

基于有机废弃物资源化利用的红掌栽培基质研制及效应研究

梁金凤, 齐庆振, 王胜涛, 贾小红

(北京市土肥工作站, 北京 100029)

摘要: 采用椰纤、腐叶土、松针等有机废弃物与草炭进行红掌栽培基质配比, 从基质理化性状及生物学性状方面, 探讨不同基质对比对红掌中、小苗生长的影响。从经济性、实用性、节约资源、保护环境出发, 优选出盆栽红掌适宜基质配方及适宜基质理化指标以替代进口基质。结果表明: 以国产草炭(GC)为主要原料与椰纤、腐叶土、松针、陶粒等有机废弃物进行复配的基质配方完全可以替代进口泥炭。优选出红掌小苗基质配方 2 个: L2(GC 60%+椰纤 40%); L5(GC 70%+腐叶土 30%)。红掌中苗基质配方 3 个: B2(GC50%+椰纤 50%), B5(GC 50%+松针 50%), B8(GC 80%+大陶粒 20%)。并确定了盆栽红掌基质适宜理化指标: 容重 $0.24 \sim 0.26 \text{ g/cm}^3$, 总孔隙度 $60\% \sim 70\%$, 气水比 $0.15 \sim 0.17$, pH 值 $5.5 \sim 6.5$, EC 值小于 $500 \mu\text{S/cm}$ 为宜。

关键词: 红掌; 无土栽培; 基质配方; 筛选

中图分类号: S 682.1⁺4 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)21-0054-05

红掌 (*Anthurium andraeanum*) 为天南星科安祖花

属的多年生草本植物, 别名花烛、火鹤花、安祖花。原生长于南美洲热带雨林, 因其色泽鲜艳造型奇特, 应用范围广, 经济价值高, 目前已成为全球发展快、需求量大的热带切花和盆栽花卉, 是销售额仅次于热带花卉兰花的第二大热带花卉^[1]。20 世纪 90 年代初, 红掌被作为珍稀花卉引入中国作适应性栽培, 90 年代中、后期进入商品化种植, 北京、天津、厦门、海南和广东等地出现了大规模的红掌生产基地^[2]。2008 年, 全国红掌总供应量约在 600 万盆, 且随着消费时尚的转变和国民购买力的增

第一作者简介: 梁金凤(1967-), 女, 大专, 农艺师, 现主要从事土壤肥料及农林有机废弃物利用研究推广工作。E-mail: tufeizhan324@163.com。

通讯作者: 贾小红(1967-), 男, 博士, 研究员, 研究方向为土壤肥料。E-mail: jiaxiaohong@china.com。

基金项目: 北京市农委科研资助项目(20090609)。

收稿日期: 2010-08-16

Effects of Different Planting Date on Flowering of *Chrysanthemum*

GU Zhao-yu, MAO Hong-yu, ZHU Peng-fang

(Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Through the survey of flowering time and the appearance form, effects of different planting date on flowering and the properties during flowering stage were studied with *Chrysanthemum* cultivar *Dendranthema* × *grandiflorum* 'C029'. The results showed that different planting date to 'C029' had significant influences on the phenophase and external quality, the early planting date helps premature flowering, April 15 planting 'C029' flowering first, early flowering stage for the September 14 plantings than May 15 ahead of 5 d, planting more than June 15 ahead of 9 d; at the same time on April 15 the plant plantings to the planting of the absolute time required for maximum flowering. Systematic investigation of the 'C029' flowering traits, with the cutting date of the delay, reduced the plant height, reduced the stem diameter and the number of visible leaves, flowering significantly reduced flower diameter. This showed that 'C029' best planting date in Shenyang was April 15, by planting time to control 'C029' in the Shenyang area of cut flower production for different purposes.

Key words: *Chrysanthemum*; florescence; planting date; flowering characteristics

强,红掌生产规模将继续扩大^[3]。红掌栽培要求保水保肥能力好,排水透气性好的基质。目前栽培中主要选用进口泥炭土,但其价格较高,平均 600~1 000 元/m³,一定程度上制约了红掌的规模化生产。

目前岩棉和泥炭在全球应用最广泛,是世界上公认的较理想的栽培基质。但随着逐年大量使用,其给社会和生态环境带来的负面效应也日趋明显:一方面由于岩棉不可降解,大量使用给环境带来二次污染;另一方面,泥炭是不可再生的资源,过量的开采有资源耗竭及对湿地生态环境会造成严重破坏的危险;寻求和发掘易得价廉、可替代岩棉或泥炭的优良新型栽培基质是当今各国无土栽培科研工作者研究热点之一。农业废弃物是一类具有巨大潜力的资源库,然而,目前我国农业废弃物的利用率却很低乃至没有利用。农业废弃物一方面成为最大的搁置资源之一,另一方面又成为巨大的污染源^[4]。所以加强农业废弃物的资源化利用具有重要意义,当前国内外农业废弃物的资源化逐步向能源化、肥料化、饲料化、材料化、基质化和生态化等几个方面发展^[5]。Gerald^[6]认为无土栽培选用基质应以有机废弃物的利用为主,实现资源的可循环利用。国外不少学者先后用堆肥、农业有机废弃物、下水道污泥等材料,如纸浆、煤渣、橡胶屑、洋麻纤维、堆肥土、鱼骨堆肥、膨化鸡粪、芦苇末、椰糠等部分或全部替代泥炭的利用,并取得了一些成绩^[7-10]。农业废弃物经适当处理可作为农业生产很好的基质原料^[11],如各种树木的枯枝落叶及生产加工的副产品菇渣、椰纤、椰糠、茶渣等。国内也已有学者进行利用这些有机废弃物开发花木栽培基质的研究^[12]。仅北京市每年就产生约 200 万 t 的园林绿化废弃物,具有极高的再利用价值^[13]。再如我国海南省、广东西部沿海地区、台湾南部、云南西南部椰子种植区,椰子经加工后生产出大量的椰糠,目前大部分椰糠不是被焚烧损失掉,就是堆积自然降解而白白浪费掉^[14]。若将这些有机废物应用于花卉生产,可大幅度降低生产成本,节约不可再生资源,保护生态环境,净化有机废弃物带来的环境污染,促进有机废弃物的循环利用。

以椰纤、椰糠、松针、北方落叶腐熟土、腐熟发酵牛粪、茶叶渣、东北草炭等为主要原料,根据红掌生长发育生理指标,进行各种配方处理,并筛选出配比合理、应用效果佳的配方,用于替代现行价格昂贵进口泥炭基质材料,以满足红掌生产上对低成本、试种效果好以及符合环保要求的基质的需求;同时通过对红掌试验研究,进一步了解基质理化性状与红掌的生长发育生理指标之间的相互关系,并为今后的基质筛选与评价研究提供一定的试验基础和理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

国产草炭(GC)产自东北吉林,容重 0.24 g/cm³,孔

隙度 70%,纤维粗糙;进口泥炭(DC)选用德国 Klas-mann-deilmann 的纯苔藓泥炭,粗纤维 0~70 mm, pH 5.5~6.5。有机废物原料有椰纤、椰糠、松针、北方落叶腐熟土、腐熟发酵牛粪、茶叶渣,均满足做基质材料的基本要求;无机材料选择了常规品种珍珠岩、蛭石、陶粒。红掌种苗品种为“火焰”(北京丰台区花木公司),小苗株高 10 cm 有 4~5 片叶,中苗株高 20 cm 有 9~10 片叶,种苗长势均匀一致。

1.2 试验设计

试验根据红掌中、小苗对基质要求,运用 2 种或 2 种以上材料配成混合基质,设计 8 个配方(表 1、2),分别以国产草炭(GC)和进口泥炭(DC)为对照。小苗每个配方选 45 株苗,3 次重复,共 450 盆;中苗每个配方选 30 株苗,3 次重复,共 300 盆。

1.3 培养条件

试验于 2008 年 4~12 月在北京市昌平小汤山花卉温室进行。试验材料经前期处理,依据设计方案按照体积比进行混合装盆定植。小苗于 4 月 15 日定植于直径 12 cm 塑料花盆中,中苗于 5 月 10 日定植于直径 18 cm 塑料花盆中,随机置于温室中进行正常养护;室温控制在 18~22℃,湿度控制在 65%~80%之间,光照在 10 000~20 000 lx 的条件下。生长期注意病虫害防治和水肥管理,调查生长发育情况。

1.4 取样方法与测定项目

种植当天进行基质和植株样品采集,以后每隔 30 d 采集样品 1 次,同时调查植株生物学性状株高、叶片数;基质样品测定含水量、容重、总孔隙率、持水孔隙率、电导率和 pH。调查及测定方法均为成熟方法。

2 结果与分析

2.1 红掌小苗不同基质配方理化性质分析

红掌是热带多年附生常绿植物,根系生长环境要求通气良好而不宜积水,否则易烂根;而透气性过大的基质容易使根系风干,因此基质的水气平衡对于红掌的生产很重要。基质容重、孔隙度及气水比是制约基质物理性质的关键因素,这 3 个指标直接影响基质的通气排水和蓄水保肥性能^[15]。容重越小,基质越轻,越有利于运输、搬运。红掌适宜在酸性条件下生长,适宜 pH 5.5~6.5 之间。电导率是基质供应养分能力的指标,直接关系到红掌的健壮生长。试验通过测定不同基质理化性状,可以进一步掌握红掌生长的适宜条件,为进一步筛选基质配方提供参考。

该试验进口泥炭(DC)是德国红掌专用基质材料,经过专门处理,并添加了保水剂、营养元素等,在国内红掌规模生产中使用率高,与其它进口材料比价格适中,栽培的花品质好,深受广大种植厂商欢迎。经测定其理化指标为:容重 0.24 g/cm³、总孔隙度 70%、持水孔隙度 60%、气水比 0.15~0.16、pH 5.6~5.9,电导率 390 μS/cm,

表 1 红掌小苗基质配方理化性状

处理	配方	容重/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	总孔隙度/%	持水孔隙度/%	气水比	pH	电导率/ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$
GC	GC 100%	0.25 abc	70.2	50.4	0.39 a	6.1	402.0 ef
DC	DC 100%	0.24 bc	70.9	61.7	0.15 cd	5.6	390.2 f
L1	GC 60%+珍珠岩 20%+蛭石 20%	0.25 abc	68.1	57.1	0.19 bc	6.0	380.4 f
L2	GC 60%+椰纤 40%	0.25 abc	67.0	55.2	0.21 bc	6.5	444.4 de
L3	GC 60%+椰纤 20%+牛粪 20%	0.27 ab	59.6	50.6	0.18 bc	6.4	604.8 b
L4	GC 80%+树皮 20%	0.24 bc	66.2	60.9	0.18 bc	6.1	609.8 b
L5	GC 70%+腐叶土 30%	0.24 bc	61.2	53.2	0.15 cd	6.1	519.6 c
L6	GC 30%+椰糠 70%	0.24 bc	58.2	54.1	0.08 e	6.3	782.8 a
L7	GC 50%+绿茶渣 50%	0.28 a	62.5	50.4	0.24 b	5.8	796.0 a
L8	GC 50%+松针 50%	0.22 c	64.7	46.3	0.40 a	5.7	482.2 cd

注:表中数据为平均值,字母不同表示 5%水平差异显著,相同表示差异不显著,未标示表示差异不显著,下同。

参照其理化指标进行分析比较。

由表 1 可知,红掌小苗各配方中,L3 含有牛粪、L7 含有茶叶渣容重较大,L8 添加松针容重最小为 0.22 g/cm^3 ,利于搬运及运输。其它配方容重均在 $0.24 \sim 0.25 \text{ g/cm}^3$ 之间,与进口泥炭(DC)基本一致。总孔隙度以进口泥炭(DC)最大,其次为国产草炭(GC),其它配方总孔隙度范围在 $60\% \sim 70\%$ 之间,持水孔隙度在 $50\% \sim 60\%$ 。气水比以 L8 和国产草炭(GC)最大,说明二者大孔隙多,基质通透性强,需要勤浇水,才能保持基质一定含水量,L6 气水比最小,通气性差,其它配方气水比范围在 $0.15 \sim 0.24$ 之间。L6、L7 含有椰糠和茶叶渣比例高且为有机基质,故电导率较高,有供应养分潜能,但疏水、通气性比较差。L1、L2、L8 电导率(EC 值)接近进口泥炭(DC)。各配方酸碱度在 $5.6 \sim 6.5$ 之间,均为酸性条件适宜红掌生长。从容重、通气性、电导率、酸碱性指标,结合植株长势,认为红掌小苗栽培基质容重在 $0.24 \sim 0.25 \text{ g/cm}^3$ 之间,总孔隙度在 $60\% \sim 70\%$,气水比在 $0.15 \sim 0.20$ 之间,电导率不高于 $500 \mu\text{S/cm}$ 为宜。

2.2 不同基质配方对红掌小苗生长的影响

红掌是按照“叶→花→叶→花”循环生长的,在营养供应充足的条件下,通常新生叶比老叶大^[16]。该试验通过测定顶生新叶高度及整株叶片数来反映红掌中、小

苗的生长发育状况。

2.2.1 对株高生长的影响 由图 1 可知,红掌小苗定植 30、60 d 各基质配方栽培红掌,株高差异不显著。定植 90 d 各配方株高出现差异。其中以 L1、L2、L5、L8 较其它配方高。定植 30、60、90、120 d 各配方平均株高生长量分别为 $1.9、2.2、5.0、3.4 \text{ cm}$,表现为前期生长缓慢后期生长快。至 120 d 时,株高从高到低的顺序为:L2> L1> L5> L8> DC> GC> L4> L3> L6> L7。其中 L2 (GC60%+椰纤 40%)、L1 (GC 60%+珍珠岩 20%+蛭石 20%)、L5 (GC 70%+腐叶土 30%)、L8 (GC 50%+松针 50%)与进口泥炭(DC)达到差异显著水平。

2.2.2 对叶片生长的影响 由图 2 可知,不同基质配方对小苗叶片生长影响与株高表现一致。定植 30、60、90 d 各个配方红掌叶片生长差异不显著,定植 120 d 各配方之间存在差异显著性,以进口泥炭(DC)叶片生长最多,达到每株 13 片。其次 L1、L2、L6 叶片数优于国产草炭(GC),且与其它配方达到差异显著水平。各配方红掌叶片生长顺序为 DC> L1> L2> L6> GC> L4> L8> L3> L5> L7。除进口泥炭外,以 L1 (GC 60%+珍珠岩 20%+蛭石 20%)、L2 (GC 60%+椰纤 40%)、L6 (GC 30%+椰糠 70%)表现优。

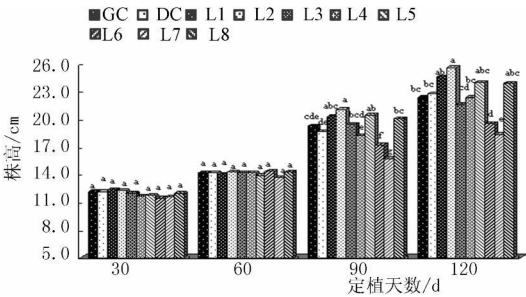


图 1 不同基质配方对小苗株高生长的影响

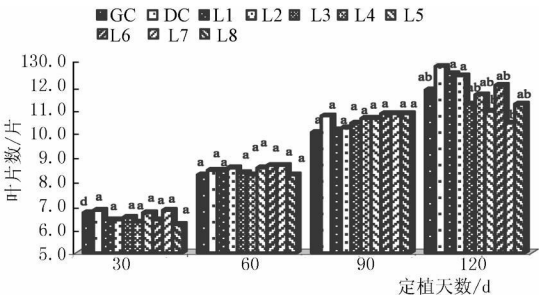


图 2 不同基质配方对小苗叶片生长的影响

综上所述,综合基质理化性质、植株长势得出:配方 L1(GC 60%+珍珠岩 20%+蛭石 20%)、L2(GC 60%+椰纤 40%)、L5(GC 70%+腐叶土 30%)较优。其中,L1

(GC 60%+珍珠岩 20%+蛭石 20%)为有机与无机材料配合,从有机废弃物资源化利用角度,不推荐采用,但仍然是生产中值得推荐的良好基质配方。L8 气水比较大,

虽然植株表现好,可能是其它措施所致,配方应进行调整,不推荐采用。L6株高小且基质理化性状不利于幼苗生长,需要调整。

2.3 红掌中苗不同基质配方理化性状分析

由表 2 可知,红掌中苗各配方中,除 B6 添加 70%椰康,容重最大,B5 添加松针容重最小外,其它配方容重范围在 0.24 ~0.26 g/cm³ 之间,与红掌小苗容重基本一致;总孔隙度仍然以进口泥炭(DC)最大,其次为国产草炭(GC),总孔隙度范围在 56%~69%之间;持水孔隙度

在 47%~59%之间;气水比以国产草炭(GC)最高,其它配方在 0.11~0.23 之间;电导率指标,B7 最高,其次为 B6。

各配方从容重、通气状况、酸碱性和电导率指标看,以 B1(GC 60%+珍珠岩 30%+蛭石 10%)、B2(GC 50%+椰纤 50%)、B3(GC 60%+树皮 40%)、B4(GC 60%+腐叶土 40%)、B8(GC 80%+大陶粒 20%)更接近进口泥炭(DC),适宜根系生长。B6 容重大、通气性差,不利于根系生长。

表 2 红掌中苗基质配方理化性状

处理	配方	容重/g·cm ⁻³	总孔隙度/%	持水孔隙度/%	气水比	pH	电导率/μS·cm ⁻¹
GC	GC 100%	0.24 bc	68.0	49.0	0.39 a	6.0	407.8 b
DC	DC 100%	0.24 bc	69.0	59.0	0.17 b	5.5	389.4 b
B1	GC 60%+珍珠岩 30%+蛭石 10%	0.24 bc	66.0	56.0	0.18 b	5.7	380.8 b
B2	GC 50%+椰纤 50%	0.24 bc	66.0	57.0	0.16 b	5.9	431.8 b
B3	GC 60%+树皮 40%	0.25 bc	61.0	53.0	0.15 b	6.1	607.2 ab
B4	GC 60%+腐叶土 40%	0.26 bc	63.0	57.0	0.11 b	6.2	598.6 ab
B5	GC 50%+松针 50%	0.22 c	59.0	48.0	0.23 b	5.6	522.6 b
B6	GC 30%+椰糠 70%	0.29 a	58.0	47.0	0.23 b	6.0	790.4 ab
B7	GC 70%+小陶粒 30%	0.26 ab	56.0	49.0	0.14 b	5.8	806.8 a
B8	GC 80%+大陶粒 20%	0.26 abc	57.0	51.0	0.12 b	5.9	483.4 b

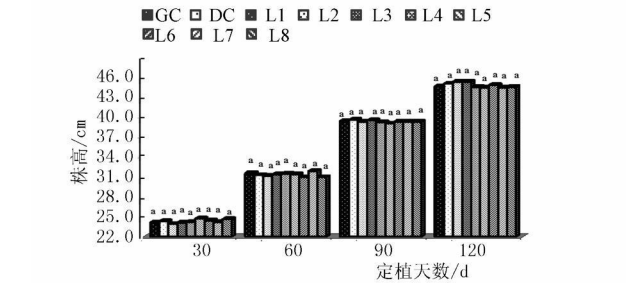


图 3 不同基质配方对中苗株高生长的影响

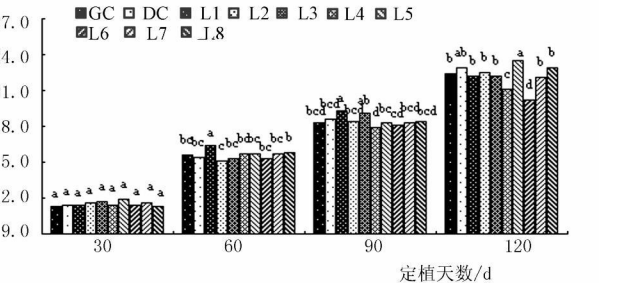


图 4 不同基质配方对中苗叶片生长的影响

2.4 不同基质配方对红掌中苗生长的影响

2.4.1 对株高生长的影响 由图 3 可知,红掌中苗生长阶段,处于营养旺盛生长期,定植 30、60、90、120 d 平均株高生长量分别为 4.2、6.8、7.8、5.5 cm,各阶段不同配方栽培对株高的影响差异不明显。定植 120 d 各配方株高由高至低的顺序为:B2> B3> DC> B6> B1> GC> B8> B4> B7> B5。其中,B2(GC50%+椰纤 50%)、B3(GC 60%+树皮 40%)株高优于进口泥炭(DC)。其中 B6、B1 优于国产草炭(GC),B2 草炭用量占 50%、B3 草炭用量占 60%。

2.4.2 对叶片生长的影响 由图 4 可知,红掌中苗叶片生长不同基质配方之间在定植 60、90、120 d 时存在差异。定植 120 d B5、B8、DC 之间差异不显著,与其它配方差异显著。其中,B5 叶片数最多,达到每盆 23.5 片,优于进口泥炭(DC),其次为 B8、B2 优于国产草炭(GC)。

各配方叶片数从多到少顺序为: B5> DC> B8> B2> GC> B3> B1> B7> B4> B6。综上所述,综合基质理化性质、植株长势和有机废弃物利用角度认为,红掌中苗以 B2(GC50%+椰纤 50%),B5(GC 80%+大陶粒 20%)、B8(GC 50%+松针 50%)为最优配方,基质的理化性质对幼苗生长有利,植株长势好。

3 讨论与结论

该试验通过对不同有机废弃物进行配方处理,并对其理化指标的测定及植株生长状况的比较得出,容重在 0.24~0.26 g/cm³,总孔隙度 60%~70%,气水比在 0.15~0.17 之间,pH 5.5~6.5,电导率不大于 500 μS/cm 都比较有利于红掌根系的生长。从有机废物资源再利用的角度,优选出红掌栽培基质配方为:L2(GC 60%+椰纤 40%)、L5(GC 70%+腐叶土 30%);B2(GC50%+椰纤 50%),B5(GC 50%+松针 50%)、B8(GC 50%+松

针 50%)。

利用国产草炭与树皮、椰纤、腐叶土等有机废弃物进行复配的优选基质配方,完全可以替代进口基质材料,不仅可以降低生产成本,而且使农林有机废弃物得到合理利用,促进循环农业的发展。在生产实践中,各地应就地取材、因地制宜研究与发展。

该试验仅仅对基质的容重、孔隙度、气水比、pH 值、电导率(EC)指标进行了分析研究,从有机废弃物利用角度优选出红掌中、小苗基质配方,而对栽培者关心的花卉品质的特性指标及基质的分解率和稳定性^[17-18]等方面还需要进一步的研究。

参考文献

[1] 高雷,赵卫国,莫东发,等.不同栽培基质对红掌组培出瓶苗生长的影响[J].北方园艺,2008(7):164-166.
[2] 武爱龙.凤梨和红掌的市场前景分析[J].现代园艺,2009(7):43-44.
[3] 李政红,郭涛,李中勇.国内外红掌生产及科研概况[J].农业工程技术(温室园艺),2009(8):60-61.
[4] 孙振钧,孙永明.我国农业废弃物资源化与农村生物质能源利用的现状与发展[J].中国农业科技导报,2006,8(1):6-13.
[5] 彭靖.对我国农业废弃物资源化利用的思考[J].生态环境学报,2009,18(2):794-798.
[6] Gerald K. Quality control and use of composed organic wasters as components of growing media in the Federal Republic of Germany [J]. Acta Horticulturae, 1991, 294: 89-99.

[7] Cleudaldb B Perez. Philippines recommends for coconut (3) [M]. Manila: Philippine Coconut for Agriculture Forestry and Natural Resource Research and Development, 1993: 136-137.
[8] Merrow A W. Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as peat substitute [J]. HortScience, 1994, 12 (29): 1481-1486.
[9] Merrow A W. Growth of two tropical foliage plants using coir dust as a container medium amendent [J]. HortTechnology, 1995(5): 3237-3239.
[10] Poole H A. 王中强, 孟宪民. 椰糠与加拿大藓类泥炭作为园艺栽培基质的比较[J]. 腐植酸, 2003, 24(1): 35-38.
[11] 康红梅, 张启翔, 唐菁. 栽培基质的研究进展[J]. 土壤通报, 2005, 36 (1): 124-127.
[12] 张启翔, 孙向丽. 几种有机废弃物作为一品红代用基质的研究[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(3): 46-51.
[13] 索琳娜, 金茂勇, 张宝珠. 农林有机废弃物生产花木栽培基质技术和前景[J]. 北方园艺, 2009(4): 108-112.
[14] 朱国鹏, 刘士哲, 陈业渊, 等. 基于椰糠的新型无土栽培基质研究(II.)—配方试种筛选[J]. 热带作物学报, 2005, 5(2): 100-106.
[15] 尹淑莲, 马英, 林艳. 仙客来栽培基质配比研究[J]. 林业实用技术, 2006(3): 9-11.
[16] 黄青峰. 红掌的特征特性及其栽培技术[J]. 泉州农业技术, 2002(2): 19-21.
[17] 韩劲, 龚学坤, 刘悦秋, 等. 不同栽培基质及 pH 对火鹤生长的影响[J]. 北京农学院学报, 1997(3): 26-30.
[18] 刘森勋. 盆栽红掌栽培管理技术[J]. 林业科技开发, 2008, 22(5): 106-108.

Soiless Culture *Adndraeanwn* Matrix Developed and its Effect Based on Organic Wastes Resourses

LIANG Jin-feng, QI Qing-zhen, WANG Sheng-tao, JIA Xiao-hong

(Soil and Fertilizer Extension Service Center, Beijing Agricultural Bureau, Beijing 100029)

Abstract: Culture substrate pot experiments were carried out to value the effects on physical and chemical properties of substrate and biological properties of under different ratios of coir, humus, pinetree needles and domestically-produced peat. Two height levels of small plants were selected in the study, 10 cm and 20 cm, with the imported peat material as the control. The results showed that the domestically-produced peat with coir, ceramic, humus and pine needles had the potential to replace the imported peat. 2 formulas for 10 cm plants and 3 formulas for 20 cm plants were selected from the experiments. L2 (GC 60%+coconut fiber 40%), L5 (GC 70%+artificial humic substance 30%) for the appropriate formula, B2 (GC50%+coconut fiber 50%), B5(GC 50%+Lecanosticta 50%), B8 (GC80%+bark 20%). The physical and chemical indicators matrix were as follows: bulk density in 0.24~0.26 g/cm³, total porosity 60%~70%, gas-water ratio 0.15~0.17, pH at 5.5~6.5 and EC values of less than 500 μS/cm were appropriate.

Key words: *Anthuriurn adndr aeanwn*; soiless culture; matrix formula; screening