

椰子和甘蔗残渣作为纸浆木克隆植物产生根基质的应用

V. Prasath*, R. Seenivasan, P. Chezhian, C. Malaimuthu, T. Stalin, R. Rajesh, S. Rajeswari

泰米尔纳德邦泰米尔纳德新闻纸和纸张有限公司种植业部 印度

【摘要】盆栽克隆植物生产的成功很大程度上取决于生根基质。部分分解的椰子残渣(椰壳髓)用于生产园艺和种植园开发的幼苗/克隆植物。进行了一项研究,以探究将甘蔗残渣——甘蔗渣髓(SBP)作为基质或部分替代椰壳髓(CCP)用于纸浆木克隆植物生产的可能性。将这两种残渣以不同比例(100%、75%、50%和25%)混合,使用真菌-细菌联合体进行共堆肥,并分析基质的各种物理化学性质。结果表明,堆肥基质符合生根培养基的标准。pH 值、EC、可交换阳离子和有效养分有所增加。基质的容重和有机碳含量有所降低。碳氮比从 100 降至 20 至 30 之间,这是理想的生根基质。木麻黄和桉树杂交克隆植物的成活率表明,50%的椰壳纤维粗蛋白(CCP)可以有效地被棕壤蛋白(SBP)替代。使用共堆肥/混合基质,这两种纸浆木克隆植物的生长参数(根体积、枝长、根/枝比和新叶数量)得到了改善。因此,本研究得出结论,50%或25%的椰壳纤维粗蛋白可以用甘蔗渣粗蛋白替代,用于共堆肥和纸浆木克隆植物生产。

【关键词】生根基质;甘蔗渣髓;椰壳髓;纸浆木克隆植物生产;木麻黄;桉树

【收稿日期】2025 年 4 月 13 日

【出刊日期】2025 年 6 月 13 日

【DOI】10.12208/j.ijbor.20250002

Use of coconut and sugarcane residues as rooting substrate for pulpwood clonal plants production

V. Prasath*, R. Seenivasan, P. Chezhian, C. Malaimuthu, T. Stalin, R. Rajesh, S. Rajeswari

Department of Plantation, Tamilnadu Newsprint and Papers Limited, Tamil Nadu, India.

【Abstract】 Success of the containerized clonal plants production relies largely on the rooting substrates. The partially decomposed coconut residue (coir pith) is being used for the production of seedlings/ clones for horticulture and plantation development. A study was conducted to find out the possibility of including sugarcane residue—sugarcane bagasse pith (SBP) as a substrate or partial substitution to coconut coir pith (CCP) for pulpwood clonal plants production. These two residues were mixed in different proportions (100, 75, 50 and 25 %), co-composted using fungal-bacterial consortia and analyzed the substrates for various physicochemical and chemical properties. The results showed that composted substrates met the standards of rooting media. The pH, EC, exchangeable cations and available nutrients were increased. The bulk density and organic carbon content of the substrates were found reduced and. The C/N ratio was reduced from >100 to the range of 20 to 30, which is ideal for rooting substrates. The survival of *Casuarina* and *Eucalyptus* hybrid clonal plants showed that 50 % of the CCP can be effectively substituted with SBP. The growth parameters (root volume, shoot length, root/ shoot ratio and number of new leaves) of these two pulpwood clonal plants were improved using the co-composted/ mixed substrates. Therefore, this study concluded that 50 % or 25 % of coir pith can be substituted with bagasse pith for co-composting and utilization in the pulpwood clonal plants production.

【Keywords】Rooting substrate; Sugarcane bagasse pith; Coconut coir pith; Pulpwood clonal plants production; casuarina; Eucalyptus

1 简介

印度约有 700 家纸浆和造纸企业,其中 28 家使

*通讯作者: V. Prasath

注: 本文于 2023 年发表在 Advance in Biological Research 期刊 4 卷 1 期, 为其授权翻译版本。

用纸浆木材作为原材料。由于土地资源有限，造纸行业仍然面临着原材料供应的压力，因此，这些行业大力推广纸浆木材种植园（农场林业），目标是每年种植 7.5 万公顷^[1]。为了实现种植目标，集装箱移植克隆植物生产在过去二十年中变得越来越流行，因为它具有种群健康均质、病虫害防治有效以及土地、能源和时间管理高效等优势^[2]。

克隆植物生产的成功主要取决于用于插穗移植的基质。泥炭土、蛭石、石英砂、珍珠岩、沸石和浮石是早期用于幼苗/克隆植物生产和科学研究的一些常见物理生长基质^[3]。由于需求增加、成本上升、供应减少以及对环境的不利影响，这些基质的使用受到限制。因此，由农业废弃物制成的经济高效、当地易得的生根基质在大规模生产母株克隆植物中变得越来越重要。

生根基质的质量旨在满足克隆植物在有限容器体积内良好生长的需求，并为田间移植做好准备。生根基质的物理、化学和生物特性决定了克隆植物健康须根系的发育和成功生长。生根基质的物理特性应在适当的范围内，因为少量的基质有助于克隆植物的生长。优质的生根基质应重量轻、容重适宜、排水良好且保水能力强，并且在湿润或干燥时体积保持恒定^[4]。生根基质的 pH 值、EC 值和有机碳含量极其重要，因为它们与基质微生物群落和植物养分的有效性直接相关^[5]。基质应含有最少的灰分、沙子和粉砂颗粒，并且易于处理和其他基质混合，即其物理和化学特性的一致性在长期储存期间不应发生变化^[6]。从生物学角度来看，生根基质应不含杂草种子、致病病原体的孢子、线虫和害虫的卵^[7]。

在印度，约有 8.1 万公顷土地种植椰子^[8]。由于椰子种植管理的改进、椰子产品使用量的增加以及椰子产品市场价格的上涨，印度南部的椰子种植面积正在逐渐扩大^[9]。提取椰壳纤维过程中产生的农业废弃物称为椰壳髓，约占椰子壳的 50-60%，可用于各种农业用途。椰壳髓由于其高保水能力（500-600%）、高阳离子交换能力、较低的生物降解性（高木质素含量）和环保特性，被用作容器苗圃植物生产的生根基质，并被认为土壤和其他无机生根基质的更好替代品^[4]。目前，在印度，大多数纸浆和造纸行业都使用分解的椰壳髓作为生根基质，用于生产纸浆木克隆植物。

印度地理和气候条件优越，是世界第二大甘蔗

生产国，仅次于巴西，年产甘蔗 3.5214 亿吨^[10]，甘蔗渣 6000-1 亿吨^[11]。印度将甘蔗渣用于各种农业相关活动（例如土壤改良、无土栽培介质和有机肥料）。此前已有使用甘蔗渣或甘蔗堆肥作为生根基质的报道^[12-15]。除农业用途和发电外，每年产生的大量甘蔗渣处理不当还会对环境造成巨大威胁。因此，我们尝试研究将甘蔗渣髓(SBP)单独或与椰壳髓(CCP)结合使用，作为纸浆木克隆植物生产的生根基质。

2 材料和方法

本研究中的生根基质处理包括以下组合 (v/v)：处理 1-100% 椰壳纤维髓 (CCP)；处理 2-75% CCP+25% 甘蔗渣髓 (SBP)；处理 3-50% CCP+50%SBP；处理 4-75% CP+25% SBP；处理 5-100% SBP。为了处理用作雾化室中生根培养基的基质，如图 1 所示，为每个基质组合形成单独的料堆，并使用真菌菌株 *Pleurotussajor caju* 和微生物联合体 (*Trichoderma viridae* + *Bacillus velezensis* + *Pseudomonas fluorescens*) 进行 35 天 (5 周) 的快速分解。在分解过程之前和之后，对基质的物理化学和化学性质进行了分析。分解后，将底物放入 60°C 的热风炉中干燥，制成粉末，并分析其各种物理化学和化学性质。在 1:2.5(w/v)固水比的水提取物中测定底物的 pH 值和电导率^[16]。

基质的干容重采用 Gohardoust 等人^[17]提出的程序测定。其中，用 1 升量筒测量特定体积基质的空气干燥质量，并用以下公式计算单位体积的烘干质量（容重）：

$$\text{堆积密度 (BD; g}\cdot\text{cm}^{-3}) = M \cdot \text{OD} / V \cdot C$$

式中，MOD. 基质烘干质量 (g)；VC. 烘干后基质在圆柱体中的体积 (cc)。对于椰壳纤维髓和甘蔗渣髓混合基质，BD 计算公式如下：

$$\text{堆积密度 (BD; g}\cdot\text{cm}^{-3}) = \text{MOD1} + \text{MOD2} / \text{VC}.$$

其中，MOD1 和 MOD2 分别表示基材 1 和基材 2 的烘干质量。

等人^[18]规定的程序测定。将一升容器装满干基质，并估算灌溉水的饱和体积。总孔隙体积 (TPA) 记录为饱和基质所需的水量。饱和后，排出的水量即为通气孔隙体积 (APV)。总孔隙率、通气孔隙率和持水能力的百分比按以下公式计算：

$$\text{总孔隙率 (TP; \%)} = \text{TPV} \times 100 / \text{CV}$$

$$\text{通气孔隙度 (AP; \%)} = \text{APV} \times 100 / \text{CV}$$

$$\text{持水量 (WHC; \%)} = \text{TP} - \text{AP}.$$

其中, CV-容器容积, TP=总孔隙率, AP-通气孔隙率, TPV-总孔隙体积, APV-通气孔隙体积, WHC-持水量。



图1 使用真菌-细菌联合体以条堆法对基质进行堆肥

用 1M 乙酸铵振荡提取 2 小时后, 对底物中的可交换阳离子 (Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 和 K^{+}) 进行估算^[19-20]。可交换性钙和镁用滴定法测定, 可交换性钾和钠用火焰光度法测定^[16]。底物的有机碳含量用湿法酸性铬消化法测定^[21]。底物中的总氮用凯氏消化和蒸汽蒸馏法估算^[22]。其他营养物质 (P、K、Ca、Mg、Na) 的测定采用基于 25-5-5mlHNO₃-H₂SO₄-HClO₄ 酸的湿法消化法^[23]。磷用带红色滤光片的比色计在 600nm 处测定^[24]。Ca、Mg、Na 和 K 的测定如前所述。

本研究使用的纸浆材树种为木麻黄杂交种 (克隆编号 CH-5) 和桉树杂交种 (克隆编号 TNPL-193)。为了评估不同生根基质对纸浆材克隆植物生产的适用性, 将基质装入 40 个生根培养皿 (每个培养皿容量 93cc) 中, 并随机放置在喷雾室中, 重复 3 次。将大小均匀的 10 厘米木麻黄和桉树插穗按处理方法种植在生根培养皿中, 使其发育成克隆植物。在喷雾室中培养 30 天后, 将完全长成的克隆植物取出, 进行 10 天的强化培养, 然后进行生物统计观察。

为了评估基质对纸浆木克隆生产的性能, 在木麻黄和桉树克隆植物的硬化阶段之后测量了存活率 (%) 和一些生长参数, 包括根体积 (体积置换重量法; gcm^{-3})、芽长 (cm)、根芽比 (使用烘干的根和芽) 和每株植物的新叶数量。

所有数据均为三次重复实验的平均值。纸浆材

克隆植物的存活率和生长参数数据采用单因素方差分析 (ANOVA) 进行检验, 并采用最小显著性检验 (LSD), $P < 0.05$ 。为了确定均值之间的显著性差异, 在显著性水平 $P \leq 0.05$ 下进行了 Duncan 检验。

3 结果与讨论

表 1 中的结果显示了本研究中使用的基质的物理化学和化学特性。堆肥之前, CCP 和 SBP 的 pH 值都呈酸性 (< 7.0), SBP 的 EC 值 (0.18dSm^{-1}) 低于 CCP (0.89dSm^{-1})。SBP 的容重和持水能力分别比 CCP 高出约 31% 和 9%。CCP 的总可交换阳离子较高。CCP 的 Ca 值为 $9.56\text{Cmol}(\text{p}^{+})/\text{kg}$, K 值为 $8.79\text{Cmol}(\text{p}^{+})/\text{kg}$, 而 SBP 的 Ca 值为 8.78, K 值为 $4.94\text{Cmol}(\text{p}^{+})/\text{kg}$ 。CCP 的可交换钠含量是 SBP 的 11 倍。SBP 中的可交换性 Mg ($2.96\text{Cmol}(\text{p}^{+})/\text{kg}$) 高于 CCP ($0.14\text{Cmol}(\text{p}^{+})/\text{kg}$)。基质的有机碳 (OC) 含量表明 CCP 的 OC (28.56mgkg^{-1}) 略高于 SBP (23.26mgkg^{-1})。同样, CCP 的化学成分 N、P、K、Ca 和 Na 也较高。然而, SBP 中的 Mg 含量 (0.72mgkg^{-1}) 是 CCP (0.36mgkg^{-1}) 的两倍。两种基质的 C/N 比都大于 100 (CCP 为 105.78, SBP 为 110.96)。

在使用真菌菌株和微生物菌群分解后, 观察到基质的物理化学和化学性质有显著差异。分解 35 天后, pH 值和 EC 值升高。pH 值的升高表明基质中碳水化合物的有氧代谢非常高效, 而真菌细菌菌群没有产生有机酸^[25]。分解后, 两种基质的容重均降低。持水能力也降低, 因为持水能力与容重成正比^[15]。EC 和阳离子的增加表明在分解过程中营养离子被释放到基质中。Na 的减少是由于堆肥过程中基质中过量的钠离子被浸出。由于碳作为微生物的能量来源被消耗, 有机碳含量和碳氮比降低^[26]。从营养的角度来看, 所研究的元素 CCP 和 SBP 中的 N、P、K、Ca、Mg 和 Na 均增加, 而 CCP 中的 Na 则减少。

CCP 和 SBP 基质共堆肥可获得理想的容重范围 (0.22 至 0.24gcm^{-3}), 因为容重在 0.2 至 0.4gcm^{-3} 之间是生根基质的理想选择^[27]。在各种基质组合中, 75%SBP+25%CCP 的持水量较高 (49.23%), 其次是 25%SBP+75%CCP (49%)。所有基质组合中阳离子 Ca、Mg 和 K 均增加, Na 均减少。分解后植物营养成分 (N、P、K、Ca、Mg 和 Na) 含量增加。有机残留物堆肥已证实可显著增加矿物质含量, 包括 N、P、Ca、Mg 和 K^[28]。甘蔗渣髓是纤维素、半纤维素和木质素的良好来源。由于含糖量较高, SBP 与

CCP 共堆肥时成为非常适合微生物堆肥的基质^[29]。纤维素、半纤维素、木质素和甘蔗渣蛋白的微生物分解和矿化会向基质中释放更多的矿物质营养物质,这在我们目前的研究中得到了证实,即基质分解后记录到的营养物质含量更高。

在本研究中,由于微生物分解作用,我们观察到有机碳含量和碳氮比的降低。然而,在不同的基质组合中,碳氮比接近(28.67至29.29)。碳氮比反映了生根基质的稳定性和氮的可利用率。在较低的碳氮比下,基质分解非常快,并容易释放氮,导致碳和能量不足。相反,较高的碳氮比会导致氮固定化、微生物活性受限和氮缺乏。碳氮比为20-40的基质最适合用于集装箱化植物生产^[4]。

生根基质 CCP、SBP 及其不同组合显著影响木麻黄和桉树克隆植株的成活率和生长参数(表2和图1)。100%CCP 的成活率更高,与50%CCP+50%SBP 的成活率在统计学上相当

($p < 0.05$)。基质的容重降低、孔隙度/持水能力优化^[26]有助于提高克隆植物的成活率。此外,基质中稳定的碳氮比在提高克隆植物的成活率方面也发挥了更大的作用。

在木麻黄中,CCP+SBP 组合培养基的所有生长参数,即根体积、芽长、根冠比和新叶数量均高于单独使用 CCP 的培养基。100%CCP 的培养基更有利于桉树克隆的根体积增加($p < 0.05$)。然而,同时含有 CCP 和 SBP 的培养基的所有其他生长参数,如芽长、根冠比和新叶数量均更高。在堆肥过程中,有机废物被最大限度地转化为对植物生长有用的更简单的产物和分子^[30]。此外,SBP 中的许多有机功能团可以吸收矿物质营养物质或与矿物质营养物质松散复合,从而使其有效地被植物根部利用^[31]。因此,在生根培养基中同时添加 SBP 和 CCP 可提高木麻黄和桉树克隆植物的成活率和生长率。

表1 研究中使用的底物的物理化学性质和化学组成

参数	中共		收缩压		CCP+SBP (50:50)		CCP+SBP(75:25)		CCP+SBP(25:75)	
	最初的	最终的	最初的	最终的	最初的	最终的	最初的	最终的	最初的	最终的
物理化学性质										
pH	6.45	7.12	5.72	6.45	6.43	6.66	6.27	6.58	5.94	6.15
EC (分西门子/米 ⁻¹)	0.89	0.99	0.18	0.23	0.41	0.43	0.72	0.75	0.54	0.57
堆积密度 (g·cm ⁻³)	0.44	0.21	0.58	0.24	0.45	0.22	0.35	0.22	0.36	0.24
持水量 (%)	74.26	57.63	80.49	58.45	65.33	46.50	71.23	49.23	65.63	49.00
交换性钙 (C mol kg ⁻¹)	9.56	10.80	8.78	9.20	6.43	7.20	7.56	8.33	8.79	9.56
交换性 Mg (C mol kg ⁻¹)	0.14	0.20	2.96	3.80	2.06	2.40	1.37	1.86	0.96	1.23
交换性 Na (C mol kg ⁻¹)	223.54	201.90	20.28	23.70	94.57	84.70	118.17	102.50	157.00	136.63
交换性钾 (C mol kg ⁻¹)	8.79	9.52	4.94	5.30	7.04	7.26	4.02	4.95	6.21	6.73
化学性质										
有机碳 (毫克/千克)	28.56	15.9	23.26	14.8	25.64	12.04	23.53	12.56	24.86	13.36
氮 (毫克/千克)	0.27	0.63	0.21	0.56	0.25	0.42	0.23	0.43	0.22	0.46
磷 (毫克/千克)	0.02	0.07	0.03	0.08	0.02	0.05	0.03	0.05	0.02	0.06
钾 (毫克/千克)	0.79	1.26	0.59	1.18	0.58	1.03	0.63	1.21	0.54	1.15
钙 (毫克/千克)	0.41	0.52	0.37	0.48	0.38	0.5	0.40	0.51	0.36	0.48
镁 (毫克/千克)	0.36	0.48	0.72	0.89	0.68	0.83	0.43	0.59	0.70	0.85
钠 (毫克/千克)	1.23	0.57	0.21	0.25	0.43	0.44	0.66	0.73	0.41	0.44
碳氮比	105.78	25.24	110.76	26.43	102.56	28.67	102.30	29.21	113.00	29.04

4 结论

在印度,包括纸浆木克隆植物在内的大多数容器苗/克隆植物的生产在很大程度上都是使用部分分解的椰子残渣(椰壳髓)的有机基质进行的。经过真菌-细菌联合体的微生物分解后,分解的甘蔗

残渣(甘蔗渣髓)的物理化学性质和化学性质与分解的椰壳髓相当,因此可以用作生根基质。共堆肥的椰壳髓和甘蔗渣髓的不同组合对纸浆木克隆植物(木麻黄和桉树杂交种)的存活和生长表现出显

著的积极作用。根据本研究的结果，50%或 25%的椰壳髓可以用甘蔗渣髓替代，进行共堆肥并用于纸浆木克隆植物的生产。所有值代表三次重复的平均值 CCP-椰壳纤维髓；SBP-甘蔗渣髓；初始-堆肥开

始前；最终-分解基质后。所有值代表三次重复的平均值，标准差为 (\pm SD) LSD- $p < 0.05$ 时的最小显著差异 CCP-椰壳纤维髓；SBP-甘蔗渣纤维髓；CHC-木麻黄杂交克隆；EHC-桉树杂交克隆。

表 2 不同生根基质对木麻黄和桉树纸浆材克隆植物性能的影响

基材	存活率				根卷				拍摄长度				根/冠比				新叶数量			
	CHC	SD	EHC	SD	CHC	SD	EHC	SD	CHC	SD	EHC	SD	CHC	SD	EHC	SD	SD	EHC	SD	
100% 中共	92.08	± 1.49	94.31	± 2.01	1.07	± 0.02	1.33	± 0.02	35.28	± 1.77	33.33	± 0.92	0.27	± 0.02	0.52	± 0.02	± 0.04	0.78	± 0.14	
25%收缩压	83.06	± 2.39	85.28	± 1.17	0.81	± 0.02	1.04	± 0.03	33.33	± 2.07	33.22	± 0.39	0.28	± 0.01	0.53	± 0.02	2.11	± 0.10	1.67	± 0.06
50%收缩压	90.83	± 0.92	92.47	± 1.52	1.12	± 0.02	1.07	± 0.02	32.78	± 2.27	38.56	± 1.07	0.29	± 0.01	0.41	± 0.03	3.11	± 0.12	1.67	± 0.05
75%收缩压	87.36	± 2.63	89.53	± 1.92	0.98	± 0.03	1.07	± 0.02	35.71	± 1.21	33.39	± 0.34	0.25	± 0.02	0.47	± 0.02	3.67	± 0.06	0.67	± 0.07
100%收缩	54.31	± 2.36	55.56	± 0.7	0.74	± 0.02	0.98	± 0.02	31.42	± 0.44	33.06	± 0.32	0.37	± 0.02	0.54	± 0.01	0.89	± 0.02	0.56	± 0.02
LSD	8.40		4.07		0.07		0.06		0.98		0.98		0.02		0.03		0.46		0.24	

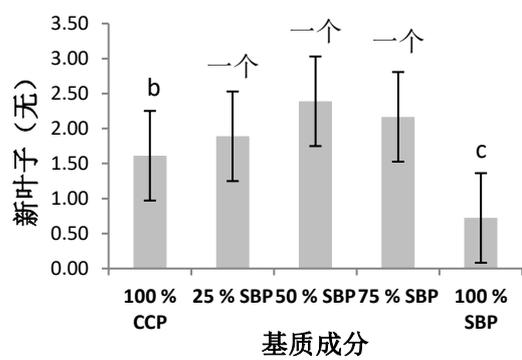
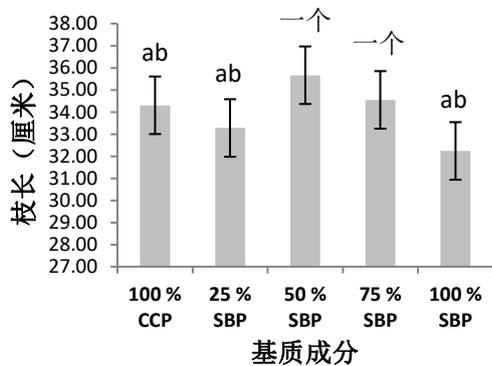
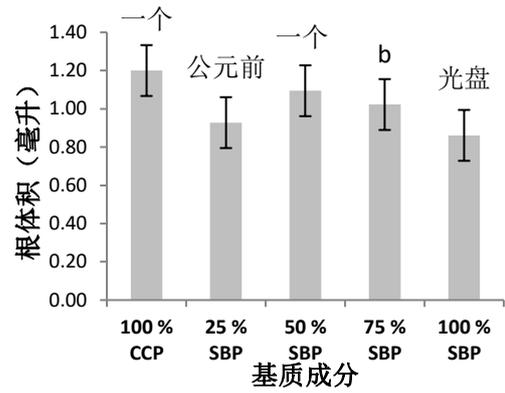
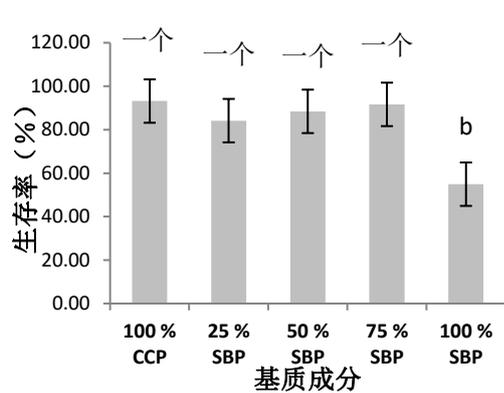


图 2 纸浆材在不同生根基质中生长的存活率和部分生长参数 (木麻黄和桉树克隆株的平均值) 误差线表示平均值的标准差 (\pm)表示相同字母的条形表示 DMRT 无显著差异 ($p < 0.05$)

参考文献

[1] Sharma, S.K., Arya, I.D., Salil Tewari, Sarita Arya and

Yadava, M.P.S. (2018). Clonal plantations play a key role to increase agroforestry production enriching farm communities: Indian experiences. Forest Res Eng Int J.

- 2(6), 306-311.
- [2] Marinou, E., Chrysargyris, A. and Tzortzakis, N. (2013). Use of sawdust, coco soil and pumice in hydroponically grown strawberry. *Plant, Soil Environ.* 59, 452-459. <https://doi.org/10.17221/297/2013-pse>.
- [3] Indrasumunar, A. and Gresshoff, P.M. (2013). Vermiculite's strong buffer capacity renders it unsuitable for studies of acidity on soybean (*Glycine max* L) nodulation and growth. *BMC Research Notes.* 6,465. <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/6/465>.
- [4] Kumarasinghe, H.K.M.S., Subasinghe, S. and Ransimala, D. (2015). Effect of coco peat particle size for the optimum growth of nursery plant of green house vegetables. *Trop. Agric. Res. Extn.* 18 (1), 40- 46.
- [5] Colombo, R.C., Favetta, V., Melo, T.R., Faria, R.T., Silva, M.A.A. (2016). Potting media, growth and build up of nutrients in container grown desert rose. *Aust. J. Crop Sci.* 10 (2), 258-263.
- [6] Miller, J.H. and Jones, N. (1995). Organic and compost-based growing media for tree seedling. *Nursries.* World Bank Technical Paper, 264.
- [7] Andika, D.O., Ngamau, K., Ogola, H.J. and Gor, C.O. (2014). Physical qualities of organic potting substrates for containerized nursery production. *Int.J.Biol.Sci.* ISSN: 2313-3740, 36-41. <http://ir.jooust.ac.ke:8080/xmlui/handle/123456789/1528>.
- [8] Prakash, v., Kavitha, J.R., Kamaleswaran, R., Prabakaran, P. and Alagendran, S. (2021). Effect of coir pith compost in agriculture. *J. Med. Plant Stud.* 9(4), 106-110.
- [9] Coconut Development Board. (2020). Schemes of CDB. <https://www.coconutboard.gov.in/presentation/scheme.htm>.
- [10] ICAR-AICRP technical bulletin no.1. (2017). Indian Council for Agricultural Research, All India Coordinated Research Project on Sugarcane, technical bulletin no 1. iisr.icar.gov.in/iisr/aicrp/download/Sugarcane_in_India.pdf.
- [11] Bisht, K. and Renu. (2016). Bagasse power, an untapped potential in India: a review. *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.* 5 (12). DOI: 10.5281/zenodo.205772.
- [12] Fermino, M.H., and Kampf, T.N. (2003). Use of the Bom Jesus soil with organic conditioners as horticultural substrates for plants. *Pesqui. Agropecu. Gauch.* 9(1/2), 33-41.
- [13] Brito, J., Chada, I., Pinto, P., Guerrero, C. and Beltaro, J. (2007). Proceedings of the 3rd IASME/ WSEAS international conference on energy, environment, ecosystems and sustainable development. Agios Nikolaos, Greece, July 24-26. Pp 137-140.
- [14] Najarian, A., and Sori, M.K. (2020). Influence of sugarcane compost as potting media on vegetative growth and some biochemical parameters of *Pelargonium × hortorum*. *J. Plant Nutr.* <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1783305>.
- [15] Agarwal, P., Saha, S. and Hariprasad, P. (2021). Agro-industrial residues as potting media: physicochemical and biological characters and their influence on plant growth. *Biomass convers. Biorefin.* <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01998-6>.
- [16] Jackson, M, L. (1973). *Soil chemical analysis: Prentice Hall of India Pvt. Ltd, New Delhi.*
- [17] Gohardoust, M.R., Tal, A.B., Effati, M. and Tuller, M. (2020). Characterization of physicochemical and hydraulic properties of organic and mineral soilless culture substrates and mixtures. *Agron.* 10, 1403, doi: 10.3390/agronomy10091403.
- [18] Gabriel, R., Keirsbulck, V.W. and Engels, H.A. (1993). A rapid method for the assessment of physical properties of a growing media. *Acta Hortic.* 342, 243-247.
- [19] Anderson. J., and Ingram, J. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods.*
- [20] Ashiono, F., Kamiri, H.W. and Kinyanjui, M. (2019). Evaluation of mineral nutrition and growth of *Eucalyptus saligna* seedlings raised on organic enriched nursery potting media. *J. Res. For. Wildl. Environ.* 11(1), 39-50.
- [21] Walkley, A. and I. A. Black, I. A. (1934). An examination of Degtajaroff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid filtration. *Soil Sci.* 37, pp. 29-38.
- [22] Allen, O. N. (1959). *Experiments in Soil Bacteriology,*

- Minneapolis, MN, USA, Burgess, 3rd edn, p. 117.
- [23] AOAC. (1970). *Official Methods of Analysis*, AOAC, Arlington, Va, USA, 12th edition.
- [24] Olsen, R. R., Cole, C. L., Watnabe, F. S. and Dean, D. A. (1954). Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate, U. S. Dept. of Agric., p. 939.
- [25] Beary, T.P., Boopathy, R. and Templet, P. (2002). Accelerated decomposition of sugarcane crop residue using a fungal- bacterial consortium. *Int. Biodeterior. Biodegradation*. 50, 41-46.
- [26] Nguyen, V.T. and Wang, C.H. (2017). Use of organic materials as growing media for honeydew melon seedlings in organic agriculture. *Commun Soil Sci Plant Anal*. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1407431>.
- [27] Abad, M., Noguera, P. and Bures, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresour. Technol.* 77, 197-200. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00152-8).
- [28] Meunchang, S., Panichsakpatana, S. and Weaver, R.W. (2005). Co-composting of filter cake and bagasse; by-products from a sugar mill. *Bioresour. Technol.* 96(4), 437-442. doi: 10.1016/j.biortech.2004.05.024.
- [29] Souri, M. K. (2016). Aminochelate fertilizers: The new approach to the old problem: A review. *Open Agric.* 1 (1), 118-123. doi: 10.1515/opag-2016-0016.
- [30] Stantiford, E. I. (1987). Recent developments in composting. In *Compost, production, quality and use*. In: M. Debertoldi, M.L. Ferranti, P. Hermite, F. Zucconi (eds.), 52-60. London, UK: Elsevier.
- [31] Askari, Y., Soltani, A., Akhavan, R., Tahmasebi Kohyani, P. (2017). Assessment of root-shoot ratio biomass and carbon storage of *Quercus brantii* lindl. in the central Zagros forests of Iran. *J. For. Sci.* 63(6), 282-289.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS