

不同基质配比及营养配方对天竺葵·矾根·草莓生长和观赏性的影响

邹凌^{1,2}, 阳纯艳³, 赵培飞^{1,2}, 田敏^{1,2}, 施自明^{1,2}, 王心潮^{1,2}, 陆琳^{1,2}, 苏艳^{1,2*} (1. 云南省农业科学院花卉研究所, 云南昆明 650205; 2. 国家观赏园艺工程技术研究中心, 云南昆明 650205; 3. 砚山县农业技术推广中心, 云南砚山 663100)

摘要 采用不同比例的红土、椰糠、腐殖土、草炭进行混合形成配方, 对不同的配方基质容重进行了测量, 并结合使用缓释肥或水溶肥配方对以上3种植物的生长与观赏性进行了量化评估。结果表明, 采用2份椰糠、1份草炭的配方(配方E)容重最小, 约为375 g/L; 2份椰糠、1份腐殖土的配方(B)容重为410 g/L; 1份红土、2份椰糠、1份珍珠岩的配方(配方A)容重最重, 为525 g/L; 与配方A相比, 前2个基质配方增大了植株的叶面积、冠幅、匍匐茎长度和数目。由此可知, 对于天竺葵与矾根而言, 最佳组合是2份椰糠、1份草炭配合使用水溶肥配方; 对于草莓而言, 2份椰糠、1份腐殖土配合缓释肥的使用为最佳组合。

关键词 天竺葵; 矾根; 草莓; 栽培基质; 生长; 观赏性

中图分类号 S606 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)19-0058-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.19.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

The Effects of Different Growth Media and Fertilization Schemes on the Growth and Ornamentality of *Pelargonium* sp., *Heuchera* sp., *Fragaria × ananassa*

ZOU Ling^{1,2}, YANG Chun-yan³, ZHAO Pei-fei^{1,2} et al (1. Institute of Flowers, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205; 2. National Engineering Research Center of Ornamental Horticulture, Kunming, Yunnan 650205; 3. Yanshan Agricultural Technology Extension Center, Yanshan, Yunnan 663100)

Abstract Different media containing red soil, coconut coir, humus, peat of different portions was made. Slow-release and water-dissolvable fertilizers were applied and their effects on growth and ornamentality of plants were evaluated. Mixture of 2 parts coconut coir, 1 part peat (formula E) had the lowest bulk density being 375 g/L, followed by mixture of 2 parts coconut coir, 1 part humus (formula B) being 410 g/L, and 1 part red soil, 2 parts coconut coir, 1 part perlite (formula A) being 525 g/L. The first 2 mixtures (formula E and B) increased leaf area, canopy breadth and the number of stolons. Water-dissolvable fertilizers inhibited growth of *Fragaria × ananassa*, but promoted growth of *Pelargonium* sp., *Heuchera* sp. To optimize growth and ornamentality of *Pelargonium* sp., *Heuchera* sp., the best combination was using 2 parts coconut coir, 1 part peat with water-dissolvable fertilizers. To optimize growth and ornamentality of *Fragaria × ananassa*, 2 part coconut coir, 1 part humus with slow-release fertilizer was the best combination.

Key words *Pelargonium* sp.; *Heuchera* sp.; *Fragaria × ananassa*; Cultivation media; Growth; Ornamentality

随着我国城市化进程的日益加快, 高层建筑的不断增长, 改善城市绿化对城市生态问题的解决具有重要意义。垂直绿化是城市立体绿化的重要表现之一, 在我国多数城市中有所体现, 有利于城市美化和城市规划工作的深入开展^[1]。垂直绿化主要由以下几个部分构成: 绿色植物、维护设备与硬件(浇灌设备)、栽培基质(土壤、水或无土基质)。由于垂直绿化栽培模式与其他模式有显著的区别, 因此, 该模式对栽培基质有一定的要求, 如生长基质需要有较好的稳固性, 要考虑到建筑物的承重以及种植的养护和维护难度, 还要求具有重量轻、较好的保水、养分缓释及良好的透水透气性等特点^[2]。不同栽培基质如土壤、草炭、腐殖土、珍珠岩、椰糠、锯木屑的物理和化学特性均不相同。因此选择适合垂直绿化的栽培基质一直是该领域的研究重点。在可移动垂直绿化容器育苗中, 美女樱和小叶卫矛最佳基质配方为4 cm 椰丝1份、腐殖土6份、园土4份; 矮麦冬的最佳基质配方为2 cm 椰丝1份、腐殖土9份、园土4份和珍珠岩3份或者6 cm 椰丝1份、腐殖土9份、园土2份^[3]; 萝藦幼苗在园土、草炭和蛭石以体积比4:2:4配制而成的混合基质上生长情况较好^[4]; 与稻壳炭和木屑炭相比, 以泥炭、椰砖作为基质主成分

的混合基质保肥性最佳^[5]。

天竺葵(*Pelargonium* sp.)、矾根(*Heuchera* sp.)、草莓(*Fragaria × ananassa*)是常见的绿化植物, 易管护, 可以作为垂直绿化植物。植物的生长离不开对大、中、微量元素的摄取。天然土壤中含有一定量的大、中、微量元素。因此将土壤作为垂直绿化植物栽培基质的一个组分有利于植物的生长; 但土壤的容重通常显著大于各种无土基质, 如椰糠、草炭、腐殖土、珍珠岩。因此土壤的添加必然会加重整个垂直绿化体系。椰糠、草炭、腐殖土、珍珠岩容重相比土壤较轻; 然而, 无土基质如椰糠、草炭、腐殖土各营养元素的含量与土壤相比较少^[6], 因此, 如果将无土基质作为垂直绿化植物的物理支撑, 添加足够的各种营养元素才能让植物正常生长。因此, 摸索优化的不同栽培基质组分配方和营养管理对垂直栽培绿化体系非常重要。笔者探索不同椰糠、草炭、腐殖土、珍珠岩组分的比例对容重和天竺葵、矾根、草莓生长的影响, 通过比较大、中、微量元素的溶水肥配方与缓释肥对植物生长的影响, 以期找到重量轻、易维护、观赏性好的垂直栽培体系。

1 材料与方法

1.1 试验材料及处理 试验包含3种植物与2个因子。植物种类为天竺葵、草莓、矾根。2个因子分别是不同基质比例配比与不同肥料的应用。不同基质比例(体积比)为1份红土、2份椰糠、1份珍珠岩(A); 2份椰糠、1份腐殖土(B); 2份

基金项目 云南省科技厅重点研发计划项目(2018BB014); 云南省科技厅重点研发计划项目(2019ZG006)。

作者简介 邹凌(1982—), 男, 云南昆明人, 副研究员, 博士, 从事观赏园艺作物研究。* 通信作者, 研究员, 从事观赏园艺方面的研究。

收稿日期 2021-10-26

椰糠、1 份草炭(E)。A 处理为当前常用的垂直绿化栽培基质比例。不同肥料处理为缓释复合肥(I)、水溶肥配方(II)(表 1)。按照以上比例将各栽培基质均匀地混合后,装入图 1 的栽培盒中。对于缓释复合肥处理,5 g 缓释肥与栽培基质均匀混合后,装入栽培盒中,用清水浇灌直至栽培基质饱和。对于水溶肥配方处理,按表 1 中所示的量,将各肥料加入 100 L 清水中,待完全溶解后,浇灌至栽培盒中,直至栽培基质饱和。然后将处于同一生长阶段的各种植物移栽至栽培盒中。每一种植物与因子均有 4 个重复。每个重复中有 2 个植株。在持续 60 d 的试验过程中,所有植株均置于避雨的大棚中,每 2~3 d 用清水浇灌 1 次,每次浇灌至栽培盒底部有少量的水渗出。

表 1 水溶肥配方中化学物质含量

Table 1 Chemical substances content in water-soluble fertilizer formula

序号 No.	化学物质 Chemical substances	分子式 Molecular formula	用量(100 L 清水) Dosage//g
1	四水硝酸钙	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	150
2	硝酸钾	KNO_3	30
3	硫酸钾	K_2SO_4	5
4	七水硫酸镁	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	80
5	磷酸二氢钾	KH_2PO_4	40
6	螯合铁 11% DTPA	$\text{C}_{14}\text{H}_{20}\text{FeN}_3\text{O}_{10}$	10
7	螯合锰	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O} \cdot 8\text{MnNa}_2$	5
8	螯合锌	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{ZnNa}_2$	5
9	硼酸钠	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	10
10	螯合铜	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{CuNa}_2$	5
11	钼酸钠	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	6

1.2 测定项目与方法

1.2.1 栽培基质的理化性质及营养元素的测量。对于容重,首先将各栽培基质烘干,然后分别将红土与每种栽培基质装入 1 L 的容器中,装至基质与容器口齐平,不进行填压,而后称重,减去容器的重量后即为每种栽培基质的容重。用同样方法对按比例混合好的基质容重进行测量。依据中华人民共和国农业行业标准(NY/T)对混合后各栽培基质的理化指标,即电导率(EC)、酸碱度(pH)及各营养元素的有效态(表 2)进行了测量。植株被收割后,对混合基质的 EC 再进行 1 次测定。

1.2.2 植株长势与观赏性的评估。在试验 28 d 时(第一生长阶段),对天竺葵的观赏性指标包括株高、叶直径、植株冠幅,矾根的观赏性指标包括叶直径、植株冠幅进行测量。直径和冠幅的测量方法见图 1,叶面直径具体方法为在 1 个植株上随机选取 2 片叶子,测量记录后取算术平均数;冠幅测量见图 1C,为长×宽所得的面积表示。草莓的观赏性包括匍匐茎的数目与长度。长度的最终值为 4 根随机选取的匍匐茎的算术平均值。以上指标在试验 56 d(第二生长阶段)重复测量一次。试验结束后,收割所有植株地上部分用于生物量的测量。

1.3 数据分析 数据统计分析采用软件为 R。因变量:容重、基质理化指标、叶直径、植株冠幅、匍匐茎数目和长度、生物量。对因变量与自变量:不同基质比例配比、不同肥料所组成的矩阵进行方差分析。当 $P < 0.05$,自变量对因变量的影响显著。post hoc 分析则通过计算最小显著差异(L. S. D.) 比对不同处理或因子间的平均值是否存在显著差异。



图 1 试验设计(以天竺葵为例)

Fig. 1 Experimental design

2 结果与分析

2.1 栽培基质的容重、EC、pH 及营养元素含量 由表 2 可见,在 A、B、E 基质按照比例混好后,由于各水溶肥的加入,含水溶肥 II 的各处理的 EC_1 显著大于含缓释肥 I 的各处理;除铵根离子外,含水溶肥 II 的各处理中各大、中、微量元素均

显著大于含缓释肥 I 的各处理。pH 在各处理间无显著差异,在 5.6~6.0,属于中等酸性。在试验结束时,除 B. I 和 B. II 外,含水溶肥 II 的各处理与含缓释肥 I 的各处理, EC_2 无显著差异。不同基质配方之间比较,配方 E. I 和 E. II 的 EC_2 值分别为 1.12 和 1.37 mS/cm,显著高于配方 A. I、A. II、

B. I 和 B. II 处理。

表 2 不同比例混合基质的 EC、pH 及各营养元素含量

Table 2 EC, pH and nutrient element contents of mixed substrates in different proportions

处理 Treatment	电导率 1 EC ₁ mS/cm	电导率 2 EC ₂ mS/cm	pH	硝酸根 NO ₃ ⁻ mg/kg	铵根 NH ₄ ⁺ mg/kg	磷 P mg/kg	钾 K mg/kg	钙 Ca mg/kg
A. I	0.74 d	0.81 bc	6.00 a	15.00 bc	1.20 bc	12.00 b	74.00 e	1 579.00 c
A. II	1.26 c	0.87 b	5.70 a	75.00 a	1.70 bc	41.00 a	306.00 c	2 348.00 b
B. I	0.65 d	0.83 b	5.80 a	4.50 d	4.30 a	9.00 b	124.00 d	535.00 d
B. II	1.10 c	0.79 c	5.60 a	79.00 a	3.70 a	36.00 a	436.00 a	2 147.00 b
E. I	1.56 b	1.12 a	5.90 a	9.60 c	0.70 c	11.00 b	97.00 d	379.00 d
E. II	1.76 a	1.37 a	5.80 a	69.00 a	0.50 c	42.00 a	394.00 b	3 127.00 a

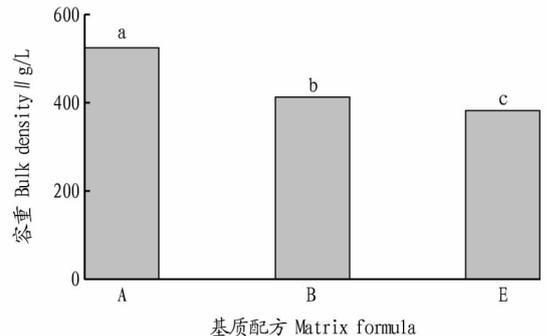
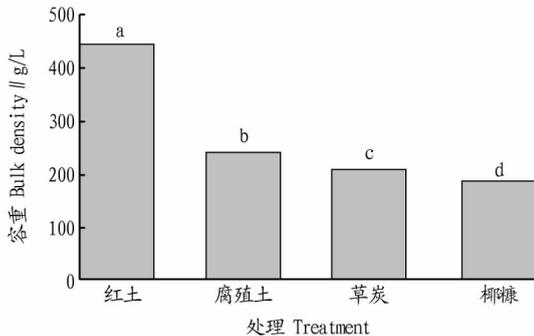
处理 Treatment	镁 Mg mg/kg	硫 S mg/kg	铁 Fe μg/kg	锰 Mn μg/kg	铜 Cu μg/kg	锌 Zn μg/kg	硼 B μg/kg
A. I	110.00 c	11.00 c	14.60 b	25.00 b	13.60 bc	3.60 b	2.10 cd
A. II	315.00 a	45.00 a	221.00 a	140.00 a	61.20 a	31.50 a	20.70 a
B. I	87.00 c	21.00 bc	17.60 b	31.00 b	8.70 c	2.30 d	0.90 d
B. II	309.00 a	51.00 a	197.00 a	156.00 a	49.10 b	21.60 a	11.60 b
E. I	96.00 c	12.00 c	21.00 b	32.00 b	4.20 c	2.40 b	3.40 c
E. II	256.00 b	56.00 a	223.00 a	141.00 a	39.40 b	22.10 a	21.30 a

注: 同列不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。电导率 1 为基质混合加入肥料后测定值; 电导率 2 为植株收割后测定值

Note: Different small letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$). Conductivity 1 was the measured value after adding the fertilizer in the mixed matrix; Conductivity 2 is the measured value after plant harvest

由图 2 可知, 红土、腐殖土、草炭、椰糠的容重存在显著差异, 椰糠的容重最小约为 175 g/L, 其他 3 种分别为草炭 205 g/L, 腐殖土 245 g/L, 红土 440 g/L。对于混合后的基质,

基质配方 E (2 份椰糠, 1 份草炭) 的容重最小约为 375 g/L, 基质配方 B (2 份椰糠, 1 份腐殖土) 为 410 g/L, 基质配方 A (1 份红土, 2 份椰糠, 1 份珍珠岩) 为 525 g/L。



注: 不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different small letters indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

图 2 不同原料和配方组合的容重

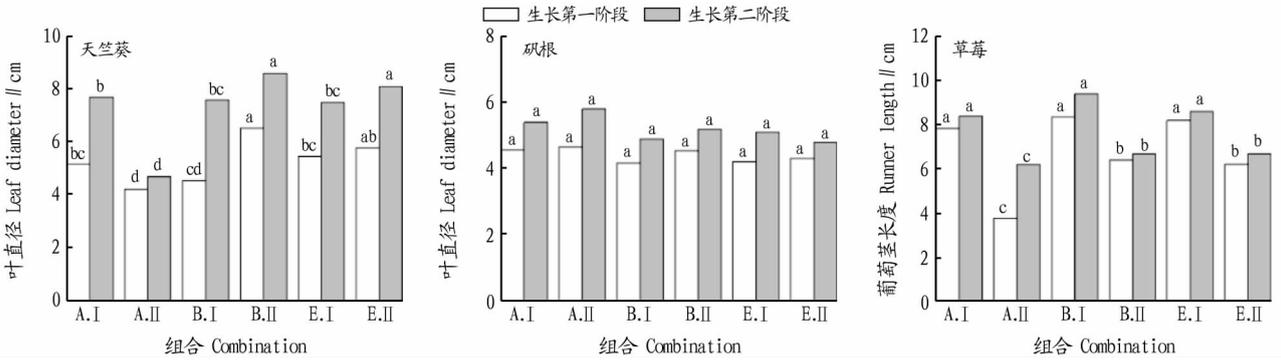
Fig. 2 Bulk density of different raw materials and formula combinations

2.2 植株 2 个生长阶段的叶直径和匍匐茎长度 在生长的第一阶段 (图 3), 天竺葵叶直径组合 B. II 较大约为 6 cm, 显著大于 A. I、A. II、B. I、E. I。矾根叶直径在不同组合之间差异不显著。草莓匍匐茎长度组合 A. I、B. I、E. I 较长在 8 cm 左右, B. II、E. II 约为 7 cm, A. II 最短。在生长的第二阶段, 天竺葵直径组合 B. II、E. II 约 8 cm, 其次为 A. I、B. I、E. I, A. II 直径最小约为 5 cm。矾根叶直径在第二阶段, 叶直径相比第一阶段显著增大, 然而在不同组合之间, 差异仍不显著。

2.3 植株的生物量、株高、冠幅和匍匐茎数目 天竺葵地上部分生物量 A. II 组合最低 (图 4), 约为 2 g, 显著低于其他组合。在 B. I 组合中, 天竺葵地上部分生物量约为 7 g。B. II、E. I 组合的生物量最高, 达 10 g 左右。A. I、E. II 组合的生物量为 9 g 左右, 但两者差异不显著。矾根地上部分生物量在

不同组合之间差异不显著, 但 A. II、B. II、E. II 组合的生物量约为 18 g, 略高于其他组合。草莓地上部分生物量组合 B. II 最高, 约为 1.8 g; 草莓地上部分生物量组合 E. II 最低, 约为 0.75 g, 显著低于 B. II。

天竺葵株高组合 A. II、B. I 最矮 (图 5), 约为 37 cm, 显著低于其他组合。在其他组合中, 天竺葵的株高均大于 55 cm, 组合 B. II 最高, 达 65 cm。天竺葵冠幅组合 A. II 最小, 约为 125 cm², 组合 B. I 冠幅为 260 cm², 显著大于 A. II; 然而这 2 个组合显著小于其他组合, 其他组合的冠幅均达 375 cm² 以上, 尤其是 E. I 达 450 cm²。矾根的冠幅 A. I、B. I、E. I 较小, 为 350~420 cm²; 组合 A. II、B. II 冠幅达 500 cm² 以上, 显著大于 A. I、B. I、E. I。草莓匍匐茎数目组合 B. I、B. II 最多, 每个植株达 9 个, 其他组合每个单株为 7 个左右。

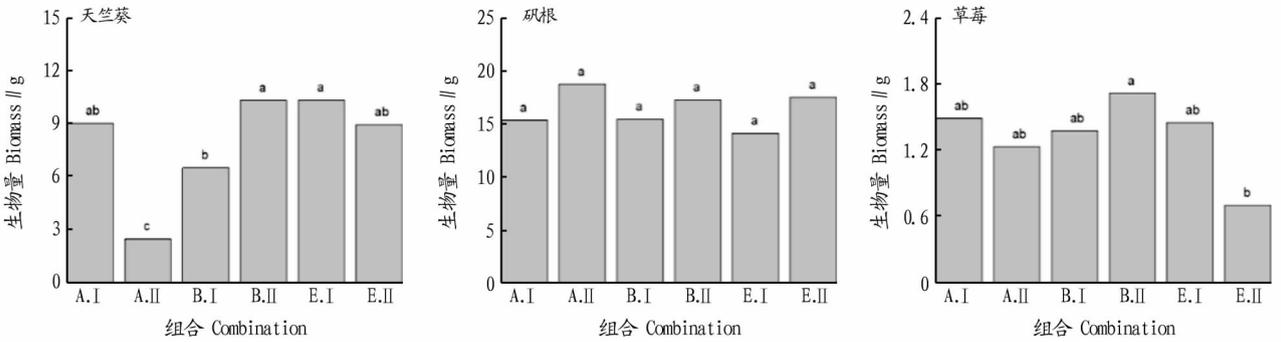


注:不同小写字母表示同一阶段不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters in the same column indicated significant difference between different treatments at the same growth period ($P<0.05$)

图 3 2 个生长阶段植株在不同基质配方和肥料处理下的叶直径和匍匐茎长度

Fig. 3 Leaf diameter and stolon length of plants at two growth stages under different matrix formulas and fertilizer

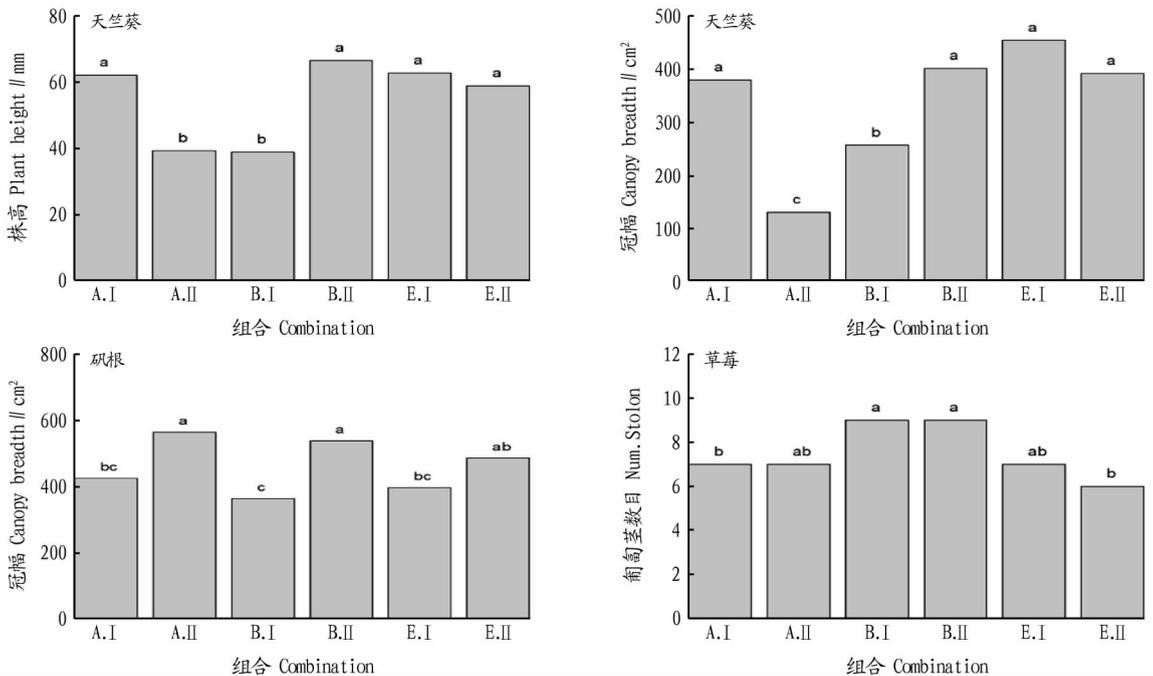


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$)

图 4 植株收割后不同基质配方和肥料处理组合的地上部分生物量

Fig. 4 Aboveground biomass of different matrix formulas and fertilizer treatment combinations after plant harvest



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different small letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P<0.05$)

图 5 植株收割时不同基质配方和肥料处理组合的株高、冠幅和匍匐茎数目

Fig. 5 Plant height, crown width and stolon number of different matrix formulas and fertilizer treatment combinations during plant harvesting

3 讨论

3.1 轻便的基质组合选择 腐殖土、草炭、椰糠单独作为垂直绿化体系的栽培基质和红土比较具有轻便的优势。容重大的栽培基质在风力大的环境下有较强的固定效果^[7]。对于天竺葵、矾根、草莓而言,其植株尺寸较小,在室外垂直绿化栽培体系中受风力的影响小,所以无需容重大的栽培基质来固定。因此对于该研究的3种垂直绿化植物和其他尺寸小的植物种类而言,选择较为轻便的栽培基质是必然的趋势。不同无土栽培基质的理化性质存在明显差异,如CEC(cation exchange capacity,阳离子交换能力)反映栽培基质的保肥能力、孔隙度、pH、保水能力、容重等^[8]。在该研究中,配方A、B、E各组分均为无土栽培基质常用的比例。基质配方E(2份椰糠,1份草炭)与基质配方B(2份椰糠,1份腐殖土)的容重显著小于有红土的基质配方A。栽培基质的容重与CEC呈一定程度的正相关关系^[9],在不同的基质配方中,应使用不同的肥料或者不同的施肥方案。如对于CEC和黏粒低的土壤,化肥和农药应“少量多次施”,对于CEC和黏粒高的土壤应“相对集中施用”^[10]。该研究中,在2个生长阶段,天竺葵与矾根叶的直径和草莓匍匐茎的长度,以及其最终的生物量、株高、冠幅、匍匐茎数目在不同栽培基质中未表现出明显差异。

3.2 缓释肥和配方肥对植物生长和观赏性的影响 在不同肥料处理中,使用水溶肥栽培基质的EC1值明显大于使用缓释肥基质的EC1值,表明水溶肥对营养水平的提高是快速明显的,而缓释肥中的营养元素还未得到充分的释放。该研究中的3种植物种类在不同栽培基质配方中对EC1值的提高有不同的反映,对于天竺葵,生长28d时,在含有红土的基质配方A中,水溶肥的处理似乎抑制了其叶直径的增大,然而在基质配方B中,水溶肥促进了叶直径的增大,在基质配方E中,叶直径在缓释肥和水溶肥的处理中无明显差异;生长56d时,不同配方基质EC2已经无明显差异,证明缓释肥中的养分随着时间的推移逐渐释放出来。从天竺葵最终的生物量来看,在基质配方A中,水溶肥处理对天竺葵有明显的抑制作用。Ku等^[11]研究表明对于盆栽的天竺葵而言,在用水溶肥时,必须让浇灌的水肥渗出20%~40%以排除过量的盐分以获得更大的叶面积,然而该研究并未界定出栽培基质中EC对天竺葵植株有抑制的门槛值。对于矾根而言,在试验过程中同一个生长阶段,矾根叶直径在不同处理中无显著差异,且其最终生物量在不同处理中也无显著差异;然而,在用水溶肥配方的处理中,矾根的冠幅显著大于缓释肥的处理。草莓在生长第一阶段明显受到水溶肥的抑制,这表明该研究中的水溶肥配方不适合该草莓品种的生长,这可能在很大程度上归结于栽培基质中EC值过高,该研究所用的水溶肥配方的EC值均高于1.0 mS/cm,高盐分对草莓生长产生了抑制作用。在生长的第二阶段,在同一种基质配方中,使用水溶肥的处理,草莓匍匐茎的长度仍低于使用缓释肥的处理;值得注意的是,在使用缓释肥的处理中,随着其中的营养元素得到了释放,在生长的第二阶段匍匐茎长度显著增加;

在缓释肥处理中,在A、E基质配方中,草莓的生物量也大于使用水溶肥的处理;在B基质配方中,草莓的匍匐茎数目最多。

3.3 天竺葵、矾根、草莓最优化的垂直绿化栽培体系的选择 每一种栽培基质都有其特有的属性^[12]。不同植物生长的最佳环境也不同,如pH可以影响不同种类植物的生长^[13]。所以通过试验选择适合目标植物最适的基质配方和营养配方对于垂直绿化体系的推广具有重要意义。对于垂直绿化植物的观赏性而言,也与不同的植物种类和环境有关。对于该研究的3种植物作为垂直绿化植物,均无现成的观赏性标准,但植物的健康生长应是重要的一个指标。对于垂直绿化植物而言,其中一个重要的指标是这些植物所产生的表面积能够覆盖目标环境^[14]。因此,该研究评估了天竺葵与矾根的叶面积和冠幅或者草莓的匍匐茎长度和数目,叶面积、冠幅越大,匍匐茎数目越多越长,其观赏性越好。对于栽培基质配方的筛选,由于使用了无土栽培基质,由不同比例的腐殖土、草炭、椰糠所构成的基质配方B和E均比有红土的基质配方A轻便,有利于垂直绿化体系的养护,尤其是基质配方E最轻。该研究所使用的水溶肥配方明显不适合草莓的生长,然而对无土基质中的天竺葵与矾根而言,它们的观赏性都被水溶性配方提高。因此从栽培基质的轻便和观赏性角度,对于天竺葵,最佳的组合是E、II,即2份椰糠、1份草炭配合使用水溶肥配方。对于矾根,最佳组合也是E、II。对于草莓,最佳组合是B、I,是即2份椰糠、1份腐殖土配合缓释肥的使用。各种栽培基质的成本也存在差异。经调查,草炭的价格为3 000~4 000元/t,均价为3 500元/t(基于5家批发商报价),椰糠为2 900~4 800元/t,均价为3 600元/t(基于4家批发商报价),腐殖土价格为400~700元/t,均价为500元/t(基于4家批发商报价)。因此,含有腐殖土的基质配方B的成本最低。所以在以后的试验中可以尝试增加腐殖土的比例。

该试验共耗时56d,选出了较为轻便以及观赏性更好的基质配方和肥料配方。垂直绿化栽培体系的选择仍有可以改善的方面,如对更轻便的基质配方的使用。肥水是保持植株后期健康生长的决定性因素,尤其是在垂直离地空间。肥水管理不到位,植株生长营养无法跟上,就会导致绿化效果差、周期短、后期更换成本高^[15]。对于肥料配方而言可以试试水溶肥与缓释肥的结合使用,这样可以使水溶肥中营养元素的及时有效性在早期促进植物生长,缓释肥中营养元素的缓慢释放可以减少早期过高的EC值对植物的抑制作用,还可以减少后期补充肥料所需的人工。

4 结论

该试验研究不同基质配比及营养配方对矾根、天竺葵、草莓生长和观赏性的影响,结果表明,对于天竺葵与矾根而言,最佳的基质及营养配方组合是2份椰糠、1份草炭配合使用水溶肥配方,植株长势旺盛,观赏性最佳;对于草莓而言,2份椰糠、1份腐殖土配合缓释肥的使用为最佳组合。无土栽

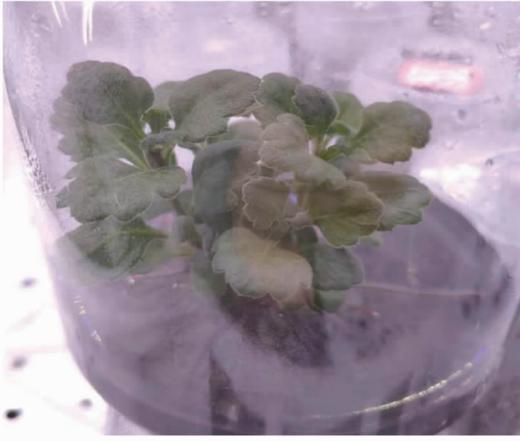


图10 生根状态的脱毒苗

Fig. 10 Virus free seedlings in rooting state

程度也不同^[8-9],因此不同的脱毒方法和病毒检测技术不断被研究和分析。何旭君等^[10]以“增城蜜菊”无菌瓶苗为材料,对脱除菊花B病毒(Chrysanthemum virus B,CVB)和番茄不孕病毒(TAV)进行了研究,得出最佳茎尖诱导培养基为MS+6-BA 0.1 mg/L+椰子汁 100 ml/L+蔗糖 30 g/L,诱导率为52.67%的结论,而该研究的最佳茎尖诱导培养基为改良MS+6-BA 0.3 mg/L+NAA 0.1 mg/L+活性炭 0.5 g/L+蔗糖 30 g/L+琼脂 5 g/L,茎尖的成活率为53.33%,与何旭君等^[10]研究的诱导率相差不多。宋瑞琳等^[11]以切花菊为材料,采用热处理结合2次茎尖组织培养技术脱除TAV,茎尖取0.5~1.0 mm,热处理温度白天40℃,夜间30℃,脱毒率达83.3%~90.00%;而该研究的热处理温度为25~39℃,茎尖大小为0.1~0.3 mm,脱毒率略高于前者,为89.00%~

(上接第62页)

培技术有利于实现农业现代化,使得花卉种植生产不受自然环境的束缚,可以按照需求进行生产,能够最大程度地按数量化指标进行生产,利于实现农业机械化、自动化、规模化生产^[16]。

参考文献

- [1] 罗敏,何卡迪.城市垂直绿化现状及发展对策[J].美与时代(城市版),2016(1):30-31.
- [2] 钟山,张漓杉,龙腾发,等.垂直绿化无土栽培基质的现状与研发[J].科技创新导报,2015,12(31):176-177.
- [3] 商侃侃,胡永红,秦俊.不同基质配方对3种地被植物容器苗生长的影响[J].西北林学院学报,2018,33(1):146-150.
- [4] 王丹,卢显芝,田秀平,等.垂直绿化植物萝藦栽培基质的筛选[J].浙江农业科学,2018,59(5):826-828,839.
- [5] 杨梦珂,郑思俊,张青萍,等.应用于垂直绿化栽培的基质保肥性研究[J].河南农业科学,2017,46(11):120-126.
- [6] WARNCHE D D, KRAUSKOPF D M. Greenhouse growth media: Testing and nutrition guidelines [EB/OL]. [2021-04-27]. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/greenhouse-growth-media-sampling-testing-and-interpretations.html>.
- [7] POKORNY F A, GIBSON P G, DUNAVENT M G. Prediction of bulk density of pine bark and/or sand potting media from laboratory analyses of in-

92.50%。魏进莉^[12]研究结果表明,剥取的茎尖大小在0.1~0.3 mm时,病毒可100%被脱除,且与该研究中随着剥取茎尖大小的增大,脱毒效果降低结论一致。吴丹等^[13]以茎尖分生组织培养结合热处理或病毒唑处理脱除“滁菊”病毒效果明显,与该研究采用病毒唑10 mg/L进行预脱毒处理的结果类似。该试验的脱毒方法可为菊花的母本复壮和病毒脱除提供技术参考。

参考文献

- [1] 李冬玲.菊花的脱毒快繁与栽培[J].安徽农学通报,2006,12(6):156.
- [2] 陈俊愉,程绪珂.中国花经[M].上海:上海文化出版社,1990:12-126.
- [3] 马婉茹,房伟民,王海滨,等.多头切花菊立面装饰适宜品种筛选[J].南京农业大学学报,2020,43(3):438-445.
- [4] 王铁霖,秦朗,杜用玺,等.菊花病毒病研究进展[J].中国现代中药,2021,23(9):1655-1663.
- [5] 董佳莉.常见药用植物病毒病原鉴定及基因组克隆[D].北京:北京协和医学院,2018:17.
- [6] 舒秀珍,朱水芳,胡伟贞,等.侵染菊花和风信子的番茄不孕病毒的鉴定[J].病毒学杂志,1990(2):186-192.
- [7] WILSON J M, MORAN J R. The incidence of chrysanthemum virus B, tomato aspermy virus and tomato spotted wilt virus in commercial chrysanthemum flower crops in Victoria[J]. Australas Plant Path, 1983, 12(2): 17.
- [8] 刘辉辉,沈学根,毛碧增.菊花病毒病及其防治对策[J].药物生物技术,2015,22(1):91-94.
- [9] 保坂康弘,川濑茂实,松井进千秋.植物病毒图鉴[M].梁训生,张成良,译.北京:农业出版社,1980:43-317.
- [10] 何旭君,赵静,赖增哲,等.“增城蜜菊”茎尖培养脱毒技术[J].热带农业科学,2019,39(7):27-32.
- [11] 宋瑞琳,韦晓霞,吴如健.切花菊的番茄不孕病毒脱除技术研究[J].福建农业学报,1999,14(1):23-27.
- [12] 魏进莉.自育小菊热处理结合微茎尖培养脱毒技术研究[J].现代农业科技,2017(8):140-141.
- [13] 吴丹,宋爱萍,史亚东,等.“滁菊”病毒脱除及脱毒苗品质分析[J].南京农业大学学报,2017,40(6):983-992.
- [14] ...dividual components[J]. Journal of the American society for horticultural science, 1986, 111(1): 8-11.
- [8] SILBER A. Chemical characteristics of soilless media[M]//RAVIV M, LI-ETH J H, BAR-TAL A. Soilless culture: Theory and practice. Second edition. San Diego: Academic Press, 2019: 113-148.
- [9] KASHI H, EMAMGHOLIZADEH S, GHORBANI H. Estimation of soil infiltration and cation exchange capacity based on multiple regression, ANN (RBF, MLP), and ANFIS models[J]. Communications in soil science & plant analysis, 2014, 45(9): 1195-1213.
- [10] 邹凌,赵培飞,李少明,等.云南高原湖泊周边农业土壤pH、CEC、质地的差异性研究[J].西南农业学报,2019,32(7):1626-1632.
- [11] KU C S M, HERSHEY D R. Potted Geranium (Pelargonium × Hortorum) growth with leaching fractions of 0 to 0.4[J]. Hortscience, 1990, 25(9): 1063-1183.
- [12] 吴继红.几种固相栽培基质材料的理化性状比较[J].吉林农业科学, 2006, 31(4): 17-20.
- [13] AZAM-ALI S N. Soil conditions and plant growth[M]. London: Oxford University Press, 2013.
- [14] 田治国.从平面到立面的植物艺术:城市垂直花园营建[M].镇江:江苏大学出版社,2015.
- [15] 江婷,王清飞,邓新禹,等.昆明市官渡区居住区垂直绿化调查分析[J].中国园艺文摘,2013,29(11):62-64.
- [16] 桂敏,周小熊,李进昆,等.不同基质配比对长寿花生长和开花的影响[J].安徽农业科学,2020,48(21):35-38.