

# 四季秋海棠无土栽培优良基质的筛选

赵 斌<sup>1,2,3</sup>, 付乃峰<sup>1</sup>, 向言词<sup>3</sup>, 田代科<sup>1,2</sup>

(1. 上海辰山植物园, 中国科学院 上海辰山植物科学研究中心, 上海 201602; 2. 上海市资源植物功能基因组学重点实验室, 上海 201602; 3. 湖南科技大学 生命科学学院, 湖南 湘潭 411201)

**摘 要:**为探究秋海棠的优良栽培基质及草坪草的修剪废弃物替代泥炭作为基质的可能性, 以栽培广泛的四季秋海棠幼苗为试材, 在上海辰山植物园的栽培大棚中进行盆栽试验。分别选用 T1(泥炭:珍珠岩=1:1)、T2(泥炭:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T3(玉米秆:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T4(玉米秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1)、T5(草秆:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T6(草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1)、T7(蛭石:珍珠岩:松树皮=1:1:1)和 T8(蛭石:珍珠岩:松树皮=2:1:1) 8 种混合基质, 比较四季秋海棠的生长表现差异。结果表明:四季秋海棠在 8 种栽培基质中, 上盆后 30~60 d 时茎均显著增大, 60~90 d 时株高、叶数和叶面积增加最多。最佳综合表现为 T6 处理, 在该基质中, 分枝数、叶片厚度、开花数、地上部分鲜干质量和相对叶绿素含量均最大。综合评价分析, 基质用草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1 替换泥炭, 可满足四季秋海棠生长, 因此, 修剪后的草坪草废弃物可替换泥炭用于秋海棠的无土栽培基质。

**关键词:**栽培基质; 四季秋海棠; 栽培大棚; 盆栽植物; 草坪草废弃物

**中图分类号:**S 685.99 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)09-0079-06

秋海棠(*Begonia* L.)为全球十大被子植物之一<sup>[1]</sup>, 并作为观赏植物在全球范围内广泛栽培。该属植物多样性十分丰富, 种类繁多, 全球已知约 1 600 种<sup>[1-3]</sup>, 我国已发现近 200 种(不含种下类群)<sup>[3-4]</sup>。随着人们精神生活的日益丰富, 对秋海棠需求也在日益高涨。据美国秋海棠协会(ABS)的数据库统计, 全球已培育出逾 1.6 万个秋海棠品种。相比欧美等发达国家, 我国秋海棠的栽培育种工作发展相对缓慢, 目前仅有中国科学院昆明植物研究所培育出近 30 个栽培品种<sup>[5-7]</sup>, 对种质资源的开发利用才刚刚起步。尽管全球在资源调查、分类及系统演化等研究

方面已开展了大量工作<sup>[3-4, 8-9]</sup>, 育种及栽培方面也有若干报道<sup>[10-12]</sup>, 但对于阴棚、居室等特定环境条件下光强、温度等环境因子对秋海棠生长影响的研究还很少。

四季秋海棠(*Begonia cucullata* Willd.), 原产南美巴西, 是栽培最广的秋海棠之一。该种品种丰富, 姿态优美, 花多而密集成簇, 花期长且不受日照长短影响, 适应性强, 气温适宜条件下一年四季皆可开花, 因此被广泛应用于布置城市园林景观<sup>[13]</sup>。同时, 四季秋海棠的盆花也很受大众青睐, 在世界各地被大量生产和消费<sup>[14-15]</sup>。我国自 1912 年开始引进四季秋海棠栽培品种, 1930 年从美国引种, 在上海、南京一带有栽培, 而规模生产自 20 世纪 90 年代才开始<sup>[13]</sup>。目前, 四季秋海棠的盆花仍多为土壤栽培<sup>[14]</sup>, 不仅基质质量重, 而且透气性差、易积水, 容易导致植株长势差、病虫害发生。而无土栽培花卉因透气性好, 水肥管理易于控制, 少受病虫害影响, 因而花卉根系发达、茎挺拔、叶肥壮、花朵大、花期长<sup>[16-17]</sup>。而且, 无土栽培的花卉生长快, 成花周期短, 有利于工厂化生产。此外, 无土栽培基质质量轻, 既利于产业化生产, 又方便了运输。

国内外普遍采用泥炭与其它材料配比用于花卉无土栽培<sup>[18-19]</sup>, 但目前有关四季秋海棠无土栽培基

**第一作者简介:**赵斌(1988-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士, 园艺师, 现主要从事秋海棠等观赏植物的育种及栽培生理等研究工作。E-mail: zhaobin709@126.com.

**责任作者:**田代科(1968-), 男, 博士, 研究员, 现主要从事植物分类与引种驯化及观赏植物育种与繁殖生产和开发利用等研究工作。E-mail: dktian@sibs.ac.cn.

**基金项目:**上海市绿化和市容管理局攻关资助项目(F112421); 上海市科学技术委员会资助项目(14DZ2260400); 湖南省环保科技资助项目(湘财建指[2012]347号, 湘财建指[2013]229号)。

**收稿日期:**2016-12-15

质的研究还很少,而且基质类型相对单一。近年来,随着泥炭消耗的日益增加,环境破坏日益严重,各国政府纷纷采取一系列措施减少泥炭的开采和利用<sup>[20-23]</sup>,因而筛选新型无土栽培基质显得至关重要。草坪草废弃物作为一类价格低廉、再生能力强的新型材料,不仅质量轻,而且透气性好,符合用作无土栽培的基质材料,但国内外目前还没有用其作为无土栽培基质栽培秋海棠的报道。为了探究秋海棠的最佳盆栽基质类型以及草坪草修剪废弃物、农作物秸秆等能否替代泥炭作为基质,以四季秋海棠为植物材料,在上海辰山植物园栽培大棚进行了无土栽培基质的筛选试验,以期为今后秋海棠属植物的栽培和产业化生产提供更多更适宜的基质选择。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

上海市松江区夏季高温多雨,栽培大棚 6—9 月平均气温 28℃,平均白昼时间为 12.5 h,全日照时大棚内光强可达 15 000~35 000 lx。

表 1

8 种基质的物理性质及 pH

Table 1

Physical properties and pH of eight substrates

基质 Medium	容重 Bulk density/(g·mL <sup>-1</sup> )	总孔隙度 Total hole percentage/%	持水孔隙度 Water hole percentage/%	通气孔隙度 Air hole percentage/%	pH
T1(CK)	112.43c	74.67c	59.45a	15.22g	6.83a
T2	108.23d	78.02a	55.33b	22.69c	6.38b
T3	79.34f	75.27b	45.33e	30.34b	6.15c
T4	84.26e	74.13d	42.47g	31.66a	6.11d
T5	62.35h	61.11f	45.77d	15.34f	6.15c
T6	67.76g	60.06g	46.90c	13.16h	6.10d
T7	132.12a	57.58h	39.92h	17.66e	5.52e
T8	128.07b	63.00e	44.77f	18.23d	6.09d

注:同列中不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。表 3 同。

Note: Different lowercase letters in each column indicate statistically significant differences between the treatments at 0.05 level. The same as Table 3.

### 1.3 试验方法

试验于 2015 年 6 月 3 日至 8 月 30 日(90 d)在上海市松江区上海辰山植物园遮光率为 45%的栽培大棚中进行。

在植物栽培室内,将前期培养株高和茎粗分别为 2.5 cm、3 mm 的四季秋海棠幼苗移栽至口径 10 cm、高 8 cm 的方形塑料盆中,在大棚中驯苗 14 d。每种栽培基质设置 3 组重复,每组 8 株,定植后,视基质干燥程度浇水,维持基质湿润,每 15 d 施 1 次肥(肥料统一选择稀释 1 000 倍的花多多通用型水溶肥:N—P—K=20—20—20)。

### 1.4 项目测定

试验期间测定四季秋海棠的株高、茎粗、叶数和叶面积,间隔 30 d;试验结束时测定各栽培基质中植株的分枝数、开花数、叶片厚度、地上部分鲜干质量、地下

### 1.2 试验材料

供试四季秋海棠种子,由课题组从福建省龙岩市连城县冠豸山的自然化居群中采集,种子培养成苗后,于 2015 年 6 月初上盆,开始试验。

根据无土栽培研究现状<sup>[16,24]</sup>及栽培基质理化性质的探究<sup>[25]</sup>,选择 8 种栽培基质配比,分别由泥炭、蛭石、玉米秆、草秆、珍珠岩、松树皮组合而成,依次标记为 T1(泥炭:珍珠岩=1:1)、T2(泥炭:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T3(玉米秆:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T4(玉米秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1)、T5(草秆:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T6(草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1)、T7(蛭石:珍珠岩:松树皮=1:1:1)、T8(蛭石:珍珠岩:松树皮=2:1:1),在秋海棠的整个生长期,统一采用无土栽培专用花多多水溶肥(N—P—K=20—10—20)。

作为无土栽培基质,除了提供有机质等部分营养外,其主要功能是为植株提供适宜的生长环境和根系的固定<sup>[26-27]</sup>。各基质的理化性质见表 1。

部分干质量、根冠比及相对叶绿素含量。

株高以根茎基部(基质表面)至主茎顶部的高度为准;茎粗选择植株距基质 1.5 cm 处使用游标卡尺测量;叶数、分枝数和开花数直接观察计数;从每株秋海棠不同位置随机选取 4 片叶,通过添加刻度尺,进行数码拍照、Photoshop 处理、扫描仪扫描计算来测定叶面积<sup>[28-29]</sup>;在每株秋海棠不同位置随机选测 6 片成熟叶,用游标卡尺测定各叶片相同位置的厚度,然后取平均值作为植株的叶片厚度(测量位置错开叶脉,距叶缘 1 cm);地上部分鲜质量指基质以上部位新鲜植株全部质量,此部分烘干后为地上干质量。鉴于四季秋海棠的根为须根系,多而细,很难将基质与根系完全分离,不便于取材测量,故未对地下根部鲜质量进行测量。地下部分干质量为植株栽培基质以下部分烘干后的质量;根冠比=地下部分干质量/

地上部分干质量。相对叶绿素含量的测定:采用手持式叶绿素仪 SPAD-502 plus (KONICA MINOLTA Sensing, Inc., Japan)<sup>[30]</sup> 在每株上随机选取 6 片成熟叶片,在同一位置测定相对叶绿素含量(避开叶脉),结果取平均值。

### 1.5 数据分析

采用 Excel 2007 对试验数据进行整理,采用 SPSS 20.0 方差分析和差异显著性( $P<0.05$ )检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同栽培基质对四季秋海棠株高、茎粗、叶片数和叶面积影响

不同栽培基质对四季秋海棠的生长具有明显影响,结合其生长差异,对移栽 85 d 后四季秋海棠的生长状况(图 1)进行了测定分析。植物的株高和茎粗是判断其营养生长的重要指标,叶数和叶面积可以反映出植株对栽培基质的适应性高低。从表 2 可以

看出,随着栽培时间的延长,8 种栽培基质中四季秋海棠的株高、茎粗、叶数和叶面积均随栽培时间的延长而增大,变化趋势几乎一致。栽培处理时间为 30 d 时,基质 T6 的株高、茎粗、叶数和叶面积均显著高于其它栽培基质,基质 T4 的上述指标几乎始终最小;栽培时间为 60 d 时,除株高外,基质 T6 的茎粗、叶数和叶面积均显著高于 T1(作为对照组),且在各栽培基质中表现最佳,基质 T4 中的各指标均最小;栽培时间为 90 d 时,基质 T6 中四季秋海棠的各指标显著高于其它栽培基质,表现最佳,而基质 T4 的植株各项指标在各个处理组中仍处于最小。综上,各栽培基质中四季秋海棠随时间增加,株高、茎粗、叶数和叶面积均随时间延长而增大,变化幅度基本一致,其中,株高、叶数和叶面积在 60~90 d 增加最大,而茎粗在 30~60 d 增加最大。

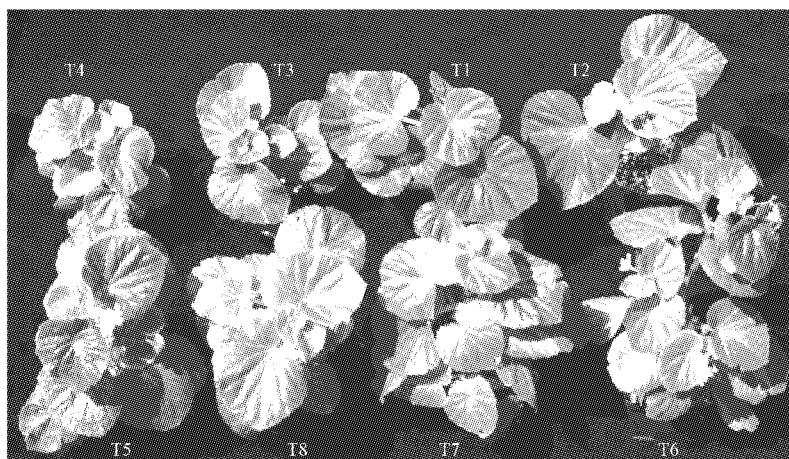


图 1 移栽 85 d 后的四季秋海棠

Fig. 1 Potted *B. cucullata* at 85 days after transplanting

综合 8 种栽培基质中四季秋海棠上述各指标的变化可知,栽培 90 d 后,基质 T6 的株高、茎粗、叶片数和叶面积均显著高于其它栽培基质,因此,该试验中 T6 是适合四季秋海棠生长的最佳栽培基质。

### 2.2 不同栽培基质对四季秋海棠生物量及根冠比的影响

分枝数是反映植株生长旺盛程度的重要标志。由表 3 可知,所测量四季秋海棠的分枝数,T2、T5、T7、T8 与 T1 处理差异不显著,说明增加松树皮、等比例加入草秆及用蛭石替代泥炭,均与泥炭作用相当,T3、T4 显著低于 T1,T6 显著高于 T1,说明玉米秆不适合替代泥炭,而增加草秆替代泥炭作为基质更有利分枝;叶片厚度几乎不受栽培基质影响,各栽

培基质间差异不显著;从开花数来看,T3~T8 均与 T1 差异显著,但 T3、T4 的开花数显著低于 T1,因而玉米秆作为基质的效果比泥炭差,而 T5~T8 显著高于 T1,说明草秆和蛭石替代泥炭均有利于开花,其中 T6 的开花数增加更显著。地上部分鲜干质量直接反映着秋海棠的营养积累情况。从表 3 可知,T6 地上部分鲜质量与干质量显著高于 T1,而 T2~T8 均显著低于 T1,说明草秆可替代泥炭用于四季秋海棠的栽培,且当基质配比为草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1 时更利于其营养积累和植物生长。地下部分干质量和根冠比是反映植株营养物质运输能力的重要指标,地下部分干质量值越大,根冠比越高,植株地上部光合产物向地下转移增加越多,植株

表 2 不同栽培基质不同生长时间四季秋海棠的株高、茎粗、叶片数和叶面积变化

Table 2 Plant height, stem diameter, leaf number and leaf area of *B. cucullata* in different substrates and growth time

基质 Medium		T1(CK)	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
株高 Plant height/cm	30 d	2.05±0.10e	1.93±0.14e	1.92±0.10e	1.57±0.10f	2.70±0.13d	3.63±0.16a	3.15±0.14b	2.92±0.12c
	60 d	5.35±0.12d	5.62±0.10c	3.15±0.19e	2.25±0.10f	6.53±0.26b	6.68±0.36b	7.12±0.17a	7.05±0.29a
	90 d	11.42±0.33e	12.02±0.63e	7.08±0.35f	6.62±0.40f	16.92±0.69d	21.12±1.27a	19.57±0.91b	17.77±0.48c
茎粗 Stem diameter/mm	30 d	3.00±0.06e	3.02±0.13e	2.63±0.05f	2.49±0.03g	4.11±0.17b	5.12±0.17a	3.98±0.11c	3.83±0.05d
	60 d	6.04±0.35d	6.16±0.43d	4.23±0.28e	3.98±0.17e	9.08±0.41a	9.45±0.41a	8.51±0.26b	7.87±0.29c
	90 d	8.86±0.22e	9.35±0.55d	5.93±0.25f	4.98±0.12g	9.99±0.31c	11.63±0.26a	10.84±0.51b	9.92±0.21c
叶数 Leaf number/片	30 d	3.83±0.75c	4.33±0.52bc	3.67±0.52c	3.50±0.55c	4.83±0.75b	8.17±0.75a	4.83±0.75b	5.00±0.89b
	60 d	8.33±1.03d	6.83±0.75e	3.83±0.75f	3.83±0.41f	11.83±1.17b	13.67±1.21a	10.00±0.89c	10.00±1.26c
	90 d	17.17±1.17de	16.67±1.21e	7.33±1.03f	5.33±0.52g	18.17±0.98cd	26.00±2.00a	20.33±0.82b	19.17±1.33bc
叶面积 Leaf area/cm <sup>2</sup>	30 d	19.56±1.82e	24.74±3.46d	15.13±0.72f	11.14±0.68f	61.37±4.89a	62.16±6.89a	33.73±2.88b	28.83±0.79c
	60 d	40.54±2.56c	39.47±2.12c	17.90±2.09d	16.21±1.03d	74.13±4.53a	74.84±6.87a	60.54±3.35b	63.79±5.94b
	90 d	73.45±6.42b	73.42±3.92b	32.54±3.20d	28.11±2.25d	89.16±4.48a	91.69±7.92a	77.03±3.84b	55.81±1.95c

注:T1至T8分别代表基质配比为泥炭:珍珠岩=1:1;泥炭:珍珠岩:松树皮=1:1:1;玉米秆:珍珠岩:松树皮=1:1:1;玉米秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1;草秆:珍珠岩:松树皮=1:1:1;草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1;蛭石:珍珠岩:松树皮=1:1:1;蛭石:珍珠岩:松树皮=2:1:1。下同。30、60、90分别代表植株上盆时间为30、60、90 d;同行不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: T1 to T8 refer to substrates peat: perlite=1:1, peat: perlite: pine bark=1:1:1, corn stover: perlite: pine bark=1:1:1, corn stover: perlite: pine bark=2:1:1, turfgrass: perlite: pine bark=1:1:1, turfgrass: perlite: pine bark=2:1:1, vermiculite: perlite: pine bark=1:1:1, and vermiculite: perlite: pine bark=2:1:1, respectively. The same reference is for the tables below. 30, 60 and 90 refers to the light treatment for 30, 60 and 90 days, respectively. The different lowercase letters in the same row indicate statistically significant differences between the treatments at 0.05 level.

表 3 不同栽培基质对四季秋海棠生物量及根冠比的影响

Table 3 Effects of planting substrates on the biomass and root-shoot ratio of *B. cucullata*

基质 Medium	分枝数 Branch number	叶片厚度 Leaf thickness/mm	开花数 Flower number	地上部分鲜质量 Fresh aboveground weight/g	地上部分干质量 Dry aboveground mass/g	地下部分干质量 Dry underground mass/g	根冠比 Root/shoot ratio
T1(CK)	3.07±0.41b	0.498±0.003a	7.00±0.89d	82.94±2.87b	2.533±0.153b	0.477±0.025a	0.188±0.031ab
T2	3.00±0.23b	0.495±0.004a	7.17±0.75d	72.58±1.38d	2.133±0.153c	0.463±0.015ab	0.217±0.026a
T3	2.17±0.41c	0.489±0.004a	2.33±0.52e	43.26±2.62f	0.933±0.058e	0.237±0.012d	0.214±0.036a
T4	1.67±0.31c	0.489±0.004a	1.67±0.52e	39.74±0.71g	0.733±0.057e	0.237±0.023d	0.228±0.035a
T5	3.17±0.41ab	0.500±0.003a	10.17±0.75b	79.20±2.78c	2.207±0.153c	0.430±0.035b	0.161±0.011bc
T6	3.67±0.39a	0.503±0.002a	12.00±0.89a	90.12±2.02a	3.267±0.208a	0.384±0.048c	0.118±0.008c
T7	3.00±0.63b	0.501±0.004a	8.50±0.55c	67.06±1.96e	1.633±0.058d	0.187±0.012e	0.145±0.023bc
T8	3.00±0.11b	0.501±0.003a	9.17±0.75c	76.58±1.39c	1.667±0.056d	0.168±0.015f	0.142±0.004bc

长势越差<sup>[31]</sup>。T2~T8的地下部分干质量值均小于T1,但T2~T4的根冠比与T1无显著差异,T5、T7、T8根冠比较T1略有下降,而T6根冠比最低,说明增加草秆替换泥炭更利于植物生长,从而促进生物量的增加,且在草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1时植株长势最好。

综上,结合不同栽培基质对四季秋海棠的分枝数、叶片厚度、开花数、地上部分鲜干质量及根冠比的影响分析可知,修剪后的草坪草秆可替换泥炭用于四季秋海棠的栽培,且草秆:珍珠岩:松树皮=

2:1:1时,四季秋海棠长势最佳。

## 2.3 不同栽培基质对四季秋海棠相对叶绿素含量的影响

表4结果表明,四季秋海棠光合作用能力也受栽培基质影响。T3、T4相对叶绿素含量显著低于T1,而T5~T8的相对叶绿素含量显著高于T1,且T6相对叶绿素含量最高,故修剪后的草坪草秆可替换泥炭用于四季秋海棠的无土栽培,在T6(草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1)配比下表现最佳。四季秋海棠叶片的叶绿素含量同植株的生长存在正相关关系。

表 4 不同栽培基质对四季秋海棠相对叶绿素含量的影响

Table 4 Effects of planting substrates on the relative chlorophyll content of *B. cucullata*mg · g<sup>-1</sup>

基质 Medium	T1(CK)	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
相对叶绿素含量 Relative chlorophyll content	27.55±0.83d	27.13±0.58d	23.38±0.78e	21.87±0.95f	31.83±1.34bc	36.91±0.81a	31.22±1.11c	32.90±1.84b

注:同行不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。

Note: The different lowercase letters indicate statistically significant differences between the treatments at 0.05 level.

### 3 结论与讨论

通过试验过程中四季秋海棠的整个生长期变化可知,四季秋海棠在上盆 60 d 之前,茎粗的增加更明显;上盆 60 d 之后,其株高、叶数和叶面积增加更显著。从不同栽培基质影响下四季秋海棠分枝数、叶片厚度、开花数、地上部分鲜干质量、地下部分干质量、根冠比及相对叶绿素含量的变化综合分析可知,草秆和蛭石均可替换泥炭用于四季秋海棠的无土栽培,但草秆的效果更好,且在草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1 时,株高、茎粗、叶数和叶面积的增加更明显,分枝数、叶片厚度、开花数、地上部分鲜干质量和相对叶绿素含量为所有处理组的最大值。因此,草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1 为四季秋海棠无土栽培的最佳替换基质。从生产成本和来源上看,草秆来源更广泛,而且成本低廉,开发利用潜力巨大。而其它材料如玉米秆等基质处理栽培的四季秋海棠表现不佳,可能与所用这类秸秆太粗、保水性差等因素有关,以后在材料制备上还应改进。

结合四季秋海棠的生长状况及各栽培基质的物理性质和 pH 差异(表 1)可知,四季秋海棠的生长强弱还受基质通气孔隙的影响<sup>[32]</sup>。通气孔隙度小于 20% 时,植株长势更旺盛,这与李谦盛<sup>[33]</sup>提出的植株生长最佳通气孔隙在 15%~30% 相吻合。因而,筛选栽培基质时不仅需要考虑基质的成分,还应考虑基质的透气性。

草秆虽然可替换泥炭用于无土栽培基质,但保水能力差是其致命的缺点,虽然它可以很好地满足四季秋海棠的生长需求,但在产业上还没有达到节水目的,因而在最佳替换基质配比草秆:珍珠岩:松树皮=2:1:1 中还有必要加入一些保水性好的材料。同时,浇水方法上可考虑采用滴灌技术,起到既节约时间又节约用水目的。寻找替换泥炭的最佳无土栽培基质栽培秋海棠,既可以弥补泥炭更新慢,供应不足弱点,又可以大大节约生产成本,为其它花卉的无土基质栽培生产提供借鉴。以后,还应结合不同类型秋海棠的生长需求进一步筛选最优栽培基质。

### 参考文献

[1] DEWITTE A, TWYFORD A D, THOMAS D C, et al. The origin of diversity in *Begonia*: genome dynamism, population processes and phylogenetic patterns[J]. The Dynamical Processes of Biodiversity-Case Studies of Evolution and Spatial Distribution, 2011, 448(1): 20-29.  
[2] AITAWADE M M, YADAV S R. Taxonomic status of *Begonia aliciae* (Begoniaceae)[J]. Rheede, 2012, 22(2): 111-115.  
[3] DING B, NAKAMURA K, KONO Y, et al. *Begonia jinyunensis* (Begoniaceae, section *Platycentrum*), a new palmately compound leaved

species from Chongqing, China[J]. Botanical Studies, 2014, 55(1): 1-8.  
[4] TIAN D K, LI C, LI C H, et al. *Begonia pulchriifolia* (sect. *Platycentrum*), a new species of Begoniaceae from Sichuan of China[J]. Phytotaxa, 2015, 207(3): 242-252.  
[5] PENG C I, WANG H, KONO Y, et al. *Begonia wui* - senioris (sect. *Platycentrum*, Begoniaceae), a new species from Myanmar[J]. Botanical Studies, 2014, 55(1): 1-6.  
[6] 田代科, 管开云, 李景秀. 秋海棠新品种-‘昆明鸟’、‘康儿’和‘白雪’[J]. 园艺学报, 2001, 28(2): 186-187.  
[7] 田代科, 管开云, 李景秀, 等. 秋海棠新品种‘大白’、‘健绿’、‘美女’和‘中大’[J]. 园艺学报, 2002, 29(1): 90-91.  
[8] 李景秀, 管开云, 李爱荣, 等. 秋海棠新品种‘黎红毛’和‘白云秀’[J]. 园艺学报, 2014, 41(5): 1043-1044.  
[9] FORREST L L, HUGHES M, HOLLINGSWORTH P M. A phylogeny of *Begonia* using nuclear ribosomal sequence data and morphological characters[J]. Systematic Botany, 2005, 30(3): 671-682.  
[10] RUBITE R R, HUGHES M, BLANC P, et al. Three new species of *Begonia* endemic to the Puerto Pincasa Subterranean River National Park, Palawan [J]. Botanical Studies, 2015, 56(1): 1-14.  
[11] 周静波. 四季秋海棠无土栽培技术的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2007.  
[12] LIM T K. *Begonia cucullata* var. *cucullata* [J]. Edible medicinal and non-medicinal plants, 2014(7): 551-555.  
[13] ROH M S, BAUCHAN G R, MURPHY C, et al. The property and effect of bioplastic pots on the growth and developmental physiology of lily and begonia[J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2012, 53(6): 467-476.  
[14] 董玉琛, 刘旭, 费硯良, 等. 中国作物及其野生近缘植物: 花卉卷[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.  
[15] 周静波, 黄成林, 卜崇兴, 等. ‘鸡尾酒’系列四季秋海棠栽培基质的筛选[J]. 安徽农业大学学报, 2009, 36(1): 81-84.  
[16] 过永惠, 范晔天. 秋海棠[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.  
[17] 韩永峰, 屠扬, 王红生. 无土栽培的概况及发展对策[J]. 河北林果研究, 2010, 25(3): 296-298.  
[18] ABDULLAH T L, HASSAN S, KAMARULZAMAN N, et al. Growth and flowering response of cut chrysanthemum under root restriction to plant density grown in soilless culture[J]. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 2014, 8(7): 49-56.  
[19] ARANCON N Q, SCHAFFER N, CONVERSE C E. Effects of coconut husk and sphagnum moss-based media on growth and yield of romaine and butter crunch lettuce (*Lactuca sativa*) in a non-circulating hydroponics system[J]. Journal of Plant Nutrition, 2015, 38(8): 1218-1230.  
[20] KUISMA E, PALONEN P, YLI-HALLA M. Reed canary grass straw as a substrate in soilless cultivation of strawberry[J]. Scientia Horticulturae, 2014, 178: 217-223.  
[21] GRUDA N. Sustainable peat alternative growing media[C]. International horticultural congress on science and horticulture for people: international symposium on 927, 2010: 973-979.  
[22] CARLILE B, COULES A. Towards sustainability in growing media[C]. International symposium on growing media, composting and substrate analysis 1013, 2011: 341-349.  
[23] AL-MANSOUR F, ZUWALA J. An evaluation of biomass co-firing in Europe[J]. Biomass and Bioenergy, 2010, 34(5): 620-629.

- [24] 高运茹,程瑛,王鑫,等. 我国花卉无土栽培及其研究现状[J]. 河北林业科技,2012(3):40-42.
- [25] 蒲胜海,冯广平,李馨,等. 无土栽培基质理化性状测定方法及其应用研究[J]. 新疆农业科学,2012,49(2):267-272.
- [26] van DER GAAG D,van NOORT F,STAPEL-CUIJPERS L,et al. The use of green waste compost in peat-based potting mixtures;Fertilization and suppressiveness against soilborne diseases[J]. Scientia Horticulturae,2007,114(4):289-297.
- [27] 孙向丽,张启翔. 菇渣和锯末作为丽格海棠栽培基质的研究[J]. 土壤通报,2010(1):117-120.
- [28] 肖强,叶文景,朱珠,等. 利用数码相机和 Photoshop 软件非破坏性测定叶面积的简便方法[J]. 生态学杂志,2005,24(6):711-714.
- [29] DORNBUSCH T,WERNECKE P,DIEPENBROCK W. A method to extract morphological traits of plant organs from 3D point clouds as a database for an architectural plant model[J]. Ecological Modelling,2007,200(1):119-129.
- [30] LI Z,WANG J,HE P,et al. Modelling of crop chlorophyll content based on Dualex[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2015,31(21):191-197.
- [31] XU W,CUI K,XU A,et al. Drought stress condition increases root to shoot ratio via alteration of carbohydrate partitioning and enzymatic activity in rice seedlings[J]. Acta Physiologiae Plantarum,2015,37(2):1-11.
- [32] ABAD M,NOGUERA P,BURÉS S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain[J]. Bioresource Technology,2001,77(2):197-200.
- [33] 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.

## Screening of Better Growth Substrate for Soilless Culture of Wax Begonia (*Begonia cucullata* Willd. )

ZHAO Bin<sup>1,2,3</sup>,FU Naifeng<sup>1</sup>,XIANG Yanci<sup>3</sup>,TIAN Daike<sup>1,2</sup>

(1. Shanghai Chenshan Plant Science Research Center/Shanghai Chenshan Botanical Garden,Chinese Academy of Sciences,Shanghai 201602;2. Shanghai Key Laboratory of Plant Functional Genomics and Resources,Shanghai 201602;3. School of Life Science,Hunan University of Science and Technology,Xiangtan,Hunan 411201)

**Abstract:** In order to investigate a better soilless culture mixture and the possibility of turfgrass clippings as alternative substrate for peat moss to grow *Begonia cucullata* in pots,the seedlings of widely cultivated *Begonia cucullata* Willd. ,were grown in pots with eight types of soilless mixture:T1 (peat : perlite=1 : 1),T2 (peat : perlite : pine bark=1 : 1 : 1),T3 (corn stover : perlite : pine bark=1 : 1 : 1),T4 (corn stover : perlite : pine bark=2 : 1 : 1),T5 (turfgrass : perlite : pine bark=1 : 1 : 1),T6 (turfgrass : perlite : pine bark=2 : 1 : 1),T7 (vermiculite : perlite : pine bark=1 : 1 : 1) and T8 (vermiculite : perlite : pine bark=2 : 1 : 1), respectively,in a shade house of Shanghai Chenshan Botanical Garden to evaluate plant growth performance. The results showed that the stem diameter of *Begonia cucullata* increased significantly between 30 and 60 days after potting,and the plant height,leaf number and leaf area increased largest between 60 and 90 days after potting in all treatments. The growth of plants performed best in T6,with the highest of branch number,leaf thickness,flower number,fresh and dry weight of the aboveground part and relative chlorophyll content. Therefore,the substrate with turfgrass : perlite : pine bark=2 : 1 : 1 was the best culture medium for growing *B. cucullata* in this study,and the turf grass clippings could replace peat moss as alternative substrate for growing *Begonia cucullata* in containers.

**Keywords:** culture medium;*Begonia cucullata* ;shade house;container plants;turf grass clippings