

网络出版时间:
网络出版地址:

‘西伯利亚’百合可再生栽培基质的筛选

刘 旭,张延龙,牛立新,阎林茂,陈明月

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】探讨以小麦秸秆、玉米秸秆、玉米芯作为‘西伯利亚’百合栽培基质的可行性,筛选符合‘西伯利亚’百合可再生栽培要求的配方基质。【方法】以小麦秸秆、玉米秸秆、玉米芯为材料,组合配制 18 种百合栽培配方基质,测定其理化指标。以‘西伯利亚’百合为试材,在温室中用配制的 18 种配方基质对试材进行箱式栽培,以 $V(\text{泥炭}):V(\text{珍珠岩})=1:1$ 的基质为对照,测定不同配方基质中百合的株高、蕾长、花量、花梗长度、切花质量、生物量等指标,用隶属函数值对百合的生长情况进行综合评价,优选配方基质,并对优选出的配方基质进行成本核算。【结果】配制的 18 种配方基质的理化指标均在适合百合生长的范围内。配方基质 $2(V(\text{小麦秸秆}):V(\text{泥炭}):V(\text{珍珠岩})=2:3:5)$ 、 $7(V(\text{玉米芯}):V(\text{泥炭}):V(\text{珍珠岩})=2:3:5)$ 、 $13(V(\text{玉米秸秆}):V(\text{泥炭}):V(\text{珍珠岩})=3:2:5)$ 、 $18(V(\text{玉米秸秆}):V(\text{沙子})=5:1)$ 的理化性质均能满足百合生长对基质的需求,且这 4 种配方基质所栽培的百合在株高、叶片数、蕾长、花盘直径、花量、花梗长度、切花质量、生物量积累上表现优良,综合评价指数均高于对照,生产成本较对照分别下降了 17.14%,15.24%,22.86%和 41.24%,且基质 18 实现了泥炭的完全替代。【结论】试验筛选出的 4 种配方基质可用于百合切花生产,减少不可再生资源泥炭的使用量,解决农业有机废弃物的浪费和对环境的污染等问题,并降低了生产成本。

【关键词】 ‘西伯利亚’百合;栽培基质;有机废弃物;生产成本

【中图分类号】 S682.2⁺65

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)11-0179-08

Study on regenerated substrates of Lily ‘Siberia’

LIU Xu,ZHANG Yan-long,NIU Li-xin,YAN Lin-mao,CHEN Ming-yue

(College of Forestry,Northwest A&F University,Yangling,Shaanxi 712100,China)

Abstract: 【Objective】 The study was to discuss the feasibility of wheat straw,corn cob and corn stalk as substrates of Lily ‘Seberia’ and to choose some regenerated substrates to meet Lily production. 【Method】 18 different combinations of 3 raw materials(wheat straw,corn cob and corn stalk)were made and their physical and chemical characters were investigated. The Lily ‘Siberia’ were taken as material and planted in basket with 18 mixed substrates in greenhouse. Meanwhile the mixed substrate of $V(\text{peat}):V(\text{perlite})=1:1$ was used as control matrix. The height,leaf number,length of buds,floral disc diameter,flower number,length of pedicels,weight of cut flower,biomass of the different substrates and evaluated Lily’s growth condition were comprehensively investigated by the software SPSS to choose the better substrates and analyse the cost of the selected substrates. 【Result】 The physical and chemical indicators of the 18 mixed substrates were all within the range of Lily’s healthy growth. The physical and chemical characters of four mixed substrates as $V(\text{wheat straw}):V(\text{peat}):V(\text{perlite})=2:3:5$, $V(\text{corn cob}):V(\text{peat}):V(\text{perlite})=2:3:5$, $V(\text{corn stalk}):V(\text{peat}):V(\text{perlite})=4:1:5$, $V(\text{corn stalk}):V(\text{sand})=5:1$ met

【收稿日期】 2012-03-07

【基金项目】 国家公益性行业(农业)项目“百合、唐菖蒲栽培技术和种球采后技术研究、技术集成与生产示范”(200903030)

【作者简介】 刘 旭(1986—),女,河北张家口人,在读硕士,主要从事园林植物生理及生态研究。E-mail:cutesun719@163.com

【通信作者】 张延龙(1964—),女,陕西延安人,教授,硕士生导师,主要从事园林植物研究。E-mail:zzll22@126.com

the growing requirements of Lily. The performance of the plants grown in the above mentioned 4 substrates were excellent in the height,leaf number,length of buds,floral disc diameter,flower number,length of edicels,weight of cut flower,and accumulation of biomass which had higher comprehensive evaluation index and lower cost was dropped by 17. 14%,15. 24%,22. 86% and 41. 24% respectively compared to control. The treatment 18 achieved complete substitute of peat. 【Conclusion】 The selected four substrates can be used in production of Lily cut flowers to decrease peat consumption and solve the problem of waste of agriculture organic waste and pollution and decrease the production cost.

Key words: Lily ‘Siberia’; substrate replacing; organic waste; production cost

随着我国花卉市场的不断发展,百合已成为继“四大切花”后的主要切花种类。栽培基质是影响百合生长的重要因素之一,泥炭由于富含有机质和腐殖酸,可为百合生长提供良好的环境,因此成为目前国内百合切花生产基质的主要成分。但泥炭为不可再生资源,长期开采会造成资源枯竭;同时由于其分布不均,增加了生产中的长途运输成本,因此泥炭的大量使用已经带来了一系列的经济、资源和环境问题^[1],开发新型可再生栽培基质替代泥炭生产百合切花受到越来越多的重视。我国是一个农业大国,农业生产中的一些废弃物(作物秸秆等)未能充分利用,大多数被弃置或焚烧处理^[2],对环境产生了严重的污染。农业有机废弃物中的营养元素含量丰富,经过简单的加工处理即可成为理想的栽培基质^[3],因此在百合切花生产中,如何高效利用农业有机废弃物,对百合产业的可持续健康发展具有重要意义^[4]。

近年来,国内外的许多学者都尝试以农业有机废弃物作为花卉的栽培基质,并取得了一定的研究成果,如 Meerow^[5]和 Noguera 等^[6]使用椰糠栽培番茄、月季及金盏花;Gariglio 等^[7]用锯末栽培万寿菊;张启翔等^[8]利用玉米秸秆、菇渣栽培一品红;孙

向丽等^[9]用菇渣和锯末栽培丽格海棠;谢芝春等^[10]以玉米秸秆栽培非洲菊等。这些源于农业有机废弃物的栽培基质的使用,在一定程度上减少了泥炭的使用量,且均在生产上取得了良好的效果。本试验以陕西关中地区产量丰富的小麦秸秆、玉米秸秆、玉米芯为原材料,组合成 18 种配方基质,研究其对‘西伯利亚’百合生长发育过程的影响,以期获得价格低廉、环保的可再生百合栽培基质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为荷兰进口的‘西伯利亚’百合,规格为 18 cm/20 cm,由北京克劳沃公司代购。基质原材料为陕西杨凌当地农业生产废弃物小麦秸秆、玉米秸秆、玉米芯以及杨凌现代农业示范园提供的泥炭、珍珠岩和沙子。

1.2 试验处理及设计

试验于 2010-09—2011-01 在陕西杨凌现代农业示范园的玻璃温室内进行。以 V(泥炭):V(珍珠岩)=1:1 的基质作为对照(CK),各配方基质具体组成如表 1 所示。

表 1 ‘西伯利亚’百合不同栽培配方基质的配比(体积比)

Table 1 Component of different substrates in the experiment(Volume ration)													
基质编号 Substrates number	泥炭 Peat	珍珠岩 Perlite	沙子 Sand	小麦秸秆 Wheat straw	玉米芯 Corn cob	玉米秸秆 Corn stalk	基质编号 Substrates number	泥炭 Peat	珍珠岩 Perlite	沙子 Sand	小麦秸秆 Wheat straw	玉米芯 Corn cob	玉米秸秆 Corn stalk
对照 CK	1	1	—	—	—	—	10	—	1	—	—	1	—
1	4	5	—	1	—	—	11	4	5	—	—	—	1
2	3	5	—	2	—	—	12	3	5	—	—	—	2
3	2	5	—	3	—	—	13	2	5	—	—	—	3
4	1	5	—	4	—	—	14	1	5	—	—	—	4
5	—	1	—	1	—	—	15	—	1	—	—	—	1
6	4	5	—	—	1	—	16	—	—	1	5	—	—
7	3	5	—	—	2	—	17	—	—	1	—	5	—
8	2	5	—	—	3	—	18	—	—	1	—	—	5
9	1	5	—	—	4	—							

在配制混合基质前,用切草机将小麦秸秆、玉米芯、玉米秸秆切成 5 cm 的小段,进行堆置发酵,添加

鸡粪为外加氮源,按比例将已切碎的秸秆和鸡粪混匀,并调节 C/N 为 30,含水量为 60%,堆积成 1.2~

1.5 m 高的原料堆,上面覆盖塑料薄膜。当堆置材料达到 55~75 ℃ 的高温期时,每隔 3~4 d 搅拌 1 次。露天堆置发酵约 60 d,至各原材料变为黑褐色、完全腐烂状、无不良气味且温度稳定时即为完全腐熟。

种植前对百合种球和各配方基质均进行消毒,百合消毒药品为万紫(2 g/m³)、百菌清(35 g/m³)和甲托(25 g/m³),基质于立式压力蒸汽灭菌器内进行灭菌消毒(90 ℃,20 min)。试验采用箱式栽培,2010-09-24 将百合种球栽植于 45 cm×32 cm×25 cm 的塑料箱中,每处理 6 箱,每箱 6 株,株行距为 17 cm×15 cm,栽植深度为 12 cm。2011-01-20 采收切花,种植期间每 10 d 浇 1 次水,不浇任何营养液。除栽培基质不同外,各处理其他环境条件与栽培管理措施均保持一致。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 基质理化性质的测定 种植百合前,参考文献[11]的方法对所配制的 18 种配方基质和对照基质进行理化性质测定,测定指标包括:体积质量(g/cm³)、总孔隙度(%)、通气孔隙(%)、持水孔隙(%)、大小孔隙比、pH 和电导率(EC,mS/cm)。

1.3.2 百合生理指标的测定 植株种植 5 d 后展叶,从展叶后的第 15 天(即植株种植后第 20 天)起,每隔 15 d 各处理随机选取植株 30 株(每箱 5 株),测定株高,共测定 4 次。待植株生长至叶片数不再增加时(种植 35 d 时)记录单株叶片数量。现蕾 35 d 后测定蕾长,每 15 d 测定 1 次,共测定 3 次。百合开花后统计各处理花盘直径、花梗长度、花量。采切当天,各处理随机选取 6 株植株及 10 朵鲜花,测定其生物量、根系的生理指标以及各处理切花鲜、干质量。各指标测定标准及方法如下:株高,从地面到植株顶端,用卷尺测量;蕾长,花苞底部到顶端,用卷尺测量;花盘直径,基部第 1 个花蕾完全展开的花盘的最大宽度,用游标卡尺测量;花量,单株上小花个数;花梗长度,植株上花梗最底部到最上部,用卷尺测量;切花质量,采下切花,用天平称质量即为切花鲜质量,将鲜切花置于烘箱中 60 ℃ 杀青 20 min,90 ℃ 烘干至恒质量,用天平称质量即为切花干质量;生物量,采切之后,将整个植株及种球挖出,用天平称地上部和地下部(种球及地下根)质量即为生物量鲜质量,将植株及种球置烘箱中 60 ℃ 杀青 20 min,90 ℃ 烘干至恒质量,用天平称质量即为生物量干质量。

1.3.3 百合生长情况的综合评价 在植株生长情况的评价中,采用独立的指标具有片面性,难以准确

地作出综合评价,故本研究采用隶属函数法^[12-13]对不同配方基质中百合植株的生长情况进行综合评价。隶属函数值 $X(\mu) = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$,其中 X 为某指标平均值, $X_{\max}$ 为该指标的最大值, $X_{\min}$ 为该指标的最小值。将不同配方基质中百合植株各指标的隶属函数值进行累加,求其平均值,即得百合植株生长情况的综合评价指数,其值越大,说明植株生长情况越好。生物量为植株及其种球的综合评价,分为地上部干质量和鲜质量及地下部干质量和鲜质量,生物量的隶属函数值为上述 4 部分隶属函数值的平均值。切花质量分为切花鲜质量和切花干质量,其隶属函数值为上述 2 部分隶属函数值的平均值。

1.4 优选配方基质的成本核算

选择无土栽培基质时,不仅要考虑实用性,还要考虑经济成本,本试验对通过隶属函数优选出的配方基质的成本进行了核算。基质成本由原材料费、运费以及前期处理的人工费组成。本试验所筛选的替代原材料均为杨凌当地农家废弃的秸秆,没有原材料费,但秸秆实际使用前的收集、粉碎、发酵及运输等过程均需费用。用于本试验的配方基质核算依据公式:

$$P_r = P_{r1}C_1 + P_{r2}C_2 + P_{r3}C_3。$$

式中: P_r 为配方基质的成本, P_{r1} 、 P_{r2} 、 P_{r3} 为配方基质中各组成部分的单价, C_1 、 C_2 、 C_3 为配方基质中各种组成部分所占的比例(体积比)。试验中配方基质的原材料价格分别为,泥炭 150 元/m³,珍珠岩 60 元/m³,沙子 20 元/m³,小麦秸秆 60 元/m³,玉米芯 70 元/m³,玉米秸秆 70 元/m³。可见选取的材料价格均低于常规栽培基质泥炭。

1.5 数据统计分析

试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 软件进行 0.05 水平的邓肯氏(Duncan's)分析与处理。

2 结果与分析

2.1 不同配方基质的理化性质分析

在无土栽培条件下,基质的理化性质决定其能否为作物生长提供良好的水、气、肥根际环境^[14]。一般来说,适宜百合生长发育的基质应满足:体积质量为 0.2~0.8 g/cm³,总孔隙度 60%~85%,大小孔隙比为 1:(1.5~4),C/N 在 30 以下,pH 为 6.5 左右,EC<1.5 mS/cm^[1]。本试验中不同配方基质的理化性质见表 2。由表 2 可见,14 号基质的体积质量最小;16、17、18 号基质的体积质量较大,这是由于这 3 种基质由秸秆与沙子配制而成,沙子的体积质量较

大,故其体积质量相应也较大,尤其是 17、18 号基质的体积质量达 0.8 g/cm³ 以上;其他处理基质体积质量差异不大,均处于适宜百合生长的范围内。各处理的总孔隙度均在适宜范围内,说明其均可为百合生长提供良好的水、气包容力,其中 16、17 号基质的总孔隙度较小,分别为对照的 80%和 82%。各处理基质的大小孔隙比、pH 和 EC 均在适合百合生长的范围

内,在 EC 值上,除 6 号基质为 1.04 mS/cm 外,其他配方基质均小于 1 mS/cm,其中 10、15、17、18 号基质的 EC 较小,说明其离子交换量较低。各处理的 pH 相差不大且均呈弱酸性。上述结果表明,18 种配方基质的各项理化指标均在适宜百合生长的范围之内,能为百合生长提供良好的环境。

表 2 18 种配方基质的理化性质分析

Table 2 Physical and chemical characteristics of 18 kinds of different substrates

基质编号 Substrates number	体积质量/ (g·cm ⁻³) Bulk density	总孔隙度/% Total porosity	通气孔隙/% Aeration porosity	持水孔隙/% Water-holding porosity	大小孔隙比 Aeration/Water-holding porosity ratio	pH	EC/ (mS·cm ⁻¹)
对照 CK	0.37	79.45	24.17	55.28	0.44	6.58	0.94
1	0.45	71.28	20.83	50.45	0.41	6.39	0.98
2	0.39	68.57	22.67	45.90	0.49	6.43	0.94
3	0.34	73.67	25.33	48.33	0.52	6.59	0.85
4	0.42	74.82	27.5	47.32	0.58	6.65	0.73
5	0.69	80.73	21.17	59.57	0.36	6.43	0.52
6	0.32	76.53	29.67	46.87	0.63	6.55	1.04
7	0.41	78.03	31.00	47.03	0.66	6.57	0.96
8	0.43	68.68	27.50	41.18	0.67	6.60	0.65
9	0.51	72.67	28.83	43.83	0.66	6.62	0.31
10	0.57	66.95	25.83	41.12	0.63	6.69	0.15
11	0.22	83.00	31.00	52.00	0.60	6.22	0.82
12	0.29	81.58	25.50	56.08	0.45	6.49	0.78
13	0.36	80.97	30.67	50.30	0.61	6.44	0.55
14	0.28	82.83	32.17	51.67	0.62	6.43	0.21
15	0.35	83.72	33.23	50.49	0.66	6.56	0.11
16	0.76	65.53	26.00	39.53	0.66	6.24	0.42
17	0.82	63.60	24.83	38.77	0.64	6.35	0.09
18	0.81	66.67	24.67	42.00	0.59	6.51	0.13

2.2 不同配方基质对百合切花质量、生长和生物量的影响

表 3 结果显示,现蕾时(35 d),10、15~17 号基质百合切花的蕾长显著小于对照,2、3、6 和 7 号基质的蕾长大于对照,但差异不显著;采收时(65 d),各配方基质百合切花的蕾长与对照均无显著差异,且以 2 号基质最大,17 号基质最小,二者差异显著。在花梗长度上,1、2、6 和 7 号基质显著高于对照,17 号基质显著低于对照。在花盘直径上,1、2、6、7、11 和 12 号基质显著高于对照,其中以 2 号基质最大,比对照高 1.39 cm;4、5、9、10、14~17 号基质则显著小于对照。9、10 号基质的花量显著少于其他处理。在切花质量方面,9、10 和 17 号基质百合的干、鲜质量均显著低于对照,2、6 和 11 号基质百合的鲜质量比对照分别高 15.29%,18.17%和 17.09%。可见切花品质表现较好的有 1、2、6、7、11 和 12 号基质,9、10、16 和 17 号基质所栽培的百合在切花品质上表现不佳。

从表 4 可以看出,在种植 20、35 及 50 d 时,3~

5、8~10、15 和 16 号基质中百合的株高均低于对照,且差异显著;2、6 和 11 号基质百合的株高比对照略高,但差异不显著。进入采收期(65 d)时,1、3、6~8、12~15 和 18 号基质中百合的株高与对照无显著差异,2、11 号基质的百合株高显著高于对照,分别较对照高 4.53 和 3.56 cm。在叶片数量指标上,17、18 号基质显著多于对照,其他基质与对照差异不大,可见百合叶片数量受基质营养水平的影响较小。综上所述,在最终的株高表现上,1、6、7、12~14 和 18 号基质栽培的百合与对照无显著差异,2、6 号基质栽培的百合优于对照,且差异显著。

生物量是植株积累干物质的质量,可用以衡量植株生长的优劣。由表 5 可知,各配方基质栽培的百合地上部分生物量的干、鲜质量与对照差异均不显著;而地下部分生物量的干、鲜质量以 1、2、6、7、11 和 12 号基质较高,5、10、15 和 16 号基质的鲜质量显著低于对照。百合是球根花卉,其地下有储藏器官鳞茎,从种球萌发到切花采切,鳞茎中贮存的养分逐渐被消耗,以供给地上部分的生长,由表 5 可

见, 5、10、15 和 16 号基质的地下部生物量积累较少,且地上部切花质量表现也较差,说明这 4 种配方基质在营养供给等方面存在一定问题。目前,国内百合切花生产中使用的种球多为国外进口,为降低成本,许多生产者会对种球进行二次种植,考虑到这个因素,1、2、6、7、11 和 12 号基质既能提供较好的切花品质,其地下部生物量积累也较多,作为栽培基质比较理想。

表 3 不同配方基质上‘西伯利亚’百合的切花质量
Table 3 Quality of cut-flower of Lilium ‘Siberia’ in different substrates

基质编号 Substrates number	蕾长/mm Length of bud			花梗长度/cm Floral stalk length
	35 d	50 d	65 d	
对照 CK	26.93±2.95 abc	52.10±3.97 abcd	69.54±11.86 abcd	18.90±2.92 abcdef
1	26.94±3.59 abc	53.01±6.25 bcd	71.12±8.74 bcd	21.38±2.60 hi
2	27.61±3.29 bc	54.68±4.83 d	72.35±10.28 d	21.45±3.23 hi
3	27.66±3.32 c	52.44±5.75 abcd	69.66±9.09 abcd	20.31±3.51 defghi
4	25.46±3.71 abdef	49.94±8.46 abefg	67.74±5.38 abcd	20.67±2.99 fghi
5	25.56±1.75 abcdef	50.41±5.23 abcefg	68.17±6.01 bcd	19.61±2.79 bcdefgh
6	27.47±2.99 bc	54.01±6.14 d	71.70±13.45 abcd	21.18±3.90 ghi
7	27.32±2.99 bc	53.70±4.91 cd	71.46±11.19 cd	21.77±2.71 i
8	25.97±3.89 abcde	51.30±6.69 abcdef	68.43±10.04 abcd	19.45±2.51 bcdefg
9	25.03±4.98 adef	49.62±3.94 abef	66.68±5.88 abc	18.15±2.67 ab
10	23.82±3.28 f	47.91±4.06 fg	65.98±10.32 ab	17.53±2.23 aj
11	26.79±4.36 abc	52.85±5.66 bcd	70.76±7.59 bcd	20.54±3.73 efghi
12	26.72±2.76 abc	52.57±4.84 bcd	70.09±10.12 bcd	18.72±3.34 abcde
13	26.18±4.33 abcde	51.53±6.45 abcde	68.80±4.48 abcd	20.40±3.47 defghi
14	24.98±4.39 adef	49.75±6.60 abef	67.29±5.41 abcd	18.55±3.60 abcd
15	24.54±3.15 def	48.98±5.30 aefg	66.48±7.66 abc	19.30±3.61 abcdef
16	24.15±4.30 f	48.45±6.67 efg	66.05±9.75 ab	18.33±3.23 abc
17	23.53±3.65 f	47.64±7.89 g	64.62±5.94 a	16.11±2.58 j
18	26.36±1.96 abcd	51.94±5.16 abcde	69.00±4.33 abcd	20.10±0.40 cdefghi

基质编号 Substrates number	花盘直径/cm Floral disc diameter	花量 Bud number	切花质量/g Weight of cut flower	
			鲜质量 Fresh weight	干质量 Dry weight
对照 CK	15.64±0.89 a	5.12±0.88 abc	11.12±1.40 abc	0.71±0.15 abcde
1	16.31±1.01 e	5.48±0.71 bc	11.86±1.49 cd	0.72±0.18 bede
2	17.03±0.95 e	5.80±1.15 c	12.90±1.17 d	0.73±0.20 cde
3	15.64±0.89 a	5.52±0.77 bc	11.01±1.29 abc	0.70±0.22 abcdg
4	14.72±0.84 cd	5.68±0.85 bc	10.70±0.54 abce	0.59±0.18 abcgh
5	15.07±0.76 bc	5.76±0.88 c	10.23±0.74 abefg	0.60±0.10 abegh
6	16.47±0.91 e	5.56±1.19 bc	13.14±1.67 d	0.79±0.20 def
7	16.33±1.23 e	5.44±0.82 bc	11.79±1.74 bcd	0.70±0.18 h
8	15.16±1.01 abc	5.12±0.88 abc	10.13±1.02 aefg	0.66±0.06 abcdg
9	14.52±0.70 d	4.00±1.22 d	8.85±1.63 gh	0.52±0.16 gh
10	14.38±0.79 d	4.04±1.31 de	8.99±1.15 fgh	0.52±0.07 gh
11	16.20±0.92 e	5.48±0.96 bc	13.02±2.84 d	0.90±0.20 f
12	16.17±1.19 e	5.40±0.92 bc	11.91±1.91 cd	0.87±0.29 ef
13	15.55±1.14 ab	5.64±1.25 bc	10.31±2.34 abcefg	0.68±0.08 abcdg
14	14.65±0.77 cd	5.20±1.08 abc	10.08±1.40 aefg	0.55±0.13 abgh
15	14.46±0.63 d	5.00±0.65 ab	9.59±1.17 aefgh	0.53±0.12 agh
16	14.43±0.62 d	4.68±1.22 a	9.18±1.24 fgh	0.54±0.22 agh
17	14.35±0.74 d	4.60±0.96 ae	8.16±1.68 h	0.43±0.12 h
18	15.56±1.07 ab	5.56±1.26 bc	10.52±1.97 abcef	0.68±0.18 abcdg

注:同列数据后标不同小写字母表示 $\alpha=0.05$ 水平上差异显著。下表同。
Note:Different small letters in the same column indicate significant difference at $\alpha=0.05$ level. The same as the following table.

表 4 不同配方基质上‘西伯利亚’百合的生长情况
Table 4 Growth condition of Lilium ‘Siberia’ in different substrates

基质编号 Substrates number	株高/cm Height				叶片数量/ (片·株 ⁻¹) Leaf number
	20 d	35 d	50 d	65 d	
对照 CK	42.67±1.51abc	65.10±4.01 a	97.33±3.19 abc	101.97±6.31 abcd	55.67±2.50 a
1	42.50±2.95 abc	65.30±5.75 a	97.83±4.98 bc	103.60±5.03 def	62.67±6.47 abc
2	44.83±3.54 c	66.07±3.84 a	98.57±4.93 c	106.50±6.35 f	61.00±3.79 abc
3	37.00±4.82 de	62.27±4.92 bc	94.00±3.40 def	99.73±4.79 abcdgh	56.67±11.67 a
4	35.33±4.82 ef	58.20±5.04 e	92.60±5.45 efg	98.57±3.77 ghi	58.83±6.62 a
5	29.33±2.80 g	56.83±6.39 e	92.00±4.20 fgh	98.07±4.29 ghi	56.17±3.31 a
6	43.17±4.40 bc	65.40±3.60 a	98.00±4.43 c	104.13±6.49 def	63.00±6.01 abc
7	41.17±2.14 abcd	65.23±3.66 a	97.43±3.37 abc	102.30±7.34 bcd	60.33±5.54 abc
8	37.00±1.79 de	60.83±5.43 cd	92.90±2.93 efg	99.30±4.38 abghi	57.00±10.35 a
9	34.50±5.68 ef	53.13±5.18 f	91.60±3.93 fgh	97.87±3.34 ghi	61.17±6.31 abc
10	31.67±3.14 fg	51.30±5.24 f	90.07±5.38 h	96.73±2.72 hi	59.50±8.80 abc
11	43.67±3.27 bc	65.57±4.31 a	98.13±2.99 c	105.53±6.57 ef	65.00±5.73 abc
12	41.17±3.19 abcd	65.07±3.53 a	97.57±2.98 bc	102.63±7.41 cde	64.83±3.19 abc
13	40.33±2.88 abd	64.50±3.43 ab	95.40±3.40 abd	100.43±6.00 abcg	63.67±7.58 abc
14	40.83±2.99 abcd	65.00±5.23 a	96.10±3.91 abcd	101.90±5.46 abcd	61.50±5.28 abc
15	36.00±1.41 e	59.30±4.57 de	92.80±4.76 efg	99.10±4.14 aghi	61.33±6.92 abc
16	34.83±3.49 ef	58.03±4.71 e	92.03±6.09 fgh	96.47±3.50 i	63.00±4.60 abc
17	38.33±1.86 ade	58.43±4.90 de	90.73±4.34 gh	97.10±3.65 hi	66.83±9.06 c
18	38.50±2.17 ade	63.73±5.50 ab	95.00±6.02 ade	100.30±5.23 abcg	66.00±4.56 bc

表 5 不同配方基质‘西伯利亚’百合的生物量
Table 5 Biomass of Lilium ‘Siberia’ of different substrates g/株

基质编号 Substrates number	鲜质量 Fresh weight		干质量 Dry weight	
	地上部分 Aboveground part	地下部分 Underground part	地上部分 Aboveground part	地下部分 Underground part
对照 CK	99.47±1.99 ab	68.76±9.28 ab	14.79±1.40 a	13.60±3.03 abcde
1	114.08±1.50 ab	73.42±1.45 a	15.72±2.28 a	15.73±1.61 ab
2	105.29±1.80 ab	70.80±5.45 a	15.31±2.89 a	14.42±1.06 abc
3	99.12±2.02 ab	60.43±4.45 abcd	13.71±3.62 a	12.35±1.34 cdef
4	94.18±3.13 a	59.21±6.30 abcd	13.51±1.59 a	11.59±1.20 cdef
5	94.67±5.84 a	50.25±5.05 d	13.03±1.65 a	11.05±0.65 ef
6	112.48±1.23 ab	69.04±1.16 ab	15.87±6.97 a	14.04±1.95 abcd
7	99.64±3.99 ab	72.59±8.55 a	15.21±1.57 a	14.40±2.57 abc
8	93.86±2.23 a	61.70±4.01 abcd	13.54±1.54 a	12.80±1.60 bcdef
9	91.74±2.20 a	54.78±4.98 bcd	12.71±1.22 a	10.93±1.29 ef
10	92.26±1.37 a	50.89±7.51 d	12.77±3.42 a	10.65±2.39 f
11	103.27±1.00 ab	70.40±1.64 a	15.03±2.22 a	14.37±2.05 abc
12	105.76±1.77 ab	71.79±1.70 a	15.84±4.61 a	15.96±5.40 a
13	95.16±1.23 a	64.61±6.97 abcd	14.12±1.96 a	13.76±2.26 abcde
14	93.37±1.12 a	66.20±7.47 abc	14.41±2.21 a	13.36±1.40 abcdef
15	90.34±2.61 a	51.74±1.61 cd	12.81±1.75 a	12.79±1.56 bcdef
16	93.35±4.51 a	54.06±1.61 cd	12.36±3.37 a	11.50±1.40 cdef
17	91.10±2.38 a	61.83±1.31 abcd	12.21±1.81 a	11.17±1.20 def
18	99.06±3.94 ab	68.85±5.49 ab	14.19±2.83 a	14.01±2.28 abcd

2.3 各配方基质所栽培百合生长情况的综合评价

运用模糊数学中的隶属函数值可以综合各项生长指标,较为全面地评价‘西伯利亚’百合在不同配方基质上的生长情况。由表 6 可以看出,生长于 1、2、6、7、11~13 和 18 号基质上的百合其综合评价指数分别达到了 0.56,0.59,0.57,0.54,0.57,0.55,0.51和

0.52,均明显高于对照(0.48)。表明可以用这 8 种配方基质替代对照作为百合的可再生栽培基质。

2.4 不同配方基质的成本核算

对 1、2、6、7、11~13 和 18 号基质的成本进行核算,结果见表 7。从表 7 可以看出,筛选出的 8 种配方基质成本均低于对照,且以 2、7、13 和 18 号基质

的成本较低,分别为对照的 82.86%,84.76%,77.14%和 58.76%。将这 4 种配方基质作为百合的栽培基质,不仅可以保证切花质量,而且能够减少泥炭用量,节省成本。

表 6 不同配方基质上‘西伯利亚’百合生长情况的综合评价指数

Table 6 Comprehensive evaluation index on the growth condition of Lilium ‘Siberia’ in different substrates									
基质编号 Substrates number	株高 Height	叶片数 Leaf number	蕾长 Length of bud	花梗长度 Floral stalk length	花盘直径 Floral disc diameter	花量 Bud number	切花质量 Weight of cut flower	生物量 biomass	综合评价指数 Comprehensive evaluation index
对照 CK	0.63	0.31	0.56	0.45	0.50	0.52	0.43	0.47	0.48
1	0.67	0.48	0.59	0.58	0.60	0.56	0.46	0.56	0.56
2	0.72	0.44	0.61	0.58	0.71	0.60	0.51	0.51	0.59
3	0.59	0.33	0.56	0.52	0.50	0.57	0.42	0.41	0.48
4	0.56	0.39	0.53	0.54	0.36	0.59	0.36	0.39	0.47
5	0.55	0.32	0.54	0.48	0.41	0.60	0.34	0.36	0.45
6	0.68	0.49	0.60	0.56	0.63	0.57	0.54	0.52	0.57
7	0.64	0.42	0.59	0.59	0.60	0.56	0.45	0.50	0.54
8	0.58	0.34	0.54	0.47	0.42	0.52	0.37	0.42	0.46
9	0.55	0.44	0.51	0.41	0.33	0.38	0.26	0.36	0.41
10	0.53	0.40	0.50	0.39	0.30	0.38	0.26	0.34	0.39
11	0.70	0.54	0.58	0.53	0.59	0.56	0.58	0.5	0.57
12	0.65	0.53	0.57	0.45	0.58	0.55	0.52	0.54	0.55
13	0.60	0.50	0.55	0.53	0.48	0.58	0.38	0.45	0.51
14	0.63	0.45	0.52	0.44	0.35	0.53	0.32	0.44	0.46
15	0.57	0.45	0.51	0.48	0.32	0.50	0.29	0.37	0.44
16	0.52	0.49	0.50	0.43	0.31	0.46	0.28	0.36	0.42
17	0.53	0.58	0.48	0.32	0.30	0.45	0.19	0.38	0.40
18	0.60	0.56	0.55	0.51	0.49	0.57	0.39	0.47	0.52

表 7 本试验筛选出的配方基质的成本比较

Table 7 Cost comparison of selected substrates in the experiment		
基质编号 Substrates number	配方基质成本/ (元·m ⁻³) Cost of substrate	与对照价格比/% Compared with CK
对照 CK	105.0	100.00
1	96.0	91.43
2	87.0	82.86
6	97.0	92.38
7	89.0	84.76
11	97.0	92.38
12	89.0	84.76
13	81.0	77.14
18	61.7	58.76

3 讨论与结论

本试验结果表明,2(V(小麦秸秆):V(泥炭):V(珍珠岩)=2:3:5)、7(V(玉米芯):V(泥炭):V(珍珠岩)=2:3:5)、13(V(玉米秸秆):V(泥炭):V(珍珠岩)=3:2:5)、18(V(玉米秸秆):V(沙子)=5:1)号基质中栽培的百合各项指标表现良好,植株生长健壮,切花品质优越,且其成本较对照分别下降了 17.14%,15.24%,22.86%和 41.24%,这 4 种基质均可用于百合切花的生产。其中,18 号基质实现了泥炭的完全替代,但其体积质量略大,可考虑适当增大玉米秸秆的比例以降低体

积质量。由此可知,合理配制由有机废弃物和珍珠岩、沙子组成的栽培基质,可以不同程度地替代泥炭,既能满足百合生长的要求,又可节约生产成本。

秸秆中含有 C、N、P、K 及各种微量元素,经堆腐发酵后,其各种营养元素含量均有较大幅度的提高,理论上讲,以秸秆作基质完全可以提供百合生长所需的各种养分^[15],但作为栽培基质,秸秆的缺点是理化性状变化较大,稳定性相对较差,本试验将其与体积质量大、结构较稳定的珍珠岩、沙子以一定的比例混合,有效地替代了泥炭。另外,在任爽英等^[16]、冯冰等^[17]的研究中,使用可提供大量、微量元素的营养液配合秸秆基质栽培百合,在人力、财力上有所浪费。本试验在百合栽培过程中没有使用任何营养液和肥料,完全依靠配方基质本身所能提供的营养来供给百合生长。用秸秆作百合栽培基质,既满足了百合切花生产的需要,又解决了关中地区常见农业废弃物的循环利用问题,同时还降低了生产成本,故此项技术可在生产中推广应用。

在推广筛选出的配方基质时,对农户秸秆的收集、发酵、保存过程应有统一的标准和规范,这还需要进一步研究,以实现百合切花生产基质配制的规模化。

[参考文献]

- [1] 师向东. 东方百合无土栽培复合基质研究 [J]. 温室园艺, 2004 (11): 43-45.
Shi X D. Study on compound substrate in soilless cultivation of oriental lily [J]. Greenhouse Horticulture, 2004 (11): 43-45. (in Chinese)
- [2] 高祥照, 马文奇, 马常宝, 等. 中国作物秸秆资源利用现状分析 [J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(3): 242-247.
Gao X Z, Ma W Q, Ma C B, et al. Analysis on the current status of utilization of crop straw in China [J]. Journal of Huazhong Agricultural, 2002, 21(3): 242-247. (in Chinese)
- [3] 高新吴, 张志斌, 郭世荣. 玉米与小麦秸秆无土栽培基质的理化性状分析 [J]. 南京农业大学学报, 2006, 29(4): 131-134.
Gao X H, Zhang Z B, Guo S R. Analysis of physical and chemical properties of straw substrates utilizing of corn and wheat straw [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2006, 29 (4): 131-134. (in Chinese)
- [4] 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.
Suo L N, Jin M Y, Zhang B Z. Studies on converting agriculture-forestry organic wastes into growing media on ornamentals technology and foreground [J]. Northern Horticulture, 2009(4): 108-112. (in Chinese)
- [5] Meerow A W. Growth of two tropical foliage plants using coir stalk as a container medium amendment [J]. Hort Technology, 1995, 5(3): 237-239.
- [6] Noguera P, Abad M, Noguera V, et al. Coconut coir stalk waste, a new and viable ecologically friendly peat substitute [J]. Acta Hort, 2000, 517: 279-286.
- [7] Gariglio N F, Buyatti M A, Bouzo C A, et al. Use of willow (*Salix* sp.) sawstalk as a potting medium for calendula (*Calendula officinalis*) and marigold (*Tagetes erecta*) plant production [J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2004, 32: 147-151.
- [8] 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.
Zhang Q X, Sun X L. Several organic substitutes as growing media for *Euphorbia pulcherrima* [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2009, 31(3): 46-51. (in Chinese)
- [9] 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, 41(1): 117-120.
Sun X L, Zhang Q X. Studies on mushroom residue and the sawdust for growing media of begonia $\times$ elatior [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2010, 41(1): 117-120. (in Chinese)
- [10] 谢芝春, 程智慧, 孟焕文, 等. 非洲菊不同生育期配方栽培基质中微生物的变化 [J]. 园艺学报, 2010, 37(1): 89-96.
Xie Z C, Chen Z H, Meng H W, et al. Variation of microbial biomass in different culture media of gerbera jamesoni at different growth and developmental periods [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2010, 37(1): 89-96. (in Chinese)
- [11] 连兆煌, 李式军. 无土栽培原理与技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 50-100.
Lian Z H, Li S J. Theories and techniques of soilless culture [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1994: 50-100. (in Chinese)
- [12] 刘庆超. 三种重要盆栽花卉的有机代用基质研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
Liu Q C. Studies on organic substitute for growing media of three kinds of important pot flower [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2006. (in Chinese)
- [13] 陶向新. 模糊数学在农业科学中的初步应用 [J]. 沈阳农业大学学报, 1982, 13(2): 96-107.
Tao X X. A preliminary application of fuzzy mathematics in agricultural science [J]. Journal of Shenyang Agricultural College, 1982, 13(2): 96-107. (in Chinese)
- [14] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(Suppl.): 1-4.
Guo S R. Research progress, current exploitations and developing trends of solid cultivation medium [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21 (Suppl.): 1-4. (in Chinese)
- [15] 薛书浩, 孟焕文, 程智慧, 等. 复合基质在大棚番茄无土栽培上的应用研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(11): 107-112.
Xue S H, Meng H W, Chen Z H, et al. Application research on compound substrate in soilless culture of greenhouse tomato [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2009, 37(11): 107-112. (in Chinese)
- [16] 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.
Ren S Y, Liu C, Feng B, et al. Soilless culture media for Lili-um ‘Sorbonne’ [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2011, 33(3): 92-98. (in Chinese)
- [17] 冯 冰, 任爽英, 黄 璐, 等. 东方百合品种‘西伯利亚’切花生产中替代泥炭的基质研究 [J]. 园艺学报, 2010, 37(10): 1637-1644.
Feng B, Ren S Y, Huang L, et al. Research on substrates as peat substitute for cut flower production of oriental lily [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2010, 37(10): 1637-1644. (in Chinese)