

文章编号:1001-7380(2016)05-0025-03

电导法配合 Logistic 方程测定樱花抗寒性研究

刘锦,王挺,黎念林,陈晓玲

(杭州植物园,浙江 杭州 310013)

摘要:为筛选出适合杭州地区生长且具特色的樱花种类,试验选取了浙闽樱、钟花樱、垂枝樱、高盆樱、大叶早樱、迎春樱、飞寒樱、毛樱8种杭州植物园引种驯化的樱花1年生枝条为材料,采用电导率法测定低温胁迫下其相对电导率(REC)的变化,并利用 Logistic 方程进行拟合,计算出其半致死温度(LT_{50})。结果表明:随着温度的降低,REC 变化趋势呈“S”型上升,拟合出 LT_{50} 分别为-8.06, -7.96, -6.97, -6.76, -4.85, -4.65, -3.60, -1.81 °C, 抗寒性由大到小依次为毛樱>浙闽樱>迎春樱>大叶早樱>飞寒樱>钟花樱>垂枝樱>高盆樱。结合实地栽培情况,除高盆樱外,其余樱花种类均能在杭州顺利越冬,特殊极寒天气需对垂枝樱做有效的防冻保护措施。综合考虑其观赏性,建议可加大垂枝樱、飞寒樱、毛樱在杭州地区的推广应用力度。

关键词:樱花; 抗寒性; 相对电导率; Logistic 方程; 半致死温度; 杭州

中图分类号:S685.99;Q945.78 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.05.005

Determination of lethal temperature of eight *Cerasus* species using Logistic Function

LIU Jin, WANG Ting, LI Nian-lin, CHEN Xiao-ling

(Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou 310013, China)

Abstract: In order to determine the cold resistance of the eight selected *Cerasus* species (*C. chneideriana*, *C. campanulata*, *C. subhirtella* var *pendula*, *C. cerasoides*, *C. subhirtella*, *C. discoidea*, *C. campanulata* ‘Feihan’ and *C. tomentosa*.) suitable for growth around Hangzhou area, their median lethal temperatures (LT_{50}) were gained, in combination with Logistic Equation, by measuring relative electrical conductivity (REC) of the 1-year-old shoots from these species introduced in the Hangzhou Botanical Garden. The results indicated that the change of REC exhibited an S-shape ascending curve. Their LT_{50} were -8.06, -7.96, -6.97, -6.76, -4.85, -4.65, -3.60 °C and -1.81 °C, respectively, suggesting their cold resistance order as *C. tomentosa* > *C. chneideriana* > *C. discoidea* > *C. subhirtella* > *C. campanulata* ‘Feihan’ > *C. campanulata* > *C. subhirtella* var *pendula* > *C. cerasoides*. Considering field cultivation conditions, all the *Cerasus* species, except *C. cerasoides*, could survive winter around Hangzhou. In addition, *C. subhirtella* var *pendula* needed an effective protection against freezing under extremely cold weather.

Key words: *Cerasus* sp.; Cold resistance; Relative electrical conductivity; Logistic Equation; Median lethal temperature; Hangzhou

樱花是早春主要观赏花木之一,具有花色丰富、花形美丽、花期整齐、花朵繁密、树姿洒脱开展等优点,在园林上具有极大的应用价值^[1-2]。樱花在我国有着悠久的栽培历史,杭州太子湾、武汉大

学、北京玉渊潭等都是著名的赏樱圣地,但是这些地方的樱花多以品种为主,并且大多引自日本^[3-5]。

近年来,我国学者对樱花抗寒性的研究主要集中在引种的部分樱花品种^[6-7]和日本引入的垂枝樱

收稿日期:2016-06-17;修回日期:2016-06-24

基金项目:杭州市园文局科技发展计划“樱属植物(中国樱花)种质资源的收集、评价和创新”(2013-02);杭州市科技发展计划(种子种苗专项)“特色樱花(红花早樱系列)良种选育与扩繁关键技术研究”(2014 0932H11)

作者简介:刘锦(1984-),女,安徽亳州人,工程师,硕士。主要从事物种保育及植物保护研究。

上^[8],我国原种樱花仅钟花樱的抗寒性研究相对较为全面^[9-10]。

我国拥有近 50 种野生樱花资源,远远超过日本及其他国家,其中有许多具有极高观赏价值和应用价值^[2,11]。长江中下游地区自古以来就有种植樱花的传统,对樱花有较大需求,为了丰富西湖的特色植物,营造更美的西湖春天,本课题组开展了樱花种质资源的收集和引种驯化工作,通过收集樱花资源、建立种质资源圃、评价其在杭州地区的适应性,筛选出适应于杭州地区栽培的优质高抗樱花资源。本研究在前期引种驯化的基础上,通过对引种樱花观赏性及适应性的初步筛选,选取 8 种樱花的 1 年生枝条,进行抗低温生理试验,研究低温胁迫下其相对电导率的变化,并利用 Logistic 方程拟合,计算出其半致死温度(LT_{50}),筛选出适应于杭州地区栽培的优质高抗樱花资源,为在杭州地区的推广应用提供参考和依据。

1 试验材料

通过对引种樱花植物观赏性及适应性的初步筛选,选取浙闽樱(*Cerasus chneideriana*)、钟花樱(*C. campanulata*)、垂枝樱(*C. subhirtella* var *pendula*)、高盆樱(*C. cerasoides*)、大叶早樱(*C. subhirtella*)、迎春樱(*C. discoidea*)、飞寒樱(*C. campanulata* ‘Feihan’)和毛樱(*C. tomentosa*)等 8 种樱花的 1 年生枝条,于 2015 年 12 月进行抗低温生理试验。之所以选取樱花枝条进行抗低温电导率试验,一方面是由于调查发现在杭州地区,每年的 6—8 月樱花叶片的成熟期穿孔病比较盛行,选取健康的成熟叶片进行生理试验比较困难,另一方面是由于用枝条作为试验材料来测定植物的抗低温电导率已被广泛采用^[12-14]。上述植物材料均取自杭州植物园,植株引种驯化时间在 2 a 以上,进行正常的养护管理。

2 试验方法

2.1 不同樱花枝条的前期低温处理

随机选取长势基本相同的上述 8 种樱花的 1 年生枝条,用自封袋封好,分别放入低温冰箱中,进行不同低温处理。降温速度为 5 °C/h,降至所要求的温度后维持 18 h,之后以 5 °C/h 的速度升温至 0 °C,室温静置 1 h 后,测定不同樱花枝条的相对电导率。本试验共设 0, -5, -10, -15, -20, -25 °C 6 个低温处理。

2.2 不同樱属植物枝条的相对电导率

将低温处理后的枝条用超纯水冲洗干净,并用滤纸吸干表面水分,避开芽眼,用剪刀将枝条剪成 2 mm 左右的小段,称取 0.5 g,放入烧杯中,再加入 20 mL 超纯水,充分震荡混合后,室温下浸提 18 h,充分摇匀后使用电导率仪(哈纳 HI8733,意大利)测定电导率 R ,然后用干净的塑料膜封口,将烧杯放入 100 °C 沸水中 30 min,取出冷却至室温,测定电导率 R_0 。相对电导率($\%$)= $R/R_0 \times 100$,每个种类设置 3 个重复。

2.3 半致死温度测定

数据用 Excel 进行表格、图表处理,运用 SPSS 16.0 统计软件对数据进行统计分析。结合 Logistic 方程计算 LT_{50} 。

3 结果与分析

3.1 不同低温处理后相对电导率的变化

处理温度对枝条的电导率影响较大,且其相对电导率与处理温度之间呈现一定的相关性。各樱花枝条的相对电导率随温度下降呈现出明显的上升趋势。温度越低细胞膜受损越严重,电解质渗出越多,相对电导率值就越大。相对电导率曲线的急缓变化,说明低温处理对樱花细胞膜渗透功能的影响不同(见图 1)。当温度在 -5—0 °C 时,高盆樱,钟花樱,垂枝樱,飞寒樱电导率增长的速率最快,分别上升 24.0%, 11.5%, 7.5%, 8.6%, 说明这些种类在此温度梯度内细胞膜受到的胁迫最为显著。而迎春樱、浙闽樱、大叶早樱、毛樱则在 -5—10 °C 时电导率的增长最快,分别上升了 8.1%, 7.0%, 7.5%, 5.7%, 说明这些种类在这个温度梯度内细胞膜受到的胁迫最为显著。

相对电导率总变化幅度由大到小排列依次为:高盆樱>钟花樱>垂枝樱>飞寒樱>浙闽樱=大叶早樱>迎春樱>毛樱,相对电导率总变化幅度分别为 44.4%, 27.9%, 24.6%, 24.0%, 22.5%, 22.5%, 21.4%, 11.4%。其中,垂枝樱与飞寒樱的变化幅度相近,浙闽樱、大叶早樱、迎春樱的变化幅度相近。

3.2 低温胁迫下 8 种樱花枝条的 LT_{50}

相对电导率与处理温度间存在较为明显的“S”型曲线关系,Logistic 方程是一个典型的“S”曲线方程,拟合方程为 $Y=k/(1+ae^{-bx})$ (k, a, b 为常数),其二级导数为 0 时的拐点,即 $d^2y/dx^2=0$ 时的 x 值,即为半致死温度 LT_{50} ^[15]。 k 为相对电导率的饱和容量,如果 Y 为累计频率,则常数 k 为 100%,本次方程

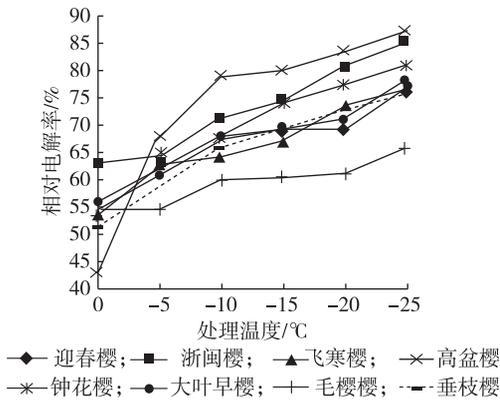


图 1 不同低温处理后相对电导率的变化

回归分析时取值 100%。

从 Logistic 方程和统计的结果(见表 1)来看,低温胁迫下相对电导率与温度之间的关系曲线,能较好地用 Logistic 曲线方程 $Y=k/(1+ae^{-bx})$ 进行拟合, R 值在 0.862—0.973 之间。表明不同低温处理后相对电导率的变化符合 Logistic 方程的变化规律,与半致死温度呈较强的线性关系,拟合结果较为精确、可靠。8 种樱花枝条的 LT_{50} 由低到高依次是毛樱<浙闽樱<迎春樱<大叶早樱<飞寒樱<钟花樱<垂枝樱<高盆樱。 LT_{50} 温度依次为 -8.06, -7.96, -6.97, -6.76, -4.85, -4.65, -3.60 °C 和 -1.81 °C。

表 1 不同低温下相对电导率拟合 Logistic 方程

种类	Logistic 方程	$LT_{50}/^{\circ}\text{C}$	R^2
迎春樱	$Y=100/(1+0.783e^{-0.035x})$	-6.97	0.924
高盆樱	$Y=100/(1+0.868e^{-0.078x})$	-1.81	0.862
浙闽樱	$Y=100/(1+0.666e^{-0.051x})$	-7.96	0.945
垂枝樱	$Y=100/(1+0.877e^{-0.042x})$	-3.63	0.973
毛樱	$Y=100/(1+0.865e^{-0.018x})$	-8.06	0.892
钟花樱	$Y=100/(1+0.801e^{-0.050x})$	-4.44	0.970
飞寒樱	$Y=100/(1+0.824e^{-0.040x})$	-4.85	0.961
大叶早樱	$Y=100/(1+0.773e^{-0.038x})$	-6.76	0.943

4 讨 论

相对电导率变化的浮动越大,说明电解质渗出的越多,细胞膜受损程度越大,抗低温能力越弱,电解质渗出的越少,说明其细胞受损程度小,抗低温能力越强^[11]。低温处理后,樱花枝条的相对电导率不断上升,表明低温对细胞质膜透性的破坏不断加剧,可以推测随着温度的继续降低,相对电导率的值将会接近 100%。高盆樱,钟花樱,垂枝樱,飞寒樱在 -5—0 °C 时,迎春樱、浙闽樱、大叶早樱、毛樱则在 -5—-10 °C 时,相对电导率分别出现第 1 次最大

幅度的上升,说明其抗寒性能与此温度比较接近,这与 Logistic 方程计算出的半致死温度一致。

LT_{50} 是植物抗寒性的一个重要指标,运用电导法配合 Logistic 方程可以评价植物的抗寒性^[15]。根据 Logistic 方程拟合求 8 种樱花的 LT_{50} 由低到高依次是毛樱<浙闽樱<迎春樱<大叶早樱<飞寒樱<钟花樱<垂枝樱<高盆樱,这与相对电导率所反映的情况及栽培驯化观察的实际情况也基本一致。

自然界冻害的发生条件是复杂多变的,室内采用低温冰箱模拟野外低温环境,不能全面反映自然条件下的冻害情况,但是却能在一定程度上反映枝条抗低温的能力。从本试验中发现,8 种樱花枝条的半致死温度多集中在 -1—-9 °C,在实际养护过程中,樱花枝条的抗低温能力应该更强,但试验数据所反映的抗低温能力的强弱关系,与实际情况相近。毛樱引种自吉林,抗寒能力较强;浙闽樱、迎春樱、大叶早樱均来自杭州附近山区,对杭州低温有很好的适应能力,3 者枝条在试验处理过程中相对电导率曲线变化趋势相似,拟合方程得出的 LT_{50} 也较接近;飞寒樱是钟花樱的品种,钟花樱在杭州周边有分布,2 者试验计算出 LT_{50} 分别为 -4.85, -4.44 °C,这与王铖等人的研究相近^[9],在实际栽培驯化观察中,2 者均可在杭州顺利越冬。垂枝樱分类上属大叶早樱的变种,在杭州的栽培观察中发现,正常低温(约 -3—-5 °C)其均能安全越冬,但是 2016 年 2 月杭州的极寒天气(最低 -9 °C),垂枝樱却表现出明显冻害,枝条大量枯死,这与徐兆波等人观察的垂枝樱能抵抗 -10—-15 °C 的低温能力不符^[8],也与大叶早樱的抗寒能力有一定差距。这一方面也可能是试验材料的差异,比如树龄、长势、立地环境等;另一个值得继续探讨的问题是,有学者认为大叶早樱引自日本^[2],但是根据野外实际调查中及《浙江植物志》的记载,大叶早樱在浙江周边山区也有野生分布^[16]。高盆樱原产云南,经过 2 a 驯化虽在杭州可以室外越冬越夏,但生长情况普遍偏差,主要表现在生长势弱,扎根不深,花量少等。

本研究表明,毛樱、浙闽樱、迎春樱、大叶早樱、飞寒樱、钟花樱抗寒性较强,在杭州地区均能露地越冬;垂枝樱抗寒性一般,正常低温年度可在杭州露地越冬,但若遇极端天气,则需要进行抗寒保温处理;高盆樱抗寒性较弱,在杭州虽能露地存活,但其生长势较差,观赏性不佳,不建议大规模使用。

(下转第 31 页)