

杨美燕, 杨秀珍. 营养液浓度和施肥频率对无土栽培一串红生长及开花的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 181–184.

# 营养液浓度和施肥频率对无土栽培一串红生长及开花的影响

杨美燕, 杨秀珍

(北京林业大学园林学院, 北京 100083)

**摘要:**采用一串红展望红和一串白粉 2 个品种为材料, 研究了不同营养液浓度和施肥频率组合对无土栽培一串红生长及开花的影响, 旨在为无土栽培一串红盆花的产业化生产提供科学的施肥依据。通过对冠幅、叶片数、开花品质、叶绿素含量、干物质量的调查与分析, 得出以下结果: 3c4d 处理, 植株极其低矮, 叶缘枯焦, 茎基部腐烂, 出现了倒伏甚至死亡的现象; 1c8d、1c12d 处理, 植株矮小瘦弱, 叶片数少且叶色浅, 花枝数少; 2c4d、3c8d、1c4d、2c8d、3c12d 是一串红生长的适宜浓度和频率组合, 其中 2c8d 处理冠幅、叶片数、着花数等指标最佳, 株型圆整饱满, 茎秆粗壮, 开花繁茂。综合来看, 每隔 8 d 浇施 2 倍浓度营养液的 2c8d 处理最适宜一串红的生长及开花。

**关键词:**一串红; 营养液浓度; 施肥频率; 无土栽培; 生长; 开花

**中图分类号:** S681.401 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0181-03

一串红 (*Salvia splendens*) 既适于露地花坛栽植, 又适于盆栽观赏, 是庭园中栽培最广泛的草本花卉, 又是我国节日传统用花<sup>[1]</sup>。目前园林应用上对一串红的施肥主要是经验施肥, 缺乏科学的理论指导, 造成了肥料浪费。周波等利用市场化的花卉专用控释肥进行一串红穴盘育苗试验, 探索草本花卉穴盘育苗的最佳控释肥施用种类及施肥量<sup>[2]</sup>。赵杭苹等对通过航天育种等手段选育出的一串红新品种进行了春秋两季 5 个处理肥料浓度栽培试验<sup>[3]</sup>。葛亚英等进行了一串红苗期不同营养液配比试验<sup>[4]</sup>。目前尚无对不同营养液浓度和施肥频率对一串红生长及开花影响的具体研究, 且轻质、清洁、环保的基质栽培是现代城市对盆花的要求, 故本试验着重研究了不同营养液浓度和施肥频率对温室无土栽培一串红生长及开花的影响, 旨在分析确定一串红生长适宜的营养液浓度和施肥频率的最佳组合, 为无土栽培一串红盆花的产业化生产提供科学的施肥依据<sup>[5-8]</sup>。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

本试验所用的材料为一串红进口品种展望红及自主品种一串白粉 2 个品种。选择国产草炭作为播种基质, 用纯珍珠岩做栽培基质, 使用 160 mm × 140 mm 红色塑料盆做栽培容器。栽培试验在北林科技股份有限公司现代化温室中进行。

### 1.2 试验方法

试验选取营养液浓度和施肥频率 2 个因子, 营养液浓度用 c 表示, 施肥频率用 d 表示, 每个因子设 3 个水平, 营养液

浓度设 1、2、3 倍 3 个水平 (其中 1 倍是标准营养液浓度), 施肥频率设 4、8、12 d 3 个水平, 做完全随机区组试验, 共 9 个处理, 试验设计如表 1 所示。2012 年 2 月 18 日播种, 3 月 26 日上盆, 3 月 30 日开始, 每隔 4 d 添加 140 mL 500 倍改良的霍格兰营养液, 其间 8、12 d 的处理进行浇清水处理。2012 年 7 月 15 日结束, 共施营养液 28 次。整个过程中对一串红摘心 3 次, 摘心时间依次为 4 月 10 日、5 月 2 日、5 月 21 日。标准营养液配方:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  100 mg/L,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  60 mg/L,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  100 mg/L,  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0.5 mg/L,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.1 mg/L,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  0.2 mg/L,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.1 mg/L,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0.02 mg/L,  $\text{Na}_2\text{Fe-EDTA}$  2 mg/L。

### 1.3 测定项目及数据处理

自 2012 年 4 月 23 日开始, 平均每隔 12 d 对一串红的冠幅进行统计, 2012 年 7 月 19 日全株取样, 统计叶片数、花枝数、花穗长、轮数、着花数指标。各器官用自来水清洗后阴干放于信封中, 放于 80 ℃ 烘箱中烘至恒重, 用电子天平称量叶、茎、根、花的干重。2012 年 7 月 20 日取顶部第 3 片叶用丙酮乙醇混合液测定叶绿素含量<sup>[9]</sup>。采用 SPSS 软件、Excel 软件分析数据。

表 1 试验设计

编号	处理	营养液浓度 (倍)	施肥频率 (d)
1	1c4d	1	4
2	1c8d	1	8
3	1c12d	1	12
4	2c4d	2	4
5	2c8d	2	8
6	2c12d	2	12
7	3c4d	3	4
8	3c8d	3	8
9	3c12d	3	12

收稿日期: 2013-02-28

基金项目: 北京市教委重点资助项目 (编号: KM201110020011)。

作者简介: 杨美燕 (1988—), 女, 安徽黄山人, 硕士研究生, 主要从事园林植物的栽培应用研究。E-mail: 249661983@qq.com。

通信作者: 杨秀珍, 女, 博士, 副教授, 主要从事园林植物的栽培研究。

E-mail: yangxiuzhen@263.net。

2 结果与分析

2.1 不同营养液浓度和施肥频率对冠幅的影响

冠幅测定结果如图 1 所示,2 个品种的冠幅随时间推移均呈现先上升后下降的趋势,7 月 7 日后,2 个品种的冠幅均有所下降,分析原因是由于后期植株进入了生殖生长,养分集中向花器官部分供应,营养器官养分供应相对减少,叶片开始凋落所致。整个过程中,1c12d 处理冠幅均显著低于其他处理,7 月 19 日展望红的冠幅仅比调查初期增大了 12.32 cm,一串白粉增大了 15.91 cm,说明低浓度低频率的营养液处理不利于冠幅的展开。7 月 19 日,展望红冠幅大小依次为 2c8d > 1c4d > 2c4d > 2c12d > 3c8d > 3c12d > 3c4d > 1c8d > 1c12d, 2c8d 处理冠幅最大,比调查初期增大了 21.56 cm;一串白粉冠幅大小依次为 2c8d > 3c12d = 3c8d > 1c4d = 2c12d > 2c4d > 3c4d > 1c8d > 1c12d, 2c8d 处理冠幅最大,比调查初期增大 23.6 8cm。2 个品种前期 3c4d 处理的冠幅与 1c4d、2c8d、3c12d 处理差异不显著,但随着处理次数的增加,3c4d 处理的冠幅与其他处理间的差异越来越显著,这说明了随着处理次数的增加,高浓度高施用量的营养液处理对植株冠幅展开的抑制作用越来越明显。

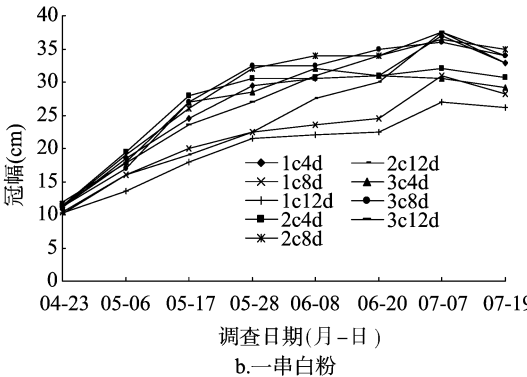
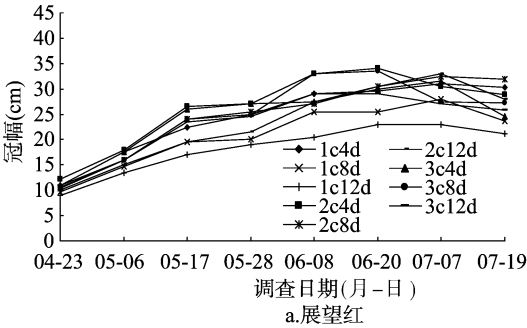


图1 不同营养液浓度和施肥频率对冠幅的影响

2.2 不同营养液浓度和施肥频率对叶片数的影响

2012 年 7 月 19 日叶片数测定结果如表 2 所示,2 个品种的叶片数均是 2c8d 处理最多,1c12d 处理最少。3c 处理的叶片数整体上大于 1c、2c 处理,这说明了高浓度的营养液处理有利于叶片的形成。3c4d 处理的叶片数显著少于 2c8d、2c4d、1c4d 处理,这与后期 3c4d 处理出现叶缘枯焦、叶片大量凋落有关。一串白粉的叶片数整体上多于展望红,但日常观察时发现,一串白粉植株相对较高,但后期下位叶脱落严重,叶片整体上簇生在植株上部。作为园林观赏植物,高品质的一串红要求株形矮小紧凑,植株圆整饱满,茎秆粗壮,故和

表 2 不同营养液浓度和施肥频率对叶片数的影响

处理	不同品种叶片数(张)	
	展望红	一串白粉
1c4d	93.33bcd	126.33bc
1c8d	70.67de	74.33de
1c12d	51.00e	60.33e
2c4d	94.33bcd	155.00b
2c8d	123.67a	196.00a
2c12d	96.00bc	120.67bc
3c4d	83.00cd	98.00cd
3c8d	113.33ab	149.67b
3c12d	89.00cd	123.33bc

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。表 3、表 4 同。

展望红相比,一串白粉不适宜做花坛花卉或盆花观赏,更适宜于花镜栽培。

2.3 不同营养液浓度和施肥频率对开花品质的影响

不同营养液浓度和施肥频率对开花品质的影响如表 3 所示,展望红和一串白粉的花枝数均以 3c4d 处理最多,与 2c4d、3c8d 处理差异不显著;以 1c12d 处理最少,与 1c8d、2c12d 处理差异不显著,和前面叶片数的变化规律基本一致。2 个品种 3c 处理的花枝数均整体上多于 1c、2c 处理,说明了高浓度的营养液处理可促进花枝的形成。2 个品种的花穗长、轮数、着花数均是 2c8d 处理最大,3c4d 处理最小,且 3c4d 处理与 1c8d、2c12d 处理差异不显著。日常观察发现,3c4d 处理的花枝数虽多,但花穗短,着花数少,花朵易萎蔫凋落,观赏品质极其不佳。

表 3 不同营养液浓度和施肥频率对开花品质的影响

品种	处理	花枝数 (枝)	花穗长 (cm)	轮数 (轮)	着花数 (朵)
展望红	1c4d	5.33c	28.33ab	37.33cd	82.67abcd
	1c8d	3.67de	25.45b	25.67ef	61.33cd
	1c12d	3.00e	25.33b	20.67f	56.33cd
	2c4d	7.33ab	33.67ab	49.00b	97.00ab
	2c8d	5.33c	36.67a	59.00a	103.33a
	2c12d	5.00cd	30.67ab	35.00de	67.33bcd
	3c4d	8.33a	25.00b	47.00bc	50.00d
	3c8d	7.67a	35.33ab	39.00bcd	88.33abc
	3c12d	6.00bc	32.67ab	44.67bcd	80.00abcd
一串白粉	1c4d	4.67c	26.33bc	34.00d	93.00ab
	1c8d	3.33de	24.33c	23.68e	62.33cde
	1c12d	2.67e	23.33c	20.00e	50.00e
	2c4d	6.67ab	31.00ab	47.67b	79.33abc
	2c8d	6.00b	33.67a	55.67a	98.00a
	2c12d	4.33de	29.00abc	35.00cd	81.00abc
	3c4d	7.67a	23.67c	45.00b	42.00e
	3c8d	6.67ab	33.33a	41.67bc	74.67bcd
	3c12d	5.33bc	30.67ab	37.33cd	54.33de

2.4 不同营养液浓度和施肥频率对叶绿素含量的影响

叶绿素是反映叶片功能及植株生长发育状况的重要指标,为探明不同营养液浓度和施肥频率对一串红植株叶片叶绿素含量的影响,2012 年 7 月 20 日取样测定 2 个品种叶片的叶绿素含量,结果如表 4 所示。2 个品种的叶绿素含量均以

3c4d 处理最高,叶色呈墨绿色,与 2c4d 处理差异不显著,这说明了高施用量的营养液处理有利于叶绿素的形成。1c12d 处理叶绿素含量最低,叶色呈浅绿色,与 1c8d、2c12d 处理差异不显著。一串红作为园林观赏植物,叶片颜色过深或过浅均不易形成较好的观赏品质。

表 4 不同营养液浓度和施肥频率对叶绿素含量的影响

处理	mg/g					
	展望红			一串白粉		
	Chla	Chlb	Chl	Chla	Chlb	Chl
1c4d	1.08abc	0.30c	1.38bc	1.17ab	0.34a	1.51ab
1c8d	0.96abc	0.21c	1.17c	0.95ab	0.26ab	1.21b
1c12d	0.83c	0.26c	1.09c	0.84b	0.22b	1.06c
2c4d	1.44a	0.65a	2.10a	1.37a	0.54a	1.91a
2c8d	0.94abc	0.39bc	1.34bc	1.13ab	0.33ab	1.46ab
2c12d	0.89bc	0.28c	1.18c	0.96ab	0.26ab	1.21b
3c4d	1.48a	0.66a	2.14a	1.38a	0.55a	1.93a
3c8d	1.32ab	0.46ab	1.78ab	1.13ab	0.33ab	1.46ab
3c12d	1.05abc	0.27c	1.32bc	0.99ab	0.27ab	1.25b

2.5 不同营养液浓度和施肥频率对干物质量的影响

不同营养液浓度和施肥频率对植株各器官干物质量的影响如表 5 所示,2 个品种 3c8d 处理叶的干重最大,其次为 2c8d 处理,1c12d 处理最小;展望红茎的干重以 2c8d 处理最大,一串白粉茎的干重以 3c12d 处理最大,其次为 2c8d 处理,2 个品种 1c12d 处理茎的干重均最小,其次为 3c4d 处理;展望红根的干重以 2c8d 处理最大,一串白粉根的干重以 1c4d 处理最大,其次为 2c8d 处理,2 个品种 3c4d 处理根的干重均最小,其次为 2c4d 处理,这说明了高浓度高施用量的营养液处理严重抑制了根系的生长;2 个品种花的干重均以 2c8d 处理最大,3c4d 处理最小,这说明了高浓度高施用量的营养液处理也严重抑制了植株的开花。

展望红品种总干重大小依次为 2c8d > 3c8d > 1c4d > 2c4d

表 5 不同营养液浓度和施肥频率对干物质量的影响 g

品种	处理	叶	茎	根	花	总干重
展望红	1c4d	5.53	5.25	0.55	1.64	12.97
	1c8d	3.45	4.72	0.46	1.28	9.91
	1c12d	2.07	3.09	0.37	1.22	6.75
	2c4d	5.93	4.68	0.29	1.93	12.83
	2c8d	6.52	5.62	0.56	2.40	15.10
	2c12d	4.83	5.06	0.52	1.68	12.09
	3c4d	4.54	3.17	0.18	0.77	8.66
	3c8d	6.63	5.27	0.53	1.64	14.07
	3c12d	5.64	4.35	0.48	1.63	12.10
一串白粉	1c4d	9.43	9.32	0.63	1.32	21.34
	1c8d	5.30	6.15	0.51	0.93	12.88
	1c12d	2.49	4.95	0.40	0.85	8.69
	2c4d	8.50	7.35	0.28	1.25	17.38
	2c8d	9.71	9.68	0.62	2.09	21.46
	2c12d	5.26	6.15	0.50	1.35	13.26
	3c4d	8.61	6.25	0.15	0.43	15.44
	3c8d	10.37	8.00	0.31	1.37	20.05
	3c12d	9.90	9.75	0.52	1.29	21.46

> 3c12d > 2c12d > 1c8d > 3c4d > 1c12d,一串白粉品种总干重大小为 2c8d = 3c12d > 1c4d > 3c8d > 2c4d > 2c12d > 3c4d > 1c8d > 1c12d。2 个品种总干物质重的变化规律说明了低浓度低施用量的营养液处理及高浓度高施用量的营养液处理均不利于植株干重的积累。

3 结论与讨论

本试验通过对不同营养液浓度和施肥频率对无土栽培一串红生长开花影响的栽培研究,分析了冠幅、叶片数、开花品质、叶绿素含量、干物质量的变化规律。理论营养液施用量是 3c4d > 2c4d > 3c8d > 1c4d = 2c8d = 3c12d > 2c12d > 1c8d > 1c12d,而试验结果表明,整体上冠幅、叶片数、花穗长、轮数、着花数、总干物质量均以 2c8d 处理最大,与 1c4d、3c12d 处理差异不显著;花枝数、叶绿素含量以 3c4d 最大,与 2c4d 处理差异不显著;3c4d 处理,植株极其低矮,叶片大,叶色浓绿,茎秆细弱,易倒伏,花枝数多,但花穗短,着花数少,茎基部出现腐烂发白甚至死亡的现象,这说明了高浓度高施用量的营养液处理严重抑制了植株的生长及开花;1c8d、1c12d 处理,植株矮小瘦弱,叶片数少,叶色较浅,花枝数、着花数少,观赏品质不佳,说明低浓度低施用量的营养液处理不利于植株的生长及开花;2c4d、3c8d、1c4d、2c8d、3c12d 是一串红生长的适宜浓度和频率组合;1c4d、2c8d、3c12d 处理,理论上营养液施用量一致,但 2c8d 处理冠幅、叶片数、着花数等指标最佳,株型圆整饱满,茎秆粗壮,开花繁茂,说明高浓度处理(2c8d 相对于 1c4d 而言)有利于促进植株的生长及开花,但间隔时间太长(3c12d 相对于 2c8d 而言)不利于植株对营养的吸收。

陈平等研究了施肥频率对夏季粤选 1 号匍匐剪股颖果岭草生长影响,结果表明:施肥频率高,促进草坪草生长,每 2 d 施肥 1 次,草徒长,多次修剪后植株枯死;每 8 d 施肥 1 次,草坪草生长均匀,色泽深,病害发生少,草坪质量高;每 10 d 施肥 1 次,草生长量低<sup>[10]</sup>,这与本试验得出的结果基本一致,即过高和过低的施肥频率均不利于植株的生长。张春英等对盆栽红掌进行了不同的营养液浓度、浇施间隔的栽培试验,结果表明:红掌品种 Arizona 盆栽适宜的施肥方式以每天定量供应为宜<sup>[11]</sup>。栗岩峰等研究了施肥频率对番茄产量的影响,结果表明:施肥频率对番茄的产量影响显著,施肥频率从 4 周 1 次增加到每周 1 次时产量显著施肥频率取每周 1 次较为适宜<sup>[12]</sup>。本试验得出的结论是 2 倍的浓度,每隔 8 天浇施营养液 1 次,一串红植株的观赏品质最佳,这说明了不同植物在不同基质的栽培下,对营养的需求不同,植株生长发育适宜的施肥频率亦不同。

参考文献:

[1]李凤兰,刘荣梅,胡国富,等. 一串红的研究进展[J]. 东北农业大学学报,2008,39(8):131-135.

[2]周 波,刘登民,聂俊华,等. 一串红穴盘苗 N、P、K 营养特性与控释肥效应研究[J]. 北方园艺,2009(5):35-38.

[3]赵杭苹,陈 一,傅巧娟. 一串红新品种肥料浓度试验[J]. 杭州农业科技,2008(4):21-24.

[4]葛亚英,张春春. 一串红苗期不同营养液配比试验[J]. 浙江农业科学,2003(6):312-314.

刘春贵,陈秀兰,包建忠,等. 观赏荷花新品种蜀岗红莲的选育及栽培技术[J]. 江苏农业科学,2013,41(8):184-185.

# 观赏荷花新品种蜀岗红莲的选育及栽培技术

刘春贵, 陈秀兰, 包建忠, 孙 叶, 李风童, 马 辉, 张 甜

(江苏里下河地区农业科学研究所, 江苏扬州 225007)

**摘要:**蜀岗红莲是江苏里下河地区农业科学研究所最新选育的观赏荷花新品种,2012 年通过江苏省果茶花品种鉴定委员会鉴定。该品种为大株型,具有花色鲜艳、重瓣性强、适应性好、抗病性强等优点,适合江苏省及长江流域露地浅池栽培。介绍了该品种的选育过程、品种比较试验结果、形态特征、生物学特性及配套栽培技术,以供花卉研究单位及推广部门参考。

**关键词:**观赏荷花;新品种;选育;栽培技术

**中图分类号:** S682.320.4;S682.320.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0184-02

荷花是中国传统十大名花之一,中国园林中通常将它作为水景布置的重要植物材料,在水生花卉中具有重要地位<sup>[1]</sup>。荷花栽培主产区在长江流域和黄淮流域,以湖北、江苏、安徽等省的种植面积最大,目前全国栽培面积在 50 万~70 万  $\text{hm}^2$ ,江苏省栽培面积在 8.2 万  $\text{hm}^2$  左右。随着城市园林景观的不断建设和广大水乡湖滩资源的开发利用,以及农村产业结构的调整和进一步对外开放,荷花的生产和销售将得到新的发展和提高,因此对观赏荷花新品种的需求会更加迫切。近年来,江苏里下河地区农业科学研究所开展了大株型、花色艳、瓣性强、抗逆的观赏荷花新品种选育,蜀岗红莲是最新育成的观赏荷花品种,该品种 2012 年 9 月通过江苏省果茶花品种鉴定委员会鉴定,鉴定编号为苏鉴花 201208。该品种为大株型,具有花色鲜艳、重瓣性强、适应性好、抗病性强等优点,适合江苏省及长江流域露地浅水栽培。

## 1 选育过程

2005 年在江苏里下河地区农业科学研究所试验地以状元红为母本,进行自交,当代得到自交莲子 34 粒。2006 年对得到的自交莲子破壳播种,当年开花 25 盆,经过主要性状比较,筛选出 5 个单株。2007 年经过繁殖,发现“06-186-6”株系性状最优,淘汰了其他 4 个株系。2008—2009 年将编号

“06-186-6”株系在江苏省常熟、扬州、江都和赣榆等地进行区域试验,同时在扬州市荷花基地繁殖基础试验种藕。2010—2011 年分别在扬州、江都等地区进行生产试验。

## 2 品种试验结果

### 2.1 立叶高

各参试品种的立叶平均高度在试验点的表现排序为蜀岗红莲>状元红>娇容三变>杏花春雨。蜀岗红莲的立叶最高,比对照立叶高 11~22 cm(表 1),表现为大株型,适宜较深的水面栽植。

### 2.2 始花期、群体花期

各参试品种的始花期在各试验点表现从早到晚的顺序为蜀岗红莲、状元红、娇容三变、杏花春雨,其中蜀岗红莲的始花期比各对照提早约 3~10 d。群体花期从短到长的顺序为娇容三变、杏花春雨、状元红、蜀岗红莲,蜀岗红莲的群体花期比各对照长 6~11 d(表 1)。

### 2.3 花朵数、花瓣数

各参试品种在各试验点平均每缸花朵数表现从多到少的顺序为蜀岗红莲>杏花春雨>娇容三变>状元红,蜀岗红莲表现丰花性较强;单朵平均花瓣数在各试验点表现从多到少的顺序为蜀岗红莲>杏花春雨>状元红>娇容三变,蜀岗红莲重瓣性较强(表 1)。

### 2.4 花径

各参试品种的平均花径在各试验点表现从大到小的顺序为蜀岗红莲>娇容三变>杏花春雨>状元红,蜀岗红莲花径最大(表 1)。

收稿日期:2013-01-10

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(11)1018];江苏省扬州市农业科技攻关项目(编号: YZ2011052)。

作者简介:刘春贵(1970—),男,江苏扬州人,助理研究员,主要从事花卉育种与生产管理工作。E-mail: horlccg@sina.com。

[5] 杨美燕,杨秀珍,刘克峰,等. 钾施用量对一串红营养生长及钾营养特性的影响[J]. 广东农业科学,2012(13):76-78.

[6] 杨美燕,杨秀珍,刘克峰,等. 不同磷施用量对一串红营养生长的影响[C]//张启翔. 中国观赏园艺研究进展. 北京:中国林业出版社,2012:328-332.

[7] 周杰良,王建湘,李树战,等. 不同肥料及施肥方法对一串红生长及开花的影响研究[J]. 浙江农业科学,2007(6):652-655.

[8] Hu G F, Yuan Q, Li F L. RAPD analysis on the four kinds of color-flowered *Salvia splendens* Ker-Gawl[J]. Journal of Northeast Agri-

cultural University: English Edition, 2007(2):97-102.

[9] 王学奎. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

[10] 陈 平,董金旭,郑旋杰. 施肥频率对夏季粤选 1 号匍匐剪股颖果岭草生长影响[J]. 中国农学通报,2006,22(3):285-288.

[11] 张春英,陆 亮,王泰哲. 不同营养供应方式对盆栽红掌生长的影响[J]. 园林科技信息,2001(S1):14-17.

[12] 栗岩峰,李久生,饶敏杰. 滴灌系统运行方式施肥频率对番茄产量与根系分布的影响[J]. 中国农业科学,2006,39(7):1419-1427.