

## 稻稈與杏鮑菇廢棄木屑資源化處理與椰纖混合 之物理性研究

陳 依 純<sup>1)</sup> 宋 妤<sup>2)</sup>

關鍵字：稻稈、杏鮑菇廢棄木屑、椰纖

**摘要：**本試驗使用稻稈與廢棄杏鮑菇木屑藉由堆肥處理或快速處理將其資源化後各別與椰纖(C)混合，期許找出最適當配方作為育苗及袋耕栽培介質使用。經裁切稻稈(R)、杏鮑菇廢棄木屑(M)添入大豆粕與菌種混拌後堆積 11 週。堆積處理稻稈(RC)以中顆粒為主，總孔隙度達 75.37%，液相比比例高，其總體密度為 0.119 g/cm<sup>3</sup>。堆積處理木屑(MC)據木屑崩解粗顆粒佔 27.24%，而中顆粒達 44.82%，空氣孔隙率、介質含水量與液氣比顯著低於 RC。快速處理稻稈(RF)與快速處理杏鮑菇廢棄木屑(MF)均以中顆粒為主，兩者之液相表現均高於未處理與堆積處理之材料。將 RF、RC、MF、MC 分別以 40%、60%與椰纖混拌，RF、MF、MC 隨比例增加而中顆粒佔有率上升。

### 前 言

農業廢棄物經處理堆積腐熟後可改善粗大有機物資材物理性，減少其體積便於運輸(農委會統計年報，2015)。世界一半以上人口以稻米為主食，產量僅次於玉米、小麥，多數集中在亞洲與拉丁美洲。稻稈、稻穀為稻作收成後之副產物，於台灣農業副產物當中稻稈即占 150 萬公噸而稻穀占 34 萬公噸，其富含豐富的氮、磷、鉀、矽等元素，主要由纖維素、半纖維素等葡萄糖聚合物所構成的高碳有機物(Ye, 2015)。收割後稻稈農民多以就地翻耕掩埋，改善土壤的物理化學及生物性，或經日曬後儲放，作為日後作物田間栽培覆蓋所用，可防止土壤沖蝕、水分保持與調節土壤溫度避免劇烈變動。此外，尚可利用稻稈作為菇類栽培太空包生長介質(李，2012；Banik and Nandi, 2004; Zhang *et al*, 2012)。

---

1) 國立中興大學園藝學系研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

Ragunathan(1996)等人使用富含木質素之農業副產物栽培秀珍菇，發現以稻稈為基質栽培產量最高，每公斤乾物質可產出 0.396 kg 鮮菇。稻稈尚可作為畜牧業之褥床再製成堆廐肥，或利用稻稈高纖維特性配合微生物分解製造生質酒精。此外以稻稈製作草繩、草袋等產品，但其不若塑膠產品價位便宜，現已不常使用，轉而製作手工藝品等較高價產品。

台灣每年菇類產量為 4700 公噸生成的菇類廢棄物可達 190 萬噸，過去處理方式為直接傾倒或焚毀。栽培菇類太空包木屑介質所製成的堆肥具有良好的通氣性，非但增進介質通氣性尚具有優良的保水性並可增加微生物活性，再經適宜的資材配置後可作為抑病介質使用(Huang, 2000)。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

1. 泥炭土栽培介質:購於 Jiffy 公司所販售之泥炭土(Bio-Mix Potting substratum 011B, Tref, Norway)，以泥炭土:真珠石:蛭石=8:1:1 混合，代號為 P。
2. 椰纖栽培介質:以椰纖:真珠石:蛭石=8:1:1(購買自振詠興業有限公司)混合，代號為 C。
3. 真珠石(perlite)與蛭石(vermiculite):由振詠興業有限公司購買。
4. 稻稈(rice straw):自斗南宏遠農業商行購買，代號為 R。
5. 栽培杏鮑菇木屑:購自霧峰區菇場簡稱木屑，代號為 M。

將稻稈與栽培杏鮑菇木屑風乾後，以碎枝機先行將稻稈裁切為小於 5 mm 之片段再分別以下列方式各別處理，代號如表 1。

- (1) 未處理(R 與 M):風乾後儲放備用
- (2) 快速處理(RF 與 MF):

委託中興大學土壤環境系楊秋忠教授，由微生物及生化研究所助教協助進行快速分解處理。將快速處理後的稻稈(以下簡稱 RF)與杏鮑菇包屑(以下簡稱 MF)堆肥分別以 40% 與 60% 比例混合 C(介質代號於表 2)。

- (3) 堆肥處理(RC 與 MC):

堆肥製作於 2015 年 2 月 25 日在中興大學園藝試驗場暨葡萄中心進行堆置，土地整平後鋪置雜草抑制席。稻稈取 120 L 先加水行假堆兩周後再分層添加大豆粕 36 L 與 1.5 L 大自然生技活性廚餘菌種(購於福壽實業)。杏鮑菇栽培後木屑 90 L、大豆粕 36 L 再添入 1.5 L 大自然生技活性廚餘菌種。兩者於網室中各別層疊為直徑約 1 m，高約 1 m 之圓錐狀，每週翻堆加水一次，至以堆肥濕潤並以手擠壓無水分滲出為佳。堆置 11 週將介質風乾，醱酵後稻稈需經碎枝機裁切方能做育苗使用。將自行堆肥的稻稈(以下簡稱 RC)與栽培杏鮑菇木屑(以下稱 MC)醱酵堆肥分別以 40% 與 60% 比例與 C 混合使用。

表 1. 試驗中各配方材料與其混合處理之配方說明

Table 1. Introduction of all treatments

處理代號	配方說明
P	Peat moss : perlite : vermiculite=8 : 1 : 1(v : v : v)
C	Coir : perlite : vermiculite=8 : 1 : 1(v : v : v)
R	Non-treated rice straw
M	Non-treated King Oyster mushroom ( <i>Pleurotus eryngii</i> ) cultured sawdust
RF	Fast treated rice straw
MF	Fast treated King Oyster mushroom ( <i>Pleurotus eryngii</i> ) cultured sawdust
RC	Composted rice straw
MC	Composted King Oyster mushroom ( <i>Pleurotus eryngii</i> ) cultured sawdust
RF4	C : RF=6 : 4 (v : v)
RF6	C : RF=4 : 6 (v : v)
RC4	C : RC=6 : 4 (v : v)
RC6	C : RC=4 : 6 (v : v)
MF4	C : MF=6 : 4 (v : v)
MF6	C : MF=4 : 6 (v : v)
MC4	C : MC=6 : 4 (v : v)
MC6	C : MC=4 : 6 (v : v)

## 二、試驗方法

### 1. 介質粒徑分佈

依循 Drzal (1991)之試驗流程，經烘乾介質秤取 100 g，置入粒徑分析儀(Retsch)的篩網之中，所使用的篩網孔徑分別為 4.75 mm、2.36 mm、2.00 mm、1.40 mm、1.00 mm、0.60 mm、0.425 mm、0.150 mm 與 0.170 mm，100 rpm 震盪 5 分鐘後，稱取各別篩網中的介質重量，粗顆粒之粒徑大於 2.00 mm，中顆粒介於 0.425-2.00 mm 間，小顆粒之粒徑小於 0.425 mm(Drzal et al., 1991)，且計算其重量百分率，每處理三重複，每重複三個樣品。

### 2. 介質物理性質測定

採用 Fonteno 與 Bilderback 測介質物理性質之流程且予以修改，取高 5 cm，直徑 4.8 cm，體積約為 90 ml 的不鏽鋼環作為測量土壤物理性之容器，一端以拉平絹網(150 目)封口是為鋼環底部。秤取封口完畢的鋼環重量(Wr)，以聚氯乙稀膜包覆鋼環底部使不透水也無水分溢出，將水倒入鋼環中至水面與鋼環口切齊，計算水體積亦即鋼環體積(Vr)，不以外力施壓下填裝介質於鋼環內，使介質體積等同鋼環體積(Vm=Vr)，秤取重量(W1)。施加水分於介質直至吸飽水分且水分無滲出，介質未因浮起流失，將水加至與鋼環等高並秤重

(W2)。紀錄添入的水分重( $W_{add}=W2-W1$ )。除去聚氯乙烯膜，使多餘水分流出鐵環，至水分不再由鐵環流出再行秤重(W3)，算出流出的水分重( $W_{drop}=W2-W3$ )與吸飽水分的介質重( $W_{wm}=W3-W_r$ )。將鋼環置入 70-80°C 烘箱中烘乾 36 小時以上，且秤得鐵環總重不再更動，紀錄乾燥介質重( $W_{dm}=W_{dry}-W_r$ )，每介質各三重複，每重複三個樣品。

計算各物理特性如下：

總孔隙度(%) Total porosity,  $TP=[W_{add}+(W1-W_{dry})/V_m] \times 100$

容器含水量(%) Container capacity,  $CC=[(W_{wm}-W_{dm})/V_m] \times 100$

充氣孔隙度(%) Air space,  $AS=(W_{drop}/V_m) \times 100$

介質含水率(%) Moisture content,  $MC=[(W_{wm}-W_{dm})/W_{wm}] \times 100$

介質總體密度(%) Bulk density,  $BD=W_{dm}/V_m$

固相 Solid phase=100-TP

液相 Liquid phase=CC

氣相 Gas phase=TP-CC

### 三、統計分析

試驗數據統計均採取完全隨機設計，試驗所得數據以 SAS 套裝軟體 9.3 版(SAS Institute, Cary, NC)中 ANOVA(analysis of variance procedure)進行變方分析( $\alpha=0.05$ )，以 Fisher's least significant difference 進行試驗間各處理平均值比較。

## 結 果

### 一、堆積處理

堆肥完熟與否藉碳氮比來判別之，計算方法為  $C(\%)/N(\%)$ ，R、M 分別為 89.44 與 57.10，經 3 週堆積降為 48.87 與 36.18，第 11 週降至 19.55 與 14.89(圖 1C)。

未處理 R、M 碳含量分別為 65.22%、69.91%，快速處理成品 RF 碳含量顯著提高至 58.25%，MF 則顯著低於 M 為 51.92% (圖 4A)。未經處理之 R 氮含量為 0.56%，快速處理 RF 為 0.96%，M 氮含量為 0.98%，MF 則是 1.00% (圖 1B)。碳氮比以 R 最高達 89.4，RF 為 60.19，以 MC 最低為 14.89 (圖 1C)。

### 二、介質粒徑分佈

介質粒徑粗細據 Drzal 等人(1991)可區分為三級，粗顆粒之粒徑大於 2.00 mm，中顆粒介於 0.425-2.00 mm 間，小顆粒之粒徑小於 0.425 mm。通氣性據其顆粒粗細不同而有所差異，粗顆粒比例越高者其通氣性越佳、排水性越好。單質材料中以 P 之粗顆粒比例較高，依序為 M、C，M 因木屑未經處理，仍為大顆粒狀態，P、C 則因混有蛭石、珍珠石，粗顆粒比率分別 45.66% 與 33.91%，中顆粒部分以 RC 比率最高，堆積處理後再以粉碎機進行裁切成 2 mm 不等長度占整體顆粒分佈的 71.66%，未處理 R 裁切後方進行快速處理，

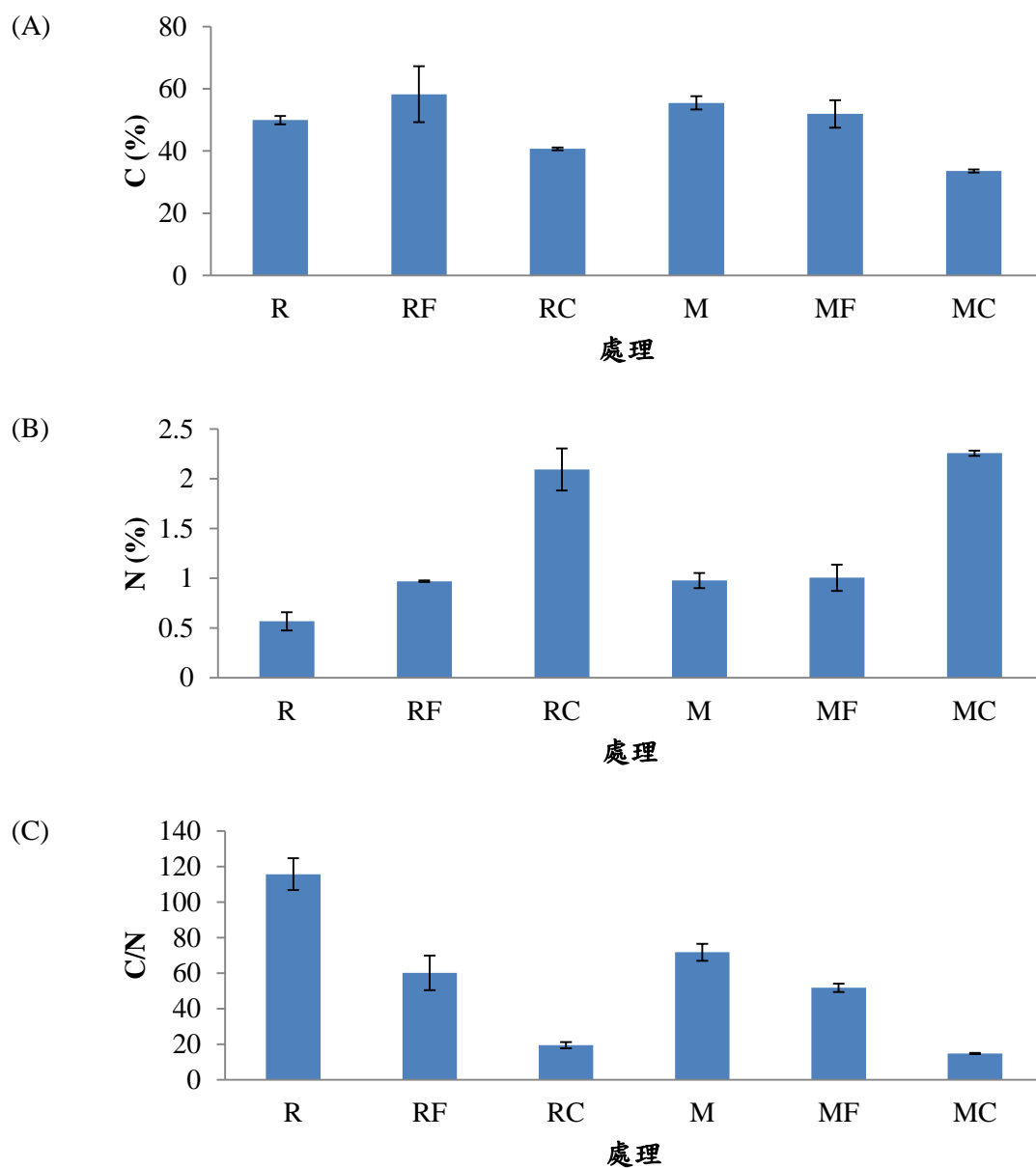


圖 1. 稻稈、木屑經堆積處理與快速處理之(A)總碳含量(%)、(B)總氮含量(%)、(C)碳氮比  
Fig. 1. Rice straw and sawdust composted media [(A)total carbon ratios, (B)total nitrogen ratios, (C) the carbon to nitrogen]

I: standard error

經高溫處理易碎粗顆比例占 9.03%，中顆粒占 70.92%，小顆粒占 20.04%；MF、MC 之中顆粒所占比例分別為 47.62%與 59.41%，木屑經快速處理與堆積處理後小顆粒比率提高由未處理(M)的 4.81%個別提高為 23.61%與 13.62% (表 2)。

以椰纖混合 RF、MF，隨添加比例上升，介質所含之粗顆粒比率下降，RF4 為 24.4%降至 RF6 的 20.30%，MF4 由 35.14%降至 MF6 的 31.81%，小顆粒比率增加。RC 混合椰纖隨比例減少，介質粗顆粒、中顆粒比率減少，RC4 粗顆粒占 35.93%而中顆粒為 48.73%，RC6 之粗顆粒為 32.75%而中顆粒占 44.85%，RC4 小顆粒比率由 15.34%隨 RC 比例增為 RC6 時增加為 22.40%。MC 添加量增加其介質中所含的粗顆粒、中顆粒比率增加，MC4 粗顆粒、中顆粒分別為 28.96%、49.41%，MC6 粗顆粒為 30.12%，中顆粒則為 52.02%，小顆粒比率則由 MC4 的 21.63%降為 MC6 的 17.86%(表 3、圖 2)。

二、介質物理性質

物理性質測定包含介質的總孔隙度、容器含水量、空氣孔隙率與總體密度將之換算為介質三相分布。三相分布指的是介質中固相、液相與氣相所佔有的體積百分比，於介質水分完全飽和且排除多於重力水、為經蒸散作用時所得，亦即介質處於飽和含水狀態。經快

表 2. 各項配方材料之粒徑分佈

Table 2. Particle analysis of the media

	顆粒大小 (mm)	P <sup>z</sup>	C	R	RF	RC	M	MF	MC
		(% of dry weight)							
粗顆粒 >2mm	>2.36 mm	30.3	16.0	3.5	0.4	0.4	20.9	11.3	9.1
	2.36-2	4.9	5.9	1.2	1.3	1.2	6.1	4.8	4.8
	2-1.4	10.4	12.0	11.9	7.3	7.6	17.1	12.7	13.3
	合計	45.7	33.9	16.6	9.0	9.2	44.1	28.8	27.2
中顆粒 2.0- 0.425 mm	1.4-1	9.0	10.9	7.9	18.6	14.6	20.4	12.6	14.3
	1-0.6	13.1	14.6	31.8	30.1	34.4	23.6	18.8	23.3
	0.6-0.425	9.3	11.3	18.3	22.3	22.7	7.0	16.3	21.5
	合計	31.4	36.7	57.9	70.9	71.7	51.1	47.6	59.1
小顆粒 <0.425 mm	0.425-0.18	13.3	21.2	19.4	13.7	14.3	3.9	12.3	10.9
	0.18-0.075	7.9	8.1	5.2	4.2	1.4	0.8	8.2	2.6
	<0.075	1.7	0.1	0.9	2.1	3.4	0.1	3.1	0.2
	合計	22.9	29.4	25.5	20.0	19.1	4.8	23.6	13.6

<sup>z</sup>: 代號說明請參考表 1。

圖 2. 快速處理和堆積處理稻稈、木屑之固相、液相、氣相分佈狀況  
 Fig. 2. The three phases of the composted straw and sawdust mixed with coir.

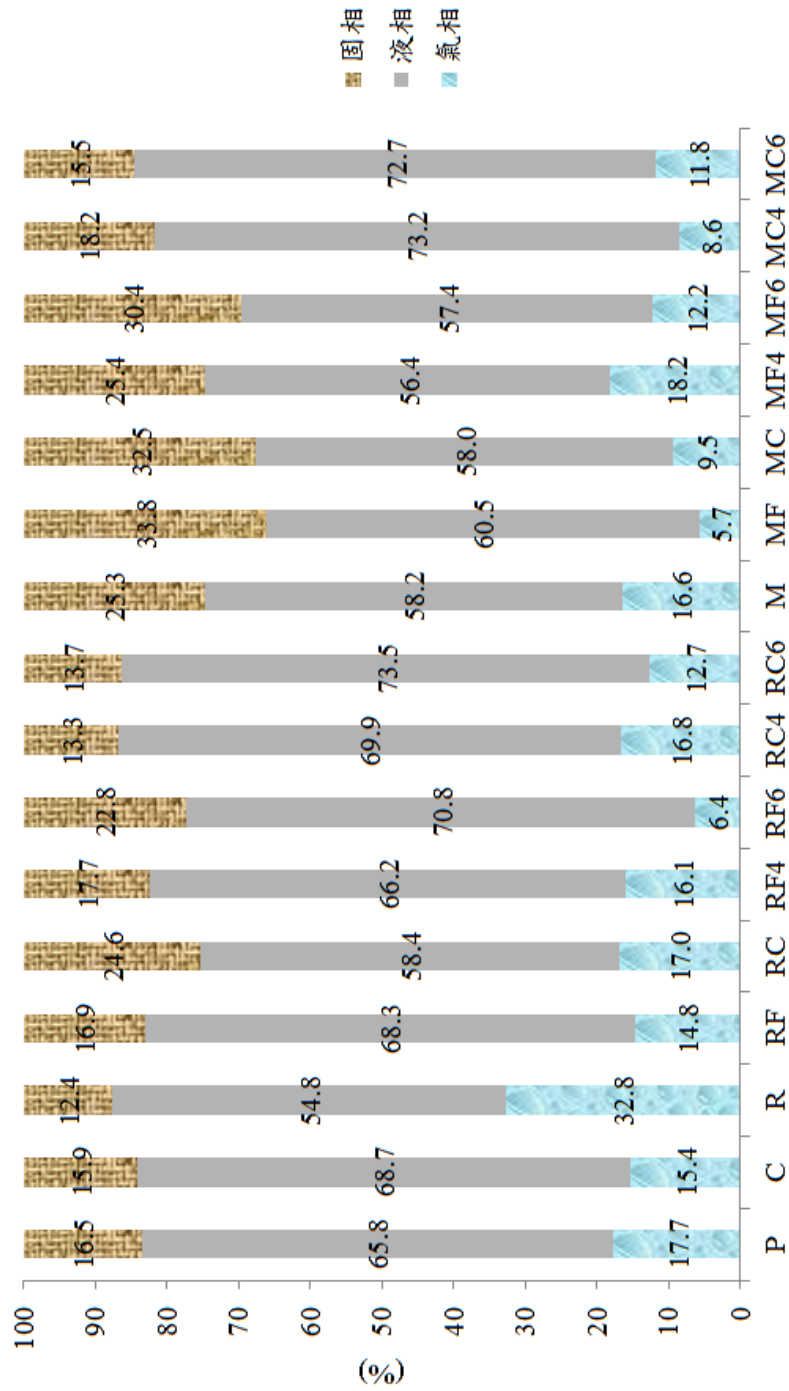


表 3. 經資源化處理之稻稈、木屑與椰纖混合之粒徑分佈

Table 3. Particle analysis of composted straw and sawdust mixed with coir.

	顆粒大小 (mm)	RF4 <sup>z</sup>	RF6	RC4	RC6	MF4	MF6	MC4	MC6
		(% of dry weight)							
粗顆粒 >2mm	>2.36	10.7	5.3	15.8	13.2	16.7	13.5	11.9	10.6
	2.36-2	4.1	2.9	5.9	5.7	5.8	5.3	4.8	6.2
	2-1.4	9.7	12.2	14.3	13.8	12.7	13.0	12.2	13.3
	合計	24.4	20.3	35.9	32.8	35.1	31.8	28.9	30.1
中顆粒 2.0- 0.425 mm	1.4-1	17.2	16.9	15.3	12.4	13.6	13.3	14.1	16.0
	1-0.6	23.6	28.7	22.1	21.3	16.3	17.7	23.5	22.8
	0.6-0.425	12.7	12.4	11.4	11.2	24.9	9.5	11.8	13.2
	合計	53.4	58.1	48.7	44.9	38.5	40.5	49.4	52.0
小顆粒 <0.425 mm	0.425-0.18	16.4	14.0	11.3	15.5	5.1	17.4	16.3	13.9
	0.18-0.075	4.3	6.2	3.7	5.4	16.3	9.8	4.8	3.7
	<0.075	1.5	1.4	0.4	1.5	9.9	0.6	0.6	0.2
	合計	22.2	21.6	15.3	22.4	26.4	27.7	21.6	17.9

<sup>z</sup>：代號說明請參考表 1。

表 4. 各項配方材料之物理性質

Table 4. Physical properties of the media

處理	總孔隙度(%)	容器含水量 (%)	空氣孔隙率 (%)	介質含水率 (%)	總體密度 (g/mL)	液氣比
P <sup>z</sup>	83.5 ab <sup>y</sup>	63.8 ab	17.7 b	77.2 de	0.11 c	0.26 bc
C	84.1 a	68.7 a	15.4 bc	88.7 a	0.09 d	0.22 cd
R	87.6 a	54.8 bc	32.8 a	90.4 a	0.06 d	0.59 a
RF	83.1 ab	68.3 a	14.8 c	85.1 b	0.12 c	0.22 cd
RC	75.4 bc	52.6 c	22.8 b	81.4 c	0.12 c	0.45 ab
M	74.7 bc	58.2 bc	16.6 bc	79.4 cd	0.15 bc	0.29 bc
MF	66.2 d	60.5 b	5.7 d	70.5 e	0.25 a	0.09 d
MC	67.5 cd	58.0 bc	9.5 cd	78.1 de	0.16 b	0.16 cd

<sup>z</sup>：代號說明請參考表 1。

<sup>y</sup>：Means within the same letters in a column are not significantly by Fisher's LSD test at 5% level.



速處理後 R 總孔隙度由 87.55% 降至 83.11%，堆積處理後是為 75.37% 與 P 相較無顯著差異，總體密度由 0.058 g/ml 皆提高至 0.119 g/ml，空氣孔隙率由 R 的 32.76% 分別降至 RF 的 14.80% 與 RC 的 22.79%，容器含水量部分 RF 為 68.31% 與 P 無顯著差異，R 為 54.79% 經堆積處理後降為 52.58%。R 介質含水率為 90.44%，RF 為 85.09%、RC 為 81.4%(表 5)。

總孔隙度於 M 為 74.73%，經由快速處理與堆積處理後分別降至 66.17% 與 67.53%，在容器含水量未處理木屑、快速處理木屑與堆積處理木屑無顯著差異，空氣孔隙率 M 為 16.56%，快速處理後降為 5.69%，堆積處理後降為 9.51%。介質含水率以 MF 最差為 70.48%，M 為 79.37%，堆積處理後為 78.13%。總體密度部分以 MF 最高為 0.253%，而 M 與 MC 相較則無顯著差異，分別為 0.151% 與 0.162%(表 4)。

提高 RF 比例介質總孔隙度增加，RC 比例增加則無顯著差異，RF4 之 82.28% 提高為 RF6 的 86.26%，RC4 與 RC6 分別為 86.72% 與 86.26%，MC4、MC6 分別為 81.77% 與 84.54%，MF6 表現顯著最差為 51.95%。容器含水量部分以堆積處理之稻稈、木屑混合椰纖數值較高，MF4 與 MF6 容器含水量為 56.41% 與 39.76%，為所有處理組中表現較差，RF 添加比例增加提高了容器含水量，RF4 由 66.17% 提高至 RF6 的 70.78%，MC4 與 MC6 分別為 73.2% 與 72.7% 與 RC4、RC6 無顯著差異。空氣空隙率以 MC4 表現最差為 8.57%，RF、RC、MF 比例增加則降低其空氣孔隙率，RF4 由 16.11% 降至 RF6 的 12.74%，RC4 由 16.78% 降為 12.74%，MF4 為 18.22% 降為 MF6 的 13.90%。RF、RC、MF、MC 於介質含水率部分皆因比例增加而下降，其中以 RF4、RC4 表現最佳為 87.96% 與 87.85%，總體密度部分 MC6 表現較其他處理組顯著為 0.139 (g/mL)，以 RF4、RC4 最差，為 0.091 (g/mL) 及 0.097 (g/mL)，液氣比部分 RF、RC、MF 添加比例增多而數值下降，於 MC 比例增加則數值增加，MC4 由 0.123 增加 MC6 的 0.163(表 5)。

固相、液相與氣相所佔體積比例於 P 分別為 16.46%、65.82% 與 17.73%(圖 2)，C 分別為 15.88%、68.73% 與 15.39%。稻稈經快速處理後氣相由 32.76% 降為 14.80%，固相、液相則顯著增加，固相由原先 12.45% 增為 16.89%，液相由 54.79% 升至 68.31%，稻稈藉堆積處理後氣相降為 16.99%，液相則有顯著增加升為 58.38%，固相也顯著增加為 24.63%。木屑未經處理之三相分別為 25.27%、58.17% 與 16.56%，經快速處理、堆積處理後固相分別增為 33.83%、32.47%，液相各別為 60.47%、58.02%，氣相分別降至 5.69% 與 9.51%。RF、RC 與 MF 隨添加比例增加氣相、液相比比例隨之提高，MC 之氣相隨比例增加而提高於固相、液相則是下降。

表 5. 經快速處理、堆積處理之稻稈、木屑與椰纖混合之物理性質

Table 5. The physical properties of composted straw and sawdust mixed with coir.

處理	總孔隙度(%)	容器含水量 (%)	空氣孔隙率 (%)	介質含水率 (%)	總體密度 (g/mL)	液氣比
RF4 <sup>z</sup>	82.3ab <sup>y</sup>	66.2b	16.1a	87.9a	0.09c	0.24ab
RF6	86.3a	70.8a	12.7ab	86.3b	0.10c	0.17bc
RC4	86.7a	69.9ab	16.8a	87.9a	0.10c	0.24ab
RC6	86.3a	73.5a	12.7ab	85.7b	0.12bc	0.17bc
MF4	74.6b	56.4c	18.2a	82.3b	0.12bc	0.32a
MF6	69.6b	57.4c	13.9ab	72.8c	0.13b	0.29ab
MC4	81.8ab	73.2a	8.6b	85.6b	0.12bc	0.12c
MC6	84.5a	72.7a	11.9ab	83.9bc	0.14a	0.16bc

<sup>z</sup>：代號說明請參考表 1。

<sup>y</sup>：Means within the same letters in a column are not significantly by Fisher's LSD test at 5% level.

## 討 論

無土栽培使用之介質，先藉理化性質分析來得知其基本性質，以利後續介質調配。介質物理性因子包括介質體積粒徑、顆粒組成，總孔隙度、容器含水量、介質含水量、空氣空隙率等各性狀，其理化性質變化顯示出介質穩定度及作物育苗階段與介質間的關係。孔隙度與介質粒徑密切相關，據 Drzal (1999)將介質粒徑分為小顆粒(<0.5 mm)、中顆粒(2.0-0.5 mm)及粗顆粒(>2.0 mm)。本試驗中 RF、RC 因經粉碎處理故粗顆粒僅佔 9%，依據木屑崩解 MF、MC 粗粒徑約佔 28%(表 2)，分別以 40%、60%與椰纖混合，希望改善單質之物理性質。RF 比例提高其中顆粒比率隨之增加，RC 比例提高其小顆粒之比率增加，MF 比例增加其小顆粒之比率隨之增加，而 MC 比例增加則是造成小顆粒比率減少(表 2、圖 2)，顆粒組成為影響介質各物理性質之主要因素如：介質總孔隙度、空氣空隙率(Bowman *et al.*, 1994)，粒徑分佈與介質保水力、通氣性相關，粒徑越大通氣性越佳，而保水能力越差(Bunt, 1991)。Drzal 等人(1999)指出小粒徑之孔隙直徑介於 0.2-10  $\mu$ 間，小孔隙需更大張力來釋出水份為緩衝水，孔隙直徑小於 0.2  $\mu$ 的孔隙其吸附力大致使水份無法釋出故稱為無效水。中粒徑介質孔隙介於 10-416  $\mu$ 間，主要保持介質中有效水。本試驗中經混合介質中粗顆粒以 MF4 所佔之重量百分比最高，RF6 最低。中顆粒則以 RF6 所佔重量百分比最高達 58.10%，RF4 次之。小顆粒部份，以 MF6 佔有較高百分比達 27.68%(表 3、圖 2)。

研究指出商業栽培最適的總體孔隙度為 50%-85%，氣體佔 10%-30%，容器含水量介於 45%-65%為理想值(Yeager *et al.*,1997)。本試驗中僅 RC 符合此理想範圍內，而 RF 容器含水量為 68.31%高於理想範圍，MF、MC 之空氣孔隙率僅占 5.69%、9.51%低於理想範圍(表 5)，混合介質之總孔隙度 RF6、RC4、RC6 略高於理想值，空氣孔隙率 MC4 為 8.57%低於理想值，容器含水量部分僅 MF4、MF6 符合其範圍(表四)。此外，De Boodt (1972) 則認為充氣孔隙度為 20%-30%，有效水介於 24%-40%，總孔隙度為 54%-80%是一般盆栽容器介質最適條件。Nelson (1991)則提出介質容積比重於 0.64-1.20 g/cm<sup>3</sup>間，含水量為 35%-50%，氣體佔 20%-30%可作為溫室栽培介質使用。介質之物理性質受容器大小影響，如空氣孔隙率(Martinez *et al.*, 1991)，De Boodt 與 Verdonck (1972)表示同種介質改使用較大盆器時，其通氣度隨之增加，或許可測得商業栽培最適之空氣孔隙度。

將介質處於水分飽和並排除重力水後計算其固、液、氣相三相比例。單質以 MF 固相百分比最高達 33.83%，未處理稻稈吸水不易，因其質輕蓬鬆於固相、液相數值皆較低而以氣相表現較高達 32.76%(圖 2)。快速處理是將農業副產物裁切後放入加溫反應槽，並配合有機資材特性添入不同配方之分解酵素加速堆肥醱酵腐熟，耗時約 1-3 小時。RF、MF 之液相表現高於未處理與堆積處理，RC、MC 之固相則顯著高於未處理資材(圖 2)。

## 參 考 文 獻

- 李文汕。2011。有機栽培介質的生產製造及應用。台灣有機廢棄物的再利用有機質肥料之生產及應用研究。中正基金會專題研究報告 101-126。
- Banik S. and Nandi R. 2004. Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. *Ind. Crops Prod.* ;20:311-319.
- Bowman, D. C., R. Y. Evens, and L. L. Donge. 1994. Growth of chrysanthemum with ground automobile tires used as a container soil amendment. *Hort Sci.* 29:774-776.
- De Boodt, M. and O. Verdonck. 1972. The physical properties of ther substrates in horticulture. *Acta Hort.* 26:37-44.
- Drzal, M., D. Keith Cassel, and W. Fonteno. 1997. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. *Intl. Symp. Growing Media and Hydroponics* 481:43-54
- Fonteno, W. C. and T. E. Bilderback. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:217-222.
- Huang, J. W. and H. C. Huang. 2000. A formulated container medium suppressive to *Rhizoctonia* damping-off of cabbage. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 41:49-56.
- Martinez, F. X., S. Bures, F. Blance, M. P. Yuste, and J. Valero . 1991. Experimental and

- theoretical air/water ratios of different substrate mixtures at container capacity. *Acta Hort.* 294:241-248.
- Nelson, P. V. 1991. *Greenhouse Operation and Management*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA. pp.612.
- Obodai, M., J. Cleland-Okine, and K. A. Vowotor. 2003. Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 30:146-149.
- Ragunathan, R., R. Gurusamy, M. Palaniswamy, and K. Swaminathan. 1996. Cultivation of *Pleurotus* spp. on various agro-residues. *Food Chem.* 55:139-144.
- Sanchez, C. 2010. Influence of Substrate on the Ultrastructure of *Pleurotus pulmonarius* fruit body Primordia. *Appl. Microbio. Biotechnol.* 64:691-694
- Ye, R., T. A. Doane, J. Morris, W. R. Horwath. 2015. The effect of rice straw on the priming of soil organic matter and methane production in peat soils. *Soil Bio. and Bioch.* 81:98-107.
- Yeager, T. C. Gilliam, T. E. Bilderback, D. Fare, A. Niemiera, and K. Tilt. 1997. *Best management practices, guide for producing container-grown plants*. Southern Nursery Association, Atlanta, Georgia.
- 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.

## Study the Physical Properties of Reusing Rice Straw and King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) Waste Sawdust Mixed with Coir

Yi-Chun Chen <sup>1)</sup>      Yu Sung <sup>2)</sup>

Key words: Rice straw, Waste sawdust, Physical properties, Coir

### Summery

This study compared conventional composting with a fast fermentation method that used rice straw and sawdust from king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) culture waste as the material to prepare two different types of compost. The two types of compost were then mixed with coir to create substrates for vegetable-growing. The study investigated the physical and chemical characteristics of the two types of substrate with the aim of identifying the best substrate. Rice straw (R) residue was shredded into 5-mm pieces. R residue and sawdust of king oyster mushroom culture waste (M) were individually mixed with soybean meal and *Trichoderma-and-Bacillus* culture, then composted for 11 weeks in heaps. The heaps were turned regularly, and water was added to maintain the moisture level. Rice straw conventional (RC) compost had medium-sized particles, with a porosity of 75.37% and a high liquid content. In addition, RC had a high density of 0.119 g/cm<sup>3</sup>. Mushroom culture sawdust conventional (MC) compost had 27.24% large-sized particles and 44.82% medium-sized particles, which decayed from the sawdust. The MC compost also had a significantly lower porosity, volumetric water content and liquid/air ratio than the RC compost, but was rich in available magnesium. The particles of both RF and MF were all mainly medium in size, and both had higher liquid levels than the untreated and conventional composted materials. Different mixed substrates were prepared using 40% or 60% media mixed with coir. With a higher percentage of compost, substrates prepared from RF, MF and MC had higher contents of medium-sized particle.

---

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University, Corresponding author.

