

仇恒佳,林菁,周玉珍,等.不同配方基质对盆栽欧洲水仙生长发育的影响[J].江苏农业科学,2016,44(11):203-206.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.061

# 不同配方基质对盆栽欧洲水仙生长发育的影响

仇恒佳<sup>1</sup>,林菁<sup>1</sup>,周玉珍<sup>1</sup>,叶晓青<sup>2</sup>

(1.苏州农业职业技术学院/江苏省农业种质资源保护与利用平台,江苏苏州 215008;

2.江苏省农业科学院农业生物技术研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**选择最佳的盆栽欧洲水仙无土栽培基质,利用草炭、珍珠岩、河沙为材料,按照不同比例配制成混合基质,并利用目前常用的含有园土的栽培基质为对照,探讨不同配比基质对欧洲水仙品种‘塔希提’生长发育的影响。结果表明,M1、M2、M3、M5 基质的主要理化指标均在无土栽培理想范围,以其生长的植株综合评价优于对照,并以 M3 基质的植株表现最好。结合经济性和实用性考虑,选用 M1 基质最佳,用 M1 基质种植欧洲水仙种球出苗快且整齐,开花品质较好,基质稳定且成本价格较低。

**关键词:**欧洲水仙;无土栽培;生长发育;基质

**中图分类号:** S682.2<sup>+</sup>10.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0203-04

欧洲水仙(*Narcissus* spp.)又称洋水仙,是从欧洲引入中国的水仙品种的统称,为石蒜科多年生球根花卉,喜温暖湿润、阳光充足的气候,忌高温多湿,主要分布于欧洲、北非及地中海沿岸一带<sup>[1]</sup>。与中国水仙相比,欧洲水仙因其花大色艳、花型较为丰富,种球可以连年开花,近年来很受国内市场欢迎,主要应用于切花和盆栽,也适合丛植于草坪中,镶嵌在假山石缝中,或片植在疏林下、花坛边缘。花卉无土栽培技术是一项新兴技术,发展前景极为广阔<sup>[2]</sup>,已在菊花、百合、一品红、丽格海棠、蝴蝶兰等观赏植物中得到广泛研究和应用。目前,国内一些地区对欧洲水仙进行引种栽培研究<sup>[3-5]</sup>,种植土壤以肥沃、疏松、排水良好、富含腐殖质的微酸性至微碱性沙质壤土为宜<sup>[6]</sup>。欧洲水仙盆栽时一般用泥炭基质混合土,保水性好,种植后在种球上覆盖 2~3 cm 的沙,防止种球向上凸起,利于根系发育,也可防止浇水板结。然而对欧洲水仙无土栽培基质的研究国内未见报道。本试验利用 2008 年从国外引种自繁栽培品种塔希提(Tahiti),以草炭、珍珠岩、河沙为基质材料,研究不同配方基质对盆栽欧洲水仙生长发育的影响,筛选出欧洲水仙无土栽培的优良基质,为推动盆栽欧洲水

仙在国内种植提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

材料为 2008 年从荷兰引种自繁品种塔希提(Tahiti),在苏州农业职业技术学院相城农业科技园种植、收获。试验选用大小基本一致、健壮的种球,收获时间为 2014 年 6 月初,平均周径 9.32 cm,平均质量为 14.54 g。用于试验的草炭、珍珠岩、河沙、园土按照一定的体积比混合后,配制成 10 种混合基质,对照(CK)用国内种植欧洲水仙常用的 4 份草炭:3 份珍珠岩:3 份园土的基质配方(表 1)。草炭选用丹麦品氏生产的水藓泥炭基质,纤维长度 10~30 mm。

表 1 混合基质组分及比例(体积比)

基质编号	基质组分			
	草炭	珍珠岩	河沙	园土
CK	4	3		3
M1	1	1	1	
M2	2	1	1	
M3	3	1	1	
M4	1	2	1	
M5	2	2	1	
M6	3	2	1	
M7	1	1	2	
M8	2	1	2	
M9	3	1	2	

收稿日期:2015-09-10

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2064];江苏省“青蓝工程”科技创新团队项目[编号:苏教师(2014)23号]。

作者简介:仇恒佳(1964—),男,安徽寿县人,博士,副教授,主要从事观赏植物栽培技术科研与教学。E-mail:qhj010519@163.com。

候观测[J].应用生态学报,2008,19(12):2583-2587.

[14]王雪峰.平藤雅之.文冠果苗木生长与土壤含水量间关系建模[J].林业科学,2013,49(4):70-76.

[15]侯元凯,杨超伟,刘庆宇.文冠果种实性状与引种栽培研究[M].北京:中国农业出版社,2013:32-38.

[16]王彤.医学统计学与SPSS软件应用[M].北京:北京大学医学出版社,2008:67.

[17]侯元凯,黄琳,高巍,等.文冠果幼树生长性状的相关性分析[J].经济林研究,2012,30(2):52-55,117.

[18]李博生.文冠果丰产栽培实用技术[M].北京:中国林业出版社,2010.

[19]郭军战,张敏,费昭雪,等.文冠果数量性状的主成分分析及聚类分析研究[J].西北林学院学报,2012,27(2):66-69.

[20]姚荣江,杨劲松.黄河三角洲地区土壤盐渍化特征及其剖面类型分析[J].干旱区资源与环境,2007,21(11):106-112.

[21]张伟,徐远.两步聚类方法[C]//信息化与管理创新:2006年全国第十届企业信息化与工业工程学术年会论文集.杭州,2006:424-428.

1.2 栽培方法

试验于 2014 年 11 月中旬至 2015 年 6 月上旬在苏州农业职业技术学院相城农业科技园塑料大棚内进行。采用完全随机区组设计,每个处理 10 个种球,3 次重复。种植前基质和种球进行常规消毒处理。种球于 2014 年 11 月 18 日上盆,花盆尺寸为口径 13 cm、高 10 cm,每盆种植 1 个种球。花盆放置在塑料大棚内,进行常规水肥管理。当中午温度高于 15 ℃ 时,增设遮阴网,拉开大棚四周薄膜,保证塑料大棚内通风阴凉;当晚上温度低于 5 ℃ 时,将塑料大棚薄膜盖好,防止霜冻。试验期间除栽培基质外其他环境条件与栽培管理措施保持一致。

1.3 测定指标与方法

在试验前测定无土栽培基质的理化性质。基质容重、总孔隙度、通气空隙、持水空隙的测定方法参照饱和浸提法<sup>[7]</sup>;基质 EC 值(电导率)、pH 值测定用浸提法<sup>[8]</sup>。

种球出苗后每天观察出苗情况,于种球种植 42 d 开始统计出苗数量,每隔 5 d 记录 1 次;出苗率 = 出苗盆数/每个处理的种球数 × 100%。种球种植 127 d 后,即在开花期当天在各处理中随机选取 10 株,测定不同处理的株高、叶片数、叶长、叶宽、SPAD 值。用卷尺测量株高、叶长、叶宽,株高测定以茎基部为准,到植株最高点;叶长、叶宽均取最长最宽处;叶片数为展开的叶片数目。叶绿素 SPAD 值采用 SPAD - 502 叶绿素仪测定。

从现蕾开始统计开花数量指标,定期记录现蕾数、开花数、谢花数。统计花期时间:以 30% 开花为开花期,70% 开花为盛花期,90% 以上花朵枯萎为谢花期。盛花期用卷尺测量花萼高,用游标卡尺测量花冠径;花萼高为花梗基部至顶端的长度;花冠径为花朵完全开放时的花朵直径。

种球收获后,冲洗、风干,将母球与子球分离,统计母球和子球数量,计算繁殖系数,并用卷尺测量种球周径。繁殖系数 = 种球收获个数/种球种植个数。

1.4 统计分析

用隶属函数法求出欧洲水仙生长发育综合评价指标的隶属函数值: $X(\mu) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ ,式中: $X$  为某一基质条件某一指标( $\mu$ )的测定值, $X_{\max}$  为该指标测定的最大值, $X_{\min}$  为该指标所测的最小值。将各基质条件下不同生长发育指标的隶属函数值累加,求其平均值,即为欧洲水仙生长发育综合评价指数,其值越大,说明植株生长越好<sup>[9-10]</sup>。

试验数据采用 SPSS 19.0 软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同无土栽培基质的理化性质

基质的理化性质是否适宜是无土栽培的基础,直接影响植物的生长发育。基质容重为 0.1 ~ 0.8 g/cm<sup>3</sup> 对植物生长效果较好<sup>[11]</sup>,且基质容重较小有利于盆花的生产、流通与消费。从表 2 可以看出,随着草炭比例的增大,容重逐渐减小;由于河沙的容重相对较大,随着河沙的比例增大,基质的容重增加。M6、M3 处理的容重相对较小,M7 处理的容重最大,不同处理容重在 0.36 ~ 0.68 g/cm<sup>3</sup> 之间,符合栽培基质的基本要求。

基质总孔隙度以 60% 左右为宜,最适宜孔隙度能提供 20% 空气和 20% ~ 30% 易利用水分、通气孔隙度与持水孔隙度的比值一般在 1 : 2 ~ 1 : 4 的范围<sup>[12]</sup>。本试验配制的 9 种无土栽培基质,除 M7 处理的总孔隙度低于 50%,其他栽培基质的总孔隙度在 50% ~ 55% 范围;M2、M3、M9 处理的通气孔隙度与持水孔隙度比值较接近 1 : 4 (表 2)。

pH 值测定结果,不同配方基质的 pH 值在 6.7 ~ 7.3 之间,欧洲水仙适宜的基质为微酸性至微碱性,不同配方基质的 pH 值均能达到要求(表 2)。

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,促进植物生长,但电导率超过 1.25 mS/cm 便需要淋洗<sup>[13]</sup>。EC 值测定结果,M4 处理的 EC 值最低,为 0.66 mS/cm;M3 处理的 EC 值最大,达 0.78 mS/cm。不同配方基质的 EC 值达到花卉无土栽培的要求(表 2)。

表 2 不同无土栽培基质的物理、化学性质

处理	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	总孔隙度 (%)	通气孔隙 (%)	持水孔隙 (%)	pH 值	EC (mS/cm)
M1	0.58	54.49	9.04	45.45	7.1	0.70
M2	0.48	54.56	9.71	44.85	7.0	0.75
M3	0.43	54.68	9.94	44.74	6.7	0.78
M4	0.54	50.03	5.38	44.65	7.2	0.66
M5	0.49	50.61	5.90	44.71	7.1	0.68
M6	0.36	50.71	7.88	42.83	6.9	0.69
M7	0.68	42.92	5.35	37.57	7.3	0.70
M8	0.65	53.31	6.39	46.92	7.1	0.71
M9	0.61	53.93	9.70	44.23	7.0	0.73

2.2 不同基质对欧洲水仙生长发育的影响

2.2.1 不同配方基质对出苗率的影响 不同配方基质处理的欧洲水仙塔希提出苗率统计结果见表 3。M2、M7 处理的出苗率较低,为 93.33%,其他处理均全部出苗。种球种植后 47 d,M1、M3 处理和 CK 的出苗率达到 90% 以上,而且出苗较快且出苗整齐;种球种植后 57 d,M1、M3、M6、M9 处理与 CK 的出苗率一致,达 100%,其中 M6 处理的出苗主要集中在种球种植后 42 ~ 57 d;M2、M4、M5、M7、M8 处理还没出全苗,说

表 3 不同配方基质对种球出苗率的影响

种植后天数 (d)	出苗率(%)									
	CK	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
42	76.67	86.67	63.33	76.67	56.67	60.00	43.33	70.00	46.67	63.33
47	93.33	93.33	80.00	90.00	80.00	80.00	66.67	76.67	70.00	86.67
52	96.67	96.67	83.33	90.00	80.00	83.33	73.33	86.67	70.00	90.00
57	100.00	100.00	90.00	100.00	96.67	93.33	100.00	86.67	96.67	100.00
62	100.00	100.00	93.33	100.00	96.67	96.67	100.00	93.33	100.00	100.00
67	100.00	100.00	93.33	100.00	100.00	96.67	100.00	93.33	100.00	100.00
72	100.00	100.00	93.33	100.00	100.00	100.00	100.00	93.33	100.00	100.00

明其出苗相对迟缓,且 M7 处理的出苗率仅为 86.67%。将出苗情况与不同基质的 pH 值大小比较分析可见,种球种植后 57 d 出苗较迟缓的基质 pH 值较大,出全苗的基质 pH 值较小,表明微酸性基质可能更适宜欧洲水仙出苗生长。

2.2.2 不同配方基质对植株形态的影响 从表 4 可以看出,种球种植后 127 d,M3 处理的株高最大,达 26.20 cm,虽与其他无土栽培基质处理的株高无显著差异,但显著大于 CK 株高。叶片数在 CK 与无土栽培基质处理植株之间没有显著差异。M3 处理的叶长较大,达 22.70 cm,与 M2 处理的叶长差异不显著,但与其他处理的差异显著。M4 处理的叶宽最大,为 1.61 cm,与 CK、M1、M2、M3、M5、M6 处理的叶宽无显著差异,与 M7、M8、M9 处理的叶宽差异显著;M9 处理的叶宽最小,为 1.03 cm。不同处理叶绿素 SPAD 值没有显著影响。

2.2.3 不同配方基质对开花品质的影响 从表 5 可以看出,M3 处理的现蕾最多,为 28 个,其次是 M1、M9 处理,M1、M9 处理与 CK 的现蕾数相同;其他各处理的现蕾数都少于 CK。不同配方基质对塔希提开花期、盛花期、谢花期及开花持续时间影响不大,与 CK 相当。M3 处理的花葶高最大,为 36.30 cm,

表 4 不同配方基质对植株形态特征的影响

处理	株高 (cm)	叶片数 (张)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	SPAD 值
CK	22.83a	5.22a	19.25a	1.41bc	58.3a
M1	23.25ab	4.33a	19.30a	1.52bc	57.6a
M2	25.63ab	4.67a	20.68ab	1.45bc	57.4a
M3	26.20b	4.50a	22.70b	1.50bc	58.8a
M4	24.33ab	4.67a	19.67a	1.61c	55.8a
M5	25.03ab	4.83a	19.69a	1.45bc	59.3a
M6	24.45ab	4.50a	19.33a	1.47bc	57.5a
M7	23.57ab	4.50a	20.01a	1.15ab	58.5a
M8	23.80ab	4.00a	18.71a	1.29b	57.9a
M9	25.50ab	3.83a	20.08a	1.03a	56.1a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。表 5 同。

与 M2、M5 处理花葶高差异不显著,与 CK 花葶高差异显著;CK 的花葶高最小,为 30.65 cm。M1 处理的花冠径最大,为 9.36 cm,与 CK、M6 处理的花冠径差异显著,与其他处理的花冠径差异不显著。

表 5 不同配方基质对塔希提开花的影响

处理	现蕾数 (个)	开花期 (月-日)	盛花期 (月-日)	谢花期 (月-日)	开花持续时间 (d)	花葶高 (cm)	花冠径 (cm)
CK	27	03-27	03-31	04-11	15	30.65a	8.25a
M1	27	03-27	04-02	04-11	15	32.78ab	9.36b
M2	25	03-26	03-31	04-11	16	34.14bc	9.06ab
M3	28	03-26	03-30	04-11	16	36.30c	8.95ab
M4	25	03-26	03-29	04-10	15	33.33b	8.58ab
M5	26	03-25	03-29	04-09	15	34.15bc	8.79ab
M6	26	03-26	03-31	04-10	15	31.99ab	8.04a
M7	24	03-27	04-01	04-11	15	31.76ab	8.79ab
M8	25	03-27	04-01	04-12	16	32.02ab	8.76ab
M9	27	03-27	04-02	04-12	16	33.10ab	8.56ab

2.2.4 不同配方基质对种球周径与繁殖系数的影响 从表 6 可以看出,经过 1 个生长季节,不同配方基质生长的种球平均周径都有所增长,M3 处理生长的种球周径增长最大,平均增长 2.39 cm;其次是 M2、M6 处理生长的种球,其周径平均增长 1.90 cm;M1、M5、M7、M8、M9 处理生长的种球平均周径增加量比 CK 种球周径增加量小。欧洲水仙的繁殖方式多为分球繁殖,每个母球经过 1 个生长季节可繁殖 1~2 个子球<sup>[14]</sup>,在 10 个配方基质中,M3 处理的种球繁殖系数最高,达 2.1;M2 处理种球繁殖系数与 CK 相同,为 1.8;其他处理的繁殖系数都较低,其中 M8 处理的种球繁殖系数最低,为 1.1。

2.3 不同配方基质影响欧洲水仙塔希提生长发育状况的综合评价

从表 7 可以看出,M3、M2、M5、M1 处理的综合评价指数分别为 0.90、0.60、0.59、0.53,高于 CK 的 0.50,表明欧洲水仙塔希提在这 4 个配方基质中生长发育综合表现优于 CK,从植物生长发育的角度来看,这 4 种配方基质可以作为欧洲水仙的无土栽培基质,尤以 M3 配方基质为佳。

就基质成本而言,草炭属不可再生资源,成本价格最高,园土价格较低。按照目前草炭 180 元/m<sup>3</sup>、珍珠岩 80 元/m<sup>3</sup>、河沙 40 元/m<sup>3</sup>、园土 20 元/m<sup>3</sup> 成本价计算,CK、M1、M2、M3、

表 6 不同配方基质对塔希提种球周径与繁殖系数的影响

处理	种植前周 径(cm)	收获后周 径(cm)	周径增加 量(cm)	种植个 数(个)	收获个 数(个)	繁殖系数
CK	9.32	10.98	1.66	30	53	1.8
M1	9.32	10.83	1.51	30	51	1.7
M2	9.32	11.22	1.90	30	53	1.8
M3	9.32	11.71	2.39	30	63	2.1
M4	9.32	11.05	1.73	30	50	1.7
M5	9.32	10.52	1.20	30	45	1.5
M6	9.32	11.22	1.90	30	48	1.6
M7	9.32	10.96	1.64	30	50	1.7
M8	9.32	9.66	0.34	30	33	1.1
M9	9.32	9.50	0.18	30	39	1.3

M5 处理的价格分别为 102、100、120、132、112 元/m<sup>3</sup>,M1 处理价格比 CK 低。从经济性和实用性 2 个方面考虑,M1 配方基质为欧洲水仙最优无土栽培基质。

3 结论与讨论

培养基质是无土栽培条件下盆栽植物生长的基础,理想的基质应具备质地疏松、透气、保水性强、养分协调持续供应,

表 7 不同配方基质对塔希提生长发育的综合评价指数

处理	出苗率	株高	叶片数	SPAD 值	花蕾数	开花持续 天数	花葶高	花冠径	种球周径 增加量	种球繁殖 系数	综合评价 指数
CK	1.00	0.00	1.00	0.71	0.75	0.00	0.00	0.16	0.67	0.70	0.50
M1	1.00	0.12	0.36	0.51	0.75	0.00	0.38	1.00	0.60	0.60	0.53
M2	0.00	0.83	0.60	0.46	0.25	1.00	0.62	0.77	0.78	0.70	0.60
M3	1.00	1.00	0.48	0.86	1.00	1.00	1.00	0.69	1.00	1.00	0.90
M4	1.00	0.45	0.60	0.00	0.25	0.00	0.47	0.41	0.70	0.60	0.45
M5	1.00	0.65	0.72	1.00	0.50	0.00	0.62	0.57	0.46	0.40	0.59
M6	1.00	0.48	0.48	0.49	0.50	0.00	0.24	0.00	0.78	0.50	0.45
M7	0.00	0.22	0.48	0.77	0.00	0.00	0.20	0.57	0.66	0.60	0.35
M8	1.00	0.29	0.12	0.60	0.25	1.00	0.24	0.55	0.07	0.00	0.41
M9	1.00	0.95	0.00	0.09	0.75	1.00	0.43	0.39	0.00	0.20	0.48

对植物根系起到支撑作用等基本条件<sup>[15-16]</sup>。国产盆花基质常发生聚盐和板结现象,而进口盆花基质的理化性质通常优于国产基质<sup>[17]</sup>,虽然国内对部分花卉无土栽培替代基质做了一定研究<sup>[18]</sup>,但在盆花生产应用实践中,仍以进口基质为主<sup>[19]</sup>。用于花卉盆栽基质的组分数量很多,以有机、无机混合基质在水、气、肥协调方面优于单一的有机或无机基质,且在生产上基质组分数量最好不要超过 3 个<sup>[20]</sup>。本试验采用的进口草炭、珍珠岩、河沙材料是花卉无土栽培的主要基质成分<sup>[21]</sup>,也是欧洲水仙盆花生产常用混合基质配方的组分<sup>[22]</sup>。

草炭有机质含量高,质地松软易于散碎,一般适合于喜酸性土壤的花卉种类;河沙、珍珠岩属无机基质,其养分含量少,不适合单独用于盆栽基质,但其透气、透水能力很强,将其与草炭适量混合,可用于欧洲水仙无土栽培。试验结果表明,用草炭、珍珠岩、河沙组成的 9 种混合基质的主要理化性质均在无土栽培基质的理想范围。从植物生长角度考虑,M1、M2、M3、M5 处理可作为盆花欧洲水仙无土栽培基质,尤其以 M3 处理(3 份草炭:1 份珍珠岩:1 份河沙)基质为佳,其出苗率、株高、花蕾数、花葶高、种球繁殖系数等较大。从经济性和实用性两个方面考虑,M1 处理(1 份草炭:1 份珍珠岩:1 份河沙)作为欧洲水仙无土栽培基质最优。M1 基质种植的欧洲水仙塔希提种球,出苗快且整齐,植株形态特征、现蕾数、花期、花葶高与对照相当,花冠径明显大于对照,基质稳定且成本价格较低,是盆花欧洲水仙最佳无土栽培基质。

参考文献:

[1]李继爱,姜贺飞,赵惠恩. 洋水仙花粉生活力的测定方法初探[J]. 中国农学通报,2010,26(17):242-245.

[2]汤志敏,乔恩从,孙敬爽. 盆栽月季无土栽培基质的研究[J]. 黑龙江农业科学,2010(7):75-80.

[3]邵和平,高年春,张宁宁,等. 水仙花的引种栽培与繁育技术[J]. 江苏农业科学,2007(3):119-122.

[4]王春彦,罗凤霞,刘薇萍,等. 不同荷兰水仙品种在南京地区的物候期及观赏性状与生长特性[J]. 江苏农业科学,2011,39(2):247-251.

[5]卞阿娜,潘东明. 洋水仙在漳州地区的引种筛选研究[J]. 热带作物学报,2013,34(8):1444-1449.

[6]亓雪龙,杨娟侠,王江勇,等. 山东泰安地区引种荷兰水仙气候适宜性评价[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2013,44(2):167-170.

[7]连兆煌. 无土栽培原理与技术[M]. 北京:中国农业出版社,1994.

[8]中国土壤协会农业化学委员会. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:科学技术出版社,1983.

[9]任爽英,刘春,冯冰,等. 东方百合“Sorbonne”无土栽培基质的研究[J]. 北京林业大学学报,2011,33(3):92-98.

[10]孙向丽,张启翔. 4 种农业有机废弃物对丽格海棠盆花的栽培效果[J]. 东北林业大学学报,2011,39(3):31-33.

[11]刘树堂. 无土栽培实用技术[M]. 济南:黄河出版社,2003:122-123.

[12]高丽红. 无土栽培固体基质的种类与理化特性[J]. 农村实用工程技术·温室园艺,2004,10(2):28-30.

[13]Ball V. Ball redbook[M]. 16th edition. Illinois:Ball Publishing,1997:115-140.

[14]吴艳涛,马晓红,史益敏. 几种荷兰水仙生物学性状与光合特性[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2009,28(6):619-623.

[15]李文杰,方正,陈段芬,等. 丽格海棠无土栽培基质的优化筛选[J]. 河北农业大学学报,2004,27(3):56-59,67.

[16]许奕,宋顺,王安邦,等. 不同培养基对铁皮石斛壮苗生根的影响及移栽条件优化[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):247-249.

[17]李美霞,金茂勇,张宝珠,等. 不同栽培基质对安祖花品种‘Sier-ra’生长发育的影响[J]. 西南农业学报,2013,26(3):1190-1194.

[18]范如芹,罗佳,高岩,等. 凹凸土对无土栽培基质性能及番茄育苗的影响[J]. 江苏农业学报,2015,31(4):792-797.

[19]刘军,肖更生,孙映波,等. 广东花卉产业栽培基质使用现状及发展前景分析[J]. 广东农业科学,2011,38(23):72-74.

[20]Tracking down the proper growing media[J]. Greenhouse Manager,1983,2(7):68-69.

[21]毛妮妮,翁忙玲,姜卫兵. 固体栽培基质对园艺植物生长发育及生理生化影响研究进展[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2007,28(3):283-287.

[22]张宁宁,邵和平,张晓燕,等. 欧洲水仙促成栽培技术[J]. 金陵科技学院学报,2007,23(1):74-76.