

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2024.12.019

邓艺杰, 张翼. 城市绿地上种植本土植物的园艺方法评估研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2024, 46(12): 202-210.

城市绿地上种植本土植物的园艺方法评估研究

邓艺杰¹, 张翼²

1. 周口师范学院 设计学院, 河南 周口 466001; 2. 郑州大学 美术学院, 郑州 450001

摘要: 为了评估在城市绿地上种植本土植物的园艺方法, 比较了扦插法、移植法、播种法、嫁接法、压条法对月季成活率、生长速率、叶片光合速率、叶绿素含量、比叶质量及叶片酶活性等关键指标的影响。嫁接法在成活率方面表现最为突出(86.33%), 显著高于其他处理方法。移植法的成活率也较高(83.23%)。嫁接法在 60 d 的生长周期内月季株高和茎粗均最高, 生长速度在不同阶段均保持稳定。叶片光合速率的测定进一步证明嫁接法在提高光合作用效率方面具有优势, 其光合速率最高, 且叶片内部二氧化碳浓度较低, 气孔导度较高, 有利于水分管理。嫁接法处理组在叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量上均表现优异, 叶绿素 a/b 比值也相对较高。嫁接法在增强月季抗氧化防御能力方面效果明显, 其过氧化氢酶、超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性均显著高于其他处理组。综合分析表明, 嫁接法在提高月季成活率、生长速率、光合效率、叶绿素含量、水分管理和抗氧化能力方面均表现出显著优势。

关键词: 城市绿地; 植物; 园艺方法; 生理生长特性; 月季

中图分类号: S629

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2024)12-0202-09

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of Horticultural Methods for Planting Native Plants in Urban Green Space

DENG Yijie¹, ZHANG Yi²

1. Zhoukou Normal University, Zhoukou Henan 466001, China;

2. School of Fine Arts, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

Abstract: In order to evaluate the horticultural methods of planting native plants in urban green space, this study compared the effects of cutting, transplantation, sowing, grafting and layering methods on the survival rate, growth rate, leaf photosynthetic rate, chlorophyll content, specific leaf weight and leaf enzyme activity of Chinese rose. The results showed that the grafting method was the most prominent in terms of survival rate, reaching 86.33%, which was significantly higher than other treatment methods. The sur-

收稿日期: 2024-02-18

基金项目: 国家社会科学基金项目(22BG118); 2024 年度河南省软科学项目(242400410505).

作者简介: 邓艺杰, 硕士, 讲师, 主要从事环境设计及传统村落景观保护研究.

vival rate of transplantation method was also higher, which was 83.23%. The grafting method had the highest plant height and stem diameter in the 60-day growth cycle, and the growth rate remained stable at different stages. The determination of leaf photosynthetic rate further showed that the grafting method had the advantage of improving photosynthetic efficiency. The photosynthetic rate was the highest, and the carbon dioxide concentration in the leaves was low, and the stomatal conductance was high, which was beneficial to water management. The grafting method treatment group showed excellent performance in chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid content, and the chlorophyll a/b ratio was also relatively high, which may be related to the improvement of light energy utilization efficiency of plants. The effect of grafting method on enhancing the antioxidant defense system of rose, and the activities of catalase, superoxide dismutase and peroxidase were significantly higher than those of other treatment groups. The comprehensive analysis showed that the grafting method showed significant advantages in improving the survival rate, growth rate, photosynthetic efficiency, chlorophyll content, water management and antioxidant capacity of rose.

Key words: urban green space; plants; horticultural methods; physiological growth characteristics; roses

在当代城市建设中,绿地作为重要的生态基础设施,不仅为市民提供了休闲和娱乐场所,更是城市生态系统的重要组成部分,本土植物对城市绿地生态平衡起着关键作用^[1-2].与外来植物相比,本土植物更能适应当地气候、土壤和环境条件,因此更容易成活和繁衍.本土植物的生长可以促进土壤微生物繁殖,提高土壤肥力,同时其庞大的根系可以涵养水源,防止水土流失,并能够为城市中的昆虫、鸟类等动物提供食物和栖息地,从而增加城市的生物多样性,有助于维持城市生态平衡.本土植物对城市可持续发展也有着积极的推动作用^[3].研究本土植物的园艺方法有助于提高城市绿地设计水平和景观效果^[4-5].通过合理的规划设计和精心的养护管理,可使本土植物在城市绿地中发挥最大生态、文化和景观效益.例如,利用本土植物进行季相搭配,可以营造出四季不同的景观效果;利用本土植物的不同形态和特点,可以创造出丰富多样的园林空间;利用本土植物的文化内涵,可以为城市绿地增添地方特色和文化底蕴^[6-7].因此,研究如何在城市绿地上种植本土植物的园艺方法十分必要.

城市绿地上种植本土植物的播种法、扦插法、压条法、嫁接法、移植法等园艺方法是实现城市绿地生态化和本地化的重要手段^[8-10].本研究发现播种法通过种子繁殖,具有繁殖速度快的优点,但种子质量对后代影响较大,变异率较高;扦插法利用植物茎叶繁殖,能保持母本性状,但繁殖速度相对较慢;压条法通过植物枝条生根繁殖,成活率高,但繁殖周期较长;嫁接法将不同植物结合,能发挥优良特性,但技术要求较高,且繁殖量有限;移植法将植物从一个生长地转移到另一个生长地,适用范围广,但移植成活率较低.

月季作为城市景观建设与美化的重要元素,不仅以其花色艳丽、花期长、适应性强等特点深受喜爱,而且作为园艺植物的代表之一,在研究植物生长机制和景观美学方面具有代表性和示范作用^[11].月季的繁殖技术研究对提高种植效率具有重要意义,不仅能够满足城市绿化对月季的大量需求,还可以为其他花卉植物的繁殖提供参考^[12].通过对月季生长习性和观赏特性的深入研究,可以优化城市园林规划设计,提升城市绿化品质,丰富城市景观视觉效果和生态环境质量.此外,月季研究还能促进我国园艺产业的发展,创造更多经济价值,提升行业竞争力^[13].近年来,这些繁殖方法在月季及城市花卉培育方面取得了新进展,如播种法筛选出优质种子,提高发芽率;扦插法利用激素促进生根,提高成活率;嫁接法将月季与抗病品种结合,提高抗病性;移植法研究新型容器和基质,提高移植成活率等^[14-16].尽管国内学者对月季种植园艺方法做了大量的研究工作,但目前针对多种园艺方法的对比研究较少,尤其是月季在不同园艺方法处理下植物生理特征方面的研究尚未见报道.因此,本研究以城市常见植物月季为研究对象,比较播种法、扦插法、压条法、嫁接法、移植法等不同园艺方法对月季生理生化性质的影响程度,通过传统极差分析获

得月季适宜的园艺种植方法，以期在城市绿地植物高效栽培提供科学依据。

1 研究地区与方法

1.1 试验区概况

试验于温室进行，试验区属北热带大陆性季风气候，平均海拔约 85.0 m，平均降水量为 640.8 mm，每年 6—9 月平均降雨量超过常年降雨量的 70%。0.6 m 土壤一般容质量约为 1.41 g/cm³，田间持水量约为 26.3%。

1.2 试验方法

本研究以月季为研究对象，在温室内开展不同植物的园艺方法单因素试验。其中，园艺方法(H)设置 5 个水平，分别为扦插法(H1)、移植法(H2)、播种法(H3)、嫁接法(H4)、压条法(H5)，共计 5 个处理(表 1)，每个处理 3 次重复，共计 15 个试验小区。主要技术方法如下：

1) 扦插法：扦插法是无性繁殖的一种方式，选择健康的枝条作为插穗，因为健康的枝条更易生根发芽。剪成带有 2~3 个芽点的插穗是为了确保有足够的生长点可以发展成新的植株。扦插法相较于其他方法操作简单，成活率相对较高，可以快速得到与母株基本相同的植株。

2) 移植法：移植法是在植物生长到一定阶段后，将其从原生长地移动到新的生长地点的方法。选择带有须根的强壮根条可以确保植物具有足够的营养吸收能力，在移植过程中保持植株的稳定性。与其他方法相比，移植法更多关注于植株的成熟阶段，是在幼苗管理之后的步骤，需要特别注意不伤到根部，以确保植物能够在新地点继续生长。

3) 播种法：播种法是植物有性繁殖的一种方式，通过种子繁殖可以确保后代的遗传多样性。因此，在播种前对种子进行消毒处理可以减少病菌和害虫的影响，提高发芽率。与其他繁殖方法相比，播种法需要等待种子发芽成长，时间较长，但可以获得遗传变异较大的后代。

4) 嫁接法：嫁接法是将两个不同的植株结合在一起，使它们合为一体，共享养分和水分。月季枝条和芽嫁接可以实现快速繁殖，保持接穗品种的特性，并充分利用砧木的适应性和抗病性。嫁接法可以实现特定品种的快速繁殖和砧木的有效利用，但技术要求较高，需要一定的技巧和经验。

5) 压条法：压条法是另外一种无性繁殖方式，通过将枝条的一部分埋入土中，使其生根后再切下独立成苗。使用高空压条和一次性水杯等工具，可以更好地保护枝条，提供适宜的生根环境。压条法可以保持母株的优良特性，但相比扦插法，其速度和效率较低。

选择一年生月季作为试验材料，同时准备相应的工具和设备，如园艺铲、剪刀、嫁接刀等。分别在不同的试验区域进行播种，保持土壤湿度和养分供应，并记录播种后的生长情况。在整个试验过程中确保所有试验区域的环境条件、土壤类型、水分管理、施肥等一致，这样可以消除外部因素对试验结果的影响。

表 1 试验方案

处理	园艺方法	处理	园艺方法
H1	扦插法	H4	嫁接法
H2	移植法	H5	压条法
H3	播种法		

1.3 观测项目

以月季嫁接成活后为基准，分别在月季成活后 15 d、30 d、45 d、60 d 测定株高以及茎粗变化，对月季 60 d 的叶片进行光合速率、叶绿素含量、叶干物质质量、叶片酶活性等生理指标测定。

1.3.1 成活率

通过观察月季植株的生长状况来判断成活率。如果月季植株生长旺盛，叶片绿而饱满，没有黄叶或枯

萎现象, 根系健康, 没有腐烂或病虫害, 则可认为植株已经成活.

1.3.2 生长株高、茎粗

以月季嫁接成活后为基准, 分别在月季成活后 10 d、20 d、40 d、60 d 用皮尺测量植株高度, 用游标卡尺测量距嫁接口 2 cm 处茎粗. 未嫁接的也在距离相同部位测定茎粗. 叶片长宽: 在嫁接成活后 60 d 用直尺测量嫁接苗中部叶片长宽.

1.3.3 叶片光合速率

随机选取充分受光、叶位一致的连体健康叶片, 采用 Li 6400 全自动便携式光合仪对叶片净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度和蒸腾速率等气体交换参数进行测定. 测定时采用开放气路, 光强为 800 μmol/(m² · s), 流速为 500 μmol/s. 各区选取 3 片叶子.

1.3.4 叶绿素含量

采用 95%乙醇浸提液提取叶片色素, 用分光光度计比色法分别于 665 nm、649 nm 和 470 nm 处测定吸光值, 分别计算叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素、叶绿素含量. 叶绿素测试选择与光合作用相同叶位的叶片(同一天), 每小区随机选取 3 片叶子进行测量.

1.3.5 比叶质量

在叶片同一位置取 1 cm² 的材料, 于 80℃ 烘干箱中烘至恒质量, 用电子天平称其叶面积所对应的叶干质量. 比叶质量 = 总叶干质量/总叶面积(单位: g/cm²).

1.3.6 叶片酶活性

取相同部位月季叶片, 并将叶片研磨成匀浆, 采用紫外分光光度计在 240 nm 处测定过氧化氢酶(CAT)活性; 在 320 nm 处测定超氧化物歧化酶(SOD)活性; 在 470 nm 处测定过氧化物酶(POD)活性.

1.4 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS 22.0 对本文中用到的数据进行统计分析.

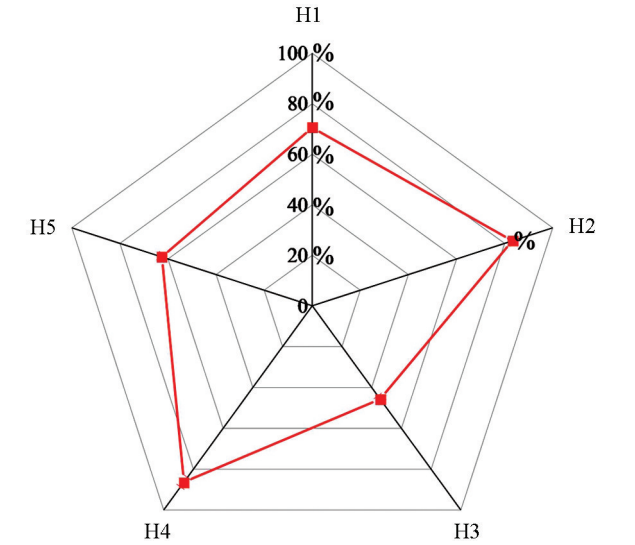
2 结果与分析

2.1 不同处理对成活率的影响

成活率是衡量植物在特定条件下生长和存活能力的指标, 对评估植物适应性和种植是否成功至关重要. 由图 1 可知, H4 处理组的成活率最高, 达到 86.33%, 表明该处理植物的存活能力最强; H2 处理次之(83.23%); H5 处理组的成活率显著下降至 62.56%; H3 处理组的成活率最低(45.68%).

2.2 生长速率

由图 2 可知, 随着生长天数增加, 月季株高、茎粗呈增加趋势, 表明月季该段时间内持续生长. 在 60 d 生长周期内, H4 处理下月季株高最高(19.84 cm), H1 处理下月季株高最低(16.96 cm); 从 15 d 到 30 d, H2 处理下月季株高增长最快(7.71 cm); 从 30 d 到 45 d, H3 处理下月季生长速度最快, 由 11.33 增长到 18.52 cm; 从 45 d 到 60 d, H4 处理下月季生长速度最快, 由 19.21 增长到 19.84 cm 且在整个生长周期内始终处于较高的生长水平. 在 60 d 生长周期内, H4 处理下月季茎粗最高(0.40 cm), H1 处理下月季



H1、H2、H3、H4、H5 分别表示扦插法、移植法、播种法、嫁接法、压条法, 下同.

图 1 不同处理对月季成活率的影响

茎粗最低(0.33 cm). 从 45 d 到 60 d, H4 处理下月季茎粗增长速度最高, 由 0.37 cm 增长到 0.40 cm. H4 处理下月季生育期株高均值显著高于 H1、H2、H3、H5 约 18.30%、6.84%、7.13%、11.93%, 茎粗均值显著高于 H1、H2、H3、H5 约 21.34%、10.82%、10.06%、12.68%. 综合而言, H4 处理下月季株高、茎粗表现最优, 表明其具有较高的生长潜力.

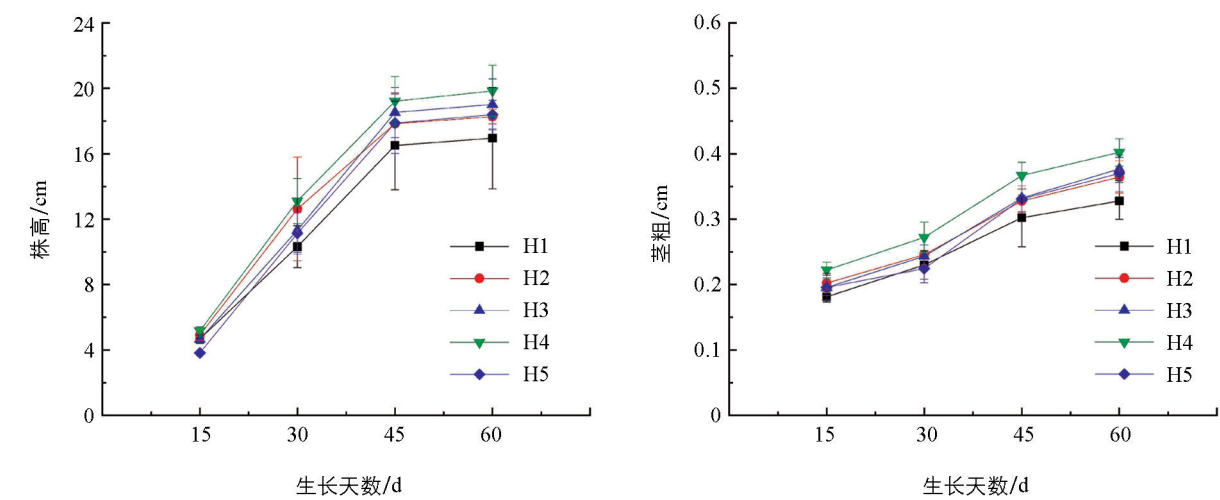


图 2 不同处理对月季株高、茎粗的影响

2.3 叶片光合速率

由图 3 可知, H4 处理下月季叶片光合速率最高, 为 $25.85 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 显著高于 H1、H2、H3、H5 约 27.40%、18.71%、3.43%、11.77%, 表明 H4 处理下月季的光合速率相对较高. H4 处理下包间二氧化碳浓度最低($234.68 \mu\text{mol}/\text{mol}$); H3 处理下的包间二氧化碳浓度($259.15 \mu\text{mol}/\text{mol}$)和 H5 处理下的包间二氧化碳浓度($260.55 \mu\text{mol}/\text{mol}$)相对较高. H4 处理下气孔导度最高, 为 $0.92 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 表明 H4 处理下月季叶片的气孔开放程度较高, 有利于二氧化碳吸收和水分蒸腾. H1 处理下的气孔导度最低, 为 $0.73 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 限制了二氧化碳吸收和水分蒸腾. H4 处理下的蒸腾速率显著高于 H1、H2、H3、H5 约 23.14%、9.92%、0.55%、11.59%. 整体而言, H4 处理对提高月季光合速率具有积极影响, 在月季叶片光合速率、气孔导度和蒸腾速率方面均表现较优, 有利于月季光合作用和水管理.

2.4 叶绿素含量

由表 2 可知, 不同处理对叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素和叶绿素存在显著影响, 表明不同处理对叶绿素合成影响较大. H3 和 H4 处理月季叶片叶绿素 a 含量较高, 分别为 $(6.71 \pm 0.65) \text{ mg}/\text{dm}^2$ 和 $(6.98 \pm 0.46) \text{ mg}/\text{dm}^2$, 表明 H3 和 H4 处理能够促进叶绿素 a 的合成. H1 和 H2 处理组叶绿素 a 含量较低, 分别为 $(5.38 \pm 0.71) \text{ mg}/\text{dm}^2$ 和 $(5.89 \pm 0.46) \text{ mg}/\text{dm}^2$, 而 H5 处理组含量 $[(6.62 \pm 0.46) \text{ mg}/\text{dm}^2]$ 介于 H1、H2、H3、H4 之间. H4 处理组的叶绿素 b 含量最高 $[(3.51 \pm 0.85) \text{ mg}/\text{dm}^2]$, 表明 H4 处理对叶绿素 b 的合成具有显著的促进作用. H3 处理组的叶绿素 b 含量 $[(3.13 \pm 0.61) \text{ mg}/\text{dm}^2]$ 也相对较高, 但略低于 H4. H1 和 H2 处理组的叶绿素 b 含量较低, 分别为 $(2.59 \pm 0.33) \text{ mg}/\text{dm}^2$ 和 $(2.97 \pm 0.48) \text{ mg}/\text{dm}^2$. H4 处理月季叶片类胡萝卜素含量最高 $[(4.18 \pm 0.30) \text{ mg}/\text{dm}^2]$, 表明 H4 处理有助于类胡萝卜素的积累. H3 处理月季叶片类胡萝卜素含量 $[(3.76 \pm 0.05) \text{ mg}/\text{dm}^2]$ 也相对较高, 但略低于 H4. H1 和 H2 处理组的类胡萝卜素含量较低, 分别为 $(2.45 \pm 0.38) \text{ mg}/\text{dm}^2$ 和 $(2.64 \pm 0.07) \text{ mg}/\text{dm}^2$, 而 H5 处理组的含量 $[(3.09 \pm 0.65) \text{ mg}/\text{dm}^2]$ 介于 H1、H2、H3、H4 之间. H4 处理月季叶片叶绿素总量最高 $[(10.49 \pm 1.15) \text{ mg}/\text{dm}^2]$, 显著高于 H1、H2、H3、H5 约 31.66%、18.42%、6.63%、12.59%, 表明 H4 处理可能对整体叶绿素的合成具有积极影响. 由上可知, H4 处理提高叶绿素和类胡萝卜素的含量最为有效, 可能与光合作用效率和植物生长状况有关.

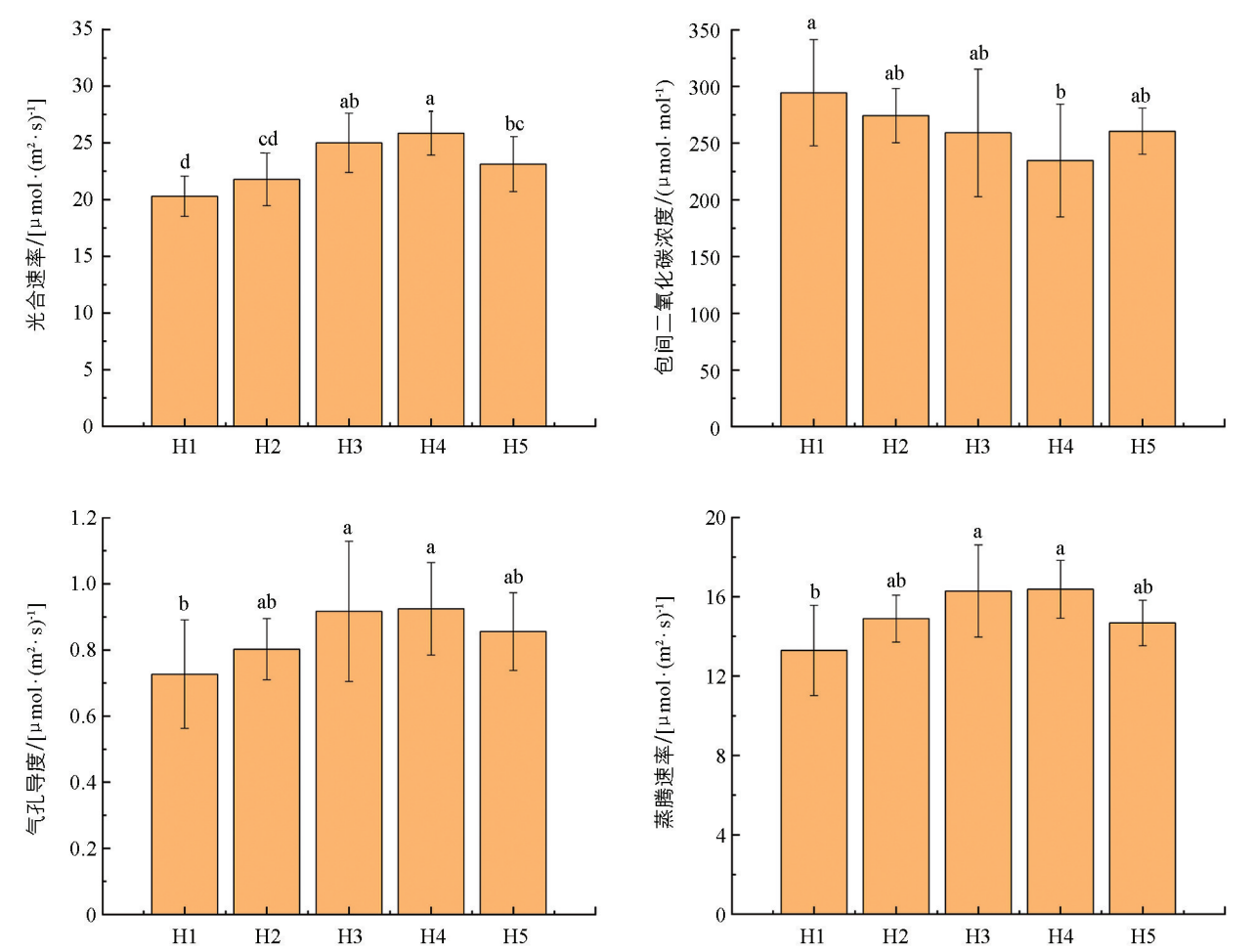


图 3 不同处理对月季叶片光合特性的影响

表 2 不同处理对月季叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素 a/ (mg · dm ⁻²)	叶绿素 b/ (mg · dm ⁻²)	类胡萝卜素/ (mg · dm ⁻²)	叶绿素/ (mg · dm ⁻²)	叶绿素 a/b
H1	5.38±0.71b	2.59±0.33b	2.45±0.38d	7.97±0.86c	2.1±0.34b
H2	5.89±0.46b	2.97±0.48ab	2.64±0.07d	8.86±0.83bc	2.02±0.3b
H3	6.71±0.65a	3.13±0.61ab	3.76±0.05b	9.84±1.21ab	2.2±0.35ab
H4	6.98±0.46a	3.51±0.85a	4.18±0.30a	10.49±1.15a	2.1±0.53b
H5	6.62±0.46a	2.70±0.73ab	3.09±0.65c	9.32±0.98b	2.59±0.63a
F-value 值	12.741**	3.106*	36.117**	8.001**	2.318ns

注：H1、H2、H3、H4、H5 分别表示扦插法、移植法、播种法、嫁接法、压条法，* *、* 分别表示 $p<1\%$ ， $p<5\%$ 水平差异具有统计学意义。下同。

2.5 比叶质量

由图 4 可知，H4 处理下月季的比叶质量最高(6.59 g/cm²)，H1 处理下月季的比叶质量相对最低(5.09 g/cm²)。H4 处理下月季的比叶质量显著高于 H1、H2、H3、H5 约 29.73%、18.45%、4.34%、5.85%，表明 H4 处理对提高月季比叶质量效果显著，其比叶质量最高，月季叶片的水分含量较低，水分利用效率较高。H3 处理效果也较好，比叶质量仅次于 H4，表明 H3 处理条件下对月季水分管理和叶

片结构也有积极影响.

2.6 叶片酶活性

由表 3 可知,不同园艺方法处理对月季叶片过氧化氢酶、超氧化物歧化酶、过氧化物酶活性显著影响($p<5\%$). H4 处理月季叶片过氧化氢酶活性高于 H1、H2、H3、H5 约 28.64%、17.80%、4.22%、5.70%;超氧化物歧化酶活性高于 H1、H2、H3、H5 约 26.04%、17.74%、3.28%、11.32%;过氧化物酶活性高于 H1、H2、H3、H5 约 22.92%、10.04%、0.57%、11.54%. 综合分析可知, H4 处理叶片酶活性较优,可增强月季抗氧化防御能力.

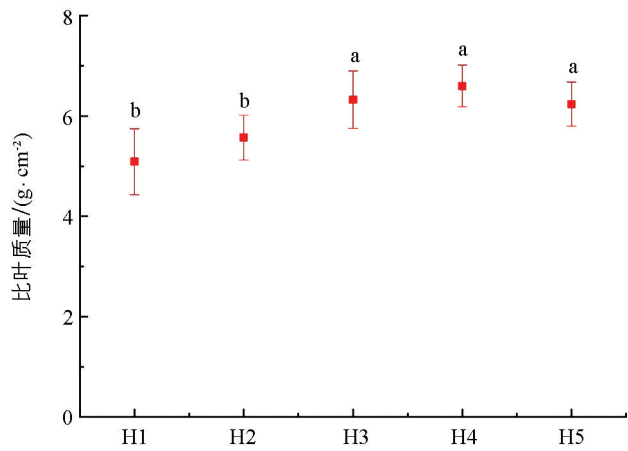


图 4 不同处理对月季比叶质量的影响

表 3 不同处理对月季叶片酶活性的影响 U · g⁻¹

处理	过氧化氢酶	超氧化物歧化酶	过氧化物酶
H1	16.11±2.02b	170.54±14.04d	82.36±13.85b
H2	17.59±1.35b	182.55±18.34cd	92±7.24ab
H3	19.88±1.83a	208.12±21.01ab	100.66±14.13a
H4	20.72±1.31a	214.94±15.22a	101.24±8.9a
H5	19.6±1.34a	193.09±19.44bc	90.76±6.94ab
F-value 值	12.518 * *	9.376 * *	4.825 * *

3 讨论

不同园艺方法处理对植物成活率产生显著影响,本研究发现嫁接法在月季成活率方面表现卓越(86.33%),可能是由于嫁接法作为一种无性繁殖技术,能够保持亲本植物的遗传特性,同时结合砧木根系优势,为月季提供了更强的适应性和抗逆性^[17]. 同时,嫁接后适当的水分、光照和温度控制为嫁接成功提供了保障^[18-19]. 该技术不仅能够快速繁殖出大量遗传性状一致的植株,还能通过选择具有优良性状的砧木,如抗病性、抗旱性等来提高月季的整体生长表现^[20]. 前人研究发现,嫁接法的高效性为月季繁殖和栽培提供了一种可靠且经济的方法^[21],与本研究结论一致.

不同园艺方法处理对植物生长产生显著影响,本研究发现嫁接法(H4)在促进月季生长速率方面效果显著,为园艺学和植物生理学领域提供了新的视角. 本研究不仅证实了嫁接技术在植物生长调控中的潜力,也为月季快速繁殖和早期开花提供了科学依据^[22]. 嫁接法能够将具有优良性状的接穗与根系发达且适应性强的砧木结合,这种结合往往能够促进植物生长激素平衡,从而加速植株生长. 在本研究中,嫁接后的月季植株能够在 60 d 内实现株高和茎粗显著增长,表明嫁接法能够有效地促进植物细胞分裂和伸长,加速生长过程. 生长稳定性的提升则可能与嫁接过程中砧木对环境变化的适应性有关. 由于砧木通常具有较强的抗逆性,能够为接穗提供稳定的生长环境,从而减少外界环境波动对植株生长的影响^[23]. 这种稳定性对环境条件敏感的植物尤为重要,有助于植株在不同生长阶段保持一致的生长速率,从而提高整体的生长效率.

光合作用是植物能量转换和生长的基础,光合速率提高直接关系到植物生产力的提升. 本研究发现,不同园艺方法处理对植物光合作用产生显著影响^[24]. 嫁接法可显著提高月季叶片光合速率,表明嫁接技术在植物生理生态学中具有重要作用. 在本研究中,嫁接法(H4)处理条件下月季叶片光合速率达

到 $25.85 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 这是因为嫁接法能够有效地促进光能捕获和转化, 促使叶片内部二氧化碳浓度降低和气孔导度提高. 较低的二氧化碳浓度意味着光合作用过程中的碳固定效率更高, 而较高的气孔导度则有助于水分蒸腾和二氧化碳进入, 从而提高植物内部水分平衡和水分利用效率^[25]. 光合速率变化可能与嫁接过程中砧木和接穗之间的相互作用有关, 砧木可能通过其根系吸收和运输水分及养分, 为接穗提供更优的生长条件. 叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量的提升, 以及叶绿素 a/b 比值的增加, 进一步证实了嫁接法对光能利用效率的积极影响. 由于叶绿素是光合作用中捕获光能的关键色素, 其含量的增加直接关系到光能捕获能力的提高; 类胡萝卜素则在保护叶绿素免受光照强度过高的损害中起着重要作用; 叶绿素 a/b 比值的变化可能反映了植物对不同光照条件的适应策略, 较高比值与光能利用效率的提升有关^[26-27].

植物在面对环境压力时, 如干旱、高温、盐分胁迫等会产生大量的活性氧种(ROS), 而 ROS 过量时会对细胞结构和功能造成伤害. 因此, 植物体内的抗氧化防御系统对维持细胞稳态和保护植物免受逆境伤害至关重要. 本研究发现嫁接法处理可增强植物抗氧化防御能力, 具体表现为该处理月季叶片过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性高于其他处理. CAT、SOD 和 POD 活性是植物抗氧化防御系统中的关键组成部分, 能够清除 ROS, 保护植物免受氧化应激的损害^[28]. 其中, CAT 主要负责分解过氧化氢, SOD 则将超氧阴离子转化为过氧化氢, 而 POD 则进一步分解过氧化氢, 进而提高月季对环境压力的适应性^[29].

4 结论

本研究旨在探究不同园艺处理方法(扦插法、移植法、播种法、嫁接法、压条法)对月季生长特性的影响, 通过对比分析成活率、生长速率、叶片光合速率、叶绿素含量、比叶质量以及叶片酶活性等关键指标, 为月季高效栽培提供科学依据. 研究表明嫁接法在月季成活率上表现最优(86.33%), 证明了其在月季繁殖和栽培中的高效性. 嫁接法在生长速率方面同样表现突出, 其对植物生理活动的调节具有积极作用, 促使月季株高和茎粗在 60 d 内增长显著. 嫁接法处理月季叶片光合速率最高达 $25.85 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 且叶片内部二氧化碳浓度低, 气孔导度高, 有助于优化水分管理和光合作用效率. 嫁接法处理在月季叶片叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量上均表现优异, 叶绿素 a/b 比值略高于其他组, 对于月季光合能力的提高具有促进作用, 并导致比叶质量也较高. 叶片酶活性分析进一步证实了嫁接法在增强月季抗氧化防御能力方面的效果, 其过氧化氢酶、超氧化物歧化酶和过氧化物酶活性均高于其他处理组, 有助于提高植物对环境压力的适应性. 综上所述, 嫁接法在提高月季成活率、生长速率、光合效率、叶绿素含量、水分管理和抗氧化能力方面具有显著优势, 建议采用嫁接法种植本土植物月季. 同时, 对于本土其他植物的种植, 应充分考虑其生物学特性和生态需求, 采取适宜的种植方法和管理措施, 以促进其健康生长, 维护生态平衡.

参考文献:

- [1] LABADESSA R, ANCILLOTTO L. Small but Irreplaceable: The Conservation Value of Landscape Remnants for Urban Plant Diversity [J]. *Journal of Environmental Management*, 2023, 339: 117907.
- [2] SHARMA A, HAZARIKA M, HEISNAM P, et al. Controlled Environment Ecosystem: A Plant Growth System to Combat Climate Change through Soilless Culture [J]. *Crop Design*, 2024, 3(1): 100044.
- [3] ENS E J, ROSSETTO M, COSTELLO O. Recognising Indigenous Plant-Use Histories for Inclusive Biocultural Restoration [J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2023, 38(10): 896-898.
- [4] COUSINS S R. Indigenous Plants: Key Role Players in Community Horticulture Initiatives [J]. *Human Ecology Review*, 2015, 21(1): 59-85.

[5] YANG D X, HUANG X F. Landscape Design and Planning Methods for Plant Protection Based on Deep Learning and Remote Sensing Techniques [J]. Crop Protection, 2024, 180: 106620.

[6] 彭玉亮, 李淑君. 提升都市园艺功能构建绿色区域经济问题的研究 [J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2008, 39(4): 557-560.

[7] LU N, SONG C, KURONUMA T, et al. The Possibility of Sustainable Urban Horticulture Based on Nature Therapy [J]. Sustainability, 2020, 12(12): 5058.

[8] 褚江涛. 城市园林花卉苗木栽培管理技术探究 [J]. 智慧农业导刊, 2022, 2(9): 68-70.

[9] 孟君朝. 浅谈城市园林花卉栽培与养护措施 [J]. 南方农业, 2021, 15(24): 77-78.

[10] 姚朋, 黄蕾. 植物生态学原理在城市绿地规划中的应用 [J]. 贵州农业科学, 2008, 36(5): 144-146.

[11] 黄益田. 粤港澳大湾区月季栽培与养护探讨 [J]. 现代园艺, 2023(23): 159-161.

[12] NASIBI F, FARAHMAND H, NOORI H, et al. Cold Atmospheric Pressure Plasma as Eco-Friendly Technology Prolonged the Vase Life and Improved the Quality of Cut Rose Flowers [J]. Scientia Horticulturae, 2024, 327: 112829.

[13] 崔玉进, 吴芳. 北京月季叶际表生真菌多样性及群落结构 [J]. 菌物学报, 2024, 43(1): 4-21.

[14] 陈晓敏. 不同茶香月季品种观赏特性研究 [J]. 现代园艺, 2024(2): 1-2, 9.

[15] 叶水英, 张玉芬. 不同植物生长调节剂对月季扦插生根的影响 [J]. 安徽农学通报, 2023, 29(S1): 37-40.

[16] REZAI S, SABZALIAN M R, NIKBAKHT A, et al. Red LED Light Improved the Vase Life of Cut Rose Flowers during Cold Storage [J]. Postharvest Biology and Technology, 2024, 210: 112752.

[17] 刘亚丽, 靳萍, 刘蕾. 某些物理化学因素对月季切花瓶插寿命的影响 [J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 90-92.

[18] 秦金凤. 月季嫁接苗扦插成活率影响因素筛选 [D]. 南京: 南京农业大学, 2021.

[19] DUBOIS A, RAYMOND O, MAENE M, et al. Tinkering with the C-Function: A Molecular Frame for the Selection of Double Flowers in Cultivated Roses [J]. PLoS One, 2010, 5(2): e9288.

[20] 蒲希希. 月季嫁接理化特性及其在贵州乡村景观中的应用——以安顺市市新村为例 [D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2023.

[21] 陈红艳, 钟思玲, 饶蔷薇, 等. 金刺梨砧木对月季嫁接苗生长的影响 [J]. 湖南农业科学, 2022(10): 54-56.

[22] 闫卓, 秦金凤, 瞿辉, 等. 砧木和接穗对嫁接月季生长的影响 [J]. 江苏农业科学, 2022, 50(4): 126-130.

[23] 吴林, 刘燃, 吴冬琴, 等. 响应月季花朵衰老的 RhRRs 基因筛选及表达特性分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2020, 42(3): 35-42.

[24] 贺淑霞. 树月季不同砧穗组合生长及生理生化反应的比较研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.

[25] CAI D N, LI Z, HUAI Y J. 3D Reconstruction and Visual Simulation of Double-Flowered Plants Based on Laser Scanning [J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2019, 33(10): 1955013.

[26] 贾伟锋, 巫瑞, 郑明燕, 等. 不同品种藤本月季盛花期光合特性的综合评价 [J]. 分子植物育种. 2023.

[27] 彭潇潇. 库源关系对苗木光合特性和生长策略的影响 [D]. 太原: 山西农业大学, 2022.

[28] SUN J J, LU J, BAI M J, et al. Phytochrome-Interacting Factors Interact with Transcription Factor CONSTANS to Suppress Flowering in Rose [J]. Plant Physiology, 2021, 186(2): 1186-1201.

[29] 孟志卿, 徐东生, 郭平. 几种抗黑斑病月季品种酶活性的研究 [J]. 武汉大学学报(理学版), 2005, 51(S2): 278-282.

责任编辑 夏娟