

彭远琴,赵金星,邱志浩,等. 低温胁迫下橄榄耐寒性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):207-210.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.049

# 低温胁迫下橄榄耐寒性研究

彭远琴,赵金星,邱志浩,余文琴

(福建农林大学园艺学院,福建福州 350002)

**摘要:**以橄榄5个品种(三棱榄、梅埔甜榄、长营、惠圆、北溪檀香)叶片为试材,采用相对电渗率拟合 Logistic 方程测定低温半致死温度;对橄榄5个品种束缚水/自由水、丙二醛含量以及过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性进行测定,探讨橄榄不同品种间耐寒性差异。结果表明,随着处理温度降低和处理时间延长,相对电渗率增加,且处理温度降低的叶片相对电渗率增幅比处理时间延长的大;拟合 Logistic 方程得到橄榄5个品种半致死温度为 $-2.79 \sim -3.76$  °C;不同耐寒性的橄榄丙二醛(MDA)含量、束缚水/自由水和保护酶活性有差异。

**关键词:**橄榄;低温胁迫;半致死温度;Logistic 方程;生理指标

**中图分类号:** S667.501 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)21-0207-03

橄榄[*Canarium album* (Lour.) Raeusch]又名青果,为橄榄科橄榄属热带亚热带果树,果实营养十分丰富,属福建省药食两用的特色经济水果<sup>[1]</sup>。橄榄喜温暖,不耐寒冷,福建橄榄以闽侯、闽清种植最多,据闽清县气象局有关资料显示,闽清县自1991—2016年每隔8~10年就有1次较为严重的极端低温周期性冻害,导致橄榄枝叶枯干、幼树冻死、产量下降<sup>[2]</sup>。低温成为了影响橄榄正常生长和产量提高的限制性因素,因此鉴定橄榄耐寒性程度对橄榄产业发展至关重要。

目前关于橄榄耐寒性的研究多集中在耐寒相关生理指标的分析<sup>[3-6]</sup>,对橄榄低温半致死温度的研究鲜有报道。本试验选用三棱榄、梅埔甜榄、长营、惠圆、北溪檀香5个橄榄品种叶片,通过采用相对电渗率配合 Logistic 方程研究橄榄耐受低温程度和相关生理指标来探讨5个品种间耐寒性关系,旨在为橄榄引种栽培、扩大栽培区域提供理论和实践基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试材料采自福建省福州市果树良种场(福州市晋安区新店镇凤池村,119°27'E、26°14'N)。以三棱榄、梅埔甜榄、长营、惠圆、北溪檀香10年实生树为试材,于2018年1月11日,每个品种选取位于同一等高线,长势、水培管理较一致的3株生物重复,每株取树冠外围东、南、西、北4个方位无病虫害春梢枝条放入保鲜盒带回。

### 1.2 试验方法

1.2.1 低温处理 带回的枝条,摘取从顶端算起第2张至第3张复叶,用自来水冲洗干净,用双蒸水洗3次后用纱布擦干

水分,将同一品种的叶片随机混匀,分别置于15(CK)、1、-1、-3、-5、-7 °C冰箱分别处理1、2、3、4、5、6、12 h,处理后的样品于室内静置30 min解冻,用于相对电渗率测定。

1.2.2 电渗率测定 按照设置的时间梯度处理橄榄叶片。用圆形打孔器(直径0.5 cm)将解冻后的叶片避开主叶脉位置打孔,将小圆片快速称取0.1 g放入装有10 mL双蒸水的试管内,室内浸提12 h,重复3次。用DDS-307A电导率仪测量浸提液电渗率 $S_1$ ,沸水浴30 min后冷却至室温摇匀,再次测量电渗率 $S_2$ ,相对电渗率 $= S_1/S_2 \times 100\%$ 。

1.2.3 生理指标测定 过氧化氢酶(CAT)活性测定采用比色法;过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法;超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑法;丙二醛(MDA)含量、束缚水/自由水测定参考王学奎的方法<sup>[7]</sup>。

### 1.3 数据处理

使用Excel 2016进行数据整理和图表制作,SPSS 19.0软件进行显著性分析。对橄榄叶片相对电渗率进行非线性回归分析,用 Logistic 方程 $y = k/(1 + e^{a-bx})$ 拟合,式中: $y$ 为相对电渗率,%; $x$ 为处理温度,°C; $k$ 为 $y$ 的最大极限值, $y = k$ 时, $dy/dx = 0$ ,表示膜透性已经完全破坏; $a$ 、 $b$ 为方程参数。通过线性方程 $y' = \ln[(k - y)/y]$ 在Excel 2016作得散点趋势图,得到 $a$ 、 $b$ 值和确定系数 $R^2$ 。 $x = \ln a/b$ 即为半致死温度。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理温度对橄榄叶片相对电渗率的影响

如图1所示,叶片相对电渗率随着处理温度的下降,品种间表现出不同的增幅。处理12 h,1、-1 °C与15 °C相比,相对电渗率上升平缓,增幅较小;-3 °C处理后,相对电渗率迅速上升,与1 °C相比,惠圆、北溪檀香增幅较大,分别为177.18%、151.04%,长营、三棱榄、梅埔甜榄增幅分别为42.38%、48.30%、51.38%;-3~-5 °C处理后,橄榄叶片相对电渗率继续上升,梅埔甜榄相对电渗率增幅最大,长营次之,而北溪檀香、惠圆增幅较小;-5~-7 °C处理后,惠圆、北溪檀香、梅埔甜榄相对电渗率上升平缓,增幅小,长营、三棱榄相对电渗率继续上升至90%左右,有较大增幅。

收稿日期:2018-08-27

基金项目:福建省科技重大专项(编号:2013NZ0002-1C)。

作者简介:彭远琴(1993—),女,重庆人,硕士研究生,主要从事园艺植物生理研究。E-mail: Pengyuanqin0@163.com。

通信作者:余文琴,博士,教授,主要从事果树生理生化研究。E-mail: wenqinshc@163.com。

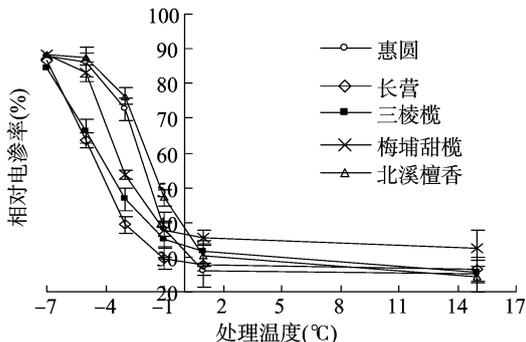


图1 不同温度处理 12 h 橄榄叶片相对电渗率

表1 橄榄不同品种的 Logistic 方程及半致死温度

品种	$k$	$\ln a$	$a$	$b$	Logistic 方程	$R^2$	$LT_{50}$ ( $^{\circ}C$ )
北溪檀香	1	2.020 4	7.541 3	-0.723 7	$y = 1 / (1 + e^{7.541 3 - 0.723 7x})$	0.951 0	-2.79
惠圆	1	2.181 6	8.860 5	-0.727 6	$y = 1 / (1 + e^{8.860 5 - 0.727 6x})$	0.929 9	-3.00
长营	1	2.082 8	8.006 1	-0.554 0	$y = 1 / (1 + e^{8.006 1 - 0.554 0x})$	0.822 6	-3.76
三棱榄	1	1.898 9	6.678 5	-0.531 0	$y = 1 / (1 + e^{6.678 5 - 0.531 0x})$	0.910 2	-3.58
梅埔甜榄	1	1.769 5	5.867 9	-0.596 7	$y = 1 / (1 + e^{5.919 5 - 0.599 3x})$	0.876 9	-2.97

25.73%、30.99%，处理 6 h 后迅速上升到 41.68%、37.27%，增幅较大；-3 $^{\circ}C$ 时，随着处理时间延长，惠圆、长营、北溪檀香、三棱榄、梅埔甜榄相对电渗率上升较快，处理 6 h 的相对电渗率较处理 1 h 时分别提高 20.49、17.08、34.19、9.84、12.00 百分点；-5 $^{\circ}C$ 处理 1 h，橄榄叶片相对电渗率与对照相比上升显著，处理 6 h，惠圆和北溪檀香相对电渗率超过 85%；-7 $^{\circ}C$ 处理 1 h，长营、三棱榄和梅埔甜榄的相对电渗率接近 90%。

### 2.3 冬季橄榄叶片保护酶活性、束缚水/自由水、丙二醛含量情况

由表 3 可知，橄榄各品种间保护酶活性及束缚水/自由水、MDA 含量有明显差异。长营保护酶活性显著高于北溪檀香，其中长营 POD、SOD 活性是北溪檀香的 1.64 倍、1.44 倍，且 POD、SOD 活性各个品种间总体差异显著；长营的 CAT 活性分别是北溪檀香、三棱榄、梅埔甜榄、惠圆的 1.35 倍、1.04 倍、1.31 倍、1.06 倍；北溪檀香 MDA 含量显著高于长营、三棱榄、梅埔甜榄和惠圆，分别是它们的 1.44 倍、1.27 倍、1.18 倍、1.23 倍；长营束缚水/自由水最高，三棱榄次之，北溪檀香最低。

## 3 讨论与结论

低温胁迫下，胞内电解质发生渗透，因此相对电渗率可以用来表征质膜受损情况，并认为相对电渗率与 Logistic 方程拟合得到半致死温度更能准确反映植物对低温的耐受程度<sup>[8-10]</sup>。本试验运用此法，测得 15 ~ -7 $^{\circ}C$ 处理 12 h 的橄榄叶片相对电渗率，与 Logistic 方程拟合后得到北溪檀香、惠圆、长营、三棱榄和梅埔甜榄的半致死低温分别为 -2.79、-3.00、-3.76、-3.58、-2.97 $^{\circ}C$ 。其中，长营对低温耐受性更强，三棱榄次之，北溪檀香耐受性最弱，惠圆和梅埔甜榄的半致死低温差异不大；橄榄叶片相对电渗率随处理时间不同而变化，-3 $^{\circ}C$ 处理 6 h 与处理 1 h 相比，各橄榄品种叶片

选取处理 12 h 的橄榄叶片相对电渗率，用 Logistic 方程拟合得到橄榄的半致死温度，结果见表 1。由表 1 可以看出，橄榄 5 个品种的曲线方程  $R^2$  在 0.822 6 ~ 0.951 0 之间，表明各拟合结果较精确可靠。其中，长营和三棱榄耐寒性较强，北溪檀香最弱。橄榄 5 个品种半致死温度 ( $LT_{50}$ ) 在 -2.79 ~ -3.76 $^{\circ}C$  之间。

### 2.2 持续低温处理时间对橄榄叶片相对电渗率的影响

从表 2 可以看出，橄榄叶片相对电渗率随着温度降低和处理时间延长呈现不同程度的上升趋势。1、-1 $^{\circ}C$ 处理 1、2、3、4、5、6 h，长营、三棱榄和梅埔甜榄与对照相比，相对电渗率上升较缓，北溪檀香、惠圆 -1 $^{\circ}C$ 处理 1 h 相对电渗率分别为

相对电渗率出现不同程度的增幅，说明延长低温处理时间加大了对橄榄叶片质膜伤害程度；北溪檀香、三棱榄等在 -3 $^{\circ}C$ 下处理 6 h 的相对电渗率比在 -5 $^{\circ}C$ 下处理 1 h 时的相对电渗率低，说明降低处理温度对质膜的伤害要比延长处理时间对质膜的伤害更大，这在低温持续处理时间方面与前人研究结果<sup>[11-13]</sup>一致。

活性氧和自由基有很强的氧化能力，对植物细胞有伤害作用。而丙二醛正是质膜受到自由基的过氧化反应产生的物质，其含量与细胞受伤害程度呈正相关，与耐寒性呈负相关<sup>[14]</sup>。CAT、POD 和 SOD 是植物体内的保护酶，能清除活性氧和自由基，对植物细胞起保护作用，低温胁迫下，耐寒性强的品种有更高的保护酶活性<sup>[15-17]</sup>。本试验中，三棱榄、长营保护酶活性较高，丙二醛含量较低，说明耐寒性强的品种可以通过提高保护酶活性清除自由基，减少对质膜的损伤，同时减少丙二醛对质膜的 2 次伤害，达到保护细胞的作用，这与王旺田等的研究结果<sup>[18-19]</sup>一致；细胞内束缚水能增大原生质黏稠性，减缓代谢程度，从而增强植物的耐寒性<sup>[20]</sup>，本试验中，长营、三棱榄束缚水/自由水较高，北溪檀香最低，说明植物细胞在温度变化时，耐寒性强的品种能通过增加束缚水的含量来抵御环境变化，保护植物，这在芒果<sup>[21]</sup>、梨<sup>[22]</sup>的研究上有相似结果。

综上，本试验测定半致死温度和相关生理指标得到橄榄 5 个品种耐寒性强弱依次为长营 > 三棱榄 > 惠圆 > 梅埔甜榄 > 北溪檀香，在生产实践中可挑选耐寒性相对较强的品种进行种植，从而减少冻害带来的损失。

### 参考文献：

- [1] 林玉芳,陈清西. 橄榄功能成分及其抗氧化作用研究进展[J]. 热带作物学报,2010,31(1):158-163.
- [2] 刘义旺,黄珠英. 橄榄强霜冻害的发生类型与应对措施[J]. 福建果树,2003(3):13-14.

表2 持续低温处理时间对橄榄叶片相对电渗率的影响

品种	处理时间(h)	相对电渗率(%)					
		15℃	1℃	-1℃	-3℃	-5℃	-7℃
惠圆	1	24.45 ± 0.01Aa	23.90 ± 0.01Aa	30.99 ± 0.32Bb	31.30 ± 0.21Bb	64.33 ± 0.01Cc	66.20 ± 0.04Cc
	2	25.28 ± 0.23Aa	24.17 ± 0.62Aa	32.33 ± 0.01Bb	33.41 ± 0.21Cc	67.10 ± 0.05Dd	70.12 ± 0.33Dd
	3	25.46 ± 0.41Aa	24.56 ± 0.71Aa	32.84 ± 0.02Bb	35.11 ± 0.42Cc	69.96 ± 0.14Dd	71.04 ± 0.63Dd
	4	25.57 ± 0.01Aa	25.41 ± 0.21Aa	33.69 ± 0.41Aa	42.37 ± 0.73Bb	72.73 ± 0.10Cc	74.36 ± 0.44Cc
	5	26.72 ± 0.12Aa	24.09 ± 0.21Aa	34.48 ± 0.32Bb	48.79 ± 0.33Cc	83.35 ± 0.55Dd	83.04 ± 0.62Dd
	6	25.21 ± 0.22Aa	25.28 ± 0.61Aa	37.27 ± 0.80Bb	51.79 ± 0.22Cc	85.25 ± 0.01Dd	84.57 ± 0.20Dd
长营	1	25.92 ± 0.34Aa	27.24 ± 0.73Aa	29.53 ± 0.94Bb	30.73 ± 0.30Cb	35.19 ± 0.61De	88.06 ± 0.38Dd
	2	26.31 ± 0.23Aa	27.48 ± 0.26Aa	32.52 ± 0.58Bb	32.78 ± 0.34Bc	36.35 ± 0.37Cd	85.18 ± 0.83De
	3	26.94 ± 0.63Aa	28.53 ± 1.21Aa	31.45 ± 0.46Bb	35.55 ± 0.08Cc	37.11 ± 0.02Cd	85.52 ± 0.79De
	4	27.76 ± 0.47Aa	26.26 ± 0.96Aa	31.56 ± 0.56Bb	36.55 ± 0.86Cc	42.61 ± 0.63Dd	92.15 ± 0.46Ee
	5	26.74 ± 0.68Aa	26.93 ± 0.21Aa	32.03 ± 0.29Aa	40.53 ± 1.08Aab	45.15 ± 0.47Ab	89.76 ± 0.38Bc
	6	27.58 ± 0.71Aa	26.49 ± 0.82Aa	35.33 ± 0.68Bb	47.81 ± 0.91Cc	55.19 ± 1.15Dd	86.14 ± 1.21Ee
北溪檀香	1	24.00 ± 0.01Aa	24.33 ± 0.21Aa	25.73 ± 0.11Bb	32.30 ± 0.41Bb	73.92 ± 0.02Cc	78.16 ± 0.24Cd
	2	25.39 ± 0.20Aa	26.61 ± 0.11Aa	27.01 ± 0.30Bb	39.81 ± 0.52Bb	80.26 ± 0.02Cc	81.48 ± 0.11Cc
	3	24.30 ± 0.11Aa	28.52 ± 0.23Bb	28.92 ± 0.01Bb	45.57 ± 0.10Cc	86.06 ± 0.21Dd	82.30 ± 0.40De
	4	24.73 ± 0.42Aa	28.92 ± 0.11Bb	29.49 ± 0.21Bb	53.83 ± 0.62Cc	85.69 ± 0.45Cc	84.79 ± 0.55Cc
	5	26.64 ± 0.50Aa	30.30 ± 0.34Bb	41.45 ± 0.13Bb	61.26 ± 0.01Cc	86.20 ± 0.31Dd	86.45 ± 0.11Dd
	6	25.51 ± 1.02Aa	32.20 ± 0.05Bb	41.68 ± 0.16Bb	66.49 ± 0.03Cc	86.73 ± 0.22Dd	87.23 ± 0.01Dd
三棱榄	1	28.02 ± 0.70Aa	31.04 ± 0.34Aab	33.17 ± 0.57Aa	29.99 ± 0.42ABb	40.43 ± 0.89Cd	86.72 ± 0.64De
	2	29.07 ± 0.82Aa	31.14 ± 0.73Bb	32.34 ± 0.65Aa	31.17 ± 0.94Bb	41.00 ± 0.13Cc	85.85 ± 0.84Dd
	3	29.82 ± 0.46Aa	30.77 ± 0.35Bb	33.29 ± 0.88Bb	37.65 ± 0.67Cc	45.51 ± 0.80Dd	89.86 ± 0.64Ee
	4	28.44 ± 0.53Aa	31.44 ± 0.75Bb	33.46 ± 1.15Bb	35.48 ± 1.13Cc	44.10 ± 1.02Dd	86.10 ± 1.59Ee
	5	28.51 ± 0.97Aa	33.14 ± 0.98Bb	33.38 ± 0.23Bb	43.08 ± 1.08Cc	45.82 ± 0.91Dd	87.87 ± 0.49Ee
	6	28.61 ± 0.60Aa	32.05 ± 0.07Bb	37.83 ± 0.63Bb	39.83 ± 0.53Cc	49.07 ± 0.54Dd	86.08 ± 1.06Ee
梅埔甜榄	1	31.69 ± 0.70Aa	34.11 ± 0.66Aa	33.92 ± 0.59Bb	34.69 ± 0.45Bb	46.87 ± 0.89Cc	87.69 ± 0.45Dd
	2	32.06 ± 1.08Aa	34.6 ± 0.81Bb	37.56 ± 0.62Bb	33.41 ± 1.71Bb	47.98 ± 0.38Cc	86.04 ± 0.32Dd
	3	31.13 ± 0.72Aa	37.83 ± 0.85Bb	38.15 ± 0.99Bb	36.65 ± 0.47Cc	44.02 ± 1.11Dd	84.03 ± 0.91Ee
	4	33.36 ± 0.59Aa	43.65 ± 0.53Bb	41.36 ± 1.21Cc	39.92 ± 0.40Cc	49.97 ± 1.28Dd	88.91 ± 0.19Ee
	5	33.84 ± 0.83Aa	35.49 ± 0.65Bb	26.15 ± 0.51Bb	42.67 ± 0.98Cc	50.42 ± 0.94Dd	88.36 ± 0.27De
	6	31.15 ± 0.75Aa	35.81 ± 0.60ABa	36.31 ± 0.18Cc	46.69 ± 0.29Cd	59.99 ± 0.32Dd	88.04 ± 1.10Ee

注:同行数据后不同小写、大写字母分别表示在0.05、0.01水平差异显著。

表3 2018年1月11日橄榄叶片相关生理指标

品种	POD活性 [×10 <sup>3</sup> U/(g·min),FW]	SOD活性 (U/g,FW)	CAT活性 [U/(g·min),FW]	MDA含量 (nmol/g,FW)	束缚水/自由水
北溪檀香	16.3Aa	206.5Aa	526.3Aa	12.7Cc	0.51Aa
三棱榄	25.1Cc	261.1Dd	684.1Bb	10.0Bb	0.71Dd
梅埔甜榄	16.4Aa	229.5Bb	541.7Aa	10.8Bb	0.60Bb
长营	26.8Dd	298.3Ee	708.3Bb	8.8Aa	0.74De
惠圆	21.9Bb	245.6Cc	666.7Bb	10.3Bb	0.66Cc

注:同列数据后不同小写、大写字母分别表示在0.05、0.01水平差异显著。

[3]郑家基,卢炜,陈利恒,等. 龙眼、橄榄叶片空隙率与耐寒性的关系[J]. 福建农业大学学报,1996,25(2):161-164.

[4]曾明辉,郑家基,陈利恒. 福建橄榄耐寒性快速测定法[J]. 福建果树,1999(1):13-14.

[5]韦晓霞,吴如健,胡蕊青,等. 橄榄不同品种耐寒性的研究[J]. 福建农业学报,2005,20(增刊1):90-92.

[6]张小红,赵依杰,陈贻钊. 2个橄榄品种的耐寒性研究[J]. 福建林业科技,2017,44(3):90-93,98.

[7]王学奎. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2006.

[8]郭卫东,张真真,蒋小韦,等. 低温胁迫下佛手半致死温度测定和抗寒性分析[J]. 园艺学报,2009,36(1):81-86.

[9]姜晓鸣,王化坤,陈勇明,等. 以电导法配合 Logistic 方程确定 25 个白肉枇杷的抗寒性[J]. 热带作物学报,2016,37(10):1920-1923.

[10]王玮,李红旭,赵明新,等. 7个梨品种的低温半致死温度及耐寒性评价[J]. 果树学报,2015,32(5):860-865.

[11]邢海盈. 低温胁迫下三角梅的生理变化及其调控机理的研究[D]. 福州:福建农林大学,2013:14-15.

[12]余文琴,刘大林,齐清琳. 杨桃耐寒性初步研究[J]. 福建农林

吴小青,陈思逸,曹丹,等. 草坪式屋顶绿化中4种景天科植物的抗旱性[J]. 江苏农业科学,2019,47(21):210-213.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.21.050

# 草坪式屋顶绿化中4种景天科植物的抗旱性

吴小青<sup>1</sup>, 陈思逸<sup>2</sup>, 曹丹<sup>2</sup>, 周郑坤<sup>2</sup>, 朱明库<sup>2</sup>

(1. 江苏建筑职业技术学院建筑设计与装饰学院,江苏徐州 221116; 2. 江苏师范大学生命科学学院,江苏徐州 221116)

**摘要:**景天科植物因具备栽培简便、繁殖容易且抗旱抗寒性强等特点而成为城市屋顶绿化植物的首要选择。为筛选适宜大面积推广的轻型屋顶绿化植物,以形态相近的4种景天科植物为材料,探究其在聚乙二醇6000(PEG-6000)模拟干旱条件下丙二醛(MDA)、过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)以及脯氨酸(Pro)含量的变化情况。结果表明:在干旱胁迫下,抗旱性较强的景天科品种表现出Pro含量和CAT活性均较高,MDA含量较低,而SOD活性与景天科植物抗旱性的相关性相对较弱。综合分析,4种景天科植物的抗旱能力从强到弱依次表现为凹叶景天>丸叶景天>圆叶景天>胭脂红景天,这些结果为日后屋顶绿化植物的筛选和种植提供科学依据和参考。

**关键词:**屋顶绿化;景天科植物;干旱胁迫

**中图分类号:** S688.401 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)21-0210-04

屋顶绿化作为一种不占用宝贵土地资源的绿化形式,在人口密集的城市中越来越受到重视。屋顶环境具有光照强、干燥、土层薄等特点,因此应尽量选择耐旱抗寒性强的矮小灌木和草本植物。根据植物的选择和种植特点,屋顶绿化又分为多种类型,其中草坪式屋顶绿化对屋顶承重要求极低,且种植成本低、养护难度小,具有广阔的应用前景,但由于受植物种类范围小的影响,在实践中推广受到限制。景天科(Crassulaceae)植物具有根系浅、植株低矮、生长整齐、耐旱、耐寒、耐贫瘠、抗风性强等特点,且采用分株、扦插和播种法繁殖均可,是草坪式屋顶绿化的首选<sup>[1]</sup>。

干旱会对植物的生理指标和新陈代谢等方面造成不利影响。具体表现为,当植物蒸腾的水分得不到补偿时,原生质的运动、结构、弹性等就会受到损害,膜上脂层分子排列破坏,细胞透性增加,同时植物正常的生理过程被破坏,合成受到抑

制,分解加速,导致植物生长减弱,叶片失水、衰老,最终死亡<sup>[2]</sup>。目前,有关景天科植物在干旱条件下的抗逆性研究依然较少。尽管适应性极强的景天科多年生肉质草本植物佛甲草已得到广泛运用<sup>[3]</sup>,但长期的单一植物种植也带来很多问题,例如虫害、病害、观赏性差等<sup>[4]</sup>。因此,研究景天植物干旱条件下的生理指标变化,可以反映出景天科植物的耐干旱程度以及干旱对不同品种的影响程度等,这将为草坪式屋顶绿化中的耐旱品种筛选和灌溉提供科学指导。

为了丰富草坪式屋顶绿化景观,扩大品种选择范围,本研究挑选了4种适宜徐州地区气候条件,且形态相似、耐旱性较强的景天属植物作为研究对象。聚乙二醇6000(PEG-6000)可调节渗透势,且因其分子量较大,不会穿越细胞壁进入细胞质,引起质壁分离,给植物造成伤害,已广泛用于模拟干旱胁迫<sup>[5-6]</sup>。本研究通过浇灌30%PEG-6000来研究这4种景天属植物对于干旱胁迫的生理生化反应及调节适应能力,为今后屋顶绿化植物的筛选和种植提供科学依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为丸叶景天、凹叶景天、圆叶景天和胭脂红景天,均通过扦插繁殖于江苏师范大学植物智能温室。

收稿日期:2018-08-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:31700226);住房与城乡建设部科学技术计划(编码:2016-K1-028)。

作者简介:吴小青(1984—),女,陕西南郑人,硕士,讲师,主要从事园林绿化与植物配置等研究。E-mail:wxq8451@163.com。

通信作者:朱明库,博士,硕士生导师,主要从事植物逆境生物学研究。E-mail:mingkuzhu007@126.com。

大学学报(自然科学版),2003,32(1):61-63。

[13]张天翔,曹明华,林艺华,等. 应用电导法配合Logistic方程确定“多福”甜椒的抗寒性[J]. 分子植物育种,2018,16(12):4068-4071。

[14]马德华,卢育华,庞金安. 低温对黄瓜幼苗膜脂过氧化的影响[J]. 园艺学报,1998,25(1):61-64。

[15]董万鹏,罗充,龙秀琴,等. 低温胁迫对西番莲抗寒生理指标的影响[J]. 植物生理学报,2015,51(5):771-777。

[16]余文琴,刘星辉. 越冬番石榴叶片脂质的过氧化状况[J]. 福建农业大学学报(自然科学版),2001,30(3):357-361。

[17]柴文臣,马蓉丽,焦彦生,等. 低温胁迫对不同辣椒品种生长及

生理指标的影响[J]. 华北农学报,2010,25(2):168-171。

[18]王旺田,刘文瑜,姜寒玉,等. 低温胁迫对葡萄幼苗渗透调节物质及抗氧化酶活性的影响[J]. 中国果树,2015(1):14-17。

[19]钟鹏,刘杰,王建丽,等. 花生对低温胁迫的生理响应及抗寒性评价[J]. 核农学报,2018,32(6):1195-1202。

[20]马翠兰,刘星辉,胡又厘. 柚品种间的耐寒性差异及其机理[J]. 福建农业大学学报,1998,27(2):160-165。

[21]余文琴,刘星辉. 低温胁迫下杧果叶片若干生理生化变化[J]. 福建农业大学学报,2001,30(2):180-184。

[22]李玉梅,陈艳秋,李莉. 梨品种枝条膜透性和水分状态与抗寒性的关系[J]. 北方果树,2005(1):3-5。