

2种基质理化性质分析及对小叶紫花三角梅生长的影响*

Analysis of Physicochemical Properties of Two Bridge Greening Substrates and the Effect on Growth of *Bougainvillea* 'Royal Purple'

阮沐宁 叶少萍* 温鹏花
RUAN Mu-ning, YE Shao-ping*, WEN Peng-hua

摘要: 以深圳市福田区福新立交桥小叶紫花三角梅 *Bougainvillea* 'Royal Purple' 为研究对象, 调查分析2种桥梁绿化基质理化性质变化及其对小叶紫花三角梅生长和开花的影响。结果显示: 种植第18个月时2种基质的pH、EC值、有机质含量较种植前降低, 而碱解N、有效P含量则增加。除了EC值, 2种基质理化指标仍满足小叶紫花三角梅种植土的要求, 其中基质A的有效P含量显著高于基质B ($P < 0.05$), 其余理化性质指标则差异不显著 ($P > 0.05$)。随着种植时间的延长, 2种基质处理叶片SPAD值均呈现下降趋势, 而第21个月时花朵密度显著高于其他种植时间 ($P < 0.05$)。此外, 2种基质之间叶片SPAD值、花朵密度以及全N、全P、全K含量均无显著差异 ($P > 0.05$)。相关性分析结果显示, 第18个月时花朵密度与叶片全K含量呈显著正相关 ($P < 0.05$), 叶片SPAD值与基质有效P含量、叶片全N与基质有机质和碱解N含量均呈显著负相关 ($P < 0.05$)。

关键词: 桥梁绿化; 基质理化性质; 小叶紫花三角梅; 生长指标; 深圳

中图分类号: S688

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641 (2022) 04-0077-05

收稿日期: 2021-11-24

修回日期: 2022-01-26

Abstract: This study was carried out to investigate the changes of physicochemical properties of two bridge greening substrates and the effects on the growth and flowering of *Bougainvillea* 'Royal Purple' on Fuxin overpass in Futian District, Shenzhen City, China. The results showed that the pH, EC value and organic matter content of the two substrates were all decreased at the 18th month of planting, while the contents of alkali hydrolyzed N and available P were increased. The physicochemical properties except EC value of the two substrates still meet the requirements of planting soil of *B. 'Royal Purple'*, and the available P content of substrate A was significantly higher than that of substrate B ($P < 0.05$), but there was no significant difference in other properties ($P > 0.05$). The leaf SPAD value was decreased gradually with the increase of planting months, while the flower density at the 21st month of planting was significantly higher than those in other observation months ($P < 0.05$). However, there was no significant difference in leaf SPAD value, nutrient contents or flower density between the two substrates ($P < 0.05$). The results of correlation analysis showed that the flower density at the 18th month of planting was significantly positively correlated with the total K content in leaves ($P < 0.05$), while the leaf SPAD value was significantly negatively correlated with the substrate available P content ($P < 0.05$), and the significant negative correlation between leaf total N and matrix organic matter or alkali hydrolyzed N content was also observed ($P < 0.05$).

Key words: Bridge greening; Physicochemical properties of substrate; *Bougainvillea* 'Royal Purple'; Growth index; Shenzhen

桥梁绿化是利用植物对高架桥、立交桥、人行天桥等桥体进行绿化和美化的一种立体绿化形式。由于桥梁绿化体量一般较其他类型立体绿化大, 所产生的影响范围也更广, 可有效降低汽车产生的噪音和净化汽车尾气, 发挥固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气、美学功能等生态系统服务价值^[1]。深圳市自1994年以来开展立交桥、人行天桥、高架桥等桥梁美化和绿化工作, 《深圳市绿地系统

规划(2014—2030)》提出“至2020年, 全市50%的立交桥和人行天桥实现挂绿; 至2030年, 全市70%的立交桥和人行天桥实现挂绿”^[2]。据不完全统计, 截至2019年深圳市已完成绿化立交桥80余座、人行天桥120余座^[3]。然而, 随着桥梁绿化的发展, 其植物生长品质下降、植物根系过密、种植土质量下降等养护管理问题日益凸显^[4-5]。为解决桥梁绿化建设品质不高、景观衰退的问题, 自

2018年以来, 深圳市逐步开展桥梁绿化品质提升工作, 从设计、施工、种植、管养等环节重点实施品质提升, 取得了良好进展。

桥梁绿化植物生长环境比传统绿化形式恶劣, 为更好地提升桥梁绿化景观效果, 国内学者在适生植物品种优选^[6-7]、花期调控^[8]、水肥精准控制^[9-10]、改良基质优选^[4]等方面开展了大量研究工作。栽培基质是植物生长的基础, 由于桥梁绿化荷载不能过

*基金项目: 广州市科技计划项目(20130000128)资助

重, 基质一般需要具备轻质、养分释放持久、排水和持水性能良好等特性, 同时环境友好型基质材料在桥梁绿化中也得到了推广应用^[11-12]。然而, 随着植物生长年限的增加, 基质营养供给容易出现短缺情况, 而过度的施肥管理容易引起营养过盛, 导致植物出现生长过快或营养不良的现象, 影响桥梁绿化观赏效果^[4-5]。光叶子花(三角梅) *Bougainvillea glabra* 是低矮的花灌木, 品种多样、花期长、抗逆性强, 是华南地区重要的观赏植物, 在立体绿化尤其是桥梁绿化中应用广泛^[13-14]。本研究以深圳市福田区福新立交桥小叶紫花三角梅 *Bougainvillea* 'Royal Purple' 为研究对象, 调查分析2种桥梁绿化基质理化性质变化, 探讨不同基质应用对小叶紫花三角梅生长和开花的影响, 以期提升桥梁绿化建设与养护技术水平提供理论支持。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试植物为小叶紫花三角梅 *Bougainvillea* 'Royal Purple', 自2019年11月起种植于福新立交桥(N22°32'16", E114°2'44")。种植容器为塑料种植盆(长度97.5 cm×宽度36.0 cm×高度32.0 cm), 由下往上依次为陶粒(厚度约5.0 cm)、隔网、基质(厚度约25.0 cm), 每个盆内栽种3株小叶紫花三角梅扦插苗(株高约60.0 cm, 冠幅约60.0 cm)。

供试桥梁绿化基质2种, 分别标记为基质A和基质B, 主要由园林废弃物腐熟堆肥、黄泥、有机肥等材料按照特定比例配制而成。种植前基质A基本理化性质为: pH 6.97, EC值0.42 mS·cm⁻¹, 有机质含量76.01 g·kg⁻¹, 全N、全P、全K含量分别为2.45 g·kg⁻¹、0.79 g·kg⁻¹、6.70 g·kg⁻¹, 碱解N、有效P、速效K含量分别为207.37 mg·kg⁻¹、64.13 mg·kg⁻¹、1 009.27 mg·kg⁻¹; 基质B基本理化性质为: pH 7.58,

EC值0.30 mS·cm⁻¹, 有机质含量101.65 g·kg⁻¹, 全N、全P、全K含量分别为2.11 g·kg⁻¹、1.60 g·kg⁻¹、7.16 g·kg⁻¹, 碱解N、有效P、速效K含量分别为238.19 mg·kg⁻¹、36.15 mg·kg⁻¹、200.00 mg·kg⁻¹。立交桥主路两侧(内侧)采用基质A种植, 分车带(外侧)采用基质B种植, 种植数量分别为527盆、340盆。为保证小叶紫花三角梅生长效果, 每隔30 d追施复合肥(N:P:K=15:15:15, 产自挪威海德鲁有限公司)一次, 施肥量为30 g/盆; 水分管理采用定时滴灌系统, 滴灌频率设定为每天2次、每次间隔4~5 h, 滴灌水量春季和夏季设定为每次2~3 L/盆、秋季和冬季设定为每次4~6 L/盆。

1.2 试验方法

本研究采用原位观察方法, 每种基质随机选取4盆小叶紫花三角梅, 分别于种植后第18、19、20、21、22个月时统计花朵密度^[15], 采用SPAD-502叶绿素计测定叶片SPAD值; 于种植后第18个月时采集成熟新鲜叶片测定全N、全P、全K含量^[16], 测定基质容重、pH、EC值、有机质含量、碱解N、有效P、速效K含量^[16]。

1.3 数据处理及分析

采用IBM SPSS Statistics 21.0软件对试验数据进行统计分析, 对不同基质处理的小叶紫花三角梅叶片指标、基质理化性质指标进行单因素方差分析, 对种植18个月的小叶紫花三角梅叶片指标和基质理化性质指标进行双变量相关性分析; 图形绘制采用Excel 2010。

2 结果分析

2.1 两种桥梁绿化基质理化性质变化

由表1可知, 种植第18个月的基质A的容重、pH、EC值、有机质、碱解N、有效P、速效K含量分别为0.80 g·cm⁻³、5.63、0.11 mS·cm⁻¹、51.20 g·kg⁻¹、270.93 mg·kg⁻¹、197.70 mg·kg⁻¹、184.78 mg·kg⁻¹, 其中

pH、EC值、有机质、速效K含量较种植前分别降低了1.35、0.31 mS·cm⁻¹、24.81 g·kg⁻¹、824.50 mg·kg⁻¹, 碱解N、有效P含量则分别增加了63.56 mg·kg⁻¹、133.57 mg·kg⁻¹; 基质B的容重、pH、EC值、有机质、碱解N、有效P、速效K含量分别为0.68 g·cm⁻³、5.95、0.10 mS·cm⁻¹、88.03 g·kg⁻¹、349.98 mg·kg⁻¹、160.28 mg·kg⁻¹、225.23 mg·kg⁻¹, 其中pH、EC值、有机质含量较种植前分别降低了1.63、0.20 mS·cm⁻¹、13.63 g·kg⁻¹, 碱解N、有效P、速效K含量则分别增加了111.79 mg·kg⁻¹、124.13 mg·kg⁻¹、25.23 mg·kg⁻¹。对照广州市地方标准《园林种植土》(DB4401/T36—2019)^[17], 2种基质的容重、pH、有机质、碱解N、有效P、速效K含量均符合通用种植土标准值范围, EC值则低于标准值下限值(0.16 mS·cm⁻¹)。此外, 基质A的有效P含量显著高于基质B($P < 0.05$), 其余指标则均无显著差异($P > 0.05$)。

2.2 基质对小叶紫花三角梅生长和开花的影响

2.2.1 叶片SPAD值

随着种植时间的延长, 小叶紫花三角梅叶片SPAD值呈现逐渐下降的趋势(图1)。基质A处理中, 第18个月时叶片SPAD值最高, 且显著高于第21、22个月($P < 0.05$); 基质B处理中, 第18、19、20个月时叶片SPAD值均显著高于第21、22个月($P < 0.05$)。从不同基质处理来看, 不同种植时间下基质B处理叶片SPAD值均高于基质A处理, 其中第19个月时2个基质处理之间差异达到显著水平($P < 0.05$)。

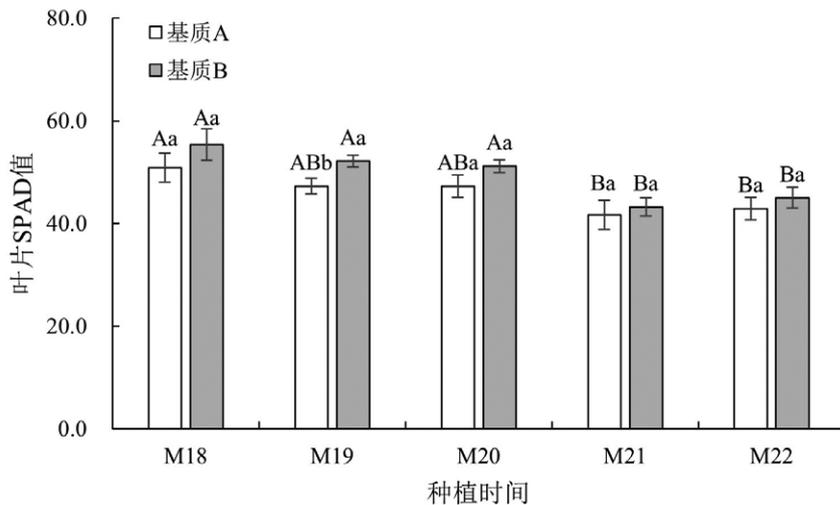
2.2.2 花朵密度

由图2可知, 不同种植时间之间小叶紫花三角梅花朵密度差异显著($P < 0.05$), 第21个月时花朵密度达到最大值, 基质A、B处理分别为54%、75%。基质A处理中, 花朵密度由高到低排序为: 第21个月>第18个月>第19个月>第22个月>第

表1 第18个月2种桥梁绿化基质基本理化性质

项目	基质A	基质B	标准值
容重/(g·cm ⁻³)	0.80±0.05a	0.68±0.09a	≤1.25
pH	5.63±0.30a	5.95±0.33a	5.5~7.5
EC值/(mS·cm ⁻¹)	0.11±0.01a	0.10±0.01a	0.16~0.80
有机质/(g·kg ⁻¹)	51.20±9.58a	88.03±22.96a	≥17.6
碱解N/(mg·kg ⁻¹)	270.93±21.58a	349.98±37.00a	≥54.0
有效P/(mg·kg ⁻¹)	197.70±7.91a	160.28±11.78b	≥19.0
速效K/(mg·kg ⁻¹)	184.78±25.06a	225.23±24.58a	≥73.0

注：不同小写字母表示不同基质之间差异显著 ($P < 0.05$)



注：M18、M19、M20、M21、M22分别代表第18、19、20、21、22个月；不同大写字母表示同一种基质不同种植时间之间差异显著，不同小写字母表示同一个种植时间不同基质之间差异显著 ($P < 0.05$)；图2相同

图1 不同种植时间小叶紫花三角梅叶片SPAD值变化

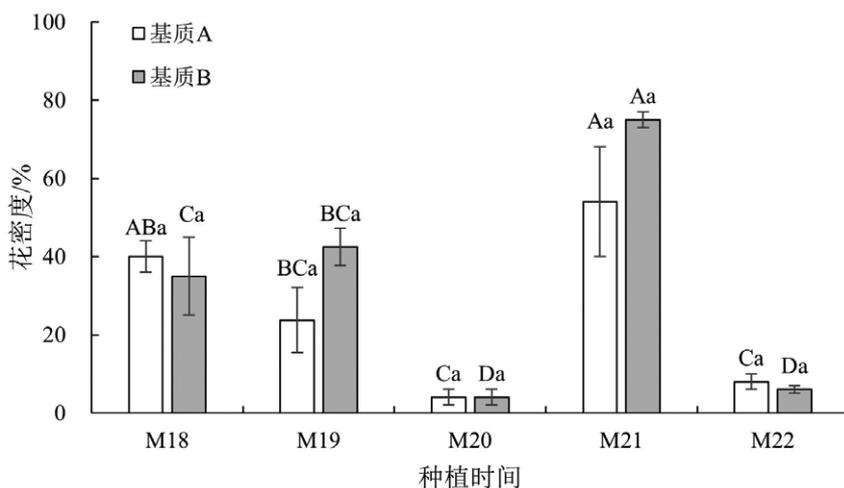


图2 不同种植时间小叶紫花三角梅花朵密度变化

20个月；基质B处理中，花朵密度由高到低排序为：第21个月>第19个月>第18个月>第22个月>第20个月。从不同基质处理来看，同一个种植时间下2种基质处理之间花朵密度均无显著差异 ($P > 0.05$)。

2.2.3 叶片养分含量

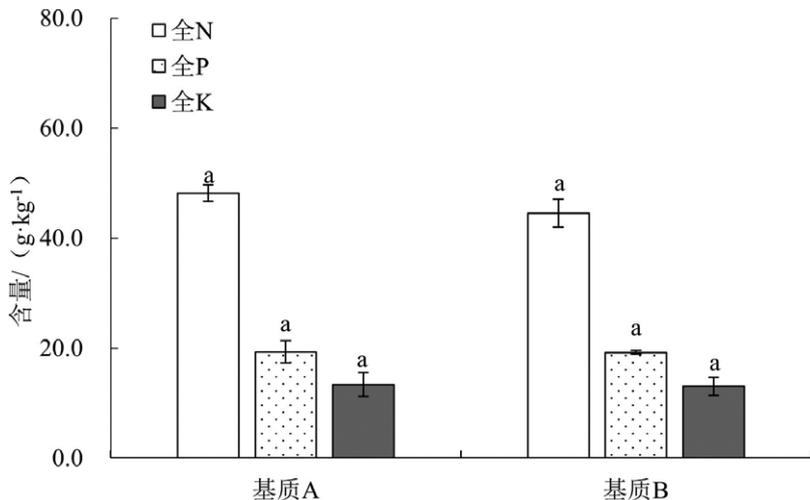
从叶片养分含量来看，第18个月时小叶紫花三角梅叶片全N含量最高，全P含量次之，全K含量最低（图3）。其中，基质A处理叶片全N、P、K含量分别为 $48.17 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $19.33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $13.39 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，较基质B处理分别高出8.14%、0.52%、2.64%，但是2种基质处理之间叶片全N、P、K含量均无显著差异 ($P > 0.05$)。

2.3 小叶紫花三角梅生长指标与基质理化性质的相关性分析

相关性分析结果显示，第18个月时小叶紫花三角梅花朵密度与叶片全K含量呈显著正相关 ($P < 0.05$)，其余生长指标之间则无显著相关性 ($P > 0.05$)。此外，由表2可知，叶片SPAD值与基质有效P相关性系数为 -0.744 ，呈显著负相关 ($P < 0.05$)；叶片全N与基质有机质、碱解N含量相关性系数分别为 -0.793 、 -0.776 ，均呈显著负相关 ($P < 0.05$)；花朵密度、叶片全P和全K含量与基质理化指标均不存在显著相关关系 ($P > 0.05$)。

3 结论与讨论

与种植前相比，第18个月时2种桥梁绿化基质的pH、EC值、有机质含量下降，碱解N、有效P含量则增加，其中pH、容重、有机质、碱解N、有效P、速效K含量均符合通用种植土指标要求；基质A的有效P含量显著高于基质B ($P < 0.05$)，其余理化性质指标则无显著差异 ($P > 0.05$)。随着种植时间的延长，小叶紫花三角梅叶片SPAD值呈现下降趋势；不同种植时间之间花朵密度差异显著 ($P < 0.05$)，第21个月时达到



注：不同小写字母表示同一个养分指标不同基质之间差异显著 ($P < 0.05$)

图3 第18个月小叶紫花三角梅叶片养分含量

表2 第18个月小叶紫花三角梅生长指标与桥梁绿化基质理化性质相关性分析

指标	基质 pH	基质 EC	基质有机质	基质碱解 N	基质有效 P	基质速效 K
花朵密度	0.153	-0.466	-0.601	-0.550	-0.244	0.170
叶片 SPAD	0.498	0.370	0.410	0.666	-0.744*	-0.124
叶片全 N	-0.663	-0.223	-0.793*	-0.776*	0.630	-0.119
叶片全 P	0.145	0.251	0.239	0.248	0.277	0.573
叶片全 K	0.206	-0.344	-0.373	-0.304	-0.136	0.517

注：*表示相关性显著 ($P < 0.05$)

最大值，其中基质A、B处理分别为54%、75%。然而，2种桥梁绿化基质处理下小叶紫花三角梅生长和开花较为一致，其花朵密度、叶片SPAD值以及全N、全P、全K含量均无显著差异 ($P > 0.05$)。

桥梁绿化植物生长环境特殊，对栽培基质的要求不同于地面栽培植物。王定跃等^[18]认为基质配比对三角梅‘同安红’*B. spectabilis* ‘Crimsonlake’生长影响较容器类型大，园土、泥炭、珍珠岩、河沙按照体积比2:4:3:1配制的基质能显著促进其根系的生长。本研究的2种桥梁绿化基质均由园林废弃物腐熟堆肥、有机肥等环境友好型原材料混配获得，种植第18个月后仍能满足小叶紫花三角梅种植的要求。此外，随着种植时间的延长，在植物生长代谢活动的影响

下，栽培基质理化性质也随着变化。李丽娟等^[19]认为植物根系活动导致根际土壤有机质、全N、碱解N、有效P的显著富集，表明植物能够通过积极的生理调节改善土壤养分的生物有效性，以利于自身的营养吸收。桥梁绿化基质的碱解N、有效P含量较种植前增加，可能是由于桥梁绿化中种植盆空间有限^[4]，小叶紫花三角梅大量根系集中生长在有限的空间内形成更多的根际区域，使得根系以及根际微生物积极参与基质材料养分转化过程，从而有可能促进基质养分的释放，使得基质碱解N、有效P含量维持在适宜的水平。磷素是植物生长发育的必需营养元素之一，对于植物光合作用、呼吸作用等各种代谢过程有重要的意义^[20]。栽培基质一般由有机、无机材料按照不同配比配制而成，其磷素供应能力受材料来源影

响。大量研究表明，长期施用有机肥能够通过降低土壤对P的吸附从而提升土壤有效P含量，而不同有机肥类型及用量对土壤有效P含量的影响存在差异^[21-23]。本研究中基质A添加的有机肥成分为牛粪，基质B添加的有机肥成分为蚯蚓粪为主，基质A的有效P含量高于基质B，可见2种来源有机肥对于基质磷素含量的影响可能存在差异，但是目前这种影响仍未明确，因此下一步有必要针对有机肥影响2种基质磷素释放效率的差异开展相关研究。

叶片SPAD值能够反映叶绿素含量的多少，而叶绿素含量与氮素含量密切相关，因此SPAD值也被用来衡量叶片氮素含量的高低^[24]。由于植物水分条件、营养状况、生长时期等因素对叶片SPAD值有不同程度的影响，应用SPAD值判断氮素营养状况时要综合考虑各种影响因素^[22-24]。本研究中小叶紫花三角梅叶片SPAD值随着种植时间的延长呈现下降趋势，表明叶绿素含量逐渐降低，而氮素积累也可能受到了一定限制。结合基质理化性质来看，叶片全N与基质有机质和碱解N含量均呈显著负相关 ($P < 0.05$)，表明基质有机质和碱解N含量越高反而不利于叶片氮素积累。一方面，作物对氮素的吸收依赖根系的生长发育^[25]，刘悦明等^[4]证实断根处理对小叶紫花三角梅叶片全N元素的积累产生了一定的负效应，本研究中小叶紫花三角梅根系盘旋和生长退化问题也可能抑制了氮素的吸收；另一方面，基质氮素含量偏高，可能降低了小叶紫花三角梅的蒸腾量及气孔导度，降低光合速率，从而不利于氮素的积累，这与郝凤等^[25]研究一致。此外，植物根际环境磷素状况对叶片SPAD值也有直接影响，例如低P水平增加了水稻幼苗叶片SPAD值，高P水平反而降低了叶片SPAD值，这种差异主要是P水平较低时促进了老叶中的P向新叶转移，导致新叶SPAD值较高^[22]。第18个月时2种基质有效P含量与小叶紫

花三角梅叶片SPAD值呈显著负相关($P < 0.05$),这与刘旻霞^[23]研究结果一致,表明基质有效P含量增加不利于植株磷素的积累,从而导致叶片SPAD值降低。

此外,三角梅开花质量是评价桥梁绿化景观效果的重要指标。研究表明,三角梅开花过程受叶片内源激素含量变化、营养状况以及光照等因素影响,因此实施花期调控可以采取控水、修剪、施肥、喷施生长调节剂等养护技术措施^[26-28]。本研究中,小叶紫花三角梅花朵密度随着种植时间的延长呈现明显的动态变化,然而花朵密度总体偏低,且盛花期较短。第18个月时小叶紫花三角梅花密度与叶片全K含量呈显著正相关($P < 0.05$),推测植株出现低钾状况时可能会抑制小叶紫花三角梅开花过程。钾素在植物生长和发育过程中起重要作用,宋志忠等^[29]发现钾素状况改善时会促进桃花提前开花,这与KUP家族基因在开花不同时期转录水平的调控差异密切相关。目前有关钾素参与小叶紫花三角梅花期调控的机制未见报道,建议后续研究分析小叶紫花三角梅钾素吸收、积累和分配特性,进一步评价开花过程对钾素的响应机制,同时加强钾素营养调控技术措施,以改善小叶紫花三角梅开花质量,进而提升桥梁绿化景观品质。

参考文献:

[1] 汪元凤,董仁才,肖艳兰,等.从景观生态学视角分析城市立体绿化内涵与功能——以深圳市为例[J].生态学报,2020,40(22):8085-8092.
 [2] 深圳市规划国土发展研究中心.《深圳市绿地系统规划(2014—2030)》项目总报告[Z].2017.
 [3] 刘斌.模块式外墙立面绿化营造初探——以深圳金龙路垃圾站建设项目为例[J].广东园林,2017,39(2):80-84.
 [4] 刘悦明,叶少萍,李铤,等.断根和施用改良基质对天桥绿化三角梅生长的影响[J].林业与环境科学,2020,36(5):104-109.
 [5] 毛君竹,官彦章,申凯歌,等.深圳市立体绿化现状分析及应对策略[J].绿色科技,2020(5):21-23.
 [6] 张继方,代色平,傅小霞,等.观赏簕杜鹃在广州地区的引种及综合评价[J].热带农业科学,2016,36(8):38-44.
 [7] 徐晓帆,吴蒙.深圳市立交桥垂直绿化植物选

择与配置[J].广东园林,2005,30(4):15-17.
 [8] 邵志芳,杨义标,邱少松.叶子花花期调控技术研究进展[J].中国农学通报,2006,22(5):326-329.
 [9] 夏金亮,蒋湖波,黄凌志,等.施用沼渣对三角梅生长和开花的影响[J].现代农业科技,2018,(17):127,131.
 [10] 李晓琪.福州市控水调节三角梅花期技术研究[D].福州:福建农林大学,2017.
 [11] 杨红梅,叶少萍,郑富海,等.立体绿化轻型基质配方技术及应用研究[J].林业与环境科学,2019,35(6):98-104.
 [12] 詹福麟.三角梅在厦门桥体绿化中存在问题及解决对策[J].福建林业科技,2020,47(9):134-140.
 [13] 翟翠华,庄雪影,黄川腾,等.深圳市立交桥绿化现状及植物应用调查[J].西南林业大学学报,2010,30(2):60-65.
 [14] 张继方,代色平,傅小霞,等.观赏簕杜鹃在广州地区的引种及综合评价[J].热带农业科学,2016,36(8):38-44.
 [15] 郁书君,代色平,杨九公,等.部分落叶类杜鹃品种在广州的引种栽培试验和生长开花观测[J].广东园林,2015,37(6):15-19.
 [16] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2008.
 [17] 广州市市场监督管理局.DB4401/T 36-2019,园林种植土[S].2019.
 [18] 王定跃,王春春,谢利娟,等.不同基质和容器类型对簕杜鹃生长的影响[J].西南林业大学学报,2018,38(6):42-47.
 [19] 李丽娟,李昌晓,陈春桦,等.三峡消落带适生植物根系活动调控土壤养分与细菌群落多样性特征[J].环境科学,2020,41(6):2898-2907.
 [20] 王庆仁,李继云,李振声.高效利用土壤磷素的植物营养学研究[J].生态学报,1999,19(3):417-421.
 [21] 张博凯,郝鲜俊,高文俊,等.不同有机肥及用量对矿区复垦土壤有效磷含量及供磷特性的影响[J].水土保持学报,2021,35(2):271-278.
 [22] 王静.不同磷水平处理对水稻幼苗生长及部分矿质元素吸收的影响[D].重庆:西南大学,2014.
 [23] 刘旻霞.甘南高寒草甸植物元素含量与土壤因子对坡向梯度的响应[J].生态学报,2017,37(24):8275-8284.
 [24] 杨虹霞,龙春瑞,刘红明,等.不同柠檬品种叶片SPAD值、氮素含量与叶绿素含量相关性分析[J].热带农业科学,2019,39(8):22-28.
 [25] 郝凤,于铁峰,刘晓静,等.不同氮效率型苜蓿氮素吸收差异与根系形态的关系及其对氮的响应[J].草地学报,2021,29(11):2428-2434.
 [26] 罗顺,林哲,黄政档,等.三角梅开花早期不同分化时期的激素水平与相关性分析[J].厦门大学学报,2022,61(1):122-129.
 [27] 钟连香,马跃峰,黄旭光,等.光照和调节剂对三角梅生理指标及开花的影响[J].黑龙江农业科学,2018(4):29-33,41.
 [28] 周国荣,傅小霞,余铭杰,等.夏季施肥对三角梅苗木营养生长及叶片SPAD值的影响[J].安徽农业科学,2021,49(14):110-112,118.
 [29] 宋志忠,郭绍雷,马瑞娟,等.KT/HAK/KUP

家族基因在桃开花期的表达及对钾肥施用的响应[J].中国农业科学,2015,48(6):1177-1185.

作者简介:

阮沐宁/1987年生/女/广东汕头人/本科/广州市林业和园林科学研究院(广州510405)/风景园林工程师/专业为风景园林

(*通讯作者)叶少萍/1985年生/女/广东高州人/硕士/广州市林业和园林科学研究院(广州510405)/高级工程师/研究方向为废弃物资源化利用及功能产品开发应用/E-mail: yshp08@163.com

温鹏花/1998年生/女/广东梅州人/专科/广州市林业和园林科学研究院(广州510405)/专业为风景园林