

花生壳栽培基质对大花蕙兰‘世界和平’生长及生理特性的影响

孙 燕, 杨秀珍, 钱 璐, 李 惠

(北京林业大学 园艺园林学院, 北京 100083)

摘要: 为探究花生壳是否可以替代树皮作为大花蕙兰‘世界和平’ *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’ 的栽培基质及其最佳体积配比, 将 6 个月苗龄的大花蕙兰‘世界和平’组培苗栽植于纯树皮(ck₁), 体积分数为 80%树皮+20%花生壳(B₁), 50%树皮+50%花生壳(B₂), 45%树皮+45%花生壳+10%草炭(B₃), 20%树皮+80%花生壳(B₄), 15%树皮+75%花生壳+10%草炭(B₅), 纯花生壳基质(ck₂)以及 80%树皮+10%草炭+10%植金石(M₁), 40%树皮+40%花生壳+10%草炭+10%植金石(M₂)和 80%花生壳+10%草炭+10%植金石(M₃)共 10 类基质中, 通过每月测定其生长生理指标探究适宜大花蕙兰‘世界和平’生长的最佳基质配比。结果显示: M₃与 M₂处理的植株生长量、净光合速率、蒸腾速率、暗呼吸速率及成活率显著优于其他处理, 表明花生壳可以部分或全部替代树皮, 添加草炭、植金石效果最佳; (50%~80%)的花生壳+(0~10%)草炭+10%植金石+(0~30%)树皮是北方地区栽培大花蕙兰‘世界和平’的理想基质配比。图 5 表 4 参 14

关键词: 园艺学; 大花蕙兰; 花生壳; 生长; 生理

中图分类号: S606 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2015)04-0566-06

Growth and physiological characteristics of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’ in peanut hull media

SUN Yan, YANG Xiuzhen, QIAN Lu, LI Hui

(College of Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: To choose suitable substitute-media of tree bark for *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’, six-month-old seedlings were planted with the same cultural practices for 10 months in 10 media: ck₁ (pine tree bark), B₁ (80% (v/v) tree bark + 20% peanut hulls), B₂ (50% tree bark + 50% peanut hulls), B₃ (45% tree bark + 45% peanut hulls + 10% peat), B₄ (20% tree bark + 80% peanut hulls), B₅ (15% tree bark + 75% peanut hulls + 10% peat), ck₂ (peanut hulls), M₁ (80% bark + 10% peat + 10% cymbidium stones), M₂ (40% peanut hulls + 40% bark + 10% peat + 10% cymbidium stones) and M₃ (80% peanut hulls + 10% peat + 10% cymbidium stones). Results indicated that compared with other groups, seedlings planted in both M₃ and M₂ developed significantly in growth indexes, photosynthetic rate, transpiration rate, dark respiratory rate, and survival rate. Thus, for industrial production of *C. hybridum* ‘Shijieheping’ in northern China, peanut hulls with addition of cymbidium stones and peat could be used as an ideal culture media to replace tree bark. [Ch, 5 fig. 4 tab. 14 ref.]

Key words: horticulture; *Cymbidium hybridum*; peanut hull; growth; physiological characteristics

大花蕙兰‘世界和平’ *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’ 是大花蕙兰 *Cymbidium hybridum* 绿色系

收稿日期: 2014-11-18; 修回日期: 2014-12-23

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD12B02)

作者简介: 孙燕, 从事园林植物与观赏园艺研究。E-mail: sunyanrun@126.com。通信作者: 杨秀珍, 副教授, 从事植物营养研究。E-mail: yangxiuzhen1@263.net

中的传统品种，其叶片直立宽厚，花箭直立，花色青绿，花箭出箭率较高，极具观赏价值，然而，它也是较难养殖的易感染病虫害的品种^[1]。大花蕙兰为热带附生型兰花，在栽培的过程中，基质选择尤为重要。栽培基质不仅决定了根系的微环境，对幼苗生根、根系及地上部分生长状况产生关键性影响，也是植物所需水分、养分的载体，决定了植株成活率高低^[2]。常用陆生植物的栽培基质往往存在容重过大、通气不良、湿度过大等弊病，用于国兰栽培时易引起兰苗烂根等问题，更不适合于原产亚热带地区的洋兰^[3]。据报道，花生壳除 65.7%~79.3%的粗纤维外，其他营养成分也很丰富，包括粗蛋白、粗脂肪、糖类及矿物质如钙、磷、镁、钾、氮、铁、锰、锌、铜、硼等^[4-5]。此外，花生壳作为中国十分常见、产量大的农业废弃物，近年来被应用于多种植物栽培基质的研究^[6-7]，在国兰的栽培中也有一定的应用^[8]。同为兰属 *Cymbidium* 植物的热带附生型洋兰——大花蕙兰，在生产栽培中却仍广泛使用价格昂贵、非可再生的松树皮作为栽培基质。花生壳代替树皮做栽培基质，不仅经济环保，也为北方温室栽培大花蕙兰‘世界和平’提供了一条低成本栽培金径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

植物材料为原产天津的大花蕙兰绿花品种‘世界和平’组培苗，苗龄 6 个月，2013 年 12 月 25 日运至北京林业大学科技温室，并于 2014 年 2 月 27 号移栽至 160 mm × 80 mm × 210 mm 的带侧壁孔的黑色硬质兰盆。基质主要为发酵松树皮、发酵花生壳，少量运用进口草炭及兰花类植石植金石。试验所在的温室为瓦楞状聚氯乙烯(PVC)板材双面屋顶连栋式温室，夏季最高温度不超过 28 ℃，冬季最低温度在 5 ℃以上，平均湿度为 50%~70%。

1.2 试验设计

试验开始前采用对比称量法^[9-10]对 4 种基质的粒径、容重、孔隙度、酸碱度、电导率等理化性质进行测定并绘制水分变化曲线。根据 4 种基质的理化性质、保水特性及混合状况^[11]设计处理组，采用单因子完全随机试验设计，共设计 10 个处理组，重复 9 次·处理⁻¹，具体设计如表 1 所示。

1.3 测定方法及内容

试验开始后，每月用量尺测量 1 次株高和老叶第 2 片叶叶长，用游标卡尺测定老叶第 2 片叶的叶片叶宽、叶片厚度及假鳞茎直径，统计叶片数目并用方格网计算总叶面积。处理 6 个月后，用便携式 LI-6400 光合仪于 10:00–11:00 时测定新叶第 2 片叶片的净光合速率(P_n)，气孔导度(C_{cond})，胞间二氧化碳摩尔分数(C_i)，蒸腾速率(T_r)等生态生理指标，测定时以自然光为光源，空气流速设置为 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ ；其后关闭光源适应 120 s，测定暗呼吸速率(R)。处理 7 个月后进行取样，采用丙酮乙醇混合浸泡法^[11]测定老叶第 2 片叶片叶绿素的质量分数；将根、茎、叶分割后在烘箱内以 60 ℃烘干至恒量，称量各器官干物质质量。

表 1 不同基质体积配比处理
Table 1 Treatments of different material formulation in volume

处理	树皮/%	花生壳/%	草炭/%	植金石/%	处理	树皮/%	花生壳/%	草炭/%	植金石/%
ck ₁	100	0	0	0	B ₅	15	75	10	0
B ₁	80	20	0	0	ck ₂	0	100	0	0
B ₂	50	50	0	0	M ₁	80	0	10	10
B ₃	45	45	10	0	M ₂	40	40	10	10
B ₄	20	80	0	0	M ₃	0	80	10	10

1.4 数据分析与处理

采用 SPSS 17.0 和 Excel 进行数据分析，采用 Duncan 法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同栽培基质对大花蕙兰‘世界和平’株高、假鳞茎宽及叶面积的影响

由图 1 可以看出：经过 7 个月的处理，大花蕙兰‘世界和平’株高差异显著，从高到低依次为

$M_3 > M_2 > B_5 > B_3 > M_1 > ck_2 > ck_1 > B_4 > B_2 > B_1$ 。 M_3 和 M_2 的株高分别比对照 ck_1 多 19.0% 和 18.9%，含草炭的 B_3 和 B_5 组分别比配比相似的 B_2 和 B_4 组高 15.9% 和 14.4%， ck_2 比 ck_1 多 26.0%。株高的增长速率依次为 $M_2 > M_3 > B_5 > B_3 > M_1 > ck_2 > B_4 > ck_1 > B_2 > B_1$ 。 M_2 和 M_3 的增长速率分别为 ck_1 的 2.32 和 2.27 倍， ck_2 为 ck_1 的 1.28 倍。

由图 2 可以看出：3–6 月间，大花蕙兰‘世界和平’假鳞茎生长缓慢。除 M_3 和 M_2 组外，其余各组生长速度无明显差异；步入夏季后生长速度增加， ck_2 和 B_3 增长速度最大，其次为 M_2 ， B_5 和 M_3 ，处理组假鳞茎大小出现明显差异，以 M_3 ， M_2 ， B_5 ， ck_2 和 M_1 为最大， ck_1 和 B_1 最小；进入秋季后，假鳞茎继续增大，从大到小依次为 $M_3 > M_2 > B_5 > B_3 > M_1 > ck_2 > B_4 > ck_1 > B_2 > B_1$ ，植株因病虫害和气温骤降死亡率增加，导致 B_4 ， ck_2 和 B_2 假鳞茎直径均值稍有下降。

由图 3 可以看出：3–6 月是大花蕙兰‘世界和平’叶片生长的旺盛期，步入夏季后叶面积增长速度放缓，秋季时增长速度有所增加。经过 7 个月的栽培，大花蕙兰的叶面积大小依次为 $M_3 > M_2 > B_5 > B_3 > M_1 > ck_2 > ck_1 > B_2 > B_1 > B_4$ 。 M_3 ， M_2 ， B_5 和 B_3 分别比 ck_1 大 48.3%，46.9%，18.6%，15.0%， ck_2 与 ck_1 叶面积值差异不显著。

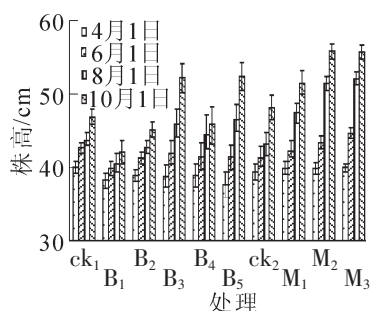


图 1 不同基质处理对大花蕙兰‘世界和平’株高的影响

Figure 1 Effect of different material on plant height of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

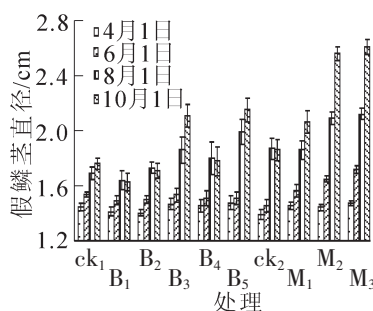


图 2 不同基质处理对大花蕙兰‘世界和平’假鳞茎直径的影响

Figure 2 Effect of different material on bulb diameter of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

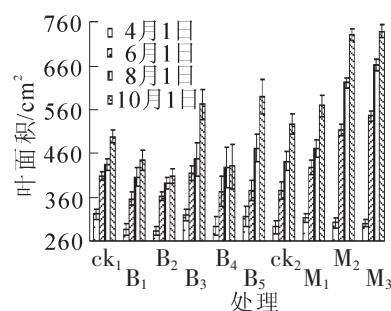


图 3 不同基质处理对大花蕙兰‘世界和平’叶面积的影响

Figure 3 Effect of different material on leaf area of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

2.2 不同栽培基质对大花蕙兰‘世界和平’萌芽、展叶及生根的影响

2–6 月间，大花蕙兰‘世界和平’处于叶片生长的旺盛时期， M_3 和 M_2 新展叶数目较多，其他组展叶数目差异性不显著，假鳞茎生长缓慢，仅 ck_2 组出现萌芽(表 2)；步入夏秋季节，新叶生长缓慢，假鳞茎得到充分生长，植株于 10 月左右开始大量萌芽，其中含草炭基质的 M_3 ， B_3 和 M_2 组萌芽率超过 50%， M_3 和 B_3 更是达到 100% 的萌芽率；萌芽率最低的 ck_1 ， B_1 ， B_4 ， B_2 和 ck_2 基质中均不含草炭。而假鳞茎上新根的生长贯穿于植株生长的各个时期，经统计，2–6 月间以 ck_2 ， M_3 ， B_3 ， B_5 和 B_4 最为活跃，7–11 月间 M_3 ， B_5 ， B_3 ， M_2 和 ck_2 生根数目最多，基质中花生壳含量高的组，新根数目较多。

2.3 不同栽培基质对大花蕙兰‘世界和平’叶绿素质量分数及叶片厚度的影响

由表 3 可知：大花蕙兰‘世界和平’经不同基质栽培后，处理组叶绿素质量分数均比对照 ck_1 有所增加，且各处理组差异显著($P < 0.05$)。其中，叶绿素 a 质量分数以 B_3 和 ck_2 为最大，分别比对照组 ck_1 增加了 26.5% 和 22.8%，其后依次为 $B_2 > B_1 > M_3 > B_5 > B_4 > M_2 > M_1 > ck_1$ ；叶绿素 b 质量分数以 B_1 ， B_3 ， ck_2 为最大，分别比对照 ck_1 增加了 107.5%，77.1% 和 69.6%，其后依次为 $M_2 > B_4 > B_2 > B_5 > M_3 > M_1 > ck_1$ ；总叶绿素质量分数以 B_3 和 ck_2 为最大，分别比对照 ck_1 增加了 30.0% 和 26.1%，其后依次为 $B_1 > B_2 > B_5 > B_4$ ，而 M_3 ， M_2 和 M_1 为最低。此外，B 组植株叶片呈现浓绿色，叶片薄、软，而 M 组植株叶色青绿、叶片肥厚坚韧。

2.4 不同栽培基质对‘世界和平’干物质质量的影响

干物质质量是衡量植物营养和生长状况的重要指标。2014 年 10 月 20 日对大花蕙兰‘世界和平’

表 2 不同基质配比对大花蕙兰 ‘世界和平’ 萌芽、展叶及生根的影响

Table 2 Effect of material on sprout rate, young leaf number and new root number of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

处理	萌芽率/%		展叶数/(片·株 ⁻¹)		新根数/(条·株 ⁻¹)	
	03-01-06-01	07-01-09-01	03-01-06-01	07-01-09-01	03-01-06-01	07-01-09-01
ck ₁	0	0	1.25 d	0.52 b	0.667 b	0.111 e
B ₁	0	0	1.25 d	0.32 d	0.334 d	0.333 de
B ₂	0	20	1.00 e	0.23 e	0.428 c	0.400 d
B ₃	0	100 a	1.75 c	0.42 c	0.750 b	4.167 ab
B ₄	0	0	1.17 de	0.03 g	0.556 bc	1.334 c
B ₅	0	33.3	0.80 f	0.70 a	0.667 b	4.833 ab
ck ₂	11.1 a	50 c	1.75 c	0.13 f	0.889 a	1.777 c
M ₁	0	37.5 c	1.73 c	0.25 e	0.333 d	1.125 c
M ₂	0	87.5 b	2.97 b	0.28 e	0.333 d	3.222 b
M ₃	11.1 a	100 a	3.35 a	0.13 f	0.889 a	5.667 a

说明：不同字母表示不同处理间 5%水平差异显著。

表 3 不同基质配比对大花蕙兰 ‘世界和平’ 叶绿素质量分数及叶片厚度的影响

Table 3 Effect of different material on leaf chlorophyll and content of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

处理	叶绿素/(mg·g ⁻¹)			叶片厚度/mm
	叶绿素 a	叶绿素 b	总叶绿素	
ck ₁	1.467 ± 0.235 c	0.247 ± 0.103 c	1.711 ± 0.338 c	4.84 ± 0.017 b
B ₁	1.634 ± 0.202 ab	0.512 ± 0.043 a	2.146 ± 0.245 ab	4.56 ± 0.009 b
B ₂	1.664 ± 0.254 ab	0.369 ± 0.056 abc	2.033 ± 0.309 abc	4.50 ± 0.018 b
B ₃	1.786 ± 0.601 a	0.437 ± 0.315 a	2.223 ± 0.917 a	5.00 ± 0.003 b
B ₄	1.546 ± 0.28 abc	0.371 ± 0.13 abc	1.918 ± 1.341 abc	4.80 ± 0.013 b
B ₅	1.583 ± 0.472 abc	0.348 ± 0.101 abc	1.932 ± 0.573 abc	5.00 ± 0.004 b
ck ₂	1.739 ± 0.425 a	0.419 ± 0.127 ab	2.157 ± 0.552 a	4.64 ± 0.024 b
M ₁	1.464 ± 0.153 c	0.272 ± 0.032 c	1.735 ± 0.006 c	5.04 ± 0.008 b
M ₂	1.429 ± 0.104 ab	0.383 ± 0.021 ab	1.812 ± 0.002 ab	5.94 ± 0.065 a
M ₃	1.937 ± 0.116 abc	0.302 ± 0.031 ab	1.895 ± 0.147 abc	5.82 ± 0.019 a

说明：不同字母表示不同处理间 5%水平差异显著。

进行全株取样，分别测定叶片、假鳞茎和根系的干物质质量，结果如图 4 所示。不同基质处理对大花蕙兰 ‘世界和平’ 地上(叶片、假鳞茎)和地下(根系)2 部分干物质质量有明显影响。M₂，M₃，B₃，B₅，M₁ 和 ck₂ 处理组地下部分干物质质量与 ck₁ 相比增加显著，B₁，B₂ 和 B₄ 处理组小于 ck₁；地上部分干物质质量分别为 M₂>M₃>M₁>B₅>B₃>ck₂>B₄>ck₁>B₂>B₁，其中，假鳞茎干物质质量最大的为 M₂，M₃ 和 ck₂，分别比 ck₁ 大 175.8%，151.8%和 108.2%，叶片干物质质量最大的为 M₂，B₅，M₁ 和 M₃，分别比 ck₁ 大 214.1%，131.8%，130.5%和 130.3%。

2.5 不同栽培基质对大花蕙兰 ‘世界和平’ 生态生理特性的影响

在温室内对处理组进行光合日变化曲线测量后得知(表 4)，大花蕙兰 ‘世界和平’ 于 10:00 –11:00 光合作用最强，光合速率达到峰值。对各个组进行测量统计可得：处理组 M₂，M₃ 和 M₁ 净光合速率最大，分别比对照组 ck₁ 大 89.1%，77.3%和 33.6%，比最小的 B₁ 大 205.9%，186.7%和 116.2%，B₁，B₂ 和 ck₂ 净光合速率最小，分别比 ck₁ 小 38.6%，18.2%和 9.9%，B₃，B₄ 和 B₅ 3 组差异不显著；气孔导度以 M₂ 和 M₃ 最大，M₁，ck₁ 和 B₁ 气孔导度最小，B 组处理差异性不显著；胞间二氧化碳摩尔分数 M₁ 和 M₂ 为最大，分别比 ck₁ 大 76.7%和 54.5%，其余各处理均小于对照组 ck₁；M₁~M₃ 组植株的蒸腾作用显著大于其他各处理，蒸腾速率最大的 M₃ 比最小的 B₁ 大 516.7%，比对照组 ck₁ 大 158.1%，B₁，B₅ 和 ck₂ 处理蒸腾速率小于 ck₁；M₂，B₃，M₃ 和 ck₂ 的暗呼吸速率最大，分别比 ck₁ 大 39.7%，33.8%，30.8%和 5.7%。

表 4 不同基质配比对大花蕙兰‘世界和平’生态生理特性的影响

Table 4 Effect of material on physiology of <i>Cymbidium hybridum</i> ‘Shijieheping’					
处理	净光合速率 P_n / ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	气孔导度 C_{cond} / ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	胞间二氧化碳摩尔分数 C_i / ($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	蒸腾速率 T_r / ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	暗呼吸速率 R / ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
ck ₁	1.10 d	0.009 5 d	226.3 c	0.43 de	0.68 b
B ₁	0.68 f	0.003 6 de	180.9 de	0.18 f	0.39 e
B ₂	0.88 e	0.007 1 cd	165.3 f	0.39 e	0.58 d
B ₃	1.21 d	0.007 7 c	178.3 ef	0.46 cd	0.91 b
B ₄	1.28 d	0.008 8 bc	197.6 d	0.59 c	0.62 d
B ₅	1.18 d	0.011 1 bc	178.0 ef	0.38 e	0.69 cd
ck ₂	0.98 e	0.007 9 c	182.5 de	0.39 e	0.72 c
M ₁	1.47 c	0.001 1 e	349.6 b	0.84 b	0.69 bc
M ₂	2.08 b	0.019 2 a	399.8 a	0.83 b	0.95 a
M ₃	1.95 a	0.015 6 b	184.0 de	1.11 a	0.89 b

说明：不同字母表示不同处理间 5%水平差异显著。

2.6 不同基质对大花蕙兰‘世界和平’抗病害能力及成活率的影响

绿花系的大花蕙兰‘世界和平’为抗病虫害能力较弱的品种，在通风不畅下易感病害^[13]。试验过程中，大花蕙兰在经历了严重的虫害、夏季潮湿无风及 10 月温度骤降，陆续出现了植株枯死的情况。结果显示(图 5)：春季和夏季是大花蕙兰‘世界和平’病虫害高发期，植株枯死主要发生在 10 月之前。B₁~B₅ 组植株在各个时期均出现植株枯死现象，B₄ 组枯死率高达 77.8%；M₁、M₂ 和 M₃ 组与对照组 ck₁ 和 ck₂ 仅出现个别植株枯死的现象，且均出现在 3~5 月。对枯死植株的基质进行研究发现，基质中滋生蚜虫、红蜘蛛及苍蝇卵。树皮(ck₁)和花生壳(ck₂)单一基质及添加了植金石基质(M₁~M₃)蝇虫相比较较少。

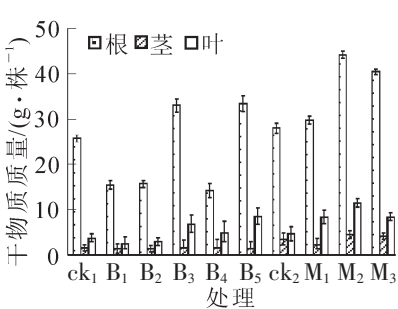


图 4 不同基质配比对大花蕙兰‘世界和平’干物质质量的影响

Figure 4 Effect of different material on dry matter weight of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

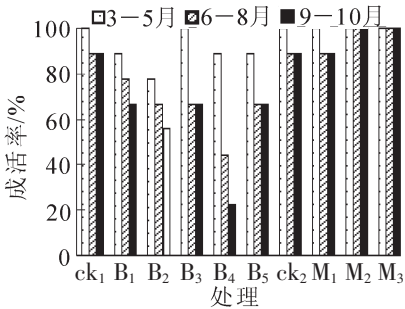


图 5 不同基质配比植株对‘世界和平’成活率的影响

Figure 5 Effect of different material on survival rate of *Cymbidium hybridum* ‘Shijieheping’

3 结论与讨论

在设施园艺中，栽培基质的性质和营养状况直接影响到植物根系的生长发育，从而间接作用于植株地上部分的形态建成^[14]。本试验中，体积分数为 80%花生壳+10%草炭+10%植金石，40%树皮+40%花生壳+10%草炭+10%植金石 2 组处理下，大花蕙兰的株高、叶片厚度及总叶面积、假鳞茎直径显著高于其他处理，植株的光合、暗呼吸、蒸腾速率均为最大，地上及地下部分干物质质量增加显著，各项生长生理指标显著高于纯树皮栽培基质、纯花生壳栽培基质以及花生壳、树皮、草炭的混合配比基质，说明花生壳可以部分或全部代替树皮用以栽培大花蕙兰。由于花生壳容重低、保水性一般，适当添加保水能力强、养分含量高的草炭及通气度高、保水能力强、清洁度高的植金石，既可以改善基质的养分及水汽状况，利于大花蕙兰的根系生长，又可提高植株的抗病虫害能力。因此，(50%~80%)的花生壳+(0~10%)草炭+10%植金石+(0~30%)树皮是大花蕙兰‘世界和平’的理想基质配比。此外，本试验营养液浇灌频

率为2周1次,浇水周期为1周1次,在变更水肥频率的情况下基质对植株的影响效应仍需要做进一步试验,而花生壳与各类基质的使用时限以及添加植金石后基质的抗虫效应也待进一步的研究。

4 参考文献

- [1] 朱根发. 大花蕙兰[M]. 广州: 广东科技出版社, 2007.
- [2] 潘凯, 韩哲. 无土栽培基质物料资源的选择与利用[J]. 北方园艺, 2009(1): 129 – 132.
PAN Kai, HAN Zhe. Choosing and utilizing of the raw materials for soilless culture [J]. *Northern Hortic*, 2009(1): 129 – 132.
- [3] 丁桂花, 王剑, 李卫东, 等. 适于亚热带区域兰花栽培基质筛选研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(34): 224 – 229.
DING Guihua, WANG Jian, LI Weidong, *et al.* Study cultivation matrix of orchid suitable for subtropical regions [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2012, 28(34): 224 – 229.
- [4] 石亚中, 伍亚华. 花生壳综合利用研究现状[J]. 花生学报, 2008, 37(2): 41 – 44.
SHI Yazhong, WU Yahua. The utilization of peanut hull in biochemical engineering [J]. *J Peanut Sci*, 2008, 37(2): 41 – 44.
- [5] 孙治强, 赵永英, 倪相娟. 花生壳发酵基质对番茄幼苗质量的影响[J]. 华北农学报, 2003, 18(4): 86 – 90.
SUN Zhiqiang, ZHAO Yongying, NI Xiangjuan. Effect of fermented peanut shells substrates on tomato seedling[J]. *Acta Agric Bore Sin*, 2003, 18(4): 86 – 90.
- [6] 黄国京, 叶露莹, 刘爱青, 等. 棉籽皮与花生壳基质对盆栽芍药生长发育的影响[J]. 西南农业学报, 2013, 26(2): 754 – 757.
HUANG Guojing, YE Luying, LIU Aiqing, *et al.* Effect of cottonseed hull and peanut shell on growth and development of *Paeonia lactiflora* [J]. *Southwest China J Agric Sci*, 2013, 26(2): 754 – 757.
- [7] 梁巧明, 刘运权, 叶庆生, 等. 4种废料基质对蝴蝶兰和石斛兰生长作用初探[J]. 园艺学报, 2006, 33(4): 890 – 892.
LIANG Qiaoming, LIU Yunquan, YE Qingsheng, *et al.* Influences of four waste material media on vegetative growth of *Phalaenopsis* and *Dendrobium* [J]. *Acta Hortic Sin*, 2006, 33(4): 890 – 892.
- [8] 李艳. 几种中国兰的叶片生长动态及栽培基质研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
LI Yan. *Studies on Some Chinese Cymbidium's Leaf Growth Dynamics and Its Growing Substrate* [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2008.
- [9] 郝禹贤. 无土栽培原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [10] 田吉林, 奚振邦, 陈春宏, 等. 无土栽培基质的质量参数(孔隙性)研究[J]. 上海农业学报, 2003, 19(1): 46 – 49.
TIAN Jilin, XI Zhenbang, CHEN Chunhong, *et al.* Study on the feasible parameter of substrate quality for soilless culture [J]. *Acta Agric Shanghai*, 2003, 19(1): 46 – 49.
- [11] 孙燕, 杨秀珍, 钱璐, 等. 花生壳基质在大花蕙兰栽培中的应用研究[C]//张启翔. 中国观赏园艺进展 2014. 北京: 中国林业出版社, 2014: 406 – 410.
SUN Yan, YANG Xiuzhen, QIAN Lu, *et al.* Study on substitute-media of peanut hulls for culture of hybrid *Cymbidium* [C]//ZHANG Qixiang. *Advances in Ornamental Horticulture of China* 2014. Beijing: China Forestry Press, 2014: 406 – 410.
- [12] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [13] 吴连星. 大花蕙兰的栽培管理技术[J]. 亚热带植物科学, 2001, 30(1): 54 – 58.
WU Lianxing. Cultural practices for *Cymbidium hybridum* [J]. *Subtropic Plant Sci*, 2001, 30(1): 54 – 58.
- [14] 孙向丽, 张启翔. 树皮和花生壳作为一品红栽培基质的研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(6): 108 – 113.
SUN Xiangli, ZHANG Qixiang. Studies on bark and the powder of peanut hulls for growing media of *Euphorbia pulcherrima* [J]. *J Northwest For Univ*, 2008, 23(6): 108 – 113.