

香菇菇包栽培後介質資源化快速 再利用作水稻育苗介質之初探

Discussion on Reuse of Mushroom Abandoned Medium as a Substitution Growing Medium Component for Rice Seedling Production

李濡夙¹、郭宏遠²、周宥均³、許智婷⁴

一、前言

國內菇類生產極具高商業價值，太空包則是栽培香菇、木耳、杏鮑菇等菇蕈最大量使用的栽培方式，經行政院農業委員會統計，110年全台香菇類太空包全年栽培數量為2.21億包，其中臺中市新社區栽培數量最多，栽培數量為1.13億包，然而栽培後的香菇包（主要材料為木屑、米糠、玉米穗軸、稻殼或棉籽殼等）無法有效再利用，產生約14萬公噸以上的菇包栽培後介質，多用於堆肥製作原料，因傳統堆肥製作需時較長，不易尋找面積足夠的處理場域進行堆置，且產業區域又屬水源水質保護區受環境保護法規限制，無法興建大型堆肥場，受限於處理量能導致處理價格逐年增加，拉高菇農生產成本及周圍環境負擔。

近年隨著栽培介質日益減少、進口資材易受影響、循環利用及淨零碳匯等議題提出，透過農業資材再利用加值及資材資源化快速處理技術，持續開發適宜的替代介質投入農業應用。

二、前人研究

近年發展許多農業資材再利用加值處理

及資材資源化快速處理技術，菇包栽培後介質、玉米穗軸、果樹枝條均可透過烘乾擠壓成塊製成固態生質燃料，供鍋爐或汽化爐燃燒，抑或是再生物質炭化製成生物炭供作介質或土壤改良劑等使用，前者目前已有業者採用杏鮑菇菇包介質製成木質顆粒作為鍋爐生質燃料，具有再開發氣化、碳化、燃燒甚至發電等用途之可行性，但製作成本仍較進口木顆粒高，缺乏市場競爭力而未能有效擴大產業化應用。資源化快速處理技術則可取代傳統堆肥，加速其綜合化學性、物理性與微生物反應過程，將3個月堆積時間縮短至3小時製成，所需空間也縮減至十分之一，此技術是將農業剩餘物質經適當粉碎後放入加溫反應槽內，並依有機物屬性添加分解酵素，進行翻攪加溫反應，物理性粉碎以增加表面積提升反應速率，於反應過程調控溫度與水分進行病蟲害滅除及減少臭味散發，高溫並可使反應物結構鬆解並使水分與二氧化碳溢散，化學性反應將堆肥過程中產生的小分子與有機化合物中和或降低毒性，微生物反應則透過其產出的酵素與有機物作用，分解

¹ 種苗改良繁殖場產業服務科 助理研究員

² 種苗改良繁殖場麟洛分場 分場長兼研究員

³ 種苗改良繁殖場種苗經營科 承攬人員

⁴ 種苗改良繁殖場種苗經營科 臨時人員

醣類、蛋白質與脂肪酸以將養分釋出、解毒，剩餘不易分解的木質素與纖維素。

深入瞭解菇包再利用技術，成本主要源於為降低含水量菇包栽培後介質所耗之能源、時間及空間，香菇菇包栽培後介質含水量高達 75-90%，堆肥及資源化快速處理技術材料適當水分含量約 50-60%，如以傳統堆置自然乾燥，須經 2-4 個月降至 35-40%，不敷商業運轉使用，目前已有回收廠為達到商業運轉需求，以加熱處理作將回收介質進行乾燥，但處理成本亦隨之增加，倘能透過改進回收流程，將大幅降低能源消耗及處理成本。

三、初步去水原料處理及替代水稻育苗介質評估

為評估回收初步去水處理效果及替代耗時長且佔地廣之堆肥處理，蒐集新社地區香菇菇包栽培後介質，作為原料進行壓榨前處理，則可將菇包栽培後介質含水量降低至 74%，再透過商業應用慣行之熱風乾燥，進一步將其烘乾至中間原料所需之 60% 以下，相較慣行乾燥製程可減少 31% 用電量，每公斤栽培後菇包介質於乾燥製程亦減少 0.10 kg CO₂ 排放。然初步去水處理後中間原料的含氮量減少及成品 EC 值較高，但因菇包相較其他有機質含氮量低，非有機質堆肥之氮源，後續仍可配合其他堆肥有機質原料進行調整，介質亦可搭配肥培管理進行補充。

後續透過資源化快速處理技術，並乾燥至含水量 18%，經處理後之介質呈現質地疏鬆、色澤暗沉且無嫌惡異味（圖 1）。介質 pH 為 5.44，EC 值則為 2,650 μ S/cm，再以豐原地區水稻育苗場慣行水稻育苗介質（山土：粗糠=1:1）為基礎，經不同替代比率混合後，其 pH 介於 4.09-5.18 間，EC 值則介於 1,722-2,175 μ S/cm（表一），尚在於非常敏感作物及幼苗生長受限之鹽害等級（2,000-4,000 μ S/cm）範圍內。

每盤以 180g 台南 11 號水稻種子催芽後

均勻播種，於種苗改良繁殖場簡構型溫室進行水稻育苗之試驗，於插秧適齡時，生長無明顯差異（圖 2），根部發展狀況甚至較對照組佳，並無介質散落之情況（圖 3），經調查生長數據，替代 25% 及 50% 存活密度皆與對照組無明顯差異，而其餘生育速度指標如乾鮮重、苗齡指數及株高，經替代處理皆與對照組無明顯差異，替代比例 12.5% 之苗齡指數及 25% 之鮮重與株高甚至較對照組更佳（表二）。

投入成本方面，初步以新社菇包回收廠之設備，加以配合製程所需條件及酵素評估，以現有菇包介質添加之酵素費用，每公斤約需 2.5 元，而水稻田土與粗糠 1:1 混合，1000 公升成本為 350 元，以一般每箱 2.66 元（容積約為 7.6 公升）成本計算，經部分替代水稻育苗介質則增加約 33% 至 66% 成本。替代水稻育苗介質雖成本增加，但減少對環境破壞及汙染成本，且亦因根系較為健壯，可在減少播種量情況，符合機械插秧的需求，降低後續因播種量過多生長密集造成之感病風險。

四、結語

香菇菇包栽培後介質因高含水量及所蘊含營養成分較低及問題，目前多以熱風乾燥並作為堆肥原料使用，但菇包栽培產季集中，一次性大量產出菇包栽培後介質造成處理不及，致使堆置之環境問題，逐年上漲的處理費用亦拉高菇農生產成本。但經初步去水優化料源及資源化快速處理後，可快速有效降低原料含水量，後續部分替代水稻育苗介質，雖然生產成本相較山土有所增加，但可解決山土取得逐漸不易、常有質地不合乎秧苗生長且帶有雜菌影響秧苗生育的問題，且亦因替代育苗後根系較為健壯，可以更符合機械插秧的需求。惟目前菇包回收產業尚未導入回收壓榨設備及資源化快速處理技術，因此仍須結合現有料源及設

研究成果

備，盤點並擴大產能，建立健全供應鏈，同時本場亦持續開發多元應用的商品，尤其是大宗蔬菜育苗所需之進口泥炭土已漸耗盡，經實測可用菇包資源化介質部分替代。

另一方面，採用地農業副產物替代栽

培介質，優化回收處理製程，除可提升農業剩餘資源再利用比例，並可減少碳足跡及能源消耗，呼應淨零碳排此一全球趨勢議題，達到農業零廢棄之理想，也兼具社會、環境及經濟效益。

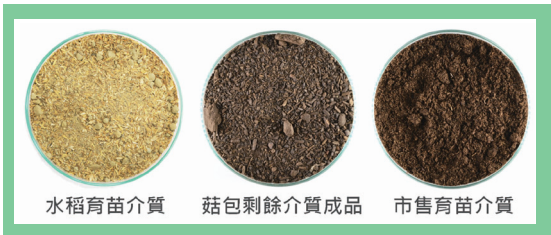


圖 1. 菇包栽培後介質經資源化快速處理後成品之外觀比較

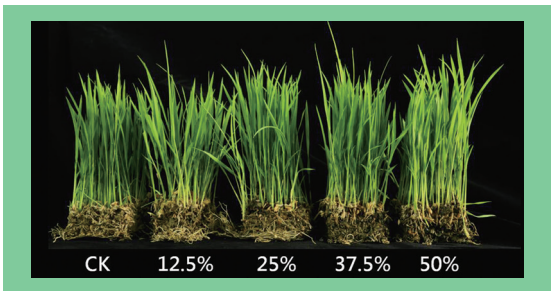


圖 2. 以不同比例經快速資源化之香菇菇包栽培後介質替代育苗介質之水稻苗生長情形



圖 3. 經快速資源化之香菇菇包栽培後介質以不同比例替代水稻育苗介質
(A)CK(0%)、(B)12.5%、(C)25%、(D)37.5% 及 (E)50% 水稻苗之根系發展狀況

表一、經快速資源化之香菇菇包栽培後介質，以不同替代比例混合水稻育苗介質後之分析結果

替代處理	pH	電導度 (μ S/cm)	2MKCl		醋酸銨					0.1N 鹽酸						
			有效性氮 (mg/kg)	鈉 (mg/kg)	鉀 (mg/kg)	鈣 (mg/kg)	鎂 (mg/kg)	鐵 (mg/kg)	錳 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	
12.5%	4.88	1945	638	87	1294	2233	356	335	110.2	2.4	7.2	0.077	0.218	1.32	4.31	
25%	5.07	2071	520	99	1287	2148	382	363	138.3	3.3	10.5	0.092	0.285	1.59	4.52	
37.5%	5.18	2175	581	134	1633	2829	514	266	98.4	1.7	7.6	0.058	0.204	1.04	2.69	
50%	4.09	1722	77	41	938	1788	215	346	87.6	3.3	6.4	0.078	0.197	1.53	5.45	
100%	5.44	2650	494	268	2470	3517	780	51	71.6	0.3	11.0	0.058	0.158	0.91	0.42	

表二、經快速資源化之香菇菇包栽培後介質以不同比率替代水稻育苗介質其水稻秧苗插秧適齡之生長情形

Treatment	存活密度 (株 $/5\times5\text{cm}^2$)	鮮重 (g/10 株)	乾重 (g/10 株)	苗齡指數 (%) ^z	株高 (mm)
CK(0%)	153.0 $\pm$ 27.7a ^y	0.76 $\pm$ 0.09b	0.17 $\pm$ 0.01a	2.0 $\pm$ 0.0b	104.6 $\pm$ 3.0bc
12.5%	80.7 $\pm$ 35.0b	0.94 $\pm$ 0.09ab	0.22 $\pm$ 0.02a	2.4 $\pm$ 0.1a	111.5 $\pm$ 2.8b
25%	137.0 $\pm$ 38.4ab	1.08 $\pm$ 0.10a	0.21 $\pm$ 0.02a	2.1 $\pm$ 0.0b	123.5 $\pm$ 2.5a
37.5%	86.7 $\pm$ 4.7b	0.98 $\pm$ 0.07ab	0.21 $\pm$ 0.01a	2.1 $\pm$ 0.0b	99.0 $\pm$ 2.7c
50%	116.3 $\pm$ 23.5ab	0.82 $\pm$ 0.05ab	0.21 $\pm$ 0.01a	2.1 $\pm$ 0.0b	102.2 $\pm$ 3.0bc

y 平均值 $\pm$ 標準差。每行中各平均值上示以相同字母者為 5% 水準下經 Tukey-Kramer 測驗未達顯著差異。

z 苗齡指數 (%) = 已抽出葉數 / 主莖總葉片數 * 100%。台南 11 號以 15 葉計算。