

香菇生產剩餘物質作為花胡瓜及結球白菜穴盤育苗介質之效果評估¹

藍玄錦²、林煜恆²、昌佳致²、王茗慧³、陳俊位⁴

摘 要

目前廣泛應用於蔬菜育苗之介質多以泥炭土為主成分，然近年來泥炭土價格逐漸上漲，使得園藝育苗產業需因應調整，以克服瓶頸。香菇栽培生產後之太空包，多作為廢棄物處理或任意丟棄田野，除浪費寶貴之天然資源外，亦造成環境污染，如能將其回收再利用，可減少環境污染及資源浪費。本研究係利用香菇栽培後之木屑，處理後再依不同比例混合一般市售之泥炭土，並進行蔬菜育苗試驗，以評估作為育苗介質之可行性。不同混拌比例之介質總孔隙度介於 70.4-81.5%，含水量介於 50.3-51.6%，充氣孔隙度則介於 26.5-29.8%，符合前人研究所提及理想介質之物理範圍，介質中之養分會隨著香菇生產剩餘物質混拌比例之提升而增加。以壯苗指數進行不同混拌比例介質應用於結球白菜育苗之評估，結果顯示，於泥炭混拌香菇生產剩餘物質比例為 7:3 至 5:5 時，苗品質優於對照組。花胡瓜育苗試驗上，各處理間狀苗指數 1 至指數 5 皆無顯著性之差異。綜合本試驗結果，應用於結球白菜上可得較佳之種苗，於花胡瓜應用上，種苗品質雖無提升，然亦可獲得與一般市售泥炭土栽培下同等品質之種苗。本試驗結果顯示若以香菇生產剩餘物質混拌泥炭土之方式進行育苗，可有效替代 50% 的泥炭土用量，可望提供種苗業者於蔬菜苗生產之新參考依據。

關鍵字：香菇生產剩餘物質、育苗介質、花胡瓜、結球白菜、穴盤苗

前 言

穴盤(plug)育苗技術開發與研究始於1971年，係利用穴盤育苗方式，使幼苗生長於穴格中，各自獨立生長，互不干擾其生育，並搭配設施環境，進行培育，具生長快速、品質穩定均一、規格化、整齊性、單位面積株數多、自動化操作及運輸便利等優點^(2, 11)，目前已廣泛應用於國內蔬菜生產栽培之應用，包括十字花科、葫蘆科、茄科、菊科等，應用範圍廣泛^(11, 12)。實際應用上因穴盤的穴格可裝填之介質容量有限，使得幼苗之生長空間有限，而有限的介質量也限制了水、養分之供應，故介質的使用會對種苗之品質造成直接的影響，因此選擇適合的育苗介質是育成優良穴盤苗的重要因

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 1039 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究助理。

⁴ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員。

素之一^(3, 10)。理想的育苗介質須具備穩定的理化性、保水、保肥、質輕及高孔隙度等特性^(1, 4, 5, 8, 9)。目前廣泛應用於蔬菜育苗之介質多以泥炭土為主成分,其具有良好的理化性質及養分置換能力^(23, 24)。泥炭土主要採集於沼澤或濕地中,是由腐植質化之植物遺體堆積而成,生成速度緩慢,屬於天然之資材。然近年來可開採量逐漸減少,泥炭土價格逐漸上漲,加上生態保護意識的提高及環保政策限制,使得園藝育苗產業需做出改變,以克服瓶頸^(13, 16, 18)。根據台灣菇類發展協會之調查,每年大約需使用30萬公噸木屑作為菇類栽培基質,以香菇最為大宗,菇農使用太空包栽培生產,有機養分被消耗後,除少部分用來做為堆肥與改良土壤用途外,多將其作為廢棄物處理或任意丟棄田野,除浪費寶貴之天然資源外,亦造成對環境之污染^(6, 27)。以香菇栽培為例,國內一年約有2億包廢棄太空包產生,如能將其回收再利用,除可改善環境污染問題外,尚且可節省寶貴之天然資源等多重效益^(6, 13)。因此本研究係利用香菇栽培後之木屑依不同比例混合一般市售之泥炭土,並進行蔬菜育苗試驗,以評估其作為育苗介質之可行性。

材料與方法

本試驗選用之蔬菜種類分別為結球白菜(*Brassica pekinensis*) '新28'(購自稼穡種子股份有限公司)及花胡瓜(*Cucumis sativus* L.) 'CU-223'(購自和生種子股份有限公司)。混拌用之香菇生產剩餘物質先以木黴菌發酵堆肥接種劑(1 kg乳清蛋白(購自大豐農藥行)、1 kg海草粉(購自金新隆生技貿易有限公司)、2 kg糖蜜(購自四益科技有限公司)、10 g甲殼素(購自大豐農藥行)、本場自行研發之木黴菌(*Trichoderma asperellum*)編號TCT-P001 10 g及20 L水發酵14日後進行接種,於處理40日後將香菇生產剩餘物質依據不同比率混和泥炭土(PRIMASTA, 購自禾康肥料股份有限公司),進行後續分析及育苗試驗。混合比例詳如表一。

表一、不同處理之混合體積比例(V%)

Table 1. Mixing volume ratio of different treatments

Treatment	Peat	Spent mushroom substrate
CK	10	0
A	9	1
B	8	2
C	7	3
D	6	4
E	5	5

一、不同混拌比例之介質物理性及化學性分析

於混拌後進行理化性之分析，每種比例之介質各三重複。物理性分析方法參照Fonteno與Bilderback⁽¹⁸⁾之文獻予以修改，以250 ml之量筒作為測定容器，稱取容器重量(Wr)。於不施加外力下填裝介質至刻度250 ml之位置，此使介質體積為250 ml(Vm)，稱取重量(W1)。填加水於介質直至吸飽水分且介質未浮起之狀態後，將水加至250 ml之刻度進行稱重(W2)，添加之水分重(Wadd)等於W2減去W1。於容器上方覆蓋150目之平絹網後倒蓋使水分流出，至水分不再由容器中流出為止進行稱重(W3)，流出的水分重(Wdrop)等於W2減去W3，吸飽水分之介質重(Wwm)等於W3減去Wr。再將其放入70°C之烘箱中48 hrs 以上，進行稱重(Wdry)，此時可計算出乾燥之介質重(Wdm)，等於Wdry減去Wr⁽¹⁸⁾。而後計算各物理特性，計算方式詳如表二。化學性分析則依照本場土壤採樣分析規定，經風乾後，以2 mm過篩，進行測定。介質EC及pH用水：土(1:1)萃取後，以電極法測定，有機質含量採用Walkey-Black法測定，有效性磷用Bray No.1方法抽取並用鉬藍法測定，交換性鉀用1 M醋酸銨(pH 7.0) 土：溶液比1:10抽出液，用焰光分析儀(Sharwood, 410)測定，交換性鈣、鎂含量用原子吸收分析儀(Hitachi, Z-5000型)測定，以0.1 M鹽酸抽出液萃取後，用原子吸收分析儀分別測定銅、錳、鋅及鐵含量^(15, 19, 20, 21, 22)。

表二、介質物理性計算公式

Table 2. Calculation formulas for physical properties of media.

Physical properties	Calculation formula
Total porosity, TP (%)	$[(Wadd+W1-Wdry) \div 250ml] \times 100$
Container capacity, CC (%)	$[(Wwm-Wdm) \div 250ml] \times 100$
Air Space, AS (%)	$(Wdrop/Vm) \times 100$
Moisture Content, MC (%)	$[(Wwm-Wdm) \div Wwm] \times 100$
Bluk Density, BD (%)	$Wdm \div Vm$
Solid phase (%)	100-TP
Liquid phase (%)	Container capacity, CC
Gas phase (%)	TP-CC

二、不同混拌比例之介質進行育苗對結球白菜及花胡瓜苗期之性狀調查

試驗於109年5月至9月間進行，試驗地點位於臺中區農業改良場埔里分場之育苗溫室(座標23.90282038856771, 120.964325167659)。結球白菜以128穴格之育苗盤進行試驗，花胡瓜則以72孔之育苗盤進行。每種不同混拌比例之介質，進行三重複，每重複2穴盤，於床架上之擺放位置採RCBD(Randomized Complete Block Design, 隨機完全區集設計)。於第21天進行調查。調查項目包含葉長、葉寬、葉數、莖寬、株高、葉面積及鮮乾重。調查完之數據再進行壯苗指數(Seedling Index)計算，計算方式參照陳⁽⁵⁾、薛⁽⁹⁾及楊⁽⁸⁾等人之文獻予以修改後進行，計算公式詳如表三。

表三、壯苗指數之計算公式

Table 3. Calculation formula of seedling index

Seedling index	Calculation formula
Seedling index 1	Aboveground dry weight ÷ Plant height
Seedling index 2	Leaf area ÷ Plant height
Seedling index 3	(Stem diameter ÷ Plant height) × Aboveground dry weight
Seedling index 4	[(Stem diameter ÷ Plant height) + (Underground dry weight ÷ Aboveground dry weight)] × Plant dry weight
Seedling index 5	(Stem diameter ÷ Plant height) × Plant dry weight

三、統計分析

調查數據利用 Statistical Analysis System 9.4 (SAS)系統進行最小顯著差異平方法(Least Significant Difference, LSD) 比較處理間平均值之差異性。

結果與討論

一、不同混拌比例之介質物理性及化學性分析

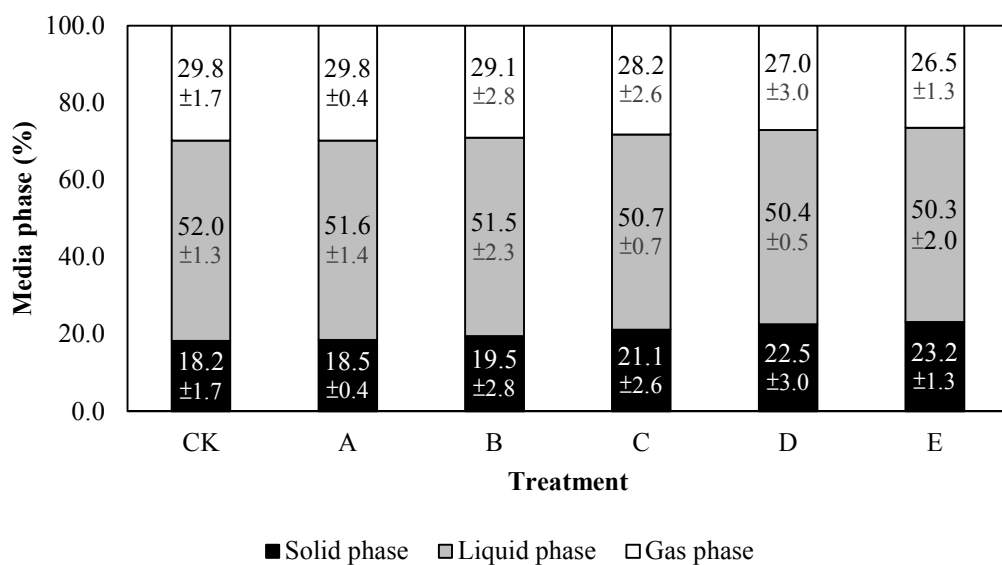
介質物理性測定，不同混拌比例之介質總孔隙度(Total porosity, TP)介於76.8-81.8%(表四)，以未混拌菇包木屑之對照組孔隙度最高，並隨著菇包混拌比例之提高而下降。填充後之含水量以對照組之52%最高，A處理至E處理分別為51.6、51.5、50.7、50.4及50.3%，各處理間無顯著性差異。充氣孔隙度(Air space, AS)於對照及A處理皆為29.8%最高，而後依序為B處理29.1%、C處理28.2%、D處理27.0%及E處理26.5%。介質含水率(Moisture content, MC)於A處理至E處理則分別為79.4%、78.4%、76.1%、73.9%及72.2%，皆與對照組無顯著性差異。總體密度(Bulk density, BD)以對照組之 $0.12 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 最低，顯著低於C處理之 $0.16 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、D處理之 $0.18 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、E處理之 $0.19 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。介質三相分布，是指介質在完全吸水並排除重力水後，尚未發生蒸散作用之情形下，其固、液及氣相分別占有之體積百分比。本研究不同比例混拌介質之三相分布結果如圖1，對照組之固相、液相及氣相分別為18.2%、52.0%、29.8%，固相會隨著香菇生產剩餘物質混拌比例的增加而提高，液相及氣相則降低。在商業栽培的育苗介質中，理想之物理性質包括總孔隙度介於50-85%、充氣孔隙度介於10-30%及含水量介於45-65%^(25, 26)，而介質之充氣孔隙度，則會受栽培容器大小之影響而有差異，當以同種介質應用於較大之栽培盆器進行種植時，其通氣度亦會隨之增加。育苗過程中，幼苗根系之生長及水分利用極其重要，因此栽培介質須維持適當之濕度及通氣性，否則將影響作物根系之生長，故栽培介質須具備良好之液相及固相以利於作物生長^(5, 17)。本試驗中各處理於總孔隙度、含水量及充氣孔隙度上皆符合前人研究中之理想條件，故就介質物理性之判斷，以處理後之香菇生產剩餘物質混合市售之商業泥炭土並應用於商業栽培育苗是可行的，然多少之比例對於作物苗期生長最佳，尚須進行實際栽培，方能下定論。

表四、不同混拌比例之介質物理性分析

Table 4. Physical analysis of media with different mixing ratios

Treatment	TP Total porosity(%)	CC Container capacity(%)	AS Air space(%)	MC Moisture content(%)	BD Bluk density (g·cm ⁻³)
CK	81.8 ± 1.2 ¹	52.0 ± 1.3	29.8 ± 1.7	81.1 ± 0.2	0.12 ± 0.01
A	81.5 ± 1.7	51.6 ± 1.4	29.8 ± 0.4	79.4 ± 0.5	0.13 ± 0.01
B	80.5 ± 1.3	51.5 ± 2.3	29.1 ± 2.8	78.4 ± 1.0	0.14 ± 0.01
C	78.9 ± 2.8	50.7 ± 0.7	28.2 ± 2.6	76.1 ± 0.3	0.16 ± 0.02
D	77.5 ± 2.6	50.4 ± 0.5	27.0 ± 3.0	73.9 ± 1.8	0.18 ± 0.01
E	76.8 ± 3.0	50.3 ± 2.0	26.5 ± 1.3	72.2 ± 1.2	0.19 ± 0.01

¹Standard error.



圖一、不同混拌比例之介質三相分布

Fig. 1. The three phases of media with different mixing ratios.

以不同比例混合香菇生產剩餘物質及泥炭土之化學分析結果顯示(表五、表六)，pH介於6.4-7.0之間，於E處理之7.0最高及B處理之6.1最低。EC值0.8-2.2 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ，硝酸態氮(Nitrate nitrogen)含量為222.3-610.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，磷(Phosphorus)107.4-331.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，鉀(Potassium)391.3-1765.2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，鈣(Calcium)420.7-997.9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 及鎂(Magnesium)137.3-292.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，各元素之濃度，多隨著香菇生產剩餘物質混拌比例提高而增加。對照組之銅(Copper)、錳(Manganese)、鋅(Zinc)及鐵(Iron)等微量元素濃度皆顯著高於處理組A至E，硼(Boron)於各處理間則無顯著之差異。根據文獻指出，介質pH值會影響作物根系對營養元素吸收之能力，過低或過高之pH值會影響介質溶液中離子的有效性與平衡，進而導致作物發生營養障礙⁽¹⁴⁾。大部分之作物幼苗對pH值之反應較敏感，不同之作物亦有不同之pH值適應範圍，依據相關文獻指出栽培介質合適的pH值多介於5.3-7.0之間，本研究各處理之pH值皆符合前人研究之合適範圍^(14, 16)。介質電導度指稱介質中已解離的鹽類溶液濃度，其影響著介質水分滲透潛勢及作物根系對營養元素吸收，通常EC值越高可表示介質中之營養元素含量越高，然若過高時，其介質滲透壓高，反而會影響作物水分之吸收。一般建議穴盤栽培時，介質的EC值應低於2.5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ，避免過多的鹽類影響種子發芽及幼苗生長。試驗結果顯示，各處理之EC值皆低於2.5 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ，然隨著香菇生產剩餘物質混拌比例提高，其EC值也有上升之趨勢，其大量元素亦有增加之趨勢。植物生長所需之營養元素，包含大量及微量元素，而當介質中所含的營養元素過多或不足時，皆會使作物生長不良，過量之營養元素易造成毒害或元素間之吸收拮抗作用，缺乏則可能造成生長勢衰弱。依據文獻指出，蔬菜穴盤苗之營養管理上常以葉面施肥為主，因穴格大小、深淺都將會因施肥而造成穴格內介質之酸鹼度和可溶性鹽的改變而影響幼苗生長，且若介質中EC值過高也會影響種子之發芽率，故穴盤育苗時多以追肥為主^(3, 4, 11)。然在不影響種子發芽率之前提下，提高介質內養分之起始量，可免去增施肥料的勞動成本⁽²⁾。以市售之培養土進行對照，本研究各處理之大量元素多高於對照，然不同作物之營養元素需求略有不同，故尚需實際測試其應用於幼苗栽培之效果。

表五、不同混拌比例之介質化學性(大量元素)分析

Table 5. Analysis of media chemistry (major elements) with different mixing ratios

Treatment	pH	EC (dS m^{-1})	Nitrate nitrogen (mg kg^{-1})	Phosphorus (mg kg^{-1})	Potassium (mg kg^{-1})	Calcium (mg kg^{-1})	Magnesium (mg kg^{-1})
CK	6.4 ab ¹	0.8 c	222.3 d	107.4 c	391.3 d	420.7 b	137.3 c
A	6.2 b	1.0 bc	229.6 d	207.0 b	486.1 d	380.6 b	145.2 c
B	6.1 b	1.3 b	329.2 c	244.6 a	744.9 cd	448.2 b	211.7 ab
C	6.5 ab	1.4 b	392.3 c	232.6 a	973.2 c	580.3 b	185.8 b
D	6.7 a	1.7 b	486.1 b	247.0 a	1380.4 b	567.4 b	235.0 a
E	7.0 a	2.2 a	610.3 a	331.0 a	1765.2 a	997.9 a	292.1 a

¹The same lowercase letters are not significantly different at 5% level by LSD.

表六、不同混拌比例之介質化學性(微量元素)分析

Table 6. Chemical (minor element) analysis of media with different mixing ratios

Treatment	Copper	Manganese	Zinc	Iron	Boron
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
CK	0.25 a ¹	0.50 a	0.22 a	0.93 a	2.07 b
A	0.02 b	0.12 b	0.03 b	0.09 b	1.84 a
B	0.07 b	0.08 c	0.04 b	0.11 b	2.21 b
C	0.08 b	0.07 c	0.00 b	0.27 b	1.97 a
D	0.06 b	0.25 b	0.00 b	0.24 b	1.87 a
E	0.10 b	0.19 b	0.01 b	0.31 b	1.93 a

¹The same lowercase letters are not significantly different at 5% level by LSD.

一、不同混拌比例之介質進行育苗對結球白菜及花胡瓜苗期之性狀調查

以市售之泥炭土混合不同比例之香菇生產剩餘物質後，結球白菜育苗之苗期性狀調查結果(表七)顯示，株高以E處理6.46 cm最高，顯著優於對照組5.81 cm、A處理5.62 cm、B處理5.91 cm、C處理5.97 cm及D處理6.02 cm；各處理莖寬介於0.94-1.03 mm，以B處理最低，對照組最高，各處理間無顯著性差異；葉數調查，對照組及A處理皆為2.94片，B處理至E處理則皆為3.00片，各處理間無顯著性差異；葉長以E處理2.98 cm及C處理2.87 cm最佳，顯著優於A處理2.40 cm，但與其餘處理無顯著性差異；葉寬調查以E處理2.06 cm及C處理1.94 cm最佳，顯著優於其他處理；葉面積以E處理6.14 cm²最大，C處理次之為5.81 cm²，兩者皆顯著大於其他處理，最低者為A處理3.99 cm²，顯著低於其他處理；全株鮮重則以E處理0.3544 g最重，顯著高於C處理之0.3056 g，D處理為0.2728 g，與C處理無顯著性差異，其餘之對照組0.2489 g、A處理0.2506 g及B處理0.2656 g，皆顯著低於E處理及C處理；全株乾重，C-E處理分別為0.0172 g、0.0175 g及0.0175 g，三者間無顯著性差異，然皆顯著高於對照組之0.0160 g、A處理0.0148 g及B處理0.0166 g。不同育苗方式、介質及容器大小等進行操作，其種苗性狀亦會有所差異。一般可由株高、莖粗、葉面積、葉色、地上部或地下部之鮮乾重等做為指標，以供參考。然此為主觀的觀察與敘述，故有學者提出一套科學性數值分析的評估方法，將上述所提及之數值進行計算，所得出之數值來做為幼苗品質之參考依據^(5, 7, 8, 9)。經由前人文獻之檢索後，本研究選取5種計算模式進行評估，經計算評比壯苗指數(表八)，B、C、D及E處理之結球白菜苗，於指數1、3、4及5，皆顯著優於對照組，指數2則有A、B、C及E顯著優於對照組，A處理於指數2及4，顯著優於對照組，1、3及5則與對照組無顯著性之差異。綜合結果來看，以處理過後之香菇生產剩餘物質進行介質混拌後，應用於結球白菜‘新28’穴盤苗生產是可行的，且可得到品質較優之苗株。

表七、不同混拌比例之介質進行育苗對結球白菜苗期性狀之影響

Table 7. Effects of seedlings with different mixing ratios on the seedling traits of Chinese Cabbage

Treatment	Plant Height (cm)	Stem Width (mm)	Number of Leaf	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Leaf Area (cm ²)	Fresh Weight (g)	Dry Weight (g)
CK	5.81 b ¹	1.03 a	2.94 a	2.53 ab	1.71 bc	4.38 b	0.2489 c	0.0160 b
A	5.62 c	1.02 a	2.94 a	2.40 b	1.60 c	3.99 c	0.2506 c	0.0148 c
B	5.91 b	0.94 a	3.00 a	2.66 ab	1.79 b	4.91 b	0.2656 c	0.0166 b
C	5.97 b	0.98 a	3.00 a	2.87 a	1.94 a	5.81 a	0.3056 b	0.0172 a
D	6.02 b	1.00 a	3.00 a	2.71 ab	1.79 b	4.80 b	0.2728 bc	0.0175 a
E	6.46 a	0.99 a	3.00 a	2.98 a	2.06 a	6.14 a	0.3544 a	0.0175 a

¹The same lowercase letters are not significantly different at 5% level by LSD.

表八、不同混拌比例之介質進行育苗對結球白菜幼苗之壯苗指數影響

Table 8. The effect of different mixing ratios media for the seedling index of Chinese Cabbage

Treatment	Seedling index 1	Seedling index 2	Seedling index 3	Seedling index 4	Seedling index 5
CK	0.0011 b ¹	0.7538 c	0.0009 b	0.0048 d	0.0015 b
A	0.0014 ab	0.8441 b	0.0014 ab	0.0090 c	0.0023 ab
B	0.0016 a	0.8307 b	0.0017 a	0.0121 b	0.0029 a
C	0.0017 a	0.9731 a	0.0018 a	0.0124 b	0.0030 a
D	0.0018 a	0.7973 bc	0.0020 a	0.0147 a	0.0033 a
E	0.0016 a	0.9504 a	0.0016 a	0.0126 b	0.0027 a

¹The same lowercase letters are not significantly different at 5% level by LSD.

花胡瓜育苗試驗之結果(表九)顯示各處理間A、B、C及E處理之株高分別為14.75、14.20、14.25及15.40 cm，皆顯著高於對照之13.17 cm及D處理之13.57 cm；莖寬以A、B、C及D處理之2.15、2.20、2.18及2.19 mm，顯著高於對照組之1.98 mm及E處理之1.88 mm；各處理之葉數1.17-1.67片之間，處理間無顯著性差異；葉長以A、E處理之7.18及7.00 cm最長，顯著優於對照組之6.02 cm及D處理之5.95 cm，然與B處理之6.37 cm及C處理之6.30 cm無顯著性之差異；葉寬各處理間介於4.50 cm-5.03 cm，葉面積則為42.61 cm²-53.23 cm²，皆無顯著差異；鮮重與乾重方面，各處理間亦無顯著性之差異，其各處理間之調查結果分別為鮮重2.18 g-2.60 g，乾重則為0.38 g-0.44 g。花胡瓜‘CU-223’以不同混拌比例介質進行育苗試驗之性狀比較上，並無因不同介質混拌而有明顯之差異。張等人研究指出，苗株品質不全然以外觀為依據，在相同物種之間，壯苗指數值較高的幼苗在定植後生育也較佳，然在壯苗指數之評估方式眾多，且每一計算方式皆有其意義⁽⁷⁾，故本研究以不同之壯苗指數計算方式進行客觀之評估，以利確切瞭解，處理過之香菇生產剩餘物質是否可以提高泥炭土之替代率。在

花胡瓜壯苗指數之比較上，各處理間於指數1至指數5皆無顯著性之差異，因此以不同比例之香菇生產剩餘物質進行介質混拌應用於花胡瓜之育苗亦是可行的，此方式之應用導入可有效替代50%的泥炭土用量。

表九、不同混拌比例之介質進行育苗對花胡瓜苗期性狀之影響

Table 9. Effects of seedlings with different mixing ratios on the seedling traits of cucumber

Treatment	Plant Height (cm)	Stem Width (mm)	Number of Leaf	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Leaf Area (cm ²)	Fresh Weight (g)	Dry Weight (g)
CK	13.17 b ¹	1.98 b	1.17 a	6.02 b	4.50 a	42.61 a	2.18 a	0.39 a
A	14.75 a	2.15 a	1.67 a	7.18 a	5.03 a	53.23 a	2.45 a	0.42 a
B	14.20 a	2.20 a	1.67 a	6.37 ab	4.88 a	46.64 a	2.28 a	0.44 a
C	14.25 a	2.18 a	1.67 a	6.30 ab	4.65 a	44.94 a	2.40 a	0.42 a
D	13.57 b	2.19 a	1.33 a	5.95 b	4.83 a	43.14 a	2.18 a	0.38 a
E	15.40 a	1.88 b	1.33 a	7.00 a	5.03 a	50.85 a	2.60 a	0.44 a

¹The same lowercase letters are not significantly different at 5% level by LSD.

表十、不同混拌比例之介質進行育苗對花胡瓜幼苗之壯苗指數影響

Table 10. The effect of different mixing ratios media for the seedling index of Cucumber

Treatment	Seedling index 1	Seedling index 2	Seedling index 3	Seedling index 4	Seedling index 5
CK	0.0117 a ¹	3.2364 a	0.0233 a	0.2901 a	0.0581 a
A	0.0113 a	3.6091 a	0.0243 a	0.3107 a	0.0607 a
B	0.0124 a	3.2842 a	0.0273 a	0.3322 a	0.0682 a
C	0.0117 a	3.1539 a	0.0255 a	0.3137 a	0.0637 a
D	0.0112 a	3.1797 a	0.0245 a	0.2893 a	0.0613 a
E	0.0113 a	3.3019 a	0.0213 a	0.3153 a	0.0533 a

¹The same lowercase letters are not significantly different at 5% level by LSD.

結 論

臺灣每年約產生 500 萬公噸農業生產剩餘物，部分農業生產剩餘物富含醣類、蛋白質及油脂，其成分涵蓋有機碳、氮、磷、鈣及微量礦物質等，如能利用相關技術及產銷供應鏈之整合，將其由廢棄物轉化為可循環再利用之生產剩餘物質，成為可再次使用的資源物質，將可減少農業資源的浪費⁽¹³⁾。本研究之結果顯示，以香菇生產剩餘物質接種本場開發之微生物製劑後，應用於花胡瓜及結球白菜之育苗是可行，然不同物種間其應用成效略有差異，應用於結球白菜可獲得更佳之苗株，於花胡瓜則與市售泥炭土進行栽種之苗株無差異，本研究結果可望提供種苗業者於蔬菜苗生產之新參考依據。

參考文獻

1. 王才義 1989 理想栽培介質之調製 p. 65-75 第二屆設施園藝研討會專集。
2. 李文汕 1999 蔬菜無土容器栽培 p. 1-94 蔬菜容器栽培技術開發研討會專輯。
3. 李曙軒 1979 蔬菜育苗生理 蔬菜栽培生理 p.41-71 上海科學技術出版社 上海，中國。
4. 林瑞松 1989 穴盤育苗系統之介紹 p.83-92 第二屆設施園藝研討會專集。
5. 陳承璋 2016 有機回收資材於蔬菜穴盤育苗生產 國立中興大學園藝學系碩士論文。
6. 陳俊位、藍玄錦 2019 菇類生產剩餘物質多元循環利用 臺中區農業專訊 107: 3-6。
7. 張世祥、王海明、皇甫滿喜 1992 番茄壯苗指數與影響因素通徑分析 北方園藝 81: 17-20。
8. 楊佳晏 2017 稻稈替代育苗介質對甘藍及番茄穴盤苗之影響 國立中興大學園藝學系碩士論文。
9. 薛佑光 2000 介質理化特性及其對甘藍與番茄穴盤苗之影響 國立中興大學園藝學系碩士論文。
10. 戴振洋、蔡宜峰、黃勝忠 1997 甘藍穴盤苗與土播苗在田間生育之比較 臺中區農業改良場研究彙報 54: 1-8。
11. 戴振洋 2000 蔬菜育苗穴盤之探討 臺中區農業專訊 31: 17-20。
12. 戴振洋 1997 蔬菜育苗之穴盤種類與特性 種苗科技專訊 20: 20-23。
13. 藍玄錦 2019 談循環農業 臺中區農業專訊 107: 3-4。
14. Abad, M., P. Noguera and S. Burés. 2001 National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresour Technol.* 2001. 77: 197-200.
15. Arnon, D. I. and C. M. Johnson 1942. Influence of hydrogen ion concentration on the growth of higher plants under controlled conditions. *Plant Physiol.* 17: 525.
16. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. P.595-624. In: Page, A.L., H. Miller and D.R. Keeney (eds.) *Methods of soil analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
17. Gruda, N. 2012. Sustainable peat alternative growing media. *Acta Hort.* 927: 973-979.
18. Fonteno, W. C. and T. E. Bilderback. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *J. Amer. Soc. Hort.* 118: 217-222.
19. Kuisma, E., P. Palonen and M. Yli-Halla. 2014. Reed canary grass straw as a substrate in soilless cultivation of strawberry. *Sci. Hort.* 178: 217-223.
20. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. P.225-246. In: Page, A.L., H. Miller and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.

21. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. P.247-262. In: Page, A.L., H. Miller and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
22. Marriott, E. E. and M. M. Wander. 2006. Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70: 950-959.
23. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. P.403-430. In: Page, A.L., H. Miller and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
24. Raviv, M., Y. Chen and Y. Inbar. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants, p. 257–287. In: Y. Chen and Y. Avnimelech (eds.). *Organic matter in modern agriculture.* Martinus Nijhof/Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, The Netherlands.
25. Raviv, M. 2005. Production of High-quality Composts for Horticultural Purposes: A Mini-review. *HortTechnology* 15: 52-57.
26. Styer, R. C. and D. S. Koranski. 1997. *Plug & Transplant production. A grower's guide.* Ball publishing. USA.
27. Yeager, T., C. Gilliam, T. E. Bilderback, D. Fare, A. Niemiera and K. Tili. 1997. Best management practices, *Guide for producing container-grown plants.* Southern Nursery Association, Atlanta, Georgia.
28. Zhang, R. H., Z. Q. Duan and Z. G. Li. 2012. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings. *Pedosphere* 22: 333-342.

Evaluation of Spent Mushroom Substrate Mixed with Peat as Seedling Medium for Cucumber and Chinese cabbage¹

Hsuan-Chin Lan², Yu-Heng Lin², Chia-Chih Chang², Ming-Hui Wang³ and Chein-Wei Chen⁴

ABSTRACT

At present, the medium widely used for vegetable seedlings is mostly peat soil. However, the price of peat has gradually increased in recent years, so that the horticultural seedling industry needs to make changes to overcome the bottleneck. Most of the space bags after mushroom cultivation and production will be disposed of as waste or discarded in the fields arbitrarily, wasting valuable natural resources and causing pollution to the environment. If they can be recycled and reused, it can improve the environmental pollution problem and save valuable resources of natural resources. In this study, the media was mixed with commercially available peat and spent mushroom substrate in different proportions, and the vegetable seedling experiment was carried out to evaluate its feasibility as a seedling medium. The total porosity of the media with different mixing ratios was 70.4-81.8%, the water capacity was 50.3-51.6%, and the aerated porosity was 26.5-29.8%, all of which were in line with the range of ideal media mentioned in previous studies. The nutrients were increased as the mixing ratio of spent mushroom substrate increases in the media. Using different seedling index calculation methods, media with different mixing ratios were used in the evaluation of Chinese cabbage seedlings. The results showed that the quality of seedlings was better than that of the control when the mixing ratio of spent mushroom substrate to peat was 7:3 to 5:5. In the cucumber seedling raising test, there was no significant difference between the treatments from index 1 to index 5. Based on the results of this test, better seedlings can be obtained when applied to head cabbage and cucumber, although the quality of the seedlings is not improved, the same quality seedlings can be obtained as commonly cultivated in commercial peat. If the spent mushroom substrate is mixed with peat to raise seedlings, it can effectively replace half amount of peat. The results of this test are expected to provide a new reference for seedling manufacturers in the production of vegetable seedlings.

Keywords: mushroom substrate, seedling medium, cucumber, Chinese cabbage.

¹Contribution No.1039 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³Research Assistant of Taichung DARES, COA.

⁴Researcher of Taichung DARES, COA.