

## 番茄及瓜類植株製成快速堆肥於蔥(*Allium fistulosum* L.)育苗上的應用

吳立烽<sup>1)</sup> 宋好<sup>2)</sup>

關鍵字：番茄與瓜類快速堆肥、蔥、總酚、EC 值、物理性質

**摘要：**農業副產物常被回收製成有機資材後再利用，國立中興大學楊秋忠教授研發快速堆肥技術，解決製作堆肥耗時、需空間及費力等問題。本試驗利用瓜類及番茄植株和蔗渣、玉米穗軸為原料進行快速堆肥化，快速堆肥總孔隙度介於 68-92%，介質含水率於 77%以上。含氮磷鉀等營養元素，瓜類者氮含量約 2%。快速堆肥高總酚含量與高 EC 值的特性，以甜瓜的總酚含量 3953  $\mu\text{g/g}$  與  $\text{EC}_{1:5}$  值 21.3 dS/m 最高，瓜類與番茄快速堆肥與總酚含量與 EC 值較低的蔗渣和玉米穗軸者。蔥種子以冬瓜混合者處理隊發芽率與胚根常無顯著影響，表示蔥育苗條件需在總酚含量 1500  $\mu\text{g/g}$  及  $\text{EC}_{1:5}$  值 5 以下較為合適。育苗上除蔗渣外其餘快速堆肥皆先以 10 倍水淋洗，冬瓜、蔗渣與玉米穗軸分別和椰纖土以 1:1 (v:v) 混合，南瓜、番茄與甜瓜個別和椰纖土以 1:3 (v:v) 混合，降低總酚含量與 EC 值，可做為蔥穴盤介質。

### 前 言

根據 103 年農業統計報年台灣每年約有 478 萬公噸生物性的農業廢棄物，常見可分解的有機廢棄物有稻稈、蔗渣、菇類廢棄物等，是常被農業上利用之有機資材，又稱為農業副產物。蔬菜類的瓜類及番茄栽培面積根據 105 年農業統計年報共約 38,317 公頃，其植株平時修剪掉的側枝及果菜採收後之植體量相當多，目前都以焚化爐焚燒或隨處掩埋居多，如能加以回收利用，有利於資源永續，並能減少環境汙染。

可分解的農業副產物經由堆肥發酵形成有機質肥料，施加於土壤中提升有機質含量。但一般堆肥化需耗時 1-3 個月的時間方可腐熟，且製作過程中需廣大的遮雨場地，又有臭

---

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

味汙染等問題，製作成本高。國立中興大學楊秋忠教授研發出快速堆肥處理技術，克服費時耗工的高成本問題，經由特殊菌種配合機械設備高溫加熱 1-3 小時，形成腐熟堆肥，因製程短而保留了殘株本身的酚類物質及元素。快速處理技術包含了物理、化學及生物三個層面，於物理是利用設備以鬆解作用、控制水分含量、殺滅病蟲、除臭等為主。化學方面，未經堆肥化之有機廢棄物施用到土壤後將產生諸多化學性質上之缺點，快速處理技術能中和堆肥化過程中所產生的小分子及有機化合物，調整至植物可生長之酸鹼度。微生物層面，依賴微生物酵素的直接快速作用，使醣類、蛋白質與脂肪酸先被分解，剩較難分解之木質素及纖維素，最後會添加溶磷菌促進有效磷的生成(楊等，2011)。

一般傳統育苗介質為泥炭土，大多自國外進口，成本較高，造成使用上成本的限制，加上泥炭土長年開採，產量已逐漸下降。本土介質研發需盡快執行，利用常見之農業廢棄物，如稻稈、蔗渣等加以製成優良介質，降低生產成本，並改善環境汙染問題(蔡，1996)。

蔥為蔥科蔥屬植物，作為重要香辛類蔬菜在國人飲食生活上佔有相當重要的地位，栽培歷史甚遠，近幾年，臺灣蔥栽培面積約維持在5,000~5,300公頃，以雲林縣面積最多，次為彰化縣及宜蘭縣(林，2000)。本試驗以瓜類、番茄植株與蔗渣、與玉米穗軸製成快速堆肥，取代泥炭介質用於蔥育苗上，分析適合之種類與比例。

## 材料與方法

### 一、植體處理

冬瓜與番茄副產物取自臺中農業改良場，甜瓜副產物取自臺中清水的沐光農場，南瓜副產物收集自中興大學園藝試驗場葡萄中心，蔗渣與玉米穗軸購自台灣糖業公司。將曬乾副產物以碎枝機打碎至 5 mm 大小，由中興大學土壤環境系楊秋忠教授之微生物及生化研究室將農業副產物進行快速分解處理後產生快速發酵堆肥。

### 二、堆肥介質之性質分析

#### (一) 物理性分析

以 Fonteno 等(1993)之測量土壤物理性質之流程稍加修改，用高 5 cm、直徑 4.8 cm 及體積約為 90 mL 之不鏽鋼環測定。將鋼環一端以 150 目平絹網封住，視為底部，並測定此刻鋼環重( $W_r$ )。以聚氯乙稀膜包覆底部並灌入水使之與鋼環頂部切齊，計算水之體積，此亦視為鋼環體積( $V_r$ )。在不添加人為外力下將介質填滿鋼環，此刻鋼環體積即視為介質體積( $V_m = V_r$ )，並秤重( $W_1$ )。配合介質吸水情況徐徐加水至鋼環中，確保水分及介質未流出，介質吸水飽和後水位線需與鋼環等高，秤重( $W_2$ )。計算加入之水重( $W_{add} = W_2 - W_1$ )。移除聚氯乙稀膜使水分從底端滴出，直至無水滲出後秤重( $W_3$ )。計算滴出之水重( $W_{drop} = W_2 - W_3$ )與飽和吸水之介質重( $W_{wm} = W_3 - W_r$ )。盛有溼介質之鋼環置入 70-80°C 之烘箱中 36 小時以上，直到秤得重量( $W_{dry}$ )不再改變為止，計算出乾燥介質重( $W_{dm} = W_{dry} - W_r$ )，

介質處理行 3 重複測量。運算各物理性質，如下方公式：

$$\text{總孔隙度(Total porosity)} = [W_{add} + (W_1 - W_{dry}) / V_m] \times 100 (\%)$$

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

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

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

$$\text{介質總體密度(Bulk density)} = W_{dm} / V_m$$

$$\text{固相(Solid phase)} = 100 - [W_{add} + (W_1 - W_{dry}) / V_m] \times 100 (\%)$$

$$\text{液相(Liquid phase)} = \text{容器含水量} = [(W_{wm} - W_{dm}) / V_m] \times 100 (\%)$$

$$\text{氣相(Gas phase)} = [W_{add} + (W_1 - W_{dry}) / V_m] \times 100 (\%) - \text{液相}$$

## (二) 化學性分析

### 1. 介質總酚含量

以 Folin (1915) 的呈色法測定，秤取 2.5 g 乾燥介質於三角瓶內，並加入 20 mL 去離子水，於室溫中(25°C)置於迴轉速率 125 rpm 震盪器上 1 個鐘頭後，靜置半個鐘頭，以 ADVANTEC NO.1 濾紙過濾介質萃取液於試管中。搖勻萃取液後取 1 mL 濾液至另一試管中，於低光處依序加入 0.5 mL Folin-Ciocalteu phenol reagent (FERAK) 及 1 mL Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，搖晃均勻後於暗處靜置半個鐘頭，以分光光度計(HITACHI, U-2900)測於 750 nm 之吸光值，標準品以沒食子酸(gallic acid)配置，每處理 3 重複。

### 2. EC 值及 pH 值

以介質與 DI 水 5:1 比例將待測物混合於 100 mL 燒杯中，於室溫中(25°C)置於迴轉速率 125 rpm 震盪器上 1 個鐘頭後，靜置半個鐘頭，以 ADVANTEC NO.1 濾紙過濾介質萃取液於試管中，搖勻後取 30 mL 以 EC meter (WTW Conductivity meter LF538) 測定萃取液 EC 值。另取 30 mL 以 pH meter (SUNTEX pH meter SP-701) 測定萃取液 pH 值。每處理行 3 重複，每重複 3 個樣品。

## (三) 元素分析

### 1. 總氮分析

以 Kjeldahl 定氮法測定(Christine, 1995)，精秤 0.2 g 介質並包覆於 ADVANTEC NO.1 濾紙中，置入分解管底層後加入 4.5 mL 濃硫酸及 1 g 催化劑(Selenium reagent mixture, Merck 8030)，置分解管於 410°C 分解爐中，期間每小時將分解管平躺轉動，使管壁上殘留物溶於液體中，分解管中之液體變為清澈淺綠色且無白煙生成即視為分解完成。待冷卻後，樣品移往 Micro-Kjeldahl 裝置，加入 20 mL DI 水及 20 mL 12N NaOH，通入蒸氣使樣品內之氮元素氮氣化，其氮氣以盛 20 mL 燒氮指示劑(含 Bromocresol green 19 μM 及 Methyl red 25 mM 之 2% 硼酸溶液)之塑膠量杯收集，氮氣溶於其中至液體達 50 mL。之後以 1/14 N 之硫酸滴定，以已取得氮於量筒中之百分比，計算樣品氮含量。單位為%，每處理行 3 重複。

### 2. 有效性磷、鉀、鈣與微量元素含量分析

參照 Mehlich (1953) 方法，取風乾介質 2.5 g 於 100 mL 燒杯中，加入 50 mL 酸淬液

(0.05 N HCl 與 0.025 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)，置於迴轉速率 125 rpm 震盪器上 1 個鐘頭，以濾紙 (ADVANTEC NO.42)過濾，濾液保存於 4°C 備用，每處理行 3 重複。

(1) 磷：以鉬黃法(Vanadate-Molybdate Yellow Method)測之，取 1 mL 濾液至試管中，並加入 3 mL DI 水與在弱光處加入 1 mL 鉬黃試劑[22.5 g (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>·H<sub>2</sub>O 及 1.25 g 溶於 25% HNO<sub>3</sub> 的 NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> 混合後定量至 1000 mL]，均勻混合後於暗處靜置 30 分鐘。以分光光度計(HITACHI, U-2900)測量樣品於 470 nm 之吸光值，標準液是以 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 配制，換算出磷之單位為%。

(2) 鉀：濾液以 DI 水稀釋 200 倍並搖勻後以原子吸收光譜儀(HITACHI, Z-2300)測定之，換算後單位為%。

(3) 鈣：濾液以 DI 水稀釋 10 倍後，取出 1 mL 並和 1 mL 5% 氧化釷(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 溶於 25% 硫酸溶液)與 3 mL DI 水均勻混合，共稀釋 50 倍。取稀釋液以原子吸收光譜儀(HITACHI, Z-2300)測定之，換算後單位為%。

(4) 微量元素(Fe、Mn、Zn、Cu)：直接取濾液以原子吸收光譜儀(HITACHI, Z-2300)測定之，換算後單位為 mg/kg。

三、處理莖葉產物使用為蔥育苗之介質

試驗材料：萬來蔥，屬四季蔥，購自新北市三重區的野菜部屋。

(一) 混合快速堆肥濾液對蔥種子之影響

1. 試驗方法：將混合快速堆肥與水以 1：10 (w：w) 的比例萃取濾液，處理如表 1，每兩天加入 2 mL 濾液於置有 20 顆蔥種子之培養皿中，放至 25°C 之生長箱中，光週期為 12/12 hr，為期 21 天。每處理 3 重複，每重複 3 皿。

2. 調查項目：

(1) 發芽率：胚根突破種皮 1 mm 視為發芽，計算為發芽種子數/總種子數×100%

(2) 胚根長：幼苗基部至根系之長度

(3) 鮮重：種苗全株重量

(二) 快速堆肥混合椰纖土於蔥育苗之應用

1. 試驗方法：將冬瓜、甜瓜、南瓜、番茄、玉米穗軸 5 種植株材料製成之快速堆肥以 10 倍水淋洗，冬瓜、蔗渣與玉米者分別和椰纖土以 1：1 (v：v) 混合，甜瓜、南瓜與番茄者各別與椰纖土以 1：3 (v：v) 混合，放置 128 格穴盤中，每穴格置 2 粒種子，放至 25°C 之生長箱中，光週期為 12/12 hr，為期 14 天。每處理 3 重複，每重複 32 格。

2. 調查項目：

(1) 發芽率：發芽種子數/總種子數×100%

(2) 胚根長：幼苗基部至根系之長度

(3) 株高：葉尖至基部之長度

(4) 莖徑：短縮肥大莖最大直徑

(5) 葉數：成熟葉數量

(6) 鮮乾重：種苗地上與地下部未烘乾及烘乾後重量

#### 四、統計分析

試驗皆採完全逢機設計，調查所得數據以 SAS 套裝軟體 9.4 版(SAS Institute, Cary, NC) 中 ANOVA (Analysis of Variance)進行變方分析( $\alpha = 0.05$ )，以 Fisher's LSD 進行試驗間各處理平均值的比較。

表 1. 各介質與處理代號說明。

Table 1. Description of each treated medium and code.

處理代號	配方說明
W	冬瓜快速堆肥
M	甜瓜快速堆肥
P	南瓜快速堆肥
T	番茄快速堆肥
S	蔗渣快速堆肥
C	玉米穗軸快速堆肥
WS	冬瓜：蔗渣 = 1 : 1 (w : w)
WC	冬瓜：玉米穗軸 = 1 : 1 (w : w)
MS	甜瓜：蔗渣 = 1 : 1 (w : w)
MC	甜瓜：玉米穗軸 = 1 : 1 (w : w)
PS	南瓜：蔗渣 = 1 : 1 (w : w)
PC	南瓜：玉米穗軸 = 1 : 1 (w : w)
TS	番茄：蔗渣 = 1 : 1 (w : w)
TC	番茄：玉米穗軸 = 1 : 1 (w : w)

## 結 果

### 一、元素分析

於表 2 大量元素中，氮(N)含量以南瓜快速堆肥的 2.84%顯著最多，與氮含量較少的蔗渣與玉米穗軸者相比，大約多了 1.8%。磷(P)含量在番茄快速堆肥的 0.47%顯著較多，約比含量較少的冬瓜、蔗渣與玉米穗軸者多了近 0.4%。鉀(K)含量則以甜瓜快速堆肥的 0.28%顯著為多，含量最少為冬瓜者的 0.01%。鈣(Ca)含量以甜瓜和南瓜快速堆肥的 0.2%顯著較多，含量最少為玉米穗軸者的 0.03%。鎂(Mg)含量以冬瓜、南瓜及甜瓜者顯著較多，約 500  $\mu\text{g/g}$ ，蔗渣與玉米者顯著較少，各為 150 與 60  $\mu\text{g/g}$ 。

表 2 的微量元素中，鐵(Fe)含量在冬瓜快速堆肥中 197 µg/g 顯著最高，以甜瓜者的 22 µg/g 顯著最低。錳(Mn)與鋅(Zn)含量方面，顯著較高的為番茄快速堆肥的 151 與 146 µg/g，最少為甜瓜者的 12 µg/g。銅(Cu)含量以南瓜快速堆肥顯著較多，其含量為 2.93 µg/g，含量顯著最少的蔗渣快速堆肥為 0.20 µg/g。

## 二、物化性分析

表 3 的化學性質中，冬瓜、甜瓜、南瓜及番茄快速堆肥 pH 值約 7.19-9.21，偏鹼性，其中番茄者的 9.21 顯至最高；蔗渣與玉米穗軸快速堆肥 pH 值皆小於 7，偏酸性，以玉米者之 pH 值 5.93 顯著最低。EC 值方面，以甜瓜快速堆肥的 21.40 dS/cm 顯著最高，其次為南瓜者的 15.91 dS/m，蔗渣者的 1.55 dS/cm 為最低。在總酚含量上以甜瓜快速堆肥的 3953 µg/g 顯著最高，其次為南瓜者的 2546 µg/g，以蔗渣者的 976 µg/g 最低。

在物理性質上(表 4)，總孔隙度以甜瓜與南瓜快速堆肥的 91.16%與 90.31%顯著較高，玉米者為 68.53%，顯著較低。容器含水量方面，以玉米快速堆肥 56.50%顯著較高，南瓜者的 37.29%顯著為低。總體密度中，玉米快速堆肥的 0.16 g/mL 顯著為高，蔗渣者的 0.04 g/mL 顯著為低。南瓜快速堆肥的空氣孔隙度 53.02%顯著最高，最小者為玉米穗軸的 12.03%。介質含水率部分，以蔗渣快速堆肥的 90.61%顯著最高，其次為冬瓜與甜瓜者的 81.03 與 80.66%，以玉米穗軸、南瓜與番茄者約 77%為顯著最小。於圖 1 的氣相、液相與固相分佈情形中，固相以玉米快速堆肥的 31.46%顯著最高，甜瓜者 8.83%顯著較低。液相部分，玉米者 56.50%顯著較高，南瓜者 37.29 顯著為低。氣相方面，以南瓜快速堆肥的 53.02%顯著較高，玉米者 12.03%顯著為低。

表 2. 快速堆肥之大量及微量元素含量。

Table 2. Macro and micro elements of fast composts.

Com-post	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (µg/g)	Fe (µg/g)	Mn (µg/g)	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)
W	1.98 bc <sup>z</sup>	0.08 d	0.01 f	0.11 b	500 a	197 a	79 b	37 c	3.13 a
M	2.28 b	0.31 c	0.28 a	0.20 a	480 a	22 d	12 f	12 e	2.13 b
P	2.84 a	0.34 b	0.23 b	0.20 a	470 a	32 cd	65 c	39 c	2.93 a
T	1.72 c	0.47 a	0.18 c	0.12 b	400 b	39 c	151 a	146 a	1.06 c
S	1.06 d	0.09 d	0.02 e	0.09 b	150 c	62 b	38 d	52 b	0.20 d
C	1.08 d	0.08 d	0.04 d	0.03 c	60 d	71 b	25 e	26 d	0.46 d

<sup>z</sup> : Means in a column with the same letter are not significantly different at 5% level Fisher's LSD test.

表 3. 快速堆肥之化學性質。

Table 3. Chemical properties of fast composts.

compost	pH	EC (dS/m)	Total phenol ( $\mu\text{g/g}$ )
W	7.19 c <sup>z</sup>	5.23 d	1459 d
M	8.18 b	21.40 a	3953 a
P	8.13 b	15.91 b	2546 b
T	9.21 a	7.27 c	2261 c
S	6.05 d	1.55 e	976 e
C	5.93 e	1.74 e	1315 d

<sup>z</sup> : Means in a column with the same letter are not significantly different at 5% level Fisher's LSD test.

表 4. 快速堆肥之物理性。

Table 4. Physical properties of fast composts.

compost	Total porosity (%)	Container water content (%)	Overall density (g/mL)	Air porosity (%)	Medium moisture content (%)
W	84.25 bc <sup>z</sup>	45.21 c	0.10 c	39.04 b	81.03 b
M	91.16 a	52.72 ab	0.12 b	38.43 b	80.66 b
P	90.31 ab	37.29 d	0.10 c	53.02 a	77.63 c
T	83.41 c	45.31 c	0.12 b	38.10 b	77.83 c
S	82.95 c	48.18 bc	0.04 d	34.77 b	90.61 a
C	68.53 d	56.50 a	0.16 a	12.03 c	77.47 c

<sup>z</sup> : Means in a column with the same letter are not significantly different at 5% level Fisher's LSD test.

### 三、混合介質之化學性質

圖 2 為高總酚含量的冬瓜、甜瓜、南瓜與番茄快速堆肥以重量比 1:1 分別混合低總酚含量的蔗渣與玉米穗軸快速堆肥，藉以降低其含量。冬瓜者分別混入蔗渣與玉米穗軸者後，各從 1459  $\mu\text{g/g}$  微降至 1250 與 1389  $\mu\text{g/g}$ ；甜瓜者混入蔗渣與玉米穗軸者後，皆顯著從 3953  $\mu\text{g/g}$  降至約 2500  $\mu\text{g/g}$ ；南瓜者各顯著自 2546  $\mu\text{g/g}$  降低為約 1700  $\mu\text{g/g}$ ；番茄分別

自 2261  $\mu\text{g/g}$  減至 1687  $\mu\text{g/g}$  與 1825  $\mu\text{g/g}$ 。甜瓜混合介質與甜瓜單質相比下降最多。圖 3 介質之 EC 值，以高 EC 值之冬瓜、甜瓜、南瓜與番茄快速堆肥以重量比 1:1 分別混合低 EC 值的蔗渣與玉米穗軸快速堆肥。混合後之 EC 值以甜瓜與南瓜者下降最多，甜瓜者皆顯著自 21 dS/cm 降至約 14 dS/cm，南瓜者顯著自 15.9 dS/cm 分別降至 9.3 與 9.17 dS/cm。

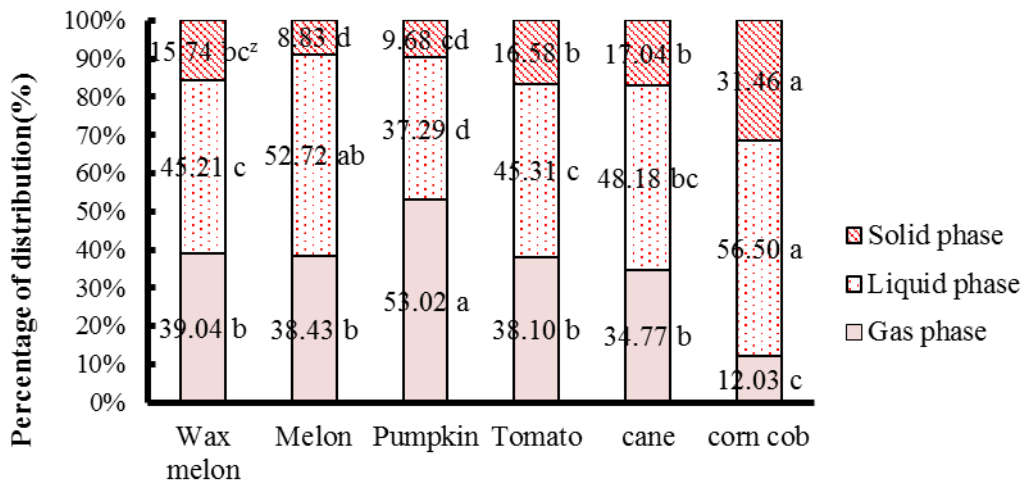


圖 1. 快速堆肥單質介質之氣相、液相與固相分佈情形。

Fig. 1. Gas, liquid and solid phase distribution in the fast composts.

z : Means in a column with the same letter are not significantly different at 5% level Fisher's LSD test.

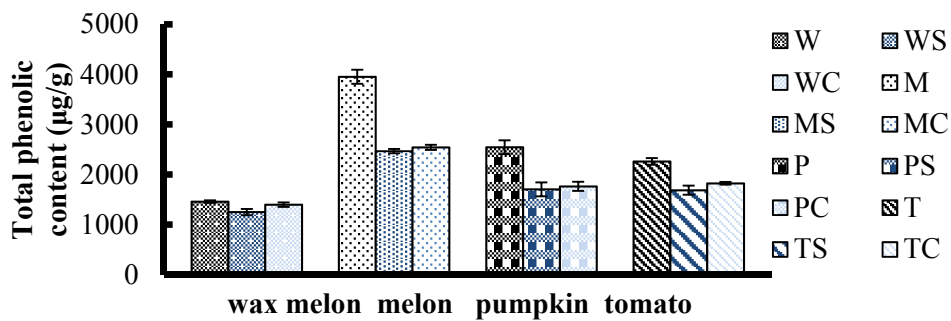


圖 2. 冬瓜、甜瓜、南瓜與番茄快速堆肥分別混合蔗渣與玉米穗軸快速堆肥之總酚含量。

Fig. 2. Total phenolic content of fast compost white melon, melon, pumpkin or tomato of mixed with cane and corn cob, respectively. I represents error bar.



圖 4 表示介質之 pH 值，藉弱酸性的蔗渣與玉米穗軸快速堆肥以重量比 1：1 分別混合鹼性的冬瓜、甜瓜、南瓜與番茄快速堆肥，降低 pH 值。以番茄者之 pH 值降低最多，分別自 9.21 顯著降至 7.71 與 8.07，其中混有玉米穗軸者與混有蔗渣者相比降低較少。

表 5 為以混合快堆濾液處理蔥種子情形，發芽率部分以對照組、冬瓜混甘蔗者與冬瓜混玉米者顯著最高，約 58-60%，以番茄混玉米者顯著最低。胚根長方面，以冬瓜混甘蔗及玉米者顯著最高，約 3.1 cm，對照組的 2.8 cm 次之，其餘處理皆顯著最低。以鮮重而言，冬瓜混甘蔗者的 0.024 g 顯著最高，對照組的 0.020 g 與冬瓜混玉米者的 0.019 g 次之，其餘處理皆顯著最低。

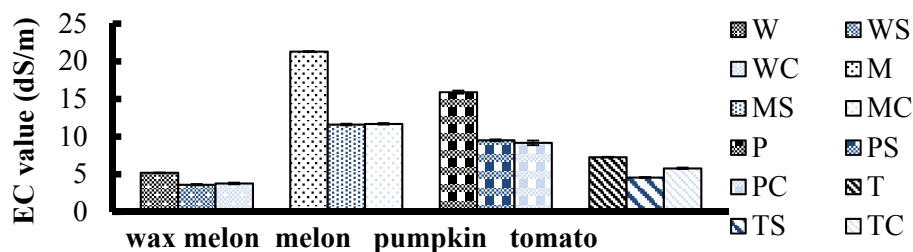


圖 3. 冬瓜、甜瓜、南瓜與番茄快速堆肥分別混合蔗渣與玉米穗軸快速堆肥之 EC 值。

Fig. 3. The EC value of fast compost white melon, melon, pumpkin or tomato of mixed with cane and corn cob, respectively. I represents error bar.

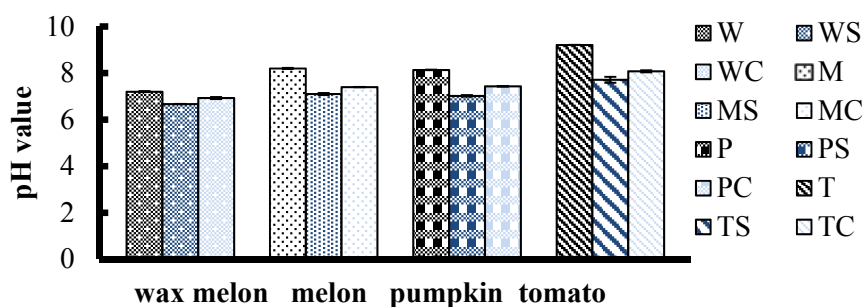


圖 4. 冬瓜、甜瓜、南瓜與番茄快速堆肥分別混合蔗渣與玉米穗軸快速堆肥之 pH 值。

Fig. 4. The pH value of fast compost white melon, melon, pumpkin or tomato of mixed with cane and corn cob, respectively. I represents error bar.

表5. 混合快速堆肥濾液對培養皿中蔥種子發芽及苗生長影響。

Table 5. Effect of mixed fast compost filtrate on the germination and seedling growth of welsh onion seeds in petri dish.

Filtrate	Germination rate (%)	Radicle length (mm)	Fresh weight/plant (mg)
Control	58.12 a	28.1 b	20 b
WS	60.62 a	31.8 a	24 a
WC	58.75 a	31.3 ab	19 b
MS	33.12 b	2.1 c	12 c
MC	27.50 bc	1.8 c	10 c
PS	28.75 bc	1.8 c	11 c
PC	21.87 bc	1.6 c	8 c
TS	26.25 bc	1.1 c	6 c
TC	16.87 c	0.7 c	6 c

<sup>z</sup>: Means in a column with the same letter are not significantly different at 5% level Fisher's LSD test.

#### 四、處理產物使用為蔥育苗之介質

表 6 為快速堆肥混合椰纖土育蔥苗之情形，發芽率部分對照組與處理組無顯著差異，株高以冬瓜和甜瓜者的 8.08 和 8.50 cm 顯著較高，莖徑以對照組和冬瓜者的 0.66 與 0.76 mm 顯著較高，蔗渣的 0.50 mm 顯著較低。胚根長以冬瓜者的 5.78 cm 顯著最長，其他處理與對照組無顯著差異。地上部鮮重以番茄者的 239.2 mg 顯著最輕，其餘處理與對照組無顯著差異。地下部鮮重以甜瓜、南瓜與番茄者的 60.8、61.6 與 47.2 mg 顯著較小，其餘處理與對照組無顯著差異。

## 討 論

將瓜類及茄科蔬菜栽培後植體利用快速分解方式製成之產物利用於蔥栽培上，須先了解這些產物如要為育苗或介質，使用之物理及化學上的特性。

### 一、大量及微量元素

土壤以 Kjeldahl 定氮法檢測出的氮含量位於 0.2-0.5% 為中等含量，大於 1% 表示氮含量極高 (Landon, 1984)。快速堆肥作為介質而言氮含量是相當高的，表 2 中氮含量顯著較低的蔗渣及玉米者皆大於 1%，南瓜者則高達 2.84%。以 Mehlich 方法檢測土壤磷含量，表 2 中快

表6. 快速堆肥混合椰纖土於蔥穴盤苗生長情形。

Table 6. Growth of welsh onion seedlings on plug tray in the medium of fast composts mixed with coconut fiber.

Mixed medium	Germination rate (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Radicle length (cm)	Shoot fresh weight (mg)	Root fresh weight (mg)
Coconut	81.25 a	6.84 c	0.66 ab	2.92 bc	294.6 ab	85.0 a
W	78.12 a	8.08 a	0.76 a	5.78 a	289.2 ab	92.4 a
M	84.37 a	8.50 a	0.53 cd	3.50 b	273.0 ab	60.8 b
P	81.25 a	7.84 ab	0.63 b	3.38 bc	254.6 bc	61.6 b
T	84.37 a	7.38 bc	0.57 bc	3.16 bc	239.2 c	47.2 b
S	81.25 a	6.80 c	0.60 bc	2.80 c	273.6 ab	85.6 a
C	84.37 a	6.90 c	0.50 d	3.14 bc	305.2 a	86.2 a

<sup>z</sup>: Means in a column with the same letter are not significantly different at 5% level Fisher's LSD test.

速堆肥磷含量介於 0.08-0.47% 之間，遠高於一般土壤磷含量的 0.005% (陳等，1993)。以酸淬液淬取之鉀含量，表 2 中快速堆肥的鉀含量位於 0.01-0.28% 之間，其鉀含量較一般土壤的 0.01% 高出許多。推測瓜類及番茄之 N、P、K 含量較蔗渣與玉米穗軸者高是因堆肥原料含莖葉之故，又蔗渣與玉米穗軸為經過加工後之產物，這些植體內大量元素可能較少或在加工過程中減損。

土壤鈣含量一般介於 0.05-0.11% 之間 (陳等，1993)，表 2 中玉米者之鈣含量為顯著最低的 0.03%，較一般土壤少，蔗渣及冬瓜者為中等含量，甜瓜與南瓜者高於一般含量。一般土壤鎂含量約 30-60  $\mu\text{g/g}$ ，除玉米者外，其餘快速堆肥鎂含量皆高於一般土壤，其中以瓜類最高，約為 500  $\mu\text{g/g}$ ，鎂為葉綠素的重要組成，主要位於葉中，因此製作快速堆肥時帶有葉片的瓜類及番茄殘株鎂含量較多，又以瓜類葉片較番茄大，故鎂含量較番茄高。一般土壤可溶性鐵含量位在 50-300  $\mu\text{g/g}$ ，快速堆肥的鐵含量以冬瓜者 197  $\mu\text{g/g}$  最高，但甜瓜、南瓜與番茄者低於 50  $\mu\text{g/g}$ ，低於一般土壤含量。土壤中酸鹼度每升高 1 單位，鐵之活性降低 1000 倍，在中性至鹼性的土壤中鐵易轉為不可溶性 (陳等，1993)。瓜類及番茄快速堆肥的 pH 值偏鹼性，直接施用可能發生植株缺鐵情形。

土壤可溶性錳淬取量位於 20-140 為中等值，甜瓜快速堆肥錳含量偏低，番茄者偏高，其餘皆於中間值。錳在土壤中通常以氧化物形式存在，其溶解度隨 pH 升高而降低，當 pH > 6.5 時，植物可吸收之  $\text{Mn}^{2+}$  易被微生物氧化為植物無法吸收的  $\text{Mn}^{4+}$ ，造成植株缺錳症 (陳等，1993)。表 3 中顯示瓜類及番茄的 pH 值偏高，可能會有此情形。土壤中以酸提取之鋅含

量位於5-20  $\mu\text{g/g}$ 較為合宜， $>20 \mu\text{g/g}$ 則偏高(陳等，1993)。除甜瓜快速堆肥12  $\mu\text{g/g}$ 外，其餘鋅含量皆偏高，其中又以番茄者的146  $\mu\text{g/g}$ 顯著最高。因植物本身即含有較高含量的鋅，瓜類作物鋅含量通常介於20-200  $\mu\text{g/g}$ (陳等，1993)，但如直接施加土壤恐有過量問題。土壤可溶性銅含量於0.5-8  $\mu\text{g/g}$ 為中等值(陳等，1993)，表2中的快速堆肥銅含量以蔗渣和玉米者低於中等值範圍，其餘堆肥值在1.06-3.13，如在鹼性環境中易降低銅的有效性，形成植株缺銅症。

## 二、化學性質

一般土壤pH值約位於6.6-7.3之間，低於6.5植物不易吸收氮、磷、鉀、鈣等元素，高於6.5則抑制植物對鐵、錳、鋅等元素的吸收。表3中瓜類與番茄的快速堆肥pH皆 $>7$ ，其中番茄高達9.21，為強鹼性，蔗渣與玉米pH約6，偏弱酸性。瓜類及番茄快堆添加後易使土壤過鹼(pH $>7.5$ )，鹼性環境中磷離子易被固定磷酸三鈣或磷灰石而造成植物無法利用，鐵、鋅、錳、銅、硼等元素之有效性降低，易導致葉片黃化之生理障礙或根系受損的現象(陳等，1993)。

通常測定 EC 值時以飽和土壤抽出液(CEc)測定較具代表性，因其最直接反映鹽分對作物生長的影響，但測定 CEc 耗時且費用高，一般以測定土壤懸浮液(水土比 1:5)取代， $CEc \cong 6.2 \times EC_{1:5}$ (陳，2015)。本試驗 EC 值皆以水土比 1:5 測定，以瓜類及番茄較高，又以甜瓜的 21.4 dS/m 最高，蔗渣與玉米穗軸約 1 dS/m。一般土壤  $EC_{1:5}$  大於 0.85 dS/m，開始有鹽類累積問題(陳，2015)，常見於蔬菜田中，其會影響植株水分吸收、營養拮抗等問題，使作物有生長不良或萎凋之情形(楊，2004)。過多的鈉離子會與鉀產生拮抗作用，阻礙植株對鉀離子的吸收(陳等，1993)。土壤鹽分過高不易形成團粒結構，鹽分離子易堵塞孔隙，造成土壤結核或脫皮現象(楊，2004)。因此葫蘆科與番茄快堆宜與蔗渣或玉米穗軸者混合使用，降低 pH 與 EC 值過高對作物產生的危害。

總酚方面以甜瓜 3953  $\mu\text{g/g}$ 、南瓜 2546  $\mu\text{g/g}$  及番茄 2261  $\mu\text{g/g}$  較高，酚酸化合物被證實是化感物質中相剋活性最強的一類物質。一般土壤總有機質中約含有 40-90  $\mu\text{g/g}$  的酚酸物質(Whitehead, 1964)。酚酸物質在高含量下會對植物細胞膜系統(Glass, 1997)、光合作用(王等，2014)、呼吸作用(吳，1998)、內生賀爾蒙活性(He *et al.*, 2001)及蛋白質生合成(Memieand and Singh, 1993)等造成負面影響，利用此特性施用快速堆肥可抑制田間雜草，降低雜草萌發率與生長，減少其對作物養分競爭以降低施肥量，並減少殺草劑的使用，但也會對作物造成影響，故須注意使用量。

## 三、物理性質

總孔隙度為位於顆粒間及顆粒內的空氣所組成(Eftoda and McCartney, 2002)，Yeager (2010)研究指出商業介質總孔隙度為50-85%，南瓜與甜瓜快速堆肥約90%以上，孔隙度偏高。空氣孔隙度常用於表示土壤中空氣體積，實驗中是將因重力滴出水分體積視為原空氣所占體積。空氣孔隙度位在20-30%較適合一般盆器栽培(De Boodt, 1972)，快速堆肥皆不再此範圍內，玉米者偏低，其餘偏高。

總體密度與空氣孔隙度呈負相關，一般砂質壤土剛耕犁過後的總體密度介於0.9-1.2 g/mL，快速堆肥總體密度皆遠小於此範圍(Taylor, 1966)，為空氣孔隙度高所致，顯示當介質使用時可能會造成缺水的現象，須和空氣孔隙度較小之介質(如玉米者)混合以減少水分流失。

容器含水量在45-65%較為合適，快速堆肥液相皆符合範圍，液相等同於容器含水量，最佳的商業栽培介質之氣相約佔10-30% (Yeager, 1997)，玉米快速堆肥氣相符合，其餘皆大於此範圍。南瓜與玉米者的介質含水率皆為77%，但空氣孔隙度中，南瓜者的53%顯著高於玉米者的12%，推測是玉米穗軸介質顆粒內孔隙較多，故可藉本身孔隙吸附較多水分，可由圖1證明，南瓜者固相低氣相高，玉米者氣相低固相高，且玉米者之液相顯著高，有可能是因固相的孔隙多而吸附較多水分之故。介質混入玉米者可降低氣相及空氣孔隙度，並提升液相以增加含水率。

將瓜類、番茄快速堆肥，分別與蔗渣、玉米者混合改善介質性質，如圖2-4。於化學性質中，須調整pH值至6、7左右以提升元素有效性；降低瓜類與番茄者之EC值，減少對作物根系水分潛勢的干擾；調降高總酚含量之快速堆肥，以減少酚類對作物的負面影響。

#### 四、處理產物使用為蔥育苗之介質

冬瓜以10倍水淋洗後以1:1 (w:w)和椰纖土混合對於蔥育苗效果最佳，在株高、莖徑、地上與地下部鮮重皆顯著較高。甜瓜與南瓜者對於蔥根系仍有抑制效果，應增加淋洗水量或降低使用比例。玉米者在各性狀上與椰纖土對照組無顯著差異，因此以10倍水淋洗後與椰纖土1:1 (w:w)混合適合用於蔥育苗。蔗渣在莖徑方面與對照組相比顯著較小，應為養分不足所致，推測可降低蔗渣比例或額外施肥以促進蔥苗生長。

番茄混合者雖然總酚含量與EC值並非最高，但抑制效果卻最為明顯，推測是其pH值過高或含有與蔥相剋的物質，對其產生負面影響，因此番茄快速堆肥較不適合用於蔥的育苗或栽培。

## 參 考 文 獻

- 王茂勝、李明、楊秀祥、汪漢成、邱忠智、蔣選利。2014。酚酸對煙苗根系生長及葉片光合特性的影響。廣東農業科學 2: 14-18。
- 吳鳳芝。1998。大棚蔬菜連作年限對土壤主要理化性狀的影響。中國蔬菜 4: 5-8。
- 林學詩。2000。蔥有機栽培。臺東區農技報導 4: 1-3。
- 陳仁炫、林正鏘、郭惠千。1993。土壤肥力因數之分級標準彙集。國立中興大學土壤環境科學系編印。行政院農委會。60pp。
- 陳仁炫。2015。土壤簡易檢康檢測手冊。國立中興大學土壤環境科學系 p.12-13。
- 楊秋忠、黃裕銘、郭錕德、陳仁炫、曾慶平、楊盛行、李文汕。2011。快速處理的生產製

- 造。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 p.127-132。
- 蔡永皞。1996。農水產廢棄物堆肥化之開發及應用(ii)瓜類育苗介質之研製及其理化性質。高雄區農業改良場研究彙報 8(1): 43-54。
- Christine, Z. 1995. Differential inhibition by ferulic acid of nitrate and ammonium uptake in *Zea mays* L. *Plant Physiol.* 98: 639-645.
- De Boodt, M. and O. Verdonck. 1972. The physical properties of their substrates in horticulture. *Acta Hort.* 26: 37-44.
- Eftoda, G. and D. McCartney 2002. Correlating bench-scale FAS test to full scale windrow composting performance. In: Michel, F.C., Rynk, R. F., Hoiting, H. A. J.(Eds.), *Proc. Intl. Symp. Composting and Compost Utilization*, Columbus, OH, USA, p.204-220.
- Folin, O. and W. Denis. 1915. A colorimetric method for the determination of phenols and phenol derivatives in urine. *J. Bio. Chem.* 22: 305-308
- Glass, D. K. 1997. Influence of phenolic acids on ion uptake. *Plant Physiol.* 54: 855-858.
- He, H. Q., and W. X. Lin. 2001. Studies on allelopathic physiobiochemical characteristics of rice. *Chin. J. Eco-Agric.* 9(3): 56-57.
- Landon, J. R. 1984. *Booker tropical soil manual*. Longman Inc., New York. 450pp.
- Mehlich, A. 1953. Determination of P, Ca, Mg, K, Na, and NH<sub>4</sub>. North carolina soil test division.
- Memie, W. and M. Singh. 1993. Phenolic acid affect photosynthesis and protein synthesis by isolated leaf cells of velvet-leaf. *Chem. Ecol.* 19: 1293-1301.
- Taylor, H. M., G. M. Roberson, and J. J. Parker. 1966. Soil strength-root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. *Soil Sci.* 102: 18-22.
- Whitehead, D. C. 1964. Identification of p-hydroxybenzoic vanillic, p-coumaric and ferulic acids in soils. *Nature* 202(4930): 417.
- Yeager, A., R. Michael, H. Yitzhak, C. Roni, W. Shmuel, G. Lidor, and K. Jaacov. 2010. Induced resistance as putative component of compost suppressiveness. *Biol.* 54: 46-51.

## The Application of Fast Compost Made from Tomato and Melon Residues on Cultivation of Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) Seedlings

Li Feng Wu<sup>1)</sup> Yu Sung<sup>2)</sup>

Key words: Cucurbitaceae and tomatoes fast compost, Welsh onion, Total phenol, EC value, Physical characteristic

### Summary

Agricultural by-products are often recycled into organic materials and then returned to the field. Professor Yang of National Chung Hsing University invented fast-composting technology. In the experiment, the residues of Cucurbitaceae (melon, pumpkin and wax gourd) tomatoes, sugar canes bagasse and corn cobs were used as raw materials for fast composting. The total porosity following fast composting was 68-92%, and the medium moisture content was above 77%, demonstrating increased soil permeability and improve moisture content, which contribute to crop root growth. The compost also contained nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium. The nitrogen content of residue from Cucurbitaceae was approximately 2%, which was also helpful for crop growth. The total phenolic content and high EC value following fast composting were highest with melon residue, with a total phenol content of 3953  $\mu\text{g/g}$  and  $\text{EC}_{1:5}$  value of 21.3 dS/m. To reduce the inhibition effect of growth on welsh onion, fast-composting residues of Cucurbitaceae and tomatoes must be mix with bagasse and corn cob, which lowers the total phenolic content and EC value, reducing the damage to the root system of the welsh onion. A compost of melons mixed with wax gourds did not significantly inhibit the growth of welsh onion seeds, indicating the welsh onion seedling conditions were more suitable at a the total phenolic content below 1500  $\mu\text{g/g}$  and the  $\text{EC}_{1:5}$  value of 5. For use in seedling culture, fast-compost materials, except bagasse, were washed 10 times with water. Wax gourds, bagasse and corn cobs were mixed with the coconut fiber soil at a 1:1 (v:v) ratio, and pumpkins, tomatos and melons were mixed with coconut fiber at a 1:3 (v:v) ratio to reduce the total phenolic content and EC value, resulting in a medium that could be used for the seedling of welsh onions on plug trays.

---

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

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

