The Conversion of Corn cob and Garden Wastes into Growing-Medium on Anthurium (*Anthurium Andraeanum*)

Linna SUO[1], Xiangyang SUN[1] *, Jianjun DU[2], Yong QIAO[1], Yaning LUAN[1]

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing10083, China;

2. Beijing Municipal Bureau of Landscape, Beijing100013, China)

Email: sunxy1965@126.com, suolinna@163.com

Abstract: Several kinds of Agriculture-forestry organic (AFOW) waste such as the corn cob, garden waste (branches, leaves, Blipping) were selected as the raw materials of the growing medium on pot-flower. Those raw materials were pretreated by charring and composting. The mixture of these charred and composted AFOW as a kind of horticultural potting-substrate was compared with the popular sphagnum peat. Seven mediums were prepared from charred corn cob(TC), corn cob compost(FC), charred garden wastes(TG), and the Pindstrup sphagnum peat moss substrate (P) were used to determine the optimum growing medium for Anthurium (*Anthurium andraeanum*) transplant. Plants grew in these mixtures for 4 months, with normal greenhouse management. Various seedling indices were measured in order to assess the quality of nursery-produced plants. Growth experiments showed that 2 substrates appeared to be the suitable growing medium for Anthurium. They were: P (50%) + TC (50%) and P (50%) + FC (50%). The charred and composted AFOW provided not only quality and inexpensive peat substitute but also a new solution for waste management.

Key words: agriculture–forestry wastes; charring; compost; pot-flower; peat; environmental-friendly

农林废弃物再利用生产红掌栽培基质技术研究

索琳娜[1]，孙向阳[1,]*，杜建军[2]， 乔永[1]，栾亚宁[1]

[1]北京林业大学水土保持学院，北京，中国，100083

[2]北京市园林绿化局， 北京，中国， 100013

Email: 1. sunxy1965@126.com 2. suolinna@163.com

摘要: 根据来源广泛、收集简便、经济实用等原则选取北方常见的几种农林废弃物——玉米棒芯、园林绿化废弃物（枯枝、落叶、草屑）为主要原料，通过腐熟发酵和炭化的方法对原料进行加工，以容重、孔隙度、大小孔隙比、pH 值、EC 值等理化指标为依据，将 1—2 种加工后的材料进行混配，产生 6 种混配基质，混配基质理化性状优良，符合无土栽培基质的要求。以红掌（*Anthurium andraeanum*）为试验花卉，研究了红掌在混配基质和泥炭基质中的生长适应性和不同基质对红掌生长发育的影响，其中两种混配基质配方（50%炭化玉米芯+50%泥炭和 50%腐熟玉米芯+50%泥炭），在各项测定指标综合评定中分数最高，可以达到部分替代泥炭基质的目的，实现农林废弃物资源的循环再利用。

关键词: 农林废弃物；炭化；腐熟；泥炭；栽培基质；循环经济

1 引言

作为农业大国，我国农业生产过程中会产生大量种类丰富的植物废弃物，如秸秆、玉米棒芯、食用菌基、棉籽壳、锯末等，同时随着城市绿化面积的不断扩大，城市园林植物枯落物及园林绿化修剪产生的枝叶量也必将逐年递增。这些农林废弃物中含有丰富的矿物质和有机质，但往往在农林业生产中被随意弃置或仅仅进行简单的回填处理，常规的填埋、焚烧处理，会产生大量的烟尘、二恶英等有害物质，不仅污染环境，严重危害人类健康，还在无形中造成了资源的极大浪费，不利于我国农林业的可持续健康发展。对于农林有机废弃物的合理处置与利用势必成为当前循环经济发展过程中面临的诸多重要问题之一。

随着经济的发展，国内外花卉苗木产业的也迅速发展，无土栽培基质的需求量逐年递增。当前花卉苗木生产需求最大的基质是泥炭，国内多低价出口原泥

基金项目：北京市科技计划课题(重大)公益应用类(D09040903780801)；国家林业局“948”项目基金(2006-4-46)；北京市财政局支持大兴区林业局花木栽培基质实用技术研究与试验项目；北京市农委农林废弃物资源再利用生产苗木栽培基质技术研究与示范项目

978-1-935068-16-7 © 2010 SciRes.

炭，再高价进口国外配方泥炭基质。泥炭，又称草炭，是在过湿的嫌气性自然环境中（如沼泽、湿地等），由死亡后尚未完全分解的植物残体为主要物质在原地或经搬运在异地堆积而成的松软的有机质复合物，在自然条件下呈褐色或黑褐色，通常含水分 65—70%，富含有机质和腐植酸、纤维状结构，具有疏松多孔，通气透水性好等特性。泥炭是迄今为止被世界各国普遍认为是最好的一种无土栽培基质。而泥炭属于再生能力极其缓慢的矿产资源，国内很多泥炭产地在资源开采后由于湿地环境的破坏已经不能再生。因此对农林有机废弃物进行资源再利用生产栽培基质，替代泥炭基质，对节约利用资源，保护泥炭原产地和农林生产地的环境有不可替代的重要意义。同时，由于今年来世界各泥炭产地的泥炭资源已濒临枯竭，故而国内外均相继制定相关的法律法规限制泥炭资源过度开发和利用[1]。因此，从经济、资源、环境可持续发展的角度考虑，利用来源广泛的农林有机废弃物开发一种应用性质与泥炭相当，可再生的替代基质显得十分迫切和必要[2]。

国内外虽有研究机构对农林废弃物再利用进行了一些研究，但多数研究侧重于城市生活垃圾处理，用于有机肥和土壤改良剂[3,4]。针对于城市园林绿化废弃物再利用的生产园艺无土栽培基质的研究还少有报道[5,6]。本文选取我国北方常见农林废弃物为原料，通过发酵腐熟和炭化方式进行预处理，经合理混配后用于花卉无土栽培，通过与进口泥炭基质进行对比，以期探讨农林有机废弃物作为泥炭替代基质原料的可行性，同时为农林有机废弃物处理提供一些思路。

2 材料与方法

试验材料为玉米棒芯（河北石家庄郊区收集）、园林绿化废弃物（主要是枝叶，取自北京市朝阳区园林废弃物消纳中心），其中玉米棒芯和园林绿化废弃物经粉碎成直径 1—2cm 左右颗粒，随后对玉米棒芯采用发酵 1 个月（添加菌剂，菌剂为保定万国生物化学有限公司生产的专用复合菌剂）和 240—270℃炭化 30min 两种处理方式处理，对园林绿化废弃物采用 300—340℃炭化 30min 处理，炭化处理在北京市通州区进行，采用自行研制开发的农林有机废弃物专用炭化炉进行，炭化后将物料与水按体积比 1：2 混合，浸置 2h，以降低炭化材料的 EC 值，控水待用。其中为保证试验条件的一致性，所有物料在发酵和炭化处理过程中均未添加任何肥料。试验在北京市大兴花卉公司红掌栽培温室中进行，以大兴花卉公司红掌生产过程中现用的丹麦品氏（Pindstrup）泥炭为对照。

试验中所用各材料为：1）腐熟玉米芯（FC）；2）炭化玉米芯（TC）；3）炭化园林绿化废弃物（TG）；4）丹麦品氏泥炭（P）。各材料按表 1 所示配方混合。

Table 1. The group of mixed growing media
表 1. 混合基质配方

处理号	基质代码	组分及比例（V%）				处理号	基质代码	组分及比例（V%）			
		泥炭	玉米芯（腐）	玉米芯（炭）	枝叶（炭）			泥炭	玉米芯（腐）	玉米芯（炭）	枝叶（炭）
T1	FCTG	0	70	0	30	T4	TCP	50	0	50	0
T2	TCTG	0	0	70	30	T5	TCTGP	50	0	35	15
T3	FCTGP	50	35	0	15	T6	FCP	50	50	0	0

2.1 混合基质理化性质分析

基质容重、含水量采用连兆惶（1994）方法测定，孔隙度等指标采用我国温室孔隙度通用测定方法测定[7,8]。基质 pH 值，EC 值采用饱和浸提法（SME）测定[9]。本试验大量及微量元素均为全态量。N 采用凯氏定氮法测定；P 用 H_2SO_4—H_2O_2 消煮，钼锑抗比色法测定；K 采用 H_2SO_4—H_2O_2 消煮，火焰光度计法测定；使用 AA—7000 型原子吸收仪测定 Ca、Mg、Fe、Zn、Mn 离子。

2.2 红掌栽培试验

红掌(*Anthurium andraeanum*)又名安祖花、花烛，原产于南美洲的安第斯山脉的热带雨林中的阴湿沟谷，为天南星科花烛属多年生草本花卉。由于其形态奇特别致，花色泽鲜艳红润，瓶插观赏期长(14~28d)，是当今国际流行的切花之一。

本试验设计了 7 种基质处理，这些处理包括 6 种混合基质处理和泥炭对照处理，对其基本物理性状进行了研究，同时对不同生长阶段红掌盆花的形态指标进行了统计分析。试验在北京市大兴花卉公司红掌栽培温室中进行。该温室具有全自动控温、换气设施，能够保证在试验期间为供试材料提供一个相对稳定的适宜生长环境。所用材料为生长一致根系完整无病虫害的红掌品种“红粉佳人”组培苗，已在泥炭中栽植到 16~17cm 的中苗。于 2007 年 10 月 18 日，用 16×14cm 红色塑料盆上盆。每处理 10 株，重复 3 次，重复内采用完全随机排列。结合正常的红掌温室生产管理。植株生长过程中适时调整花盆间距，使植株均匀受光，及时清除残花败叶，做好病虫害防治。缓苗 10d，于 2007 年 10 月 28 日开始统计测量植株形态指标，各处理随机抽取 10 株进行植株冠幅、株高的测量。以后每隔 30d 各处理随机抽取 10 株调查开花数、植株冠幅、株高等指标，于 2008 年 2 月 18 日（上盆后 4 个月）每处理随机抽取 10 株进行植株生物量的测定，同时测量佛炎苞宽度，花茎高度。红掌植株形态建成指标，采用烘干法测定植株地上、地下部生物量。分别对不同处理基质栽培条件下的红掌植株，用下式求形态指标隶属函数值：

$$X(f)=(X-Xmin)/(Xmax-Xmin)$$

式中：X 为某一基质条件下某一指标的测定值，Xmax 为该指标测定的最大值，Xmin 为该指标所测的最小值。将各基质条件下不同形态指标的隶属函数值进行累加，求其平均值，即为植株形态综合评价指数，值越大，说明植株生长越好[10]。试验数据利用 SPSS13.0 软件进行 0.05 水平的 TurkeyHSD 检验。

3 结果与分析

3.1 处理基质理化性质分析

由表 2 中数据可以看出处理 T1、T3、T5 与 CK 在所测的各项理化指标中均存在显著性差异，其中 T1、T3 与 CK 的差异达到极显著水平。主要差异可总结为容重较大，总孔隙度较小，持水孔隙较大，通气孔隙较小，pH、EC 值较高。各处理中除 T1 的 pH 值稍偏高外，其他指标均在植物生长适宜值范围内。由于试验中红掌所有的管理措施都同于大兴花卉公司红掌生产管理，平均每 4—5d 浇水一次，配方营养液（表 3）[12] 随水浇灌（两次水一次营养液），所以调节种植初始阶段基质配方的 pH、EC，使其符合植物对基质的要求，使基质中的物质对营养液造成影响尽量减弱，则该配方基质可为植物提供更好的生长条件。

978-1-935068-16-7 © 2010 SciRes.

Table 2. Physical and chemical characteristic of the mixed growing media
表 2. 混合基质理化性质

处理号	基质代码	干容重 g/cm^3	总孔隙度 %	持水孔隙 %	通气孔隙 %	pH	EC mS/cm
T1	FCTG	0.173±0.006**[a,b]	91.0±0.31**	76.8±0.90**	14.1±1.20**	7.55**	0.82**
T2	TCTG	0.115±0.003	92.6±0.19	72.4±0.28	20.2±0.45*	6.87**	0.42
T3	FCTGP	0.166±0.002**	90.5±0.11**	76.2±0.17**	14.3±0.28**	6.94**	0.78**
T4	TCP	0.097±0.002	93.6±0.12	68.3±0.26	25.3±0.38	6.49**	0.22
T5	TCTGP	0.127±0.003*	91.8±0.19*	73.7±0.32*	18.1±0.16**	6.81**	0.48*
T6	FCP	0.100±0.008	92.7±0.61	68.5±0.47	24.2±0.55	6.80**	0.39
CK	P	0.099±0.005	93.6±0.32	70.0±0.67	23.6±0.60	6.32	0.29
植物生长适宜范围[c]		0.1-0.8	54-96	——	——	6.5-7.0	0.5-1.0

[a] 表中各指标数据为 mean±S.E.; [b] *0.05 显著水平，**0.01 显著水平; c [11]

Table 3. Ideal nutritional composition for the pot Anthurium (a concentration of 100 times)[a]
表 3. 盆栽红掌适宜营养液配方（稀释 100 倍使用）

A-solution			B-solution		
$Ca(NO_3)_2$	19.0%Ca, 15.5%N	61.0 kg.	H_3PO_4 (59%)	26.8% P, 8.6 mol H_3O^+ per kg	0.0 ltr.
KNO_3	38.2%K, 13.0%N	6.7 kg.	KNO_3	38.2%K, 13.0%N	12.3 kg.
DTPA	Fe-DTPA	2.7 kg.	KH_2PO_4	28.2%K, 22.3%P	20.4 kg.
			K_2SO_4	44.8%K, 17.0%S	15.0 kg.
			$MgSO_4$	9.9%Mg, 13.0%S	20.0 g.
			$MnSO_4$	32.5%Mn	50.0 g.
			$Na_2B_4O_7$	11.3%B	95.0 g.
			$ZnSO_4$	22.7%Zn	90.0 g.
			$CuSO_4$	25.5%Cu	19.0 g.
			Na_2MoO_4	39.6%Mo	19.0 g.

[a].使用时将 A, B 混合在 1000L 的营养液罐中，稀释 100 倍使用，最好用雨水稀释，自来水也可只是成本较高。

3.2 混配基质矿质营养含量

Table.4 Content of mineral element in different mixed growing media
表 4. 混合基质中 N、P、K 以及其他金属元素

处理号	基质代码	N (g/kg)	P (g/kg)	K (k/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
T1	FCTG	0.132	0.143	0.013	0.063	0.054	419.08	190.97	143.94
T2	TCTG	0.095	0.087	0.012	0.055	0.058	309.89	195.87	181.17
T3	FCTGP	0.078	0.100	0.004	0.070	0.065	444.54	230.38	160.50
T4	TCP	0.092	0.067	0.008	0.082	0.064	299.22	227.75	125.86
T5	TCTGP	0.115	0.080	0.010	0.066	0.067	426.89	232.83	162.29
T6	FCP	0.111	0.065	0.007	0.065	0.062	317.85	224.24	124.33
CK	P	0.172	0.056	0.027	0.077	0.075	147.53	269.78	100.90

表 4 中数据说明，CK 中 N 元素含量最高，为 0.172g/kg， 其次为处理 T1，为 0.132 g/kg，处理 T3 中全 N 含量

最低，为 0.078g/kg；P 在处理 T1 中含量最高为 0.143g/kg，而在 CK 中最低，为 0.056g/kg；CK 中的 K 含量最高，为 0.027g/kg，T3 中最低，为 0.004g/kg。其他元素含量也在各处理中存在差异，可能与原料组织结构成分构成，发酵腐熟和炭化过程中物质分解有关。

3.3 红掌栽培试验生长指标

由表 5 中数据分析混合基质栽培条件下试验结束时红掌不同生长状况。植株高度除 T4 外，其他处理均显著低于 CK，其中 T1、T2、T3 与 CK 的差异达到极显著水平，其他生长指标分析结果表明各处理与 CK 之间均无显著性差异。本试验是以称重的方法测量并计算不同基质条件下，红掌植株地上部分和地下部分生物量比及根冠比。由于根系与栽培基质紧密结合，水洗过程中难以保持均匀一致，因此误差较大。

Table 5.Effect of the mixed media on the growth index of the Anthurium andraeanum

表 5.混合基质对红掌生长指标的影响

处理号	基质代码	植株高度 cm	植株冠幅 cm	地上部生物量 g/株	地下部生物量 g/株	花数 朵/株	佛焰苞宽 cm	花茎高 cm
T1	FCTG	23.03±0.60**[a,b]	29.67±0.72	10.60±1.98	6.13±1.63	1.80 ±1.03	5.63 ±1.31	17.93 ±0.51
T2	TCTG	23.56±0.79**	30.50±0.41	14.23±2.81	6.77±0.75	2.30 ±0.95	5.73 ±0.40	18.20 ±1.31
T3	FCTGP	23.20±0.77**	30.38±1.31	14.10±2.17	4.33±0.71	3.83 ±1.33	5.83 ±0.78	18.93 ±0.81
T4	TCP	25.07±0.52	31.88±1.77	11.53±0.63	7.20±0.61	3.25 ±1.89	5.33 ±1.17	20.50 ±2.25
T5	TCTGP	23.96±1.16*	33.35±2.62	11.83±1.32	6.67±0.62	3.00 ±1.41	5.03 ±0.76	15.40 ±0.60
T6	FCP	24.88±0.48*	31.75±0.76	10.97±2.03	7.80±0.15	3.50 ±1.07	5.63 ±0.81	19.60 ±0.17
CK	P	29.48±1.79	32.67±0.67	18.07±0.24	8.70±1.42	3.20 ±1.30	6.13 ±1.29	19.23 ±2.25

[a] 表中各指标数据为 mean±S.E.

[b] *0.05 显著水平，**0.01 显著水平

3.4 红掌植株形态指标综合评价

Table 6.The synthetically evaluation on the growth index of the Anthurium andraeanum in different growing media

表 6.混配基质栽培红掌生长指标综合评价

处理号	基质代码	株高	冠幅	地上部生物量	地下部生物量	花数	佛焰苞宽	花茎高	综合评价指数
T1	FCTG	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.55	0.50	0.21
T2	TCTG	0.08	0.23	0.49	0.56	0.25	0.64	0.55	0.40
T3	FCTGP	0.03	0.19	0.47	0.00	1.00	0.73	0.69	0.44
T4	TCP	0.32	0.60	0.12	0.66	0.71	0.27	1.00	0.53
T5	TCTGP	0.14	1.00	0.16	0.54	0.59	0.00	0.00	0.35
T6	FCP	0.29	0.57	0.05	0.79	0.84	0.55	0.82	0.56
CK	P	1.00	0.82	1.00	1.00	0.69	1.00	0.75	0.89

利用模糊数学中，隶属函数的方法，对不同基质条件下的植株生长情况，进行多指标综合评价后，数据显示（表 6），在所比较的各项指标中，混配基质中，单一性状指标的比较，T5 在冠幅上大于 CK；T3、T4、T6 的单株开花数多于 CK；T4、T6 的花茎高高于 CK；其他指标则以 CK 为最优。

4 讨论与结论

本文对经过充分腐熟发酵和炭化处理的玉米棒芯及炭化园林绿化废弃物等物料的理化特性进行了分

978-1-935068-16-7 © 2010 SciRes.

析，研究了混合基质用作红掌盆花栽培基质的可行性、红掌盆花在混合基质中生长适应性以及混合基质对红掌生长发育的影响。结论如下：

混合基质虽存在容重较大，总孔隙度较小，持水孔隙较大，通气孔隙较小，pH、EC 值较高等特点，但所研究混合基质理化指标，均在无土栽培适宜基质范围之内，可以为植物提供适宜的基质生长环境。试验中发现炭化园林废弃物与腐熟玉米芯混合后（FCTG，FCTGP），基质的通透性能得到显著性提高，但 EC 值和 pH 值也会增加，今后研究中可作为改良基质的切入点进行研究。基质的 pH 和 EC 两项性质对于维持基质性状稳定具有重要意义，因此混合基质理化性状调节过程对于这两个指标的调节显得尤为重要。并且对于pH值和EC值的检测方法是否科学合理简便易行也在实际生产和科学研究中具有重要意义。

红掌栽培试验显示，除植株高度方面处理与 CK 之间存在显著性差异，其他生长指标（冠幅、生物量）及观赏指标（花茎高、佛炎苞宽、花数），各处理与 CK 均无显著性差异。综合所有指标评定 CK 最高，其次为处理 T6（50%腐熟玉米芯+50%泥炭）和 T4（50%炭化玉米芯+50%泥炭），可以实现部分替代泥炭的目的。由于不同花卉以及花卉不同生长阶段对基质的性状要求不尽相同，在今后的研究中还将引入更多的试验花卉品种，最终产生广谱通用型泥炭替代基质配方和不同花卉不同用途专用基质产品。

总之，以农林有机废弃物为原料生产花木栽培基质，进而实现部分替代泥炭基质是完全可能的，一方面减少了对不可再生泥炭资源的依赖和消耗，为降低园艺产品生产成本提供了一条途径。同时，也为实现农林有机废弃物循环再利用，减少环境污染开辟了一条新路。

References (参考文献)

[1] Gerald S, Hartmut F, Liu Y H, Peat culture substrate is a prerequisite for the European sustainable horticulture industry[J], *Humic*, 2002(4), P38-42.

[2] Suo Linna, Jin Maoyong, Zhang Baozhu, Studies on Converting Agriculture-Forestry Organic Wastes into Growing Media on Ornamentals Technology and Foreground[J], *Northern Horticulture*,2009(4), P108-112 (Ch).
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), P108-112.

[3] Herrera F, Castillo J E, López-Bellido R J,et al., Replacement of a Peat-lite Medium with Municipal Solid Waste Compost for Growing Melon (*cucumis melo L.*) Transplant Seedlings[J], *Compost Science & Utilization*, 2009, 17(1), P31-39.

[4] LI Guoxue, ZHANG Fusuo. Solid waste composting and organic fertilizer production [M].Beijing: Chemical Industry Press, 2000.39-42.
李国学，张福锁.固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M].北京：化学工业出版社,2000.39-42.

[5] Das K C, Kirkland J T, Quantification of Water Extractable Contaminants from Food Waste and Biosoilds Blends at Different Stages of Composting[J], *Compost Science & Utilization*,2008,16(3), P200-206.

[6] Wilkinson K, Beardsell D, Hepworth G, et al., Effect of Maturation of Grease Trap Compost on Plant Growth[J], *Compost Science & Utilization*,2009,17(1), P40-47.

[7] LIAN Zhaohuang, LI Shijun. Principles and techniques of soilless culture [M] Beijing: China Forestry Publishing House, 1994.46-58.
连兆煌，李式军.无土栽培原理与技术[M].北京：中国林业出版社,1994.46-58.

[8] JIANG Shengde. Modern horticultural growing media (purchase and application guide) [M].Beijing: China Forestry Publishing House, 2006.8-104.
江胜德.现代园艺栽培基质（选购与应用指南）[M].北京：中国林业出版社,2006.8-104.

[9] BAO Shidan. Agricultural chemical analysis of soil [M].Beijing: China Agriculture Press, 2000.39-51.
鲍士旦.土壤农化分析[M].北京：中国农业出版社,2000.39-151.

[10] Liu Qingchao, Studies on Organic Substitute for Growing Media of Three Kinds of Important Pot Flower[D], *Journal of Beijing Forestry University*,2006, P52. (Ch)
刘庆超，三种重要盆栽花卉的有机代用基质研究[D]，北京林业大学,2006, P52.

[11] GUO Shirong. Soilless Cultivation [M].Beijing: China Agriculture Press, 2004.135-142.
郭世荣.无土栽培学[M]. 北京：中国农业出版社,2004.135-142.

[12] Anthura B V. Cultivation guide Anthurium pot plant culture [M]. Holland：Anthura, 2002.55.