷。低温半致死温度为 -38.25 - 3.02℃。

表 3 低温处理叶片电解质渗出率的 Logistic 方程及半致死温度

Table 3 The Logistic equation of electrolyte leakage rate of leaf under low temperature and the semi-lethal temperature

凤梨品种 Bromeliaceae varieties	Logistic 方程 Logistic equation	半致死温度 Semi-lethal temperature (°C)	决定系数 R^2 Decisive factor R^2	显著性 P 值 Significance P value
‘红色世纪’凤梨 <i>Ananas</i> ‘Red Century’	$y = 97.865 / (1 + 2.809e^{-0.027x})$	-38.25	0.97	<0.001
‘伊莎贝尔’丽穗凤梨 <i>Vriesea</i> ‘Isabel’	$y = 113.542 / (1 + 3.948e^{-0.072x})$	-19.07	0.86	0.002
尾花光萼荷 <i>Aechmea caudata</i> Yellow	$y = 76.926 / (1 + 4.3131e^{-0.056x})$	-26.1	0.96	<0.001
肯特光萼荷 <i>Aechmea kentii</i>	$y = 46.787 / (1 + 1.175e^{-0.103x})$	-1.57	0.97	<0.001
列花光萼荷 <i>Aechmea distichantha</i> var. <i>schlumbergeri</i>	$y = 40.485 / (1 + 0.807e^{-0.071x})$	3.02	0.86	0.002
‘大普斯’擎天凤梨 <i>Guzmania</i> ‘Grand Prix’	$y = 68.301 / (1 + 1.474e^{-0.176x})$	-2.20	0.88	0.002

续表 3

Continued table 3

凤梨品种 Bromeliaceae varieties	Logistic 方程 Logistic equation	半致死温度 Semi-lethal temperature (°C)	决定系数 R^2 Decisive factor R^2	显著性 P 值 Significance P value
彩叶光萼荷 <i>Neomea</i> 'Red Cloud'	$y=81.554/(1+2.4234e^{-0.065x})$	-13.62	0.79	0.05
'里维拉'彩叶凤梨 <i>Neoregelia</i> 'Rivera'	$y=57.565/(1+2.024e^{-0.083x})$	-8.47	0.83	0.003
五彩红星凤梨 <i>Neoregelia</i> 'Meyendorffii'	$y=52.386/(1+1.966e^{-0.08x})$	-8.45	0.81	0.003
莱德曼光萼荷 <i>Aechmea lueddemanniana</i> 'Pinkie'	$y=41.163/(1+1.256e^{-0.10x})$	-2.19	0.89	0.002
威廉姆斯光萼荷 <i>Aechmea williamsii</i>	$y=71.897/(1+1.831e^{-0.057x})$	-10.61	0.84	0.003
费氏光萼荷 <i>Aechmea</i> 'Fascini'	$y=35.173/(1+0.778e^{-0.17x})$	1.48	0.90	<0.001
'胭脂'果子蔓 <i>Guzmania</i> 'Rouge'	$y=78.686/(1+1.755e^{-0.137x})$	-4.11	0.85	0.003
紫红果子蔓 <i>Guzmania</i> 'Amaranth'	$y=57.915/(1+1.192e^{-0.215x})$	-0.82	0.79	0.04
'紫冠鸚鵡'丽穗凤梨 <i>Vriesea</i> 'Purple Cockatoo'	$y=76.513/(1+2.137e^{-0.097x})$	-7.83	0.85	0.002

注: $P < 0.05$ 代表回归关系显著, $P < 0.01$ 代表回归关系极显著

Note: $P < 0.05$ means significant regression relationship, $P < 0.01$ means extremely significant regression relationship

3 讨论

3.1 不同品种的高温适应性评价

从实验结果里可以总结出, 凤梨科光萼荷属植物总体耐热性较强, 且同属内叶片越窄、叶片数量越多的种类, 耐热性越强。丽穗凤梨属和果子蔓属耐热性与叶片宽度和数量的对应关系与光萼荷属植物类似, 但耐热性低于后者。在测试的 15 个品种中, 彩叶凤梨属耐热性最差, 且呈现出同属内叶片越艳丽耐热性越差的特点。属间杂交种具有明显的杂种优势, 耐热性较强, 比如彩叶光萼荷; 而属内杂交的种类在耐热性方面的杂种优势不明显。地生性凤梨(如凤梨属)的耐热性比附生性凤梨差, 这可能与原产地的生态环境有关。

综上所述, 这 15 个彩叶类凤梨都是耐高温的植物材料, 上海地区的夏季高温不会成为彩叶类凤梨在上海露天应用与推广的限制因子。

3.2 不同品种的低温适应性评价

在凤梨科光萼荷属和丽穗凤梨属中, 叶片厚的种类比叶片薄的耐寒性弱。属间杂交种的杂种优势明显, 耐寒性较强, 如彩叶光萼荷属植物; 而属内杂交的种类在耐寒性方面的杂种优势不明显。彩叶凤梨属

植物呈现出叶片越艳丽耐寒性越差的特点。果子蔓属植物耐寒性较差, 但同属内叶片基部紧密贴合种类的耐寒性较强。地生性凤梨的耐低温能力比附生性强, 这可能与原产地的生态环境有关。在田间观察记录中, 最低温度低于 5°C 时, 彩叶凤梨属和果子蔓属植物均出现不同程度的冻斑; 最低温度低于 0°C 时, 光萼荷属和凤梨属也出现冻斑。

综上所述, 上海地区的冬季低温是限制凤梨科植物在上海露天应用与推广的主要限制因子之一, 所有供试的彩叶类凤梨种类均无法露天越冬。因此, 在露天推广应用时, 必须考虑配套适当的保暖防寒设备设施, 确保其冬季的正常生长。

4 结论

虽然采用电导率法配合 Logistic 非线性回归测定植物的半致死温度的方法在多种植物材料上被验证有效, 但是应用于凤梨科植物的不同品种中, 在国内外当属首次。本研究结果表明, 15 个凤梨品种的耐热性从强到弱依次为肯特光萼荷 > '伊莎贝尔' 丽穗凤梨 > 列花光萼荷 > 紫红果子蔓 > 彩叶光萼荷 > '胭脂' 果子蔓 > 莱德曼光萼荷 > '里维拉' 彩叶凤梨 > 威廉姆斯光萼荷 > 大普斯擎天凤梨 > '红

色世纪’凤梨>五彩红星凤梨>费氏光萼荷>‘子冠鸚鵡’丽穗凤梨>尾花光萼荷;耐寒性从强到弱的排序依次为‘红色世纪’凤梨>尾花光萼荷>‘伊莎贝尔’丽穗凤梨>彩叶光萼荷>威廉姆斯光萼荷>‘里维拉’彩叶凤梨>五彩红星凤梨>‘紫冠鸚鵡’丽穗凤梨>‘胭脂’果子蔓>‘大普斯’擎天凤梨>莱德曼光萼荷>肯特光萼荷>紫红果子蔓>费氏光萼荷>列花光萼荷。其结果与本研究前期田间实际观察的耐热性和耐寒性排序基本一致。综合来看,光萼荷属植物表现出高温半致死温度较高且低温半致死温度较低的特点,表明其温度适应范围较广,多年来的田间实验中光萼荷属的长势最佳印证了这一结果。因此半致死温度测定法可作为鉴定不同凤梨品种抗性的有效手段。

植物对环境的适应还受水分、肥力等条件的制约。在本试验中,‘红色世纪’凤梨的低温半致死温度为 -38.25°C ,肯特光萼荷的高温半致死温度为 80.40°C ,但这并不能说明这两个品种就能在最低气温达到 -38.25°C 和最高气温达到 80.40°C 的地区存活。这是因为在自然条件下,植物的每个组织所受到的伤害是在多种生态环境因素的共同胁迫下的一种综合体现。因此,若要对不同凤梨品种的抗性作出更为科学、更为准确的评价,须进一步测定活体植株的逆境胁迫实验,再结合其他生理、生化指标,以期综合评价不同凤梨科品种的抗性差异。

植物的温度适应性除受自身因素制约外,还与生境的水分、土壤等因素密切相关,半致死温度测定与栽培试验观测结合,可对植物的耐热性或耐寒性能进行量化评价,为耐热或耐寒品种选择提供参考依据。

参考文献

- [1] 刘传和,刘岩,易干军,等.不同施肥处理对菠萝生长及土壤酶的影响[J].园艺学报,2009,36(增刊):1939.
- [2] 刘传和,刘岩,易干军,等.不同有机肥影响菠萝生长的生理生化机制[J].西北植物学报,2009,29(12):2527-2534.
- [3] 张如莲,洪彩香,傅小霞,等.菠萝DNA提取方法的研究[J].热带农业科学,2006,26(1):8-10.
- [4] 何业华,吴会桃,罗吉,等.根癌农杆菌介导CYP1A1转化菠萝的研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2010,36(1):34-38.
- [5] 赵亚洲,卓丽环,张琰.2种红枫的高温半致死温度与耐热性[J].上海农业学报,2006,22(2):51-53.
- [6] 曾祥艳,蓝金宣,陈金艳,等.牛角瓜的半致死温度和耐寒性研究[J].安徽农业科学,2018,46(36):105-106,130.
- [7] 徐田,毕玮,陈剑.应用Logistic方程确定巨龙竹叶片低温半致死温度[J].竹子学报,2018,37(2):75-78.
- [8] 朱根海,刘祖祺,朱培仁.应用Logistic方程确定植物组织低温半致死温度的研究[J].南京农业大学学报,1986(3):11-16.
- [9] 李谦盛,邓敏,沈娟,等.濒危树种越南青冈的半致死温度研究[J].西部林业科学,2014,43(5):8-12.
- [10] 王国霞,李春阁,赵奇,等.采样时间和采样部位对常绿乔木低温半致死温度测定的影响[J].河南科学,2019,37(5):730-735.
- [11] 孙世航,林苗苗,齐秀娟,等.电导率法测定猕猴桃的半致死温度[J].北方园艺,2019(4):69-73.
- [12] 崔克强,王彦尊,史华平,等.离体筛选彩叶凤梨耐羟脯氨酸变异体的研究[J].山西农业科学,2018,46(9):1455-1457,1487.
- [13] 徐康,夏宜平,徐碧玉,等.以电导法配合Logistic方程确定茶梅‘小玫瑰’的抗寒性[J].园艺学报,2005,32(1):148-150.
- [14] 赵昌琼,芦站根,庞永珍,等.曼地亚红豆杉的半致死温度与对低温的适应性[J].重庆大学学报,2003,26(6):86-88.
- [15] 夏莹莹,叶航,马锦林,等.4个油茶品种的半致死温度与耐热性研究[J].中国农学通报,2012,28(4):58-61.
- [16] 田治国,杨艳.万寿菊9个品种高温半致死温度与耐热性研究[J].江苏林业科技,2016,43(6):38-40.
- [17] 杜人杰,曲跃军,陶双勇,等.6个山楂品种低温半致死温度的测定[J].林业科技,2017,42(4):17-19,26.
- [18] 刘婉迪,王威,谢倩,等.9个杜鹃品种的高温半致死温度与耐热性评价[J].西北林学院学报,2018,33(5):105-110.
- [19] 王文举,张亚红,牛锦凤,等.电导法测定鲜食葡萄的抗寒性[J].果树学报,2007,24(1):34-37.
- [20] 董江水.应用SPSS软件拟合Logistic曲线研究[J].金陵科技学院学报,2007,23(1):21-24.

Determination of the Semi-lethal Temperature for Color-leaf Type Bromeliaceae and Their Adaptability to Temperature

XIU Meiling

(Shanghai Botanical Garden, Shanghai, 200231, China)

Abstract: Color-leaf type of Bromeliaceae are mostly native to tropical regions. In this research, a series of temperature gradients were set up to understand the adaptability of different kinds of color-leaf type Bromeliaceae under different temperature conditions. Based on the temperature changes in Shanghai during the winter and summer seasons, eight high-temperature gradients (from 35°C to 70°C with intervals of 5°C) and seven low-temperature gradients (from -25°C to 5°C with intervals of 5°C) were set respectively to study the variation of the electrolyte leakage of the leaves from 15 kinds of color-leaf type Bromeliaceae. The Logistic equation was used to calculate the high and low semi-lethal temperature (LT_{50}). The result showed that electrolyte leaching rate and treatment temperature of the 15 different kinds of color-leaf type Bromeliaceae showed S-shaped curve regression, and the goodness-of-fit was higher. The *Aechmea* has the characteristics of higher high semi-lethal temperature and lower low semi-lethal temperature, and their temperature range are wide. The semi-lethal temperature method can be used to identify the resistance of different Bromeliaceae varieties. The results of this study can provide a theoretical basis for the selection and promotion of cold-resistant and heat-resistant color-leaf type Bromeliaceae.

Key words: color-leaf type of Bromeliaceae, semi-lethal temperature, cultivation management, promotion and application, temperature adaptability

责任编辑:符支宏



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>