

盆栽月季无土栽培基质的研究

汤志敏^{1,2}, 乔恩从², 孙敬爽²

(1. 北京林业大学 园林学院, 北京 100083; 2. 中国林业科学研究院 华北林业实验中心, 北京 102300)

摘要:为了选择最佳的盆栽月季无土栽培基质, 利用泥炭、珍珠岩、蛭石和河沙等原料按不同比例混合组成新的基质, 进行盆栽月季的栽培试验, 并利用园土栽培作为对比。同时分别测定 5 种配方的理化性质和盆栽月季的生长特性指标, 并对观测数据进行方差分析和多重比较。最终确定了最佳的基质配方为: 泥炭: 蛭石: 珍珠岩 = 1: 1: 1, 而且无土栽培优于园土栽培。

关键词: 盆栽月季; 无土栽培; 基质配方; 理化性质

中图分类号: S685.12

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2010)07-0075-06

月季(*Rosa hybrida* L.)是中国传统名花, 栽培历史悠久。现今月季有“花中皇后”的美誉, 栽培更是遍及全国, 被评为中国十大名花之一, 也是我国 50 多个城市的市花^[1]。盆栽月季移动方便, 可以按照需要进行摆放, 可以应用于街道绿化、会场布置、屋顶花园、花坛、窗台、阳台等, 不受时间和季节限制, 只要花期控制适当, 就可以做到一年四季连续欣赏^[2], 扩大了月季的应用范围。

目前我国年宵花卉以蝴蝶兰(*Phalaenopsis amabilis*)、大花蕙兰(*Cymbidium* spp.)、凤梨(*Ananas comosus*)、红掌(*Anthurium andraeanum*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)、仙客来(*Cyclamen persicum*)等为主^[3-4]。随着人们生活水平的提高, 对年宵花卉的品种要求新、奇。2005 年盆栽牡丹的上市, 引起了轰动, 尽管价格很高, 但购买者仍然很踊跃^[4]。目前未见关于盆栽月季商品化、规模化生产的报告, 尤其是在北方地区如果能通过花期调控技术实现在元旦、春节和元宵节提供盆栽月季, 将满足人们对月季花消费的需求, 提高月季的商品价值。而发展盆栽月季前提是要进行无土栽培基质的选择, 所以对盆栽月季无土栽培基质的研究是有必要的。

花卉无土栽培作为一项较新的栽培形式, 在我国的起步虽然较晚, 但其迅猛发展的势头已初步表现出来, 发展前景极为广阔。在今后一段时间里, 其发展速度将更为加快, 集约化、现代化、自

动化程度也会日益提高, 生产效益会愈发明显^[5]。关于月季无土栽培基质研究, 国内外有过报道, 主要集中在切花月季和盆栽微型月季上^[6-9]。王国良等对盆栽微型月季(*Rose hybrida* ‘*Miniature Pink*’)进行了研究, 筛选出了适宜微型盆栽月季无土基质的优化物理性状为: 容重 0.12 ~ 0.19 g·cm⁻³, 比重 1.6 ~ 1.9 g·cm⁻³, 含水量(风干基质)6% ~ 16%, 总孔隙度 90% ~ 94%; 而且还表明 100% 泥炭、70% 泥炭 + 30% 珍珠岩和 70% 珍珠岩 + 30% 泥炭对盆栽微型月季(*Rose hybrida* ‘*Miniature Pink*’)生长及开花有显著的促进作用^[8]。大量研究表明混合基质比单一基质效果好。有研究表明: 与对照单一基质比较, 复合基质的理化特性得以改善; 泥炭 + 珍珠岩(1: 1)栽培月季的切花产量最高, 但复合基质栽培条件下的切花品质并无显著改善^[9]。康红梅^[10]等对切花月季品种‘黑美人’进行盆栽试验, 研究了复合基质对切花月季生长的影响, 表明: 泥炭 + 椰糠 + 珍珠岩(体积比 1: 1: 1)、泥炭 + 珍珠岩(体积比 1: 1)和泥炭 + 椰糠(体积比 1: 1)3 种复合基质的理化性状得到明显改善, 在切花月季生产中有较大的应用价值, 其中泥炭 + 珍珠岩栽培的切花产量最高。

为探索适宜盆栽月季无土栽培的基质, 采用材料为二年生的大花月季品种, 以泥炭、珍珠岩、蛭石、河沙等几种来源较广的原料为基质配方, 并以园土为对照。研究不同基质配方对盆栽月季生长特性的影响, 以期盆栽月季无土栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 植物材料 采用二年生大花月季——希

收稿日期: 2010-01-13

基金项目: 中国林业科学院院长基金资助项目

第一作者简介: 汤志敏(1977-), 男, 福建省莆田市人, 在读硕士, 从事月季的生产与管理工作。E-mail: tangzm9603@so-hu.com。

望,购自于河南南阳市季基地,选取长势较均匀的植株作为试验材料。

1.1.2 栽培基质 以泥炭、珍珠岩、蛭石、河沙为原料,采用混合的方法配制成4种无土基质,具体基质配方见表1,而对照采用园土为原料。泥炭土、珍珠岩和蛭石购于北京七彩花卉苗木种植有限责任公司,河沙购于市场,园土为华北林业实验中心月季基地的种植土。基质用多菌灵进行喷洒消毒,充分搅拌混合后使用。

表 1 基质组成配方(体积比)

基质代码	园土	泥炭土	珍珠岩	蛭石	河沙
A		1	1	1	
B		1	1		
C			1	1	1
D		1	1	1	1
CK	1				

1.2 方法

1.2.1 试验设计 采用完全随机试验设计,每处理10株,3次重复。采用Excel和SPSS进行数据的计算和统计分析。

1.2.2 基质的理化性质指标测定 上盆前对各基质配方的理化性质进行测定。基质容重、比重、孔隙度、pH、电导率的测定依据一般的基质分析方法^[11]。基质水溶性盐(EC)的测定:电位法(水土比=5:1);基质全氮的测定:重铬酸钾—硫酸消化法;基质有效磷的测定:0.5 mol·L⁻¹ NaHCO₃浸提—钼锑抗比色法;基质速效钾的测定:1 mol·L⁻¹ NH₄OAc 浸提火焰光度法;基质有机质含量的测定:重铬酸钾容量法^[12]。

1.2.3 盆栽月季生长发育指标测定 盆栽月季进行统一管理,经过3次修剪,形成完整树冠后,进行各项指标的测定。

(1)月季株高的测定:用栽培容器沿口边到植株最高点的直线距离表示。

(2)花枝粗度:开花时用游标卡尺测定,枝条的第3~4片叶子的中间部位。

(3)冠幅:植株冠部投影直径的平均值,开花时用钢卷尺测定。

(4)花枝长度:花蕾停止生长前用钢卷尺测量,用第3次修剪后萌芽基部到花蕾的长度表示。

(5)花径:花朵完全开放第一天的花朵直径,直接用钢卷尺测定。

(6)花朵开放天数:花朵从第一片花瓣张开到露出花心的天数。

1.3 试验实施

试验于2008年3月中旬~11月中旬在华北林业实验中心月季基地——北京市房山区窦店月季基地进行。选择长势均匀的大花月季——希望,按照清洗、消毒和定植的程序将月季进行栽培,栽植在26 cm×21 cm的塑料盆中,缓苗2周后开始用Hoagland—Amon全营养液浇灌,每7 d浇一次营养液,根据需水量和天气变化进行间期浇水,各处理每次每盆营养液和水量的供应时间及供应量相同,以渗出盆底为准。炎热盛夏时,除浇清水外,还要叶面喷雾。定期喷洒多菌灵和40%氧化乐果,防止发生病虫害。试验期间记录各处理植株的生长发育情况,试验结束时测定相关的指标并进行结果分析。

2 结果与分析

2.1 试验基质理化性质的结果分析

大花月季植株长势旺盛,根系比较发达,进行盆栽其根系生长受到限制,因此对水、肥、气具有较高的要求,栽培基质要有较高的保水、透水、保肥能力及较好的透气性,这对基质的理化性质要求较高。基质的理化性质主要有比重、容重、空隙度、pH、水溶性盐的含量(EC)、总盐量、阳离子交换量和基质的有效养分含量等^[13-14]。基质的营养状况可以通过施加营养液加以调节,但对于其它物理性质,栽种后很难调解,因此在基质选择时要着重考虑基质的物理性质。基质的理化性质是否适宜是无土栽培的基础,直接影响作物的生长发育。基质容重为0.1~0.8 g·cm⁻³对作物栽培效果较好^[15]。且基质容重较小有利于盆花产品的生产、流通和消费。

从表2可知,A、B、C和D4种基质配方容重均在适宜范围内,容重均在0.60 g·cm⁻³以下,而CK的容重很大,不利于生产和运输。不同基质处理的容重和孔隙度差异很大,但均能很好地固定植株。加入河沙后能明显改变基质的物理性质,含有河沙的处理容重较大,其中以无土基质中C的容重最大,为0.60 g·cm⁻³。不含河沙的处理容重较小,最小的为0.19 g·cm⁻³。李谦盛^[16]认为园艺基质标准总孔隙度应在70%~90%。除CK和C外,其余3种栽培基质的孔隙度均在理想范围内,A、B和D基质的通透性较好。基质B的毛管孔隙度为62.05%,保水能力最好,其次是基质A(59.98%)和基质D(45.83%),基质C的毛管孔隙度最小,保水能力较差。

表 2 不同混合基质的物理性质

基质 代码	比重 /g·cm ⁻³	容重 /g·cm ⁻³	总孔隙度 /%	毛管孔隙 度/%	非毛管孔 隙度/%
A	1.37	0.21	84.67	59.98	24.69
B	1.64	0.19	88.41	62.05	26.36
C	1.88	0.60	68.09	35.64	32.45
D	1.49	0.47	75.17	45.83	29.34
CK	2.56	1.34	48.96	36.41	12.55

表 3 不同混合基质的化学性质

基质 代码	pH	电导率 /ms·cm ⁻¹	有机质 /%	全 N 含量 /g·kg ⁻¹	有效 P/ mg·kg ⁻¹	速效 K/ mg·kg ⁻¹
A	5.66	0.484	12.18	0.63	19.76	261.73
B	5.24	0.452	13.45	1.10	14.81	216.07
C	6.81	0.385	5.47	0.14	13.08	184.61
D	6.08	0.429	8.72	0.39	11.35	149.92
CK	7.36	0.142	19.65	0.62	23.12	156.43

基质的化学性质分析表明(见表 3),基质 A、基质 B 的 pH 分别为 5.66、5.24,呈弱酸性;基质 CK 的 pH 最高,为 7.36,呈弱碱性。所有处理的电导率都比 CK 大,基质 A 的 EC 值最高,为 0.484 ms·cm⁻¹,电导率大说明无土配方中所含的可溶性盐分较多,便于植物吸收利用,促进植物生

表 4 不同基质处理对盆栽月季生长性状的方差分析

性状	比较项目	平方和	自由度	均方	F 值	Fa
株高	基质间	185.0944	4	46.27361	10.609**	F _{0.05} =3.48
	机误	43.61607	10	4.361607		F _{0.01} =5.99
	总计	228.7105	14			
冠幅	基质间	32.76784	4	8.19196	5.759*	F _{0.05} =3.48
	机误	14.22393	10	1.422393		F _{0.01} =5.99
	总计	46.99177	14			
冠幅/株高	基质间	0.028791	4	0.007198	6.924**	F _{0.05} =3.48
	机误	0.010395	10	0.00104		F _{0.01} =5.99
	总计	0.039186	14			
侧枝数	基质间	1.84764	4	0.46191	4.884*	F _{0.05} =3.48
	机误	0.9458	10	0.09458		F _{0.01} =5.99
	总计	2.79344	14			
叶片数	基质间	152.1286	4	38.03214	5.059*	F _{0.05} =3.48
	机误	75.1758	10	7.51758		F _{0.01} =5.99
	总计	227.3044	14			

表 5 不同基质对比对盆栽月季形态指标的影响

处理	株高/cm	冠幅/cm	冠幅/株高	侧枝数/枝	叶片数/片
A	44.34b	33.52ab	0.756a	8.05ab	66.24ab
B	41.68b	32.72b	0.785a	7.83b	64.42b
C	49.42a	33.46ab	0.677b	8.39a	72.15a
D	51.24a	35.51a	0.693ab	8.02ab	68.36ab
CK	45.25ab	31.05b	0.680b	7.32b	63.10b

注:纵列中小写字母表示显著水平(a=0.05),所有的测定指标均为平均值。

长;无土的基质 B 的有机质含量最高,为 13.45%,远高出基质 C 的相应值。基质 B 的全 N 含量较高,其次是基质 A。基质 A 的有效 P、速效 K 含量都很高,分别为 19.76、261.73 mg·kg⁻¹,但与 CK 相比,它们有效磷含量均显不足,在实际应用时应及时合理地补充磷肥。基质的选用应以保水保肥能力强、通气性好、pH 条件呈弱酸性、最大程度上满足月季生长时对 N、P、K 元素的需求和有一定容重可支撑月季生长的基质为佳,由此可知,选用 A 和 B 作为基质是比较好的,但在月季的生长过程中应注意肥料的及时合理施用。

2.2 不同基质对比对盆栽月季植株生长发育的影响

2.2.1 不同基质对比对盆栽月季植株生长的影响 不同基质对比对盆栽月季植株生长的影响不同。通过方差分析可以看出(见表 4),不同基质对盆栽月季株高、冠幅/株高的影响差异均极显著,对冠幅、侧枝数、叶片数的影响存在显著差异。为了进一步比较它们之间的差异,采用 Q 测验,分别对各处理的株高、冠幅、冠幅/株高、侧枝数、叶片数进行了多重比较(见表 5)。

从表 5 可知,基质 C 和基质 D 与基质 A、基质 B 处理的株高差异均达到显著水平。基质 D 栽培的盆栽月季冠幅较大,其次是基质 A,基质 B 和基质 CK 栽培的盆栽月季冠幅最小。从冠幅/株高来看,基质 A 和基质 B 较大,基质 C 和基质 CK 较小。基质 C 栽培的盆栽月季植株侧枝数最多,其次是基质 A 和基质 D,基质 B 栽培的盆栽月季侧枝数较小。基质 C 栽培的盆栽月季叶

片数较多,基质 B 栽培的盆栽月季叶片数少。

2.2.2 不同基质配比对盆栽月季植株开花性状的影响

不同基质处理对盆栽月季植株开花的影响不同。通过方差分析可以看出(见表 6),不同基质处理对盆栽月季花枝长度、花枝粗度的影响

表 6 不同基质处理对盆栽月季开花性状的方差分析

比较项目		平方和	自由度	均方	F 值	Fa
花枝长度	基质间	6.61584	4	1.65396	3.636 *	$F_{0.05}=3.48$
	机误	4.5494	10	0.45494		$F_{0.01}=5.99$
	总计	11.16524	14			
花枝粗度	基质间	0.00106	4	0.000265	3.629 *	$F_{0.05}=3.48$
	机误	0.00073	10	0.000073		$F_{0.01}=5.99$
	总计	0.00179	14			
花径	基质间	3.34716	4	0.83679	4.683 *	$F_{0.05}=3.48$
	机误	1.787	10	0.1787		$F_{0.01}=5.99$
	总计	0.25284	14			
花朵数	基质间	3.86724	4	0.96681	0.307	$F_{0.05}=3.48$
	机误	31.5466	10	3.15466		$F_{0.01}=5.99$
	总计	35.41384	14			
花朵开放 天数	基质间	0.444	4	0.111	2.921	$F_{0.05}=3.48$
	机误	0.38	10	0.038		$F_{0.01}=5.99$
	总计	0.824	14			

表 7 不同基质比对盆栽月季植株开花的影响

处理	花枝长度 /cm	花枝粗度 /cm	花径 /cm	花朵数 /朵	花朵开放 天数/d
A	22.67ab	0.242a	9.36a	7.90ns	10.20ns
B	23.58a	0.247a	9.05a	7.70ns	10.10ns
C	22.96ab	0.239ab	8.05b	7.80ns	9.90ns
D	21.54b	0.237b	8.42ab	8.00ns	10.20ns
CK	22.54ab	0.232b	8.45ab	7.70ns	10.00ns

注:纵列中小写字母表示显著水平(a=0.05),ns 表示所有处理没有显著差异,所有的测定指标均为平均值。

从表 7 可知,基质 B 处理的盆栽月季花枝长度最长,其次是基质 A 和基质 C,基质 D 处理的花枝长度较小。基质 B 处理的盆栽月季植株花枝粗度较大,基质 D 处理的花枝粗度较小,CK 处理是最小的。不同基质处理对盆栽月季的花朵数、花朵开放天数的影响差异不大。

2.3 不同基质栽培盆栽月季品质的模糊综合评判

由于观赏价值本身就是一个比较抽象的概念,许多性状指标很难进行量化评判,这给评判标准带来一定的困难。因此,现有的用于观赏价值评价标准多数是在株型、冠高比、果形指数等可定量的指标上。盆栽观赏性所采用的指标很多,从现有的一些资料和试验来看,多针对一两个指标进行,尽管一些方法在一些植物上得到成功应用,

差异显著,对花朵数、花朵开放天数、花径的影响差异不显著。为了进一步比较它们之间的差异,采用 Q 测验,分别对各处理的花枝长度、花枝粗度、花径、花朵数、花朵开放天数进行了多重比较(见表 7)。

但仍缺乏普遍性,因此用多个指标进行综合鉴定是必要的。对植物观赏特性的综合评价分析,目前所采用的方法有百分制记分评选法^[17]、层次分析法^[18]、模糊数学模型综合评价法^[19]和灰色关联分析法^[20],其中模糊数学模型综合评价法特点符合植物品种性状数据特点,具有计算简单、结果明了的特点,对同一观赏类型的植物进行评估结果比较客观全面^[21]。

通过试验分析可知(见表 5、表 7),不同基质配方对盆栽月季植株品质指标的影响程度不同,为了筛选出适合盆栽月季无土栽培基质的配方,就要综合考虑各指标的大小,对不同基质处理的效果优劣进行综合排列,从而得出适合盆栽月季无土栽培最优基质配方。

为了达到此目的,采用模糊综合评判的方法对不同基质栽培的盆栽月季各项品质指标进行综合排序^[22-23]。先采用模糊数学隶属函数计算公式对原始数据进行定量转换。隶属函数的公式为 $U(Xi)=(Xi-Xmin)/(Xmax-Xmin)$ 。其中: $U(Xi)$ 为隶属函数值; Xi 为盆栽月季某项品质指标的测定值; $Xmax$ 为盆栽月季某一品质指标内的最大值; $Xmin$ 为盆栽月季某一品质指标内的最小值。

构建模糊综合评判的数学模型:

设两个论域:

$$U=\{U1,U2,U3,\cdots,U_m\}$$

$$V=\{V1,V2,V3,\cdots,V_n\}$$

其中 U 是综合评判的因素组成的集合; V 代表各因素隶属函数值组成的集合。称模糊变换: $A\cdot R=B$ 为综合变换的数学模型。它是一个 $m\times n$ 的模糊矩阵。这里 $R=(r_{ij})_{m\times n}(i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n)$,表示一个 m 维论域 U 和 n 维论域 V 之间的模糊关系。 A 是 U 上的模糊子集,即评判因素的权重。 B 是评判结果,它是论域 V 上的模糊子集,即模糊向量。

主要选择盆栽月季的冠幅/株高、花朵数、花朵开放天数、侧枝数、花径、花枝长度、花枝粗度、叶片数等指标作为评判因素组成论域 U ,即 $m=8$ 。采用 A、B、C、D 和 CK 等 5 种基质处理下盆栽月季的各个指标平均值的隶属函数值组成论域 V ,即 $n=5$ 。8 个评判因素的权重值组成 A 。权重的具体分配如下:

$$A=\{\text{花径}(0.2),\text{冠幅/株高}(0.15),\text{花朵数}(0.15),\text{花朵开放天数}(0.10),\text{侧枝数}(0.1),\text{叶片数}(0.1),\text{花枝长度}(0.1),\text{花枝粗度}(0.1)\}$$

之所以如此分配权重是由于评价盆栽大花月季品质主要从花径大小、花朵的数量和整体状况(冠幅/株高)等方面进行,所以花径、冠幅/株高和花朵数所占比重大,其它指标占的比重相应减少。对不同基质栽培的盆栽月季品质进行综合评判,计算得出:

$$A=\{0.2,0.15,0.15,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1\}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.764 & 0.000 & 0.282 & 0.305 \\ 0.752 & 1.000 & 0.000 & 0.152 & 0.029 \\ 0.645 & 0.000 & 0.323 & 0.968 & 1.000 \\ 1.000 & 0.667 & 0.000 & 1.000 & 0.333 \\ 0.682 & 0.477 & 1.000 & 0.654 & 0.000 \\ 0.347 & 0.146 & 1.000 & 0.581 & 0.000 \\ 0.500 & 1.000 & 0.696 & 0.000 & 0.490 \\ 0.667 & 1.000 & 0.467 & 0.333 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$B=A\cdot R=\{0.735 \quad 0.632 \quad 0.365 \quad 0.481 \quad 0.298 \}$$

根据综合评判结果,不同基质配方对盆栽月季品质作用效果优劣的综合排序是:

基质 A>基质 B>基质 D>基质 C>基质 CK

通过排序结果可以看出,基质 A 配方(泥炭:蛭石:珍珠岩=1:1:1)对于盆栽月季的整体度、开花质量的综合效果最好,其次是基质 B,

基质 CK 的效果最差。

3 结论与讨论

3.1 结论

通过对 5 种栽培基质的理化性质和月季生长及开花的各指标测定数据,以及通过模糊综合评判的方法对不同基质栽培的盆栽月季各项品质指标进行综合排序表明:泥炭土:蛭石:珍珠岩按 1:1:1 组成的基质 A 是盆栽月季比较理想的无土栽培基质,它优于其他配方,建议选用基质 A 配方作盆栽月季的无土栽培基质。而基质 B(泥炭土:珍珠岩=1:1)栽培效果仅次于基质 A,作盆栽月季无土栽培时可供参考。而用无土栽培的盆栽月季整体效果优于园土栽培的盆栽月季。

3.2 讨论

Argo^[14] 认为适宜作物生长的基质必须具有 4 个方面的性质:①供给水分;②供给养分;③保证根际的气体交换;④为植株提供支撑。基质的化学性质主要通过基质的 pH 和养分含量来影响植物的生长发育^[14,24]。基质的 pH 影响养分的溶解和植物的有效吸收。月季生长适宜的 pH 范围是 5.5~6.5^[25]。

从基质的理化性质分析结果来看,5 种基质中除 C 和 CK 外,其余 3 种栽培基质的孔隙度均大于 70%,A、B 和 D 基质的通透能力较好。5 种基质中 CK 的 pH 最高,为 7.36,基质 B 的 pH 接近于月季生长适宜的 pH 范围,其它 3 种基质的 pH 均在月季适宜的范围。

通过对不同配比复合基质盆栽月季的植株生长、开花等的比较研究发现,基质 A 栽植的盆栽月季效果最好,基质 B 中的月季植株长势也比较良好,这主要与它们良好的理化性质有关,因为基质 A 和 B 通透能力较好,且它们的泥炭土所占比例较大,而泥炭土能够提供给月季较长时间的微酸性根际环境。而园土栽植的盆栽月季效果较差,主要可能是由于园土 pH 呈弱碱性,影响盆栽基质中养分的溶解和月季的有效吸收,且孔隙度小,基质通透能力较差,所以用 CK 作基质盆栽月季长势不好。

通过对 5 种栽培基质盆栽月季的生长发育研究表明:不同基质对比对盆栽月季各项生长指标影响程度不同,很难从单一指标中确定最佳基质配方,不同基质对比对盆栽月季开花影响也呈现出相似的趋势,通过模糊综合评判的方法对不同基质栽

培的盆栽月季各项品质指标进行综合排序,得出不同基质对盆栽月季影响效果优劣的综合排序是:基质 A>基质 B>基质 D>基质 C>基质 CK。

由于时间所限和试验条件制约,且基质种类上也还不全面,制成的无土混合基质只有 4 种,至于这 4 种物质能否以更好的比例搭配对植物生长更为有益,有待进一步研究。经过该试验得出的结果,用最终的基质 A 配比在 2009 年进行其它大花月季品种的盆栽试验,所选的几种品种如绯扇、公主、坦尼克和月季中心等经过一年的生长,长势还是比较好的。

参考文献:

- [1] 陈俊愉,王大钧,余树勋,等. 中国农业百科全书观赏园艺卷[M]. 北京:农业出版社,1996:517-519.
- [2] 韩慧君,黄善武. 商品月季生产技术[M]. 北京:中国林业出版社,2002:111-115.
- [3] 胡松华. 2003 年宵花卉产销特点回顾[J]. 花木盆景, 2003(5):46-47.
- [4] 林新. 2006 春节年宵花初探[J]. 中国花卉园艺,2006(2): 11-14.
- [5] 蒋卫杰. 我国无土栽培的现状与展望[J]. 农业工程学报, 2001,17(1):10-15.
- [6] 潘会堂. 北京地区月季切花生产的环境调控及理论探讨[D]. 北京:北京林业大学,2002.
- [7] Lorenzo H, Cid M C, Siverio J M, et al. Influence of additional ammonium supply on some nutritional aspects in hydroponic rose plants [J]. Journal of Agricultural Science, 2000, 134(4):421-425.
- [8] 王国良,宗良纲,李晓征. 不同无土基质对微型盆栽月季生长发育的影响[J]. 园艺学报,2003,30(5):618-620.
- [9] 康红梅,张启翔,潘会堂,等. 复合基质及其对切花月季生长

的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2003,29(3): 268-270.

- [10] 康红梅. 切花月季无土栽培技术的研究——品种与基质筛选[D]. 北京:北京林业大学,2001.
- [11] 郭世荣. 无土栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003: 423-425.
- [12] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983.
- [13] Schwarz M. Soilless culture management [M]. Israeli: Springer-Verlag,1995.
- [14] Argo W R. Root medium chemical properties [J]. Hort technology,1998,8(4):486-494.
- [15] 翟玫瑰,李纪元,徐迎春,等. 茶花幼苗无土栽培基质配方研究[J]. 浙江林学院学报,2008,25(6):817-822.
- [16] 李谦盛. 芦苇末基质的应用基础研究及园艺基质质量标准的探讨[D]. 南京:南京农业大学,2003:94.
- [17] 刘龙昌,尚富德,向其柏. 植物品种综合评价方法——以桂花为例[J]. 河南大学学报,2003,33(1):14-17.
- [18] 唐东芹,杨学军,许东新. 园林植物景观评价方法及其应用[J]. 浙江林学院学报,2001,18(4):394-397.
- [19] 菅文娜,张延龙. 陕西关中城市街道园林绿化景观模糊评价[J]. 西北林学院学报 2006,21(3):147-149.
- [20] 邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1990.
- [21] 林绍生,李华芬,陈义增. 应用模糊数学评价观叶植物的观赏性[J]. 亚热带植物通讯,2000,29(2):43-47.
- [22] 王继永. 乌拉尔甘草栽培营养的研究[D]. 北京:北京林业大学,2003.
- [23] 康红梅. 切花月季营养特性与诊断技术研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.
- [24] 连兆煌. 无土栽培技术与原理[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [25] 王华芳. 花卉无土栽培[M]. 北京:金盾出版社,1997.

Study on the Different Medium of Soilless Culture of Potted Roses

TANG Zhi-min^{1,2}, QIAO En-cong², SUN Jing-shuang²

(1. Landscape Architectural College of Beijing Forestry University, Beijing 100083;
2. Forestry Centre of North China of the Chinese Academy of Forestry Sciences, Beijing 102300)

Abstract: To select the best soilless culture medium of potted roses, the new soilless medium that made of peat, perlite, vermiculite and sand in different volumetric proportions, which compared with in the orchard soil were tested. The physical and chemical properties and growth indication of potted roses were measured, the variance of different medium with ANOVA and multiple comparisons were analyzed. In the end, the best soilless medium was the first medium that formulated volume proportion of peat, perlite and vermiculite 1:1:1, and plant in the matrix was better than in the orchard soil.

Key words: potted roses; soilless culture; component of the medium; physical and chemical properties