

椰土中番茄殘株添加比例及接種 *Bacillus subtilis* 對甘藍育苗之影響

陳承瑋¹⁾ 宋妤²⁾ 林深林³⁾

關鍵字：椰土、番茄殘株、*Bacillus*、甘藍

摘要：試驗目的為利用已被廣泛用於園藝產業的椰土及番茄生產後的植株進行快速處理後混製成介質，應用於甘藍‘高峰’之育苗。番茄植株經快速處理後以不同比例混合於椰土中以研究對甘藍育苗之影響，結果顯示其通氣孔隙度由椰土添加 0% 番茄植株 (CT₀) 的 12.4% 下降至椰土添加 30% 番茄植株 (CT₃₀) 的 9.6%。EC 隨添加比例由 CT₀ 的 0.43 mS/cm 上升至 CT₃₀ 的 2.29 mS/cm；硝態、銨態氮、可交換性之磷、鉀、鈣、鎂、可萃取性的鐵、錳、鋅、銅均以 CT₃₀ 最高，抑制作物生長的酚類化合物也以 CT₃₀ 的 296.0 mg/kg 最高。接種 *Bacillus subtilis* 後進行甘藍育苗，栽培介質顯著影響微生物接種對甘藍生長的促進效果，以 BCT₃₀ 優於其他處理。

前 言

農業生產過程中，除了收穫物外，另外會產生相當數量的廢棄物，可做為飼料、燃料或農業資材如介質。各地生產的作物不同，能取得的農業廢棄物亦有差異，如中南美洲國家多數生產咖啡而容易取得咖啡果皮、咖啡殼甚至咖啡渣，或如歐洲國家因多數皆有生產橄欖油、葡萄及其酒類，因此較易取橄欖榨渣、橄欖殼、葡萄藤、釀酒渣等原料。台灣蔬菜生產量大，廢棄物含水率在 75.0-94.8% 之間，乾物率僅 8-19%。以乾重計算，蔬菜廢棄物含有的全氮為 2.02-5.69%、磷為 0.29-3.25%、鉀為 0.49-5.37%，碳氮比 (C/N) 多在 8-15 之間 (王等, 2014)。另外，包含蔬菜廢棄物在內之農業廢棄物常攜帶部份有害病原菌、

-
- 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。
 - 3) 國立中興大學園藝學系講師，通訊作者。

殘留農藥、有害物質或重金屬，一般可接種土壤中的微生物解決，如桿菌屬(*Bacillus*) 即有降解有害物質、幫助作物抵抗逆境及增進土壤養份有效性等作用。

已有大量試驗、文獻表明 *Bacillus* 在促進農業生產的作用和機制，因此可為農業廢棄物再利用的一種方法。本研究利用番茄生產後之植株等加以快速處理後與椰土混合並以 *B. subtilis* 接種，進行甘藍育苗試驗期找出適合使用的育苗介質。

材料與方法

一、試驗材料

試驗介質之主要材料為椰纖 (Coir dust, CD)、番茄殘株 (Tomato plant residue, TPR)。椰纖為歐洲介質有限公司 (Euro Substrate(PVT) LTD.)於斯里蘭卡皮塔柯地區 (Pitakotte, Sri Lanka)生產。番茄殘株則收集自園藝系蔬菜學實習農場、溫室區，經曬乾、粉碎後送至土壤環境系楊秋忠老師實驗室以微生物酵素快速處理後並於陰涼處儲存三週備用。對照 (Control)為 Tref 公司所生產之泥炭土 (Bio-Mix Potting substratum 011，內含白泥炭及黑泥炭)與以 3.02 mm 過篩之真珠石以 8:2 (v/v)混合。試驗用的 *Bacillus subtilis* 菌液 (BS)為聯發生物科技公司之枯草桿菌 1 號 (有效菌數 10^9 cfu/g)，以 1 克菌粉用蒸餾水定量至 1 公升於室溫下放置 1 天醒菌後，再稀釋成有效菌數 10^4 cfu/mL 之接種液 (1 公升)，純水為對照 (表中以-號表示)。作物材料為農友種苗公司'高峰'甘藍 (*Brassica oleracea* L. var. capitata) 之種子。育苗容器為 128 格 PE 圓格導根槽穴盤，每個穴格容積約 15 cm^3 。施用肥料為農友公司代理之獅碼牌之育苗用肥料葉綠精 (15-10-15-2，含銨態氮 11%、硝酸態氮 4%，並有全鋅 0.02%、全銅 0.02%)1000 倍。

二、試驗處理及調查

本試驗設計 *B. subtilis* 及椰土、番茄殘株混合比例對'高峰'甘藍育苗的影響。試驗時，取椰土及番茄殘株依處理別混合 (如表 1)，所有介質處理於混合均勻後均測定其物化性，育苗試驗在中興大學網室於 2015 年 6 月 25 日進行。育苗及性狀調查修改自薛 (2000)，一個穴盤為一個處理。穴盤填裝介質後，分別以 1 公升之 *B. subtilis* 菌液 (BS)、純水接種。一天後將甘藍種子播入穴格，並放置於室溫約 $20\text{-}25^\circ\text{C}$ 、黑暗下之下催芽 1 天，澆水並置於國立中興大學園藝系之蔬菜室溫室，採完全隨機設計 (Completely Randomized Design, CRD)。一週後疏苗並施用葉綠精 1000 倍，每周 2 次至調查結束，4 片本葉展開後進行計算壯苗指數所需之調查。測量時隨機取植株作破壞性之調查，所有處理均取 5 株作測量，以單株為重複進行統計。測量項為株高、莖徑、葉片數、葉面積、地上部鮮重、地上部乾重、地下部鮮重、地下部乾重。最後再以種苗指數進行評估：(1) 地上部乾物率：地上部乾重/地上部鮮重。(2) 地下部乾物率：地下部乾重/地下部鮮重。(3) 壯苗指數 1：(莖徑/株高) \times 全株乾重 \times 10。(4) 壯苗指數 2：葉面積/全株乾重，即 Specific leaf area (SLA)。

表 1. 椰土中添加番茄殘株添加及接種 *B. subtilis* 之試驗處理。

	mixing ratio(v/v)	
	椰土(CD)	番茄殘株(TPR)
BCT ₀ (CT ₀) ^z	10	0
BCT ₁₀ (CT ₁₀)	9	1
BCT ₂₀ (CT ₂₀)	8	2
BCT ₃₀ (CT ₃₀)	7	3
BControl(Control) ^y	培養土	

z: 縮寫中的數字則為混合番茄植株百分比，B 為代表有無接種。

y: Control 為泥炭土與真珠石以 8:2(v/v)混合。

四、物化性分析

(一)物理性

調查項為總孔隙度 (Total porosity, TP)、充氣孔隙度 (Air-filled porosity, AFP)及容器含水量 (Container capacity, CC)及總體密度 (Bulk Density, BD)。測量前先將穴盤裁切成 3*3 格、總容積為 135 ml (V)之器皿，底端以細絹網黏覆。測量時，將介質在不予鎮壓之條件下填入穴盤並充滿空隙。經充分溼潤後將其置於天秤上秤重 (W₁)，後放至介質不再滴水 (完全排除重力水)時秤重 (W₂)，後以 70°C 烘乾後取出秤乾重(W₃)，計算公式如下：(1) AFP = [W₁-W₂(g)] /V(mL)x100 %。(2) CC = [W₂-W₃(g)] /V(mL)x100 %。(3) TP = AFP+CC(%). (4) BD = W₃(g)/V(mL)。

(二)化學性

1. 介質 pH 值、EC 值 (Electrical Conductivity)

取風乾介質 20 mL，加入蒸餾水 100 mL 震盪 1 小時，pH 以 Suntex 的 SP-701 的 pH meter 測定，EC 則以 WTW 的 LF-538 之 EC meter 調查，每種介質三重複。

2. 介質陽離子交換能力 (Cation exchange capacity, CEC)

取烘乾介質 1 g 裝於絹網後，加入 1N NH₄OAc (pH7.0) 50 ml，震盪 (100rpm)1 小時後放置過夜，繼續以 1N NH₄OAc(pH 7.0)重複浸泡、淋洗二次，倒出濾液。後以 1N NH₄Cl (pH 7.0)浸泡、淋洗一次，再以 0.25 N NH₄Cl (pH 7.0)浸泡、淋洗一次，倒掉濾液。完成後以 95%酒精淋洗四次以上，直到介質中無殘留的 NH₄Cl(淋洗液中滴入 0.1 N AgNO₃，無混濁或白色沉澱時即淋洗乾淨)。將淋洗完後的介質拆開絹網，倒入乾淨、有蓋之試管，加入 40 ml 10% NaCl(pH 2.0)充分混合後過濾，收集濾液，並以凱氏定氮法 (Kjeldahl method) 測定銨濃度，最後再換算回 CEC。CEC (cmol/kg) = [測得按態氮的總量(mol) ×0.1(cmol)] /介質重量 (kg)。

3. 介質銨態氮及硝態氮之測定

使用 micro-Kjeldahl 測定法並加以修改，稱取 2 g 風乾介質，添加 30 ml 2 N KCl 以 150 rpm 震盪 1 小時，後以 Whatman No. 42 之濾紙過濾。取 40 ml 濾液至 micro-Kjeldahl 裝置中，添加 0.2 g MgO 至蒸餾瓶中並以少許去離子水將依附在管壁之粉末洗入蒸餾瓶中，加入 20 ml 之 12 N NaOH，透過蒸氣使其氨化，並用 2 % Boric acid 20 ml (含 19 μ m Bromocresol green 及 25 μ m Methyl red) 來接收氨至總體積達 50 ml 為止。以 1/14 N H₂SO₄ 滴定並換算銨態氮之含量 (mg/kg)。後添加 0.2 g Davarda 合金粉末至銨態氮蒸出後的蒸餾瓶中並以少許去離子水將粉末完全洗入蒸餾瓶中以破壞硝酸態氮並進行蒸餾，並用 2% Boric acid 20 ml (含 19 μ m Bromocresol green 及 25 μ m Methyl red) 來接收氨至總體積達 50 ml 為止。再以 1/14 N H₂SO_{4(aq)} 滴定，換算硝態氮之含量 (mg/kg)。

4. 總酚含量分析

稱取風乾介質 2.5 g 於三角瓶中加入去離子水 20 ml，於室溫下 (約 25°C) 震盪 2 小時後靜置 1 小時，以 Advantec No.1 濾紙過濾萃取液後，取 1 ml 後於試管中，依序加入 1 ml 及 Folin-Ciocalteu phenol reagent (FERAK) 0.5 ml，使其均質後於暗處靜置 30 分鐘後以分光光度計測量 750 nm 時之吸光值。總酚標準品為 gallic acid，每處理 3 重複。

5. 介質元素分析

分為大量元素 (可交換性, exchangeable)、微量元素 (可萃取性, extractable) 兩種。大量元素分析為磷 (P)、鉀 (K)、鈣 (Ca)、鎂 (Mg)。以 1 g 風乾介質加入 30 ml 1N NH₄OAc (pH7.0) 溶液，震盪 1 小時 (100 rpm，振幅 5 cm) 後以 Whatman No. 42 濾紙過濾後收集備用。微量元素分析項目為銅 (Cu)、鐵 (Fe)、錳 (Mn)、鋅 (Zn)。以 1 g 風乾介質加入 30 ml Double acid (0.05 N HCl + 0.025 N H₂SO_{4(aq)}, pH 1.2) 溶液，震盪 1 小時 (100 rpm，振幅 5 cm) 後以 Whatman No. 42 濾紙過濾後收集並直接測定。鉀、鎂取 0.1 ml 濾液，加 19.9 ml 去離子水稀釋 200 倍鈣為取 0.1 ml 濾液加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5% 氧化鑷 (Lanthanum oxide) 測定。磷則採用鉬黃法 (Vanadate-Molybdate Yellow Method) 測定，取 4 ml 濾液加 1 ml 鉬黃試劑，其在 1000 ml 試劑中含有 22.5 g (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O、1.25 g NH₄VO₃ (Ammonium vanadate) 及 250 ml 之濃硝酸 (HNO₃)，混合均勻後，靜置 30 分鐘，以光電比色計 (Hitachi U-2000 Spectrophotometer) 測定 470 nm 之吸光值，並以標準品測得標準曲線後換算濃度。所有測量均由 Varian AA.20 原子吸收光譜儀 (Atomic Absorption Spectrophotometer) 測定。

五、植體分析

(一) 全氮測定

將 0.2 g 磨碎、精秤之樣品包於 Advantec No. 42 濾紙中，置於分解管內，加入 1 g 之催化劑 (K₂SO₄ : CuSO₄ : Se = 100 : 10 : 1, w/v, Merck. 8030，以提高硫酸的沸點) 及 4.5 ml 濃硫酸，放置分解爐中以 410°C 加熱分解至管中液體呈現青綠色後取出冷卻。加入 15 ml 去離子水並振盪均勻，再以 micro-Kjeldahl 法進行蒸餾、滴定並換算氮之含量，單位為百

分比(%)。

(二)植體營養元素分析

將磨粉、完全乾燥後的樣品置入稱 0.5 g 樣品置於坩堝中，放入灰化爐內。先以 200℃ 加溫兩小時，繼以 400℃ 一小時，最後以兩小時 550℃ 使完全灰化，冷卻後取出。再加入 5 ml 2N HCl (Merck)將灰分溶解，並以去離子水將坩堝內之樣品完全洗下，經 Whatman No. 42 濾紙過濾並定量至 25 ml 後保存。分析同介質大量、微量元素測定。

六、統計分析

調查之數據採用 SAS 9.3 版套裝軟體 (SAS. Institue, Cary NC)中 ANOVA(Analysis of Variance)進行變方分析，以 Fisher's LSD 進行試驗中各處理均質之顯著差異性比較。

結 果

表 2 顯示，總孔隙度 (TP)在處理組中僅 CT₃₀之 85.7%顯著優於 Control 的 78.7%，其餘處理間無顯著差異。通氣孔隙度 (AFP)僅以 CT₁₀、Control 之 14.3、14.2%顯著優於 CT₃₀之 9.6%。容器含水量 (CC)僅 CT₂₀、CT₃₀之 75.5、75.8%顯著優於 Control 之 64.5%。總體密度 (BD)以 Control 之 0.21 g/mL 顯著優於處理組，處理組間則無顯著差異。

表 3 顯示，pH 僅 CT₁₀的 6.54 顯著高於 CT₀、CT₃₀的 5.99、6.11。EC 由 CT₂₀、CT₃₀之 2.16、2.29 mS/cm 顯著高於 Control、其他處理。CEC 以 Control 的 103.7cmol/kg 顯著優於處理組。種植前的總酚含量以 CT₃₀的 296.0 mg/kg 顯著高於 Control 的 159.5 mg/kg 及其他處理。

表 4 顯示，介質含有的可交換性養分，硝酸態氮、銨酸態氮、磷、鉀、鈣、鎂均以 CT₃₀顯著高於其它處理，分別為 22.0 mg/kg、41.1 mg/kg、0.20%、1.20%、1.15%、0.21%。對照的部份，僅有鈣的 1.15%顯著高於處理組。

表 5 顯示，介質含有的可萃取性養分，鐵以 CT₃₀、Control 的 96.9、108.5 mg/kg 顯著高於其它處理。鋅以 CT₃₀的 58.4 mg/kg 顯著高於 Control 的 6.5 mg/kg 及其他處理。錳為 CT₃₀的 41.3 mg/kg 顯著高於由 CT₀、Control 的 23.8、6.6 mg/kg，但和 CT₁₀、CT₂₀的 29.6、35.4 mg/kg 無顯著差異。銅以 CT₃₀ 7.7 mg/kg 顯著高於 Control 的 0.7 mg/kg 及其他處理。

表 2. 不同椰纖、番茄殘株混合比例之介質物理性。

Table 2. Physical properties of media with different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue.

	總孔隙度 (%)	充氣孔隙度 (%)	容器含水量 (%)	總體密度 (g/cm ³)
CT ₀ ^z	84.3 ab ^y	12.4 ab	71.9 ab	0.11 b
CT ₁₀	85.7 a	14.3 a	71.4 ab	0.11 b
CT ₂₀	85.3 ab	9.8 ab	75.5 a	0.11 b
CT ₃₀	85.4 ab	9.6 b	75.8 a	0.11 b
Control	78.7 b	14.2 ab	64.5 b	0.20 a

z: 椰土縮寫為 C，番茄殘株為 T，混合為百分比。Control 為泥炭與真珠石 8:2(v/v)混合。
y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

表 3. 不同椰纖、番茄殘株混合比例之介質化學性。

Table 3. Chemical properties in different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue.

	pH	EC (mS/cm)	CEC (cmol/kg)	總酚含量 (mg/kg)
CT ₀ ^z	5.99c ^y	0.43 c	21.1 b	184.2 c
CT ₁₀	6.54a	1.57 b	19.7 b	256.1 b
CT ₂₀	6.11bc	2.16 a	20.5 b	269.5 b
CT ₃₀	6.38ab	2.29 a	21.6 b	296.0 a
Control ^z	6.23abc	0.50 c	103.7 a	159.5 d

z: 椰土縮寫為 C，番茄殘株為 T，混合為百分比。Control 為泥炭與真珠石 8:2 (v/v)混合。
y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

表 4. 不同椰纖、番茄殘株混合比例之介質大量元素含量。

Table 4. Macro element content in different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue.

	P	K	Ca	Mg	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
	(%)				(mg/kg)	
CT ₀ ^z	0.03 e ^y	0.01 e	N.D.	N.D.	2.8 e	2.7 e
CT ₁₀	0.09 c	0.60 c	0.15 c	0.07 d	9.3 d	15.5 d
CT ₂₀	0.14 b	0.90 b	0.31 bc	0.14 c	15.6 b	28.3 a
CT ₃₀	0.20 a	1.20 a	0.46 b	0.21 a	22.0 a	41.1 b
Control ^z	0.03 d	0.12 d	1.15 a	0.17 b	13.2 c	25.7 c

z: 椰土縮寫為 C，番茄殘株為 T，混合為百分比。Control 為泥炭與真珠石 8:2 (v/v) 混合。

y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

表 5. 不同椰纖、番茄殘株混合比例之介質之微量元素含量

Table 5. Micro element content in different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue

	Fe	Zn	Mn	Cu
	(mg/kg)			
CT ₀ ^z	48.8c ^y	8.5d	23.8b	2.8d
CT ₁₀	64.8bc	25.1c	29.6ab	4.4c
CT ₂₀	80.9ab	41.8b	35.4ab	6.1b
CT ₃₀	96.9a	58.4a	41.3a	7.7a
Control ^z	108.5a	6.5e	6.6c	0.7e

z: 椰土縮寫為 C，番茄殘株為 T，混合為百分比。Control 為泥炭與真珠石 8:2 (v/v) 混合。

y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

表 6 顯示，受接種 (B) 影響顯著的有株高、葉面積、全株鮮重、地下部鮮重及全株乾重五項，除葉片數、地下部乾重外的其他調查項目均受試驗介質 (S) 影響顯著。莖徑的部份在接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，以 BControl 的 1.78 mm 顯著優於處理組。未接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，以 Control 的 1.89 mm 顯著優於處理組，CT₀ 的 1.68 mm 次之。株高的部份在在接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，以 BCT₃₀、BControl 的 2.70、2.92 cm 顯著優

於其他處理。未接種的處理以 Control 的 3.04 cm 顯著優於處理組，CT₀的 2.51 cm 次之。葉數在不論接種 *B. subtilis* 菌液的處理，處理組間均無差異顯著。葉面積在接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，以 BControl、BCT₀的 31.58、33.12 cm²顯著優於其他處理。而未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 Control、CT₀的 33.70、34.94 cm²顯著優於其他處理。

表 6. 甘藍苗於不同椰纖、番茄殘株混合比例及接種 *B. subtilis* 之生長情形。

Table 6. The growth of cabbage in media with different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue under the incubation with *B. subtilis*.

	莖徑 (mm)	株高 (cm)	葉片數 (No.)	葉面積 (cm ²)
BCT ₀ ^z	1.49 b ^y	2.35 ab	3.00 b	33.12 a
BCT ₁₀	1.26 c	0.68 c	2.00 bc	5.58 d
BCT ₂₀	1.49 b	1.94 b	3.00 b	15.97 c
BCT ₃₀	1.53 b	2.70 a	3.00 b	26.14 b
BControl ^z	1.78 a	2.92 a	4.00 a	31.58 a
CT ₀	1.68 b	2.51 b	3.00 b	34.94 a
CT ₁₀	1.33 c	0.69 d	3.00 b	7.58 c
CT ₂₀	1.37 c	1.26 c	3.00 b	11.03 c
CT ₃₀	1.37 c	1.18 c	3.00 b	21.81 b
Control	1.89 a	3.04 a	4.00 a	33.70 a
接種(B) ^x	N.S.	***	N.S.	*
試驗介質(S)	***	***	N.S.	***
B×S	***	***	N.S.	***

z: *B. subtilis* 之縮寫為 B，亦代表有無接種、椰土縮寫為 C，番茄殘株為 T，混合為百分比。

Control 為泥炭與真珠石 8:2 (v/v)混合。

y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

x: NS, *, **, *** : non-significant or significantly different at $p \leq 0.05, 0.01, \text{ or } 0.001$, respectively.

全株鮮重、地上部及地下部鮮重在接種 *B. subtilis* 菌液的處理中均以 BControl 優於其它處理。全株鮮重、地上部在未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，均以 Control 顯著優於其它處理。地下部鮮重未接種 *B. subtilis* 菌液的處理則以 Control 的 0.08 和 CT₀、CT₃₀ 的 0.07、0.06 g 無顯著差異。全株乾重在接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，以 BControl 的 0.11 g 顯著優於其它處理，BCT₃₀ 的 0.09 g 次之。未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 Control 的 0.12 g 顯著優於其它處理，CT₀、CT₃₀ 的 0.08、0.07 g 次之。地上部乾重在接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，以 BControl 的 0.10 g 顯著優於其它處理，BCT₀、BCT₃₀ 的 0.07、0.08 g 次之。未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 Control 的 0.10 g 顯著優於其它處理，CT₀ 的 0.07 g 次之。地下部乾重在不論接種 *B. subtilis* 菌液的處理中，處理組間均無顯著差異。

表 6. 甘藍苗於不同椰纖、番茄殘株混合比例及接種 *B. subtilis* 之生長情形(續)。

Table 6. The growth of cabbage in media with different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue under the incubation with *B. subtilis* (continued).

	鮮重(g)			乾重(g)		
	全株	地上部	地下部	全株	地上部	地下部
BCT ₀ ^z	0.73 d ^y	0.67 d	0.07 b	0.07 c	0.07 b	0.01 b
BCT ₁₀	0.15 d	0.13 d	0.03 c	0.02 d	0.01 c	0.00 b
BCT ₂₀	0.23 c	0.18 c	0.05 b	0.02 d	0.02 c	0.01 b
BCT ₃₀	0.87 b	0.82 b	0.05 bc	0.09 b	0.08 b	0.01 b
BControl ^z	1.09 a	0.96 a	0.12 a	0.11 a	0.10 a	0.02 a
CT ₀	0.77 b	0.70 b	0.07 ab	0.08 b	0.07 b	0.01 b
CT ₁₀	0.20 d	0.17 d	0.03 bc	0.02 c	0.02 d	0.00 b
CT ₂₀	0.15 d	0.13 e	0.03 c	0.02 c	0.01 d	0.00 b
CT ₃₀	0.72 c	0.66 c	0.06 abc	0.07 b	0.07 c	0.01 b
Control	1.10 a	1.03 a	0.08 a	0.12 a	0.10 a	0.02 a
接種(B) ^x	*	N.S.	*	*	N.S.	N.S.
試驗介質(S)	***	***	***	***	**	N.S.
B×S	***	**	***	***	N.S.	N.S.

z: *B. subtilis* 之縮寫為 B，亦代表有無接種、椰土縮寫為 C，番茄殘株為 T，混合為百分比。

Control 為泥炭與真珠石 8:2(v/v)混合。

y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

x: NS,*,**,*** : non-significant or significant different at $p \leq 0.05$, 0.01, or 0.001, respectively.

表 7 顯示，全株、地上部及地下部之乾物率均不受接種 *B. subtilis* (B)、試驗介質 (S) 顯著影響，亦無交感。壯苗指數 1 受 *B. subtilis* (B)、試驗介質(S)的影響顯著，且有交感。地上部乾物率不論是否接種 *B. subtilis* 菌液，BControl、Control 和處理組間均無顯著差異。地下部乾物率在接種 *B. subtilis* 菌液的處理，BControl 和處理組間均無顯著差異。未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，Control 和 CT₂₀、CT₃₀ 的 13.1、11.6 無顯著差異。壯苗指數 1 在接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 BControl 的 0.7 最佳。在未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 Control、CT₃₀ 的 0.7、0.9 最佳。壯苗指數 2 在接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 BCT₂₀ 的 651.9 顯著優於 BControl 及其他處理。在未接種 *B. subtilis* 菌液的處理，以 CT₂₀ 的 681.6 顯著優於 Control 及其他處理。試驗處理之甘藍生長狀況如圖 1 所示，以 BCT₃₀ 生長較佳。

表 7. 甘藍苗於不同椰纖、番茄殘株混合比例及接種 *B. subtilis* 之種苗指數。

Table 7. The seedling index of cabbage growing in media with different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue under the incubation with *B. subtilis*.

	乾物率(%)			壯苗指數	
	全株	地上部	地下部	1	2
BCT ₀ ^z	10.1a ^y	10.0a	11.8a	0.5b	450.3b
BCT ₁₀	10.3a	10.2a	11.4a	0.3c	358.2bc
BCT ₂₀	10.7a	10.2a	12.4a	0.2c	651.9a
BCT ₃₀	10.2a	10.0a	15.2a	0.5b	295.8c
BControl ^z	10.3a	10.0a	13.4a	0.7a	281.5c
CT ₀	10.1a	10.3a	8.1b	0.5b	449.5b
CT ₁₀	9.9a	9.8a	11.2b	0.4b	383.7b
CT ₂₀	10.7a	10.2a	13.1ab	0.2c	681.6a
CT ₃₀	10.3a	10.2a	11.6ab	0.9a	294.3c
Control	10.8a	9.8a	24.0a	0.7a	284.3c
接種(B) ^y	N.S.	N.S.	N.S.	***	N.S.
試驗介質(S)	N.S.	N.S.	N.S.	***	***
B×S	N.S.	N.S.	N.S.	***	N.S.

z: *B. subtilis* 之縮寫為 B，亦代表有無接種。椰土之縮寫則為 C，T 為番茄殘株之縮寫，縮寫中的數字則為混合之百分比。Control 為泥炭土與真珠石以 8:2(v/v)混合，做為對照。

y: Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at 5% level by Fisher's LSD test.

x: NS,*,**,*** : non-significant or significant different at p≤0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

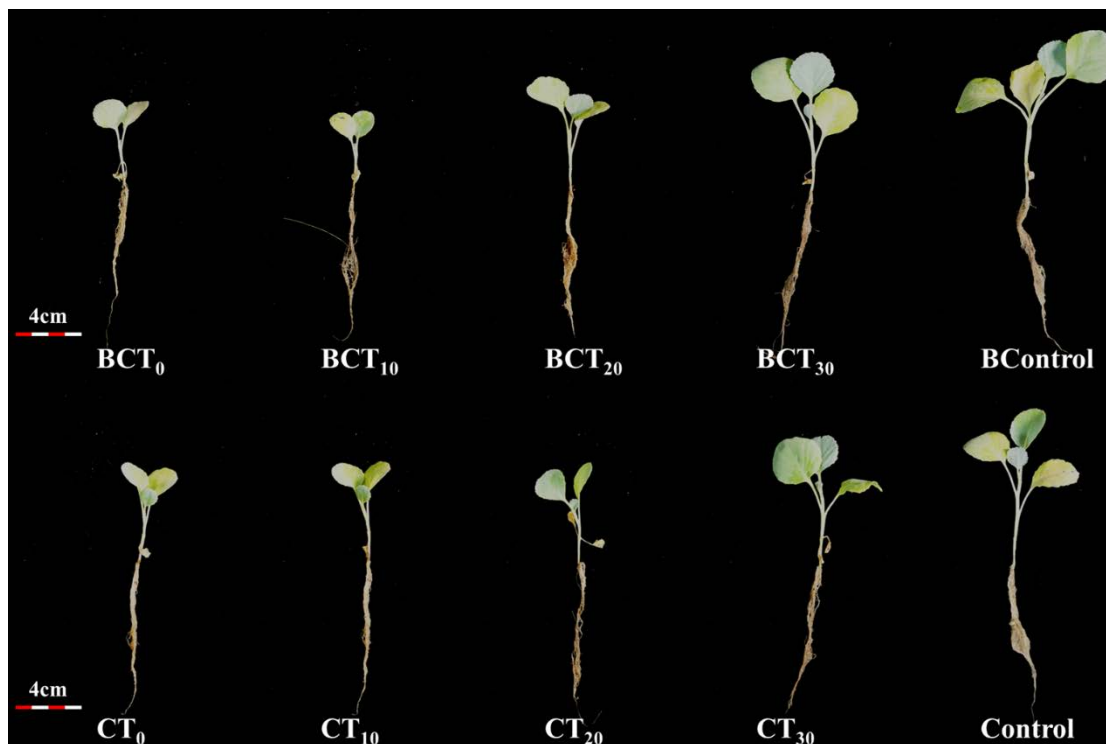


圖 1. 甘藍苗於不同椰纖、番茄殘株混合比例及接種 *B. subtilis* 之生長情形。

Fig 1. The growth of cabbage in media with different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue under the incubation with *B. subtilis*.

圖 2 顯示，全氮、磷、鉀、鈣、鎂在接種 *B. subtilis* 的處理組間以 BCT₂₀ 的 1.51%、0.53%、2.53%、2.34%、0.58% 高於 BControl 及其他處理。未接種 *B. subtilis* 的處理組以 CT₂₀ 的 1.55%、0.56%、2.49%、2.42%、0.60% 高於 Control 及其他處理。鋅、錳、銅、鐵在接種 *B. subtilis* 的處理組間以 BCT₂₀ 的 15.23、54.50、42.38、55.01 kg/mg 高於 BControl 及其他處理。未接種 *B. subtilis* 的處理組以 CT₂₀ 的 16.45、58.86、45.78、59.41 kg/mg 高於 Control 及其他處理。

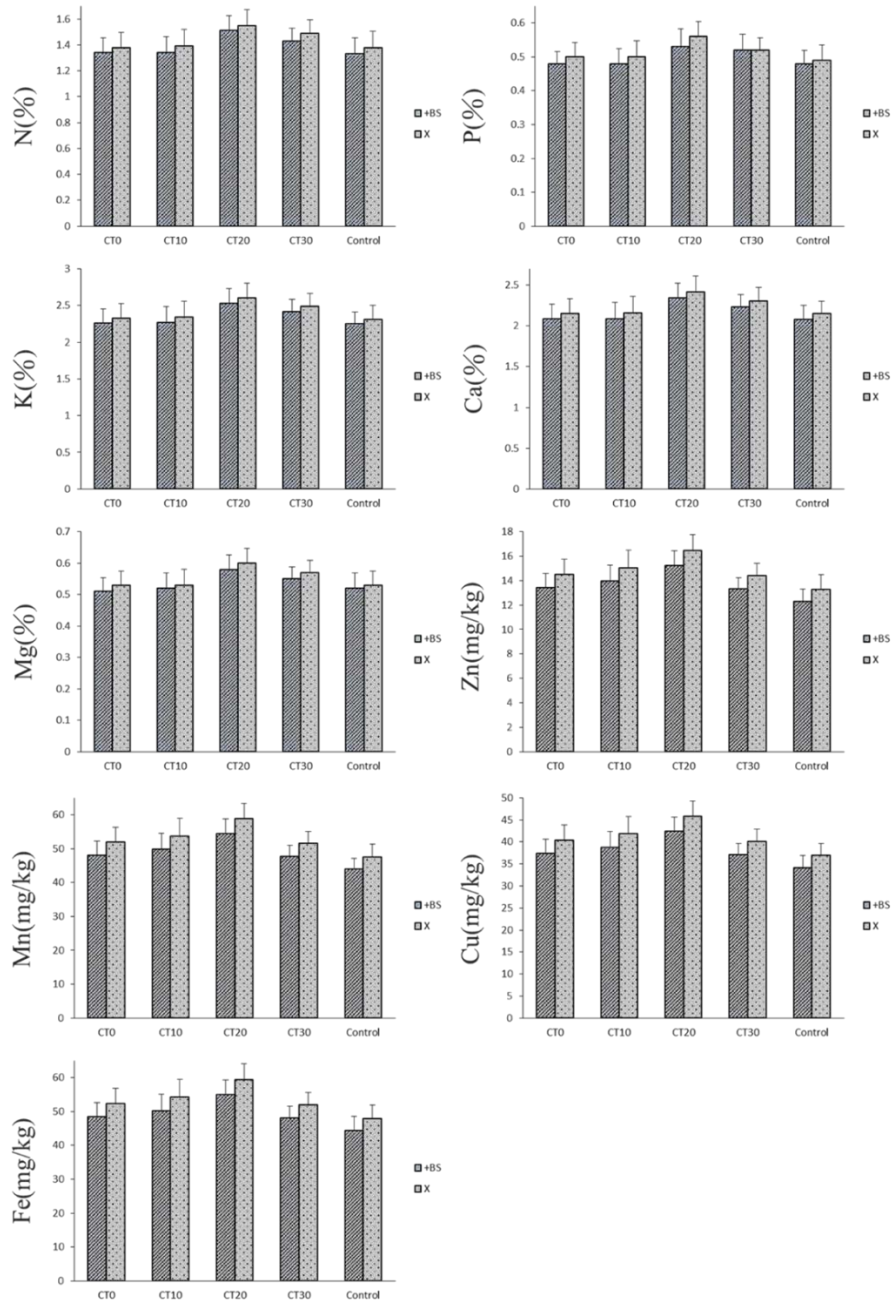


圖 2. 甘藍苗於不同椰纖、番茄殘株混合比例及接種 *B. subtilis* 之植體大量、微量元素含量。
Fig 2. Macro, micro element content of cabbage plant growing in different mixing ratio of coir dust and tomato plant residue under the incubation with *B. subtilis*. Bars indicated standard error of the mean.

討 論

椰土添加番茄殘株，分析其顯著性顯示甘藍之生長受試驗介質之顯著影響較大，且與微生物接種之因子有交感現象，因此可推知微生物的接種效果會受試驗介質之番茄殘株比例所影響。

王等 (2014)指出蔬菜廢棄物一般需要添加通氣性資材，楊 (2011)指出充氣孔隙度能直接影響到介質中氧氣的供應而能影響植株生長，介質之通氣孔隙至少要在 10-20% 以上。本試驗採用之番茄殘株為生產中之廢棄物，試驗介質之通氣性雖由 CT₀ 的 12.4% 降低到 CT₃₀ 的 9.6%，但均超過或接近 10%。胡(2006)指出，酚類化合物會影響種子之生理代謝，且種子發芽、酚類降解時都需要氧氣，碰到高酚類化合物的環境時容易因酚類降解時需要氧氣而使種子進入次級休眠、影響發芽，亦需考慮。

本次試驗之 EC 由 CT₀ 的 0.43 mS/cm 提高到 CT₃₀ 的 2.29 mS/cm，試驗介質的可交換性大量元素、微量元素均有增加的趨勢，其中又以鉀的增加最多，CT₃₀ 的可交換性鉀達 1.20%。一般蔬菜廢棄物的全氮含量為 2.02-5.69%，全磷含量為 0.29-3.25%，全鉀含量為 0.49-5.37%，又碳氮比(C/N)值多在 8-15 之間，與有機質肥料相當，因此容易分解而提高可溶性鹽類含量，可作為介質之營養源。pH 由 CT₀ 的 5.99 隨番茄殘株添加比例而提高到 CT₃₀ 的 6.38，pH 一般主要影響養分之有效性，大多數作物最適的 pH 介於 5.5-6.0 之間，最高不超過 7.0，因此可推知 pH 並非本次試驗之影響主要因素。本試驗介質之 CEC 在 19.7-21.6 cmol/kg 之間，均遠低於對照 (Control) 之 103.7 cmol/kg。又薛 (2000)指出育苗用穴盤，其介質養分會因穴格小而使緩衝力變差，在澆水的過程被淋洗掉，可知 CEC 並非本次試驗之影響因素。陳(2014)指出，番茄殘株之主要酚類為 gallic acid，快速處理後，總酚高達 3038 mg/kg，當其濃度由 250 提高到 500 mg/kg 時，番茄種子之發芽指數顯著降低。試驗結果顯示，酚類含量由 CT₀ 的 184.6 mg/kg 隨番茄殘株添加比例而提高到 CT₃₀ 的 296.0 mg/kg。酚類化合物可藉微生物經堆積腐熟來降低 (楊，2011)，Michalowicz 和 Duda (2007)則指出酚類的降解是微生物產生酵素後將酚類作為維持生理代謝所需的能源，即是將酚類化合物作為碳源 (Bertin, 2003)，Tuomela 等人 (2000)指出當微生物降解酚類衍生物-木質素等時，需要較高濃度的氮源。當番茄殘株添加比例較高時或可提供微生物較為充足的養分分解酚類化合物，進而改善甘藍之生長。

參 考 文 獻

- 王麗英、吳碩、張彥才、李若楠、陳麗莉。2014。蔬菜廢棄物堆肥化處理研究進展。中國蔬菜 6: 6-12。
- 胡普。2006。種子生物學。高等教育出版社。北京。
- 陳可薇。2014。番茄莖葉資源化再利用於蔬菜栽培之研究。國立中興大學園藝學系碩士論文。67pp。
- 楊秋忠。2011。台灣有機廢棄物的再利用：有機質肥料之生產及應用研究。中正農科基金會。205pp。
- 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。99pp。
- Bertin, C., X. Yang, and L. A. Weston. 2003. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant Soil* 256:67-83.
- Michałowicz, J. and W. Duda. 2007. Phenols transformations in the environment and living organisms. *Current Topics in Biophysics* 30:24-36.
- Tuomela, M., M. Vikman, A. Hatakka, and M. Itavaara. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technol.* 72: 169-183.

The Influence of Mixing Ratio of Tomato Plant Residue and Incubation with *Bacillus subtilis* in Coir Dust on Cabbage Seedling Growth

Cheng-wei Chen ¹⁾ Yu Sung ²⁾ Sheng-Lin Lin ³⁾

Key words: Coir dust, Tomato plant residue, *Bacillus*, Cabbage

Summary

The propose of this study was to apply coir dust and tomato plant residue, these media were mixed for plug seedling, Cabbage 'Gao Feng' was chosen as the experimental materials and all the experiments were done in the greenhouse. Tomato plant residue (TPR) were mixed with coirdust for investigating the influence on cabbage seedling growth. The results indicated that the air-filled porosity was reduced from 12.4% to 9.6% on CT₀ to CT₃₀; EC was reduced from 0.43 to 2.29 on CT₀ to CT₃₀ due to the increased mixing ratio of TPR. CT₃₀ was the highest on nitrate, ammonium, exchangeable phosphate, potassium, calcium, magnesium; extractable iron, manganese, zinc, copper in all the treatments, the content of phenolics was highest in 296.0 mg/kg as well. The growing media significantly promoted the effect of microbial on the growth of cabbage seedling. In *Bacillus subtilis*-incubated treatments, BCT₃₀ had the best result on the growth of cabbage, and CT₀ was the best in non-incubated treatments.

1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

3) Lecturer, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

