

三角梅在上海耐寒适生性研究与城市绿化应用实践

Study and Practice on Cold-Tolerance Adaptability of *Bougainvillea* spp. Applied in Urban Greening of Shanghai

陈香波¹ 周 群² 张冬梅^{1*} 罗玉兰¹ 陈 钦³ 尹丽娟¹ 王良根⁴
CHEN Xiangbo¹ ZHOU Qun² ZHANG Dongmei^{1*} LUO YuLan¹ CHEN Qing³ YIN Lijuan¹ WANG Lianggen⁴

(1.上海市园林科学规划研究院, 城市困难立地生态园林国家林业和草原局重点实验室, 国家林业和草原局城市困难立地绿化造林国家创新联盟, 上海城市困难立地绿化工程技术研究中心, 上海 200232; 2.厦门市园林植物园, 厦门 361003; 3.上海园林绿化建设有限公司, 上海 200335; 4.上海大青园林绿化工程有限公司, 上海 201600)

(1. Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Key Laboratory of National Forestry and Grassland Administration on Ecological Landscaping of Challenging Urban Sites, National Innovation Alliance of National Forestry and Grassland Administration on Afforestation and Landscaping of Challenging Urban Sites, Shanghai Engineering Research Center of Landscaping on Challenging Urban Sites, Shanghai, China, 200232; 2. Xiamen Botanical Garden, Xiamen, Fujian, China, 361003; 3. Shanghai Gardening-Landscaping Construction Co. Ltd., Shanghai, China, 200333; 4. Shanghai Daqing Landscape Engineering Co. Ltd., Shanghai, China, 201600)

文章编号: 1000-0283(2023)05-0120-07

DOI: 10. 12193/j. laing. 2023. 05. 0120. 016

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2023-01-19

修回日期: 2023-03-29

摘 要

三角梅为全球热带、亚热带地区著名的木质藤本花卉, 喜温、不耐寒的习性限制其在亚热带以北地区的绿化应用。基于三角梅地理分布及在中国的栽培应用概况, 分别从耐寒品种筛选、适生性生态区划与栽培, 以及种子播种驯化等方面总结其在上海耐寒适生性方面的研究与实践经验, 并对未来三角梅耐寒驯化的对策及前景展开讨论: 三角梅对0℃以上低温有一定的忍耐能力, 低于-3℃会造成植株冻害死亡, 冬季极端低温时应加强植株防护; 选择耐寒性强的品种于背风向阳小气候立地种植, 结合防风、保温辅助园艺措施以及种子播种循序抗寒锻炼等有助于提高三角梅抗寒力; 为扩大三角梅栽培范围, 耐寒品种选育将是未来方向。研究对于三角梅耐寒力提高、扩大栽培应用范围具有重要意义。

关键词

三角梅; 耐寒适应性; 品种筛选; 驯化栽培; 适宜分布

Abstract

Bougainvillea spp. is a famous woody vine flower in the tropical and subtropical areas of the world. Preference for hotness and not hardy to coldness limited its application in the north of the subtropical area. Geographical distribution and varieties cultivation in China were surveyed in this paper. From aspects of cold-tolerance varieties screening, temperature adaptable region division as well as seed-sowing domestication, the study and practice of *Bougainvillea* spp. in urban greening of Shanghai were summarized. Furthermore, the strategy and perspective of cold-tolerance domestication in future were discussed. *Bougainvillea* spp. has the ability to be tolerant to a low temperature above 0℃ to a certain extent. But exposing it to a low temperature below -3℃ would lead to dying out. The protective measure is necessary once extremely low temperatures come. Planting in a microclimate of leeward and sunny sites, a horticultural measure such as wind shelter and warm keeping and also seed-sowing domestication will be helpful for cold resistance. To expand cultivation, cold-resistance varieties breeding is still the future research objective. This paper is of great significance to increasing cold-tolerance adaptability and expanding of cultivation region to *Bougainvillea* spp.

Keywords

Bougainvillea spp.; cold-tolerance adaptability; varieties screening; domestic cultivation; temperature adaptable region division

陈香波

1972年生/女/江苏江阴人/博士/高级工程师/研究方向为园林植物品种选育与应用

周 群

1976年生/男/江西泰和人/硕士/高级农艺师/研究方向为三角梅研究与推广

张冬梅

1970年生/女/河南周口人/博士/教授级高工、植物研究所所长/研究方向为城市绿化适生树种选育

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 418517920@qq.com

基金项目:

上海科委重点研发项目“基于生物多样性的城市困难立地高质量园林绿化智能技术及示范”(编号: 22dz1202200); 上海市绿化和市容管理局科技攻关项目“开花藤本植物在立体绿化上的应用示范”(编号: G170201)

三角梅 (*Bougainvillea* spp.) 又名九重葛、叶子花、勒杜鹃、宝巾花等, 为紫茉莉科 (Nyctaginaceae) 九重葛属 (*Bougainvillea*) 植物, 原产南美洲热带、亚热带地区, 18世纪中期法国航海家 Louis Antoine de Bougainville (1789-1811 年) 于巴西首先发现, 由此传入欧洲乃至世界各地。三角梅作为藤本开花木本植物, 生长强健, 耐热、耐干旱, 病虫害少、花期长, 在气候温暖的地区常年开花不断。色彩丰富的三角梅品种, 在全球热带、亚热带地区广为种植 (图1), 成为该地区一道独特的风景线。

三角梅品种类型多样, 在株型、叶色、花型、着花性及花色等方面千姿百态^[2]。目前国际上培育的三角梅品种有1 000种以上^[3], 厦门园林植物园设有“国家三角梅种质资源库”, 收集三角梅种质资源680余份^[4]。三角梅兼具花期长、花色艳丽、耐修剪、易于造型等优点, 在园林中得到广泛应用, 作为花廊、花篱、花柱栽植, 露台、阳台装饰, 或置于山石、水岸之上任其自然悬垂, 或作为建筑、墙体基础种植形成花墙, 或在道路中心、两旁隔离带、城市高架、沿口、人行天



1

桥被种植彩化, 以及被修剪成花球、花篮等各种造型在庭院栽植等。中国有着150年的三角梅引种栽培历史, 已有超过30个城市将其定为市花或县花, 如广州、福州、厦门、深圳、三亚、海口、珠海、北海等城市。三角梅在高架桥、城市干道中央隔离带、城市公园中大量应用, 已成为中国南方城市重要的绿化植物, 在城市美化、彩化中发挥着重要的作用^[5] (图2)。

三角梅喜温、不耐寒, 在亚热带以北地区种植会发生冬季低温冻害等不适应问题, 北方地区多做阳台盆栽或花坛摆花。上海地

处北亚热带与南温带的过渡地带, 常年最低气温不低于-5℃, 极端为-7℃, 最冷1月平均气温3~6℃, 特殊的地理气候为南北植物驯化栽培提供了有利条件, 三角梅在上海的耐寒适生性研究与实践将为其他地区的栽培应用提供参照和借鉴。

1 三角梅在上海的耐寒适生性引种驯化

1.1 三角梅耐寒性

对上海引种三角梅的种植观察发现: 20℃以上适宜温度时, 旺盛生长, 开花不断; 降至10℃以下时, 生长减缓; 5℃以下低温时,



图1 三角梅在全世界的地理分布
Fig. 1 The geographical distribution of *Bougainvillea* spp. in the world

图2 三角梅品种与应用
Fig. 2 Varieties and application of *Bougainvillea* spp.

出现落叶、落苞现象，生长基本停滞；0℃低温时，叶片呈现水浸状受冻症状，细胞内电解质大量外渗而失水，继而干缩、萎蔫；超长时间的0℃以下低温，枝皮皱缩，皮层与木质部分离，枝干冻害发生，并且随低温强度的增加及持续时间的延长，冻害自顶梢向二级枝、一级枝逐步扩展，直至主干受冻，达植株根部，则整株死亡^[6]。一般情况下，冬季气温总是伴随着寒潮到来而波动性降温与升温，短期0℃左右低温对于三角梅不构成致命威胁，叶片只是轻微失水下垂，待气温回升阳光照射下，叶片又会恢复挺立。但反复出现0℃以下低温，特别是低温伴随大风，会加速叶片失水干枯而脱落，使本来常绿的三角梅“被动”落叶，枝干抽干，对植株造成不可逆伤害。

寒带、温带起源的木本植物自身具有低温锻炼适应机制，随着落叶进入休眠而耐寒性达到最大^[7]。三角梅适应低温的能力有限，适应机制不健全，尤其是秋冬季节正值三角梅花期，其处于旺盛生长期，对低温更具敏感性。越冬降温过程中，三角梅细胞电解质外渗增加、体内活性氧升高、膜脂过氧化加剧。应对0℃以上冷害，三角梅可通过体内生理调节维持正常代谢^[8]。较耐寒品种具有一定的低温适应能力，体现在生理调节功能更健全^[6,8]。

1.2 三角梅在上海的耐寒适生性研究

1.2.1 三角梅耐寒品种筛选

上海市园林科学规划研究院自1999年以来，先后从云南、广东、福建、四川、海南等地引进40余个三角梅品种，分属三个种 *B. glabra*、*B. spectabilis*、*B. peruviana* 及两个园艺杂交种 *B. × buttiana* 和 *B. × spectoglabra*。在上海自然越冬过程中观察到，露地种植的三角梅不同品种

冻害加重进程不一致，对应品种的耐寒性不同^[6]。不耐寒品种首遇零下低温，即产生枝干冻害，皮层皱缩并且冻害迅速由顶梢向下部枝条扩展，而较耐寒品种只是叶片水浸状失水枯萎。随低温冻害加重，主干受冻、受冻部位沿主干直达根部，根颈部是地上部分与根部的连接处，较耐寒品种即使主干受冻，但根部及根颈处仍能够完好不受冻，并于翌年春季气温回升时自根颈部发出新枝。早期冻害（12月）受极端低温影响明显，而中后期（1月以后）冻害程度的加剧与低温持续时间关系更大，持续低温造成三角梅植株内部能量消耗，低温锻炼的效应减轻，因而更加重了品种的受冻程度^[6]。

通过盆栽越冬生长观察及叶片电导率测定，确定引进三角梅品种的低温致死范围为-5.48 ~ -2.91℃，由此筛选出茄色三角梅 (*B. glabra* ‘Brazil’)、光叶斑叶三角梅 (*B. glabra* ‘Sanderiana Variegata’)、密节三角梅 (*B. ‘Smartie pants’*)、艳紫三角梅 (*B. glabra* ‘Sanderiana’)、广州紫三角梅 (*B. spp*) 等较耐寒品种，值得进一步驯化栽培，应用于城市绿化中^[9]。

1.2.2 三角梅耐寒适生性生态区划

采用地理信息系统 (GIS) 进行三角梅在中国的温度适宜分布区划，以三角梅品种普遍致死温度-3℃为分界线，以累年极端最低温度≥三角梅致死温度的地区划分为常年可露地越冬的最适宜分布区，以累年极端最低气温平均值≥三角梅致死温度的地区划分为个别年份需保护越冬的次适宜分布区。依此划分，结果显示：除位于四川盆地的西昌、宜宾、重庆以及福建南部地区以外，三角梅最适宜分布区基本在云南、广东、海南、台湾等北回归线以南的热带地区，而次适宜分布区则包括南亚热带的四川、贵州、湖南、

江西南部及湖北的恩施、宜昌，浙江温州等局部地区^[9]。

2015年冬季对包括上海在内的7个不同地域绿化栽植的三角梅进行冻害调查分析 (表1)，重庆、福州、海口、漳州均在三角梅最适宜分布区，除福州出现短期零下低温外，气温均未低于0℃，0℃低温对于三角梅只是造成花苞片萎蔫、凋落，或者叶片因冷风吹过而失水下垂、部分落叶，但枝条未受冻害，则不影响第二年生长，植株恢复较快，开花依旧繁茂；浙江洞头县隶属温州地区，在分布区划中属次适宜分布区，三角梅为洞头县县花，在城区绿化中应用较多，基本每年都会有个别天数为0℃以下低温，2015年属寒冷年份，极端低温达到-3℃，城区绿化中应用的三角梅大量死亡；江西乐平县属于景德镇地区，不在三角梅适宜分布区内，但种植于建筑旁背风向阳地的三角梅主干保留存活；上海位于北亚热带北缘，不在三角梅的最适宜分布区、次适宜分布区，与距离最近的次适宜分布区浙江温州纬度跨越近3°，与乐平县低温相似，经历-5℃以下的低温，三角梅受冻死亡较多，仅有极个别根颈部存活。由此分析，在三角梅次适宜分布区绿化应用三角梅时，应特别注意寒冷年份对于植株的保护。

1.2.3 三角梅耐寒适生性栽培

三角梅越冬过程可大致分三个阶段：越冬前期（11月下旬~12月中旬）、越冬中期（12月下旬~翌年2月上旬）和越冬后期（2月中旬~3月上旬）。三个时期三角梅冻害发生的进程不同。以上海为例（表2），一般越冬初期出现零下低温强度较弱，不会低于0℃，这一时期三角梅受冻死亡的可能性不大，但可能会出现叶片水浸状失水萎蔫或者落叶；而越冬中期1月~2月上旬，则属于寒冬天气，

表1 三角梅区域冻害调查 (2015年冬季)
Tab. 1 Investigation of freezing injury of *Bougainvillea* spp. (winter of 2015)

地点 Region	位置 Location	极端低温/℃ Extremely low temperature	0℃以下天数/天 Days below 0℃	地径/cm Ground diameter	受冻表现 Frozen performance
上海	天桥盆栽	-6.5	8	2~3	100%叶片受冻落叶, 枝条受冻干缩、主干受冻死亡
	背风向阳地栽	-5.9	5	5	叶片干枯脱落, 枝条受冻, 主干受冻
江西乐平	背风向阳面地栽	-6	7	8	80%叶片受冻, 干枯落叶, 外围小枝受冻、主干存活
浙江洞头	滨海大道地栽	-3	3	6~10	大部分 (>75%) 植株主干受冻死亡, 少数株粗壮主干或根颈部未受冻, 春季发新枝
福建福州	空旷地盆栽	-1	1	3~5	花干枯凋落, 叶片全部皱缩干枯, 当年生枝皮层皱缩, 粗壮枝及主干未受冻
	背风向阳地栽	0	0	3~5	部分叶片枯黄, 枝条未受冻
重庆	廊架地栽	0	0	55~60	基本未受冻害
	高架桥盆栽	0	0	2~4	花干枯凋落, 部分叶片干枯掉落, 枝条未受冻
福建漳州	建筑侧面地栽	4	0	3~5	花干枯凋落、顶部1/4叶片干枯发黄或落叶, 枝条未受冻
海南海口	风口处地栽	5	0	3~5	花苞稍萎蔫, 顶梢嫩叶稍失水下垂, 气温回升后恢复

表2 近10年上海冬季低温^①
Tab. 2 Winter low temperature in Shanghai in recent 10 years

年份 Year	极端低温/℃ Extremely low temperature	极端低温出现日 Date of extremely low temperature	0℃以下低温 天数/天 Days below 0℃	0℃以下低温最早出现日 Earliest date below 0℃	0℃以下低温最迟出现日 Latest date below 0℃
2021	-2	12月26日	3	12月25日	12月27日
2020	-5	12月30日	11	12月29日	1月17日
2019	0	2月15日	0	—	—
2018	0	1月16日	0	—	—
2017	-3	2月4日	15	12月17日	2月11日
2016	-1	1月20日	3	1月20日	2月10日
2015	-7	1月24日	8	1月18日	2月14日
2014	-1	12月16日	2	12月16日	2月8日
2013	-2	12月27日	3	12月27日	2月10日
2012	-3	12月30日	6	12月23日	2月8日

注：表中空格表示当年冬季未出现0℃以下低温。

年极端低温发生在此时间段的概率较高,也是三角梅冻害死亡的“高发期”, 特别对于-3℃以下极端低温天气必须对三角梅进行特别防护, 否则全株死亡在所难免; 2月下旬以后, 天气逐渐转暖, 气温回升, 基本不可能出现0℃以下低温, 则三角梅不需要防护; 3月中、下旬以后, 受冻但主干或根颈部完好

的三角梅植株陆续开始萌芽, 生长逐步恢复。不同立地和栽培形式下的三角梅受冻表现不同, 盆栽较地栽更易受冻, 这是因为根系埋入地下, 地下温度较地上温度稍偏高1℃左右, 减缓了低温对于根系的伤害。比较不同规格三角梅植株冻害表现时不难发现, 大规格、主干粗壮的三角梅受冻相对较轻,

即使受冻, 主干也能存活。空旷地栽植的三角梅冻害程度重于背风向阳地三角梅, 可见低温伴风天气对于三角梅的冻害损伤更大。需要特别关注的是, 城市热岛效应的存在, 建筑密集的中心城区最低温度与城市边缘地区及郊区存在一定的温差。2015年冬季, 上海遭遇35年以来的最强寒潮, 极端最低温度-7.2℃, 而在本研究设置摆放三角梅的地点, 最低温度则只有-6.5℃, 甚至背风向阳处-5.9℃, 高出全市最低温度1.3℃以上, 这也为三角梅绿地应用小气候选择提供依据。可考虑在建筑物南面靠墙背风向阳处、围合较好的商业区中庭等地点摆放三角梅。绿地尝试栽种植三角梅时, 可在朝南面林缘位置、有高大常绿乔木围合区域, 配置一些灌木树种种植, 选择地径8 cm以上、主干明显的三角梅植株, 若不进行冬季防寒保护, 则最好选用较耐寒品种, 如艳紫三角梅、茄色三角梅品种等少量试栽, 除非遇到极端低温寒潮(-3℃以下), 一般不需要进行特别保温防护措施。

① 数据引自 <https://tianqi.2345.com/>。



图3 三角梅播种苗耐寒驯化栽培
Fig. 3 Cold acclimation cultivation of *Bougainvillea* spp. seedlings

1.2.4 种子播种耐寒驯化

三角梅结实与环境温度有关，受授粉以后至种子成熟期间的积温影响较大，在南亚热带地区三角梅结实比较普遍，能够结实也是品种温度需求量低的体现。在中国三角梅一般很少结实，厦门、海南等地栽培的三角梅有少数品种可以正常结实、收获种子^[10]。项目组自海南引进7个品种的三角梅种子，于2017年进行播种育苗，2017年冬季单层薄膜大棚盆栽放置。于2019年春季，在上海绿地中选择背风向阳环境种植，经过2019-2021年连续三年冬季低温（极端低温分别是0℃、-5℃、-2℃），三角梅播种苗受冻害，枝叶均受冻，但少数品种根颈部顽强存活，第二年发新枝（图3）。其中，软枝浅茄三角梅播种苗存活率23%、浅茄三角梅播种苗存活率18%，说明这两个品种较为耐寒。种子经过有性世代，具有更强的低温驯化可塑性，耐寒品种筛选结合种子播种低温驯化，经扦插无性繁殖大量扩繁后进一步露地种植观察，目前已初步筛选出能够忍耐-5℃低温而不被冻死的三角梅品系。

1.3 三角梅在上海城市绿化中的应用实践

三角梅在上海的应用大体可分为三个阶

段：（1）2010年以前，除了上海植物园等少数有温室设施的公园在保护设施内栽植外，基本以家庭盆栽、阳台种植为主，城市绿地未见有应用；（2）2010-2015年，三角梅开始走出温室进行露地种植，尤其是商业区中央隔离带花箱种植或者大型商场、公共场所盆栽摆花；（3）2015年至今，三角梅盆栽苗开始上高架种植。上海城市绿化中应用三角梅品种主要为同安红（*B. 'Miss Manila'*）、潮州红（*B. spectabilis 'Crimson Lake'*）、艳紫三角梅（*B. glabra 'Sanderiana'*）（图4）。从花卉色彩、艳丽程度，以及花柱、花球装点效果等多方面综合考量，其他花卉均无法取代三角梅的应用效果。自2018年首届进博会以来，每年10-12月国庆至进博会期间，数万盆三角梅被装扮在进博会周边道路以及城市主要高架道路（内环、延安路高架），以花柱、花球、花墙、花槽等形式种植，同期在城市重要商圈与景观节点处（徐家汇、静安寺、淮海路、南京西路、外滩、陆家嘴等地），大量鲜艳盛开的三角梅被用作街头盆栽摆放或道路中央隔离带花箱种植。

11月下旬至12月初，气温逐渐降低，伴随大风天气，三角梅长势减弱，12月下旬低温伤害到来前，各处盆栽或花槽种植的

三角梅会被收回至温室存放，进行必要的修剪、施肥等养管维护，待来年春夏季节气温回升后回归摆放。不同年份冬季低温强度有所不同，遇到暖冬年份，如2018-2019年，连续两年上海的极端最低气温不低于0℃，三角梅在当年冬季绿地应用基本不受冻害影响。

2 三角梅耐寒驯化前景与对策

2.1 全球气候变暖

目前全球气候变暖趋势明显，且有持续增强的趋势。1951-2021年，中国地表年平均气温升温速率为0.26℃/10年，高于同期全球平均升温水平（0.15℃/10年）。近20年是20世纪初以来中国的最暖时期，2021年中国地表平均气温更是较常年值偏高0.97℃，为1901年以来的最高值（图5-a）。上海地区的增温趋势同样也非常明显，近30年间，上海全市平均气温由15.5℃上升至16.6℃，对近55年来上海的气温变化数据分析，增温特征具有普遍性和整体性，无论是干季、湿季还是市区、近郊、远郊都表现出明显的气温升高趋势，城市热岛效应尤为突出（图5-b）^[11]。20年前，很多棕榈科植物还不能在上海露地种植，但目前上海棕榈科植物如华盛顿

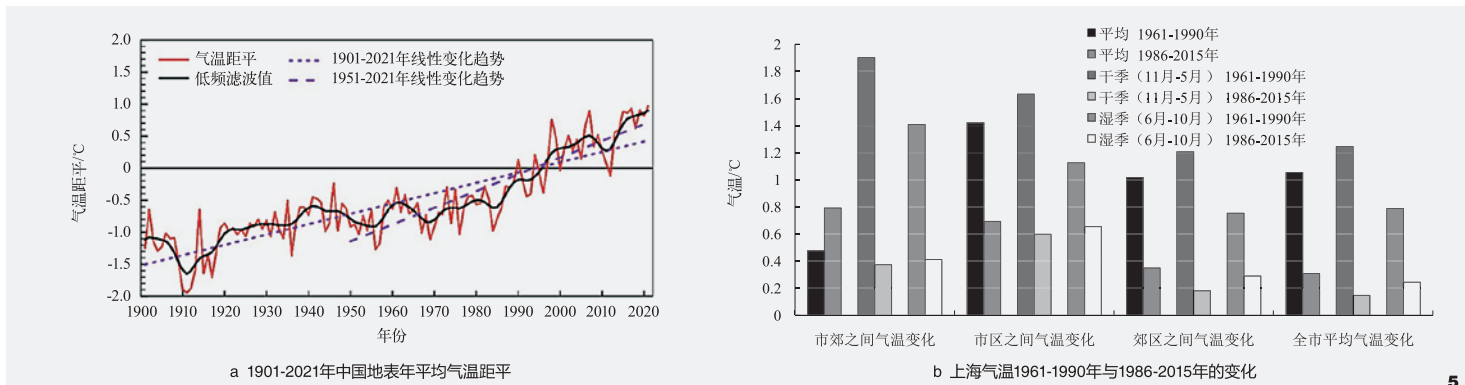


图4 三角梅在上海绿地的应用
Fig. 4 Landscape application of *Bougainvillea* spp. in Shanghai

图5 气候变暖趋势^①
Fig. 5 Climate warmer tendency

棕榈 (*Washingtonia filifera*)、加纳利海枣 (*Phoenix canariensis*)、布迪椰子 (*Butia capitata*) 已比比皆是, 在极端寒潮天气到来前辅以必要的保温措施, 种植小气候条件选择得当, 则可以有效避免受冻死亡^[12]。逐渐趋暖的气候条件为南方植物北移引种带来契机, 不可否认气

候变暖背景下的园林树种选择是一项大的命题^[13], 但至少前景是光明的。近年来上海城区一些特殊立地环境 (单位附属绿地、居民庭院、办公楼南向) 开始已有小范围露地栽植三角梅的尝试, 稍加草扎或毛毡包裹即可安全越冬, 甚至不需防护 (暖冬年份)。经历

年观察, 适当的低温锻炼有助于三角梅抗寒适应能力的提高。

2.2 低温适应性抗寒锻炼

随着国内各地城市园林绿化中应用三角梅的日益增多, 可以有选择性地开展三角梅

① 数据引自《中国气候变化蓝皮书 (2022)》。

抗寒区域试验，特别是在次适宜分布区北缘，如浙江温州^[14]、江西赣州^[15]、湖北宜昌、贵州遵义等地进行驯化栽培试验，一方面通过实地种植观察为三角梅耐寒种质筛选提供依据，另一方面在这些低温忍耐临界区开展抗寒锻炼，将有可能使植株获得性抗寒能力提高。同时，可以辅助以种子作为驯化起始材料，由种子到植株，辅以人工授粉促进结实获得种子^[16]，再由种子播种到植株，如此周而复复、循序渐进，使其逐渐由不适应向适应转变，继续向以北地区渐进式驯化，进行充分的低温适应性抗寒锻炼，这将有助于三角梅抗寒力提高，但过程可能比较漫长。

2.3 辅助园艺措施提高耐寒性

喷施防冻剂能够降低细胞膜透性、减少膜脂过氧化程度从而提高保护酶活性、增强三角梅叶片抵御寒冷的能力^[17]。另外，枝叶涂抹抗寒剂（含保湿剂、粘合剂、氯化钙、磷酸二氢钾与水杨酸的混合物）对于非适宜露地种植地区三角梅，能够起到一定的抗寒力提升作用^[18]。

低温时间较短（24 h以内），一旦气温回升，三角梅恢复很快，未出现死株现象，但低温持续时间长，则可能植株死亡。大部分三角梅品种嫩枝嫩叶受寒害影响明显，老枝叶受害不明显。寒害过后，叶面喷施磷酸二氢钾配合尿素800 ~ 1 000 倍液，及时喷雾补水，有利于植株恢复（海南海口）；三角梅受冻后立即修剪，剪去受冻枝叶，有助于恢复（浙江温州）；去盆地栽，根部加铺草垫以及束草围帘（上海），在冬季极寒天气到来前加盖塑料薄膜防护罩等保护性栽培措施（浙江温州）可适当保护三角梅植株，或根颈部绑扎也能起到一定的保护作用（江西乐平）。

3 小结

植物温度（低温、高温）适应性的形成是一个漫长的过程，也是长期物种进化的结果。即使是南方热带植物，仍具有一定的驯化栽培耐寒性提高的“韧性”。作为城市绿化不可多得的高观赏价值花卉，三角梅有着巨大的吸引力，耐寒三角梅选育应用仍将是未来长期而不变的方向，通过选择耐寒性强的适生品种、循序渐进的抗寒锻炼再结合防风、保温及辅助园艺措施的运用，相信三角梅在上海乃至全国更多城市的美化、彩化中将会发挥更大的作用。

注：图1改绘自Indian Council of Agricultural Research, New Delhi；其余均由作者自摄/绘。

参考文献

[1] DATTA S K. Genetic Diversity and Improvement of Bougainvillea[J]. LS - An International Journal of Life Sciences, 2021, 10(2): 61-79.

[2] SINGH S, ROY R K, RASTOGI R, et al. Morphological Description of Bougainvillea Varieties Based on DUS Test Characters[J]. Journal of Applied Horticulture, 2016, 18(3): 240-245.

[3] SINGH B, PANWAR R S, VOLETI S R, et al. The New International Bougainvillea Check List (2nd ed.)[M]. New Delhi: Indian Agricultural Research institute, 1999.

[4] 周群, 黄克福, 郭惠珠. 三角梅属观赏品种资源的描述规范[J]. 亚热带植物科学, 2011, 40(3): 78-80.

[5] 陈香波. 三角梅品种资源及其园林应用[J]. 园林, 2016(03): 76-79.

[6] 陈香波, 罗玉兰, 田旗. 三角梅品种越冬抗寒性比较研究[J]. 江苏林业科技, 2004, 31(1): 15-18.

[7] 赵澄. 山葡萄种质抗寒性评价及抗寒机制研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.

[8] 邢海盈. 低温胁迫下三角梅的生理变化及其调控机制研究[M]. 福州: 福建农林大学, 2013.

[9] 陈香波, 罗玉兰, 张启翔. 三角梅在我国温度适宜分布区划[J]. 中国园林, 2009, 25(7): 97-99.

[10] 周群. 三角梅栽培与鉴赏[M]. 北京: 金盾出版社, 2009.

[11] LIU M, ZHANG D S, PIETZARKA U, et al. Assessing the Adaptability of Urban Tree Species to Climate Change Impacts: A Case Study in

Shanghai[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021(62): 127186.

[12] 陈琦. 2016年上海地区棕榈科植物冻害情况调查[J]. 上海农业科技, 2017(03): 81-82.

[13] 刘鸣, 张德顺. 近55年气候变化对上海园林树种适应性的影响[J]. 北京林业大学学报, 2018, 40(9): 107-117.

[14] 李凤, 林华, 李乐, 等. 三角梅在温州城市园林中的应用初探[J]. 现代园艺, 2021(3): 141-142.

[15] 陈碧露, 罗素梅, 牛王翠, 等. 三角梅9个品种抗寒性研究初报[J]. 南方园艺, 2021, 32(1): 36-38.

[16] 周群, 张万旗, 丁印龙, 等. 18个品种三角梅花粉育性与花粉形态的观察[J]. 江西农业学报, 2016, 28(3): 39-42.

[17] 罗桂杰, 刘博, 谭军, 等. 不同防冻剂对三角梅低温胁迫下生理特性的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2019, 37(1): 20-26.

[18] 李梦希, 王敏, 张银, 等. 喷施抗寒剂对三角梅抗寒性的影响[J]. 江西农业学报, 2020, 32(4): 56-60.