

木黴菌應用於茭白筍農業循環栽培之效果評估¹

王茗慧³、藍玄錦²、昌佳致²、朱盈儒⁴、王歆評⁴、謝禕宸⁴

摘 要

農業生產剩餘物富含醣類、有機碳、氮、磷、鈣及微量礦物質等，可供循環再利用，如能利用相關技術將其由廢棄物轉化可循環再利用，將可減少農業資源的浪費。根據木黴菌瓶內測試其分解茭白筍生產副產物之結果顯示，本場篩選之木黴菌，皆能有效降低生產副產物中總醣、澱粉及纖維素含量，其中以TCT-P001效果最佳，於處理後第14日，分別能降低總糖33.3%、澱粉46.9%及纖維素15.4%。以TCT-P001進行木黴菌菌液製作，應用於茭白筍田間栽培，於施用後第14日，總糖含量、澱粉含量及纖維素，相較於對照組可分別減少14%、24.3%及14%，並且能增加土壤有機質含量0.46%，茭白筍產量調查結果，處理組之推估總產量為每2,558.0 kg/0.1 ha，顯著高於對照組之2,153.6 kg/0.1 ha。本研究之木黴菌菌液製劑，可應用於茭白筍栽培之農業生產副產物之現地分解處理，並增加茭白筍之生產，進而提升農民之收益。未來期望藉由茭白筍栽培應用成功之操作模式，後續擴散運用於他項作物，使多數不易加值再利用之農業生產副產物，能夠現地處理，除了還肥於田，亦達到農業資源循環利用之目的。

關鍵字：木黴菌、生產剩餘物質、茭白筍

前 言

根據行政院主計總處統計，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，可供循環再利用。過去農民多隨意處置，如就地掩埋、燃燒，未有效再利用，如能利用相關技術將其由廢棄物轉化為可循環再利用的資源物質，將可減少農業資源的浪費⁽⁴⁾。木黴菌(*Trichoderma* spp.)屬於絲狀真菌類，是一種廣泛存在於環境中的腐生真菌，如土壤、空氣、植物殘骸枯枝落葉及各種醱酵物上，於植物根圈、葉片、種子及球莖表面可分離到⁽²⁾。植物細胞壁之主要成分為纖維素⁽¹³⁾，纖維素是由是以 $\beta(1\rightarrow4)$ 連接的 D-葡萄糖組成的多醣，是植物細胞壁的主要成分之一，亦為世界上最豐富的天然有機物，占植物界碳含量的 50%以上，一般木材中，纖維素含量可多達 40-50%，此外包含稻草、麥

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 1061 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 國立暨南大學附屬中學畢業生。

稈、甘蔗渣或多數植株殘體等，都是纖維素的豐富來源⁽²⁰⁾。植物體中之醣類及澱粉等，亦皆為大量的葡萄糖聚合而成之化合物⁽¹¹⁾，木黴菌為生產纖維分解酵素活性及相關醣類聚合物最強之菌種之一^(3,15)，可有效將有機物降解為礦物質達到農業循環利用之目的，於堆肥製作可縮短製作時程，相較於自然堆置需要四到五個月才能達到腐熟之階段，接種木黴菌後，可將時程縮短至一個月⁽⁸⁾。如利用棕櫚榨油後之生產剩餘物進行堆肥製作，接種綠木黴菌(*Trichoderma virens*)之處理組相較未接種之對照組，其完成時程縮短了 60.9%，經分析結果顯示，接種之處理組木聚醣酶(xylanase)及纖維素酶(cellulase)之活性皆顯著高於對照組⁽⁷⁾；橄欖果渣以白腐真菌(*Phanerochaete chrysosporium*)與哈氏木黴菌(*Trichoderma harzianum*)，進行處理 30 日後，其纖維素及木質素含量分別減少了 59.25%與 71.9%⁽¹²⁾，木黴菌(*Trichoderma* spp.)，會產生外切葡聚糖酶(exoglucanase, EXG)、內切葡聚糖酶(endoglucanase, EG)及 β -葡萄糖苷酶(β -glucosidase, BGL)等三種纖維素酶，為加快分解速度的關鍵^(3,6)。

茭白筍為南投縣埔里鎮重要之農產品項，具有極高之產值，然亦產生許多農業生產剩餘物質，如茭白筍葉(殼)。經由實地訪視，上述之生產剩餘物質多隨意棄置或是以露天燃燒之方式處理，造成環境汙染，然目前尚無有效且可大量處理之方式。近年來，臺中區農業改良場埔里分場篩選出 TCT-P001-004 等多株木黴菌株，部分菌株已完成鑑定(表一)。本研究之目的期望以本土所篩選之菌株評估分解茭白筍生產剩餘物質之效果，以作為後續農業生產剩餘物質循環利用技術開發之依據。

表一、臺中區農業改良場埔里分場所篩選出之木黴菌株

Table 1. *Trichoderma* strains screened by the Puli branch of Taichung DARES, COA

No.	Identification of strains	Type
TCT-P001	completed	<i>Trichoderma atroviride</i>
TCT-P002	not completed	<i>Trichoderma</i> spp.
TCT-P003	completed	<i>Trichoderma asperellum</i>
TCT-P004	not completed	<i>Trichoderma</i> spp.

材料與方法

一、木黴菌應用對茭白筍生產剩餘物質分解之效果評估

取新鮮之茭白筍殼生產剩餘物質，以清水洗淨並擦乾表面水分後，秤取鮮重 25 g，切取為約 5 cm 之長度大小，放入錐形瓶中，再加入 50 g 去離子水，用錫箔紙封口後，以桌上型高壓滅菌消毒鍋(HY-300S)進行殺菌，以確保後續木黴菌處理不受其他微生物干擾。接菌用菌種，以培養皿加入馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(potato dextrose agar, PDA)，進行培養，待其培養皿上之培養基佈滿孢子後，以 1 ml 無菌水將孢子自培養皿上洗出，進行鏡檢，調整菌數量至 10^4 spore/ml，取 0.2 ml 加入前述已

進行滅菌之茭白筍生產剩餘物質。處理菌種分別為TCT-P001、TCT-P002、TCT-P003及TCT-P004，對照組以無菌水進行處理，每處理三重複。於處理第7及第14日時，取樣烘乾磨粉並進行碳水化合物及纖維素分析，比較其分解速度。以處理之第0日為100%基準，而後再以處理後第7與14日之數據除第0日之數據，以百分比呈現。

(一)碳水化合物分析

1.全可溶性糖之測定

採用Doris (1956)之測定方法⁽¹⁰⁾，精稱0.1 g之樣品粉末加入10 ml去離子水，在30°C水浴中震盪3小時，取出後在室溫下以1000 xg離心10分鐘，取上層液過濾後測定全可溶性糖之含量，殘渣置於70°C烘箱烘乾，待完全乾燥後取出測定澱粉含量。取上述過濾後之上清液稀釋後，再取2 ml稀釋液加入0.1 ml 90%石炭酸(liquid phenol)及6 ml濃硫酸混合均勻，靜置30分鐘，以分光光度計490 nm波長下，測定吸光值，標準曲線以0.5 $\mu\text{mole/ml}$ D-glucose配製，單位以%表示。

2.澱粉之測定

將上述烘乾之殘渣加入2 ml去離子水，放入沸水中煮15分鐘，取出後迅速冷卻，加入2 ml 9.2 N HClO₄混合均勻，再加入6 ml去離子水，並以1000 xg離心10分鐘，抽取糖液定量如1.法並換算成澱粉濃度。

(二)纖維素測定

依據Updegraff (1969)以及Viles(1949)等人之文獻^(20,21)，再依據纖維素之化學組成，進行修改應用。取0.1 g樣本，加入60% H₂SO₄ 30ml，靜置30分鐘後，再以60% H₂SO₄進行定量至50 ml，均勻搖晃後以1號濾紙進行過濾。取2.5 ml濾液加入47.5 ml去離子水(需於冷水浴中進行)。取1 ml溶液於試管中，加入0.25 ml 2%蒽酮試劑，再加入4.75 ml濃H₂SO₄後搖晃均勻，靜置12分鐘，以分光光度計620 nm波長下，測定吸光值。將測定值帶入以纖維素標準品製作之標準曲線，即可得出樣品中纖維素含量。

二、木黴菌應用對茭白筍田間栽培及生產剩餘物質分解之效果評估

田間施用之木黴菌菌液係以乳清蛋白3 kg、小麥胚芽粉2 kg、海草粉2 kg、矽藻土2 kg、糖蜜10 kg、甲殼素150 g及水100 L進行混和後，再添加10 g之木黴菌菌種進行發酵製作，約10-14日後檢測其菌數，達 10^7 spore/ml即可使用。茭白筍栽培試驗期間為2021年1月上旬至6月中旬，於栽種前進行處理，以每20 L/0.1ha之施用量進行田區處理，施用前將出水口處之高度墊高20 cm避免田區水溢出，將菌液以安裝開關閘之塑膠桶，順入水口處流入，控制流速以每分鐘不超過1 L之流速施用完畢，避免倒入過快，導致分布不均。施用完畢後，於隔日再將出水口處墊高之高度，降為原先之高度。於施用後第7與第14日時，進行田區生產剩餘物質之取樣，於田區隨機取樣9重複，每1重複1樣本，以未施用木黴菌菌液之田區作為對照組，分析其碳水化合物及纖維素，以比較田區應用之效

果，含量之數據以處理之第0日為100%基準，而後再以處理後第7與14日之數據除第0日之數據後，以百分比呈現。

後續於田區耕犁前進行土壤取樣，田區隨機取樣9重複，每重複1樣本，分析比較處理與未處理之土壤養分差異。茭白筍於5月中旬進入採收期，進行植株性狀調查及植體元素分析，取樣方式為每處理隨機抽取5小區，每小區4橫茭白筍植株，進行株高與有效分蘗數調查，每橫採收10支茭白筍調查帶殼筍重、剝殼筍重及筍長等性狀。並進行植體養分分析。總產量比較則為田區內隨機選抽取5小區，每小區為3 m × 3 m，進行其總收成筍量統計後，換算為0.1 ha之量，再進行統計分析。

1. 土壤化學分析方法

將土壤經風乾後，以2 mm篩土網過篩，進行測定。介質EC及pH用水：土(1:5)萃取後，以電極法測定，有機質含量採用Walkey-Black法測定⁽²²⁾，有效性磷用Bray No.1方法⁽⁹⁾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1 N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^(16,17,23)。

2. 植體養分分析方法

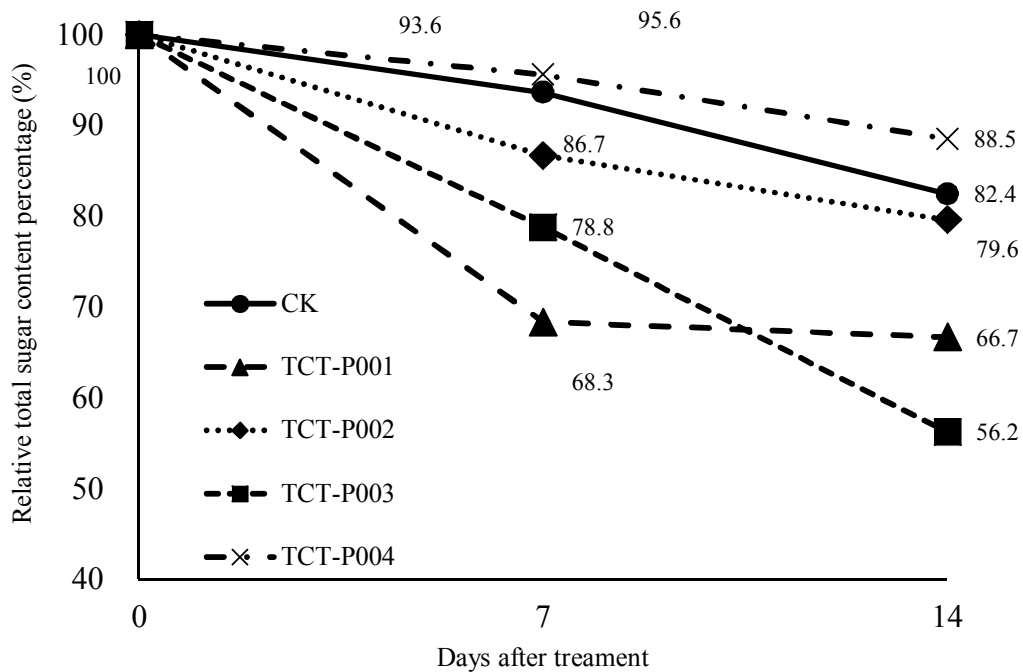
於茭白筍採收期進行植體採樣，樣品經烘乾磨粉後，將植體樣本以濃硫酸與雙氧水⁽¹⁸⁾消化分解，氮用微量擴散法測定⁽¹⁴⁾，磷用比色法定量⁽¹⁹⁾，鉀用火焰光度計測定(Sherwood flam photometer 410)，鈣與鎂則用原子吸收光譜儀(Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000)分析。微量元素銅、錳、鋅及鐵以1 N鹽酸抽出⁽²³⁾，再以原子吸收光譜儀進行分析^(16,17)。

結果與討論

一、木黴菌對茭白筍生產剩餘物質分解之效果評估

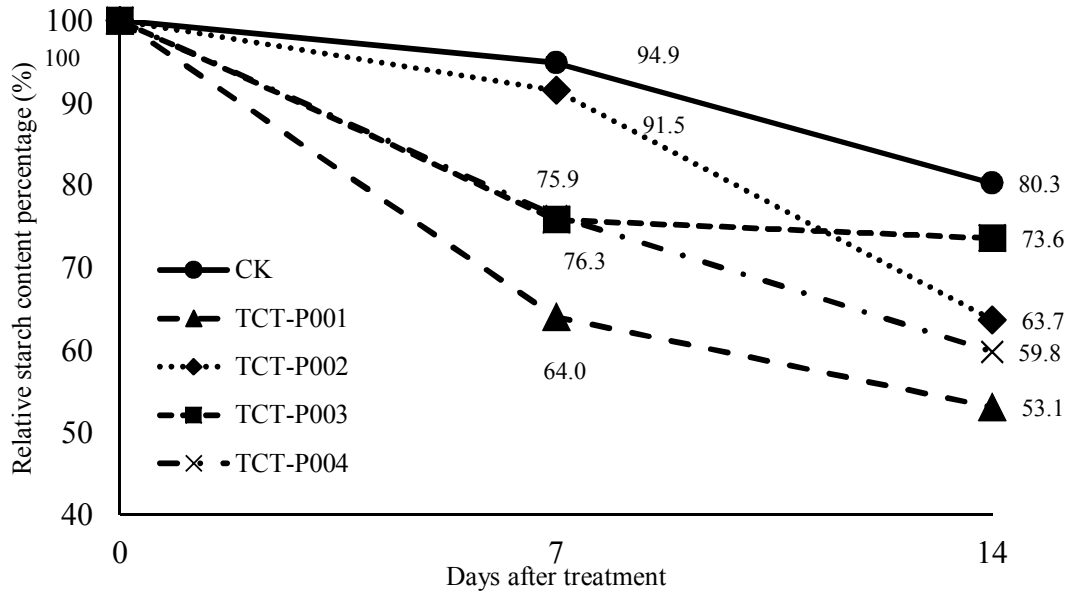
根據圖一結果顯示，相較於未接菌的對照組，經木黴菌TCT-P001、TCT-P002及TCT-P003處理後第7日，茭白筍殼中的全可溶性糖含量減少皆較對照組多，其中以TCT-P001最為明顯減少31.7%。在接菌後14日，以TCT-P003減少43.8%最多，TCT-P002亦有減少，TCT-P001無明顯下降趨勢，與第7日相比，僅再減少1.6%，TCT-P004雖有下降，但整體僅下降11.5%，少於對照組的17.6%；澱粉含量比較結果顯示(圖二)，於接菌第7日，四個接菌處理組，下降率皆較對照組之5.1%多，其中以TCT-P001下降36.0%最多，其次為TCT-P003之24.1%與TCT-P004之23.7%，TCT-P002，下降幅度最小，僅8.5%。第14日調查分析，所有菌種處理之澱粉含量減少量皆都低於對照組19.7%，其中以TCT-P001之澱粉含量減少量46.9%最多，而後分別依序為TCT-P004之40.2%、TCT-P003之36.3%及TCT-P002之36.4%；4個接菌處理組於第7日之纖維素含量之減量率皆較對照組1.58%多(圖四)，其中以TCT-P001之14.6%最多，而後為TCT-P004之7.8%、TCT-P003之5.8%及TCT-P002之3.7%。第14日分析結果，TCT-P001及TCT-P003之纖維素含量率最少，相較於處理第0日，其分別減少15.4%及15.7%

之纖維素含量，然TCT-P001於第7至第14日下降幅度不大，僅下降0.8%，而TCT-P003原於第7日之下降量僅優於TCT-P002，但於第7日至第14日間，其纖維素含量率快速下降，至第14日則與TCT-P001無呈現明顯差異。生產剩餘物質分解包括破碎、淋溶及分解代謝過程，這是一種複雜的物理、化學及生物作用。分解過程可分為快速分解與緩慢分解兩階段⁽¹⁾，快速分解階段主要分解新鮮有機質、可溶性有機物以及無機鹽類，並由原生動物、微生物同化作用及土壤滲透作用所致，主要是受到環境因子所控制；緩慢分解階段主要分解前期所殘留難分解之枯落物如木質素、纖維素、酚類或芳香族化合物等，分解過程受到真菌、細菌及放線菌分解。而木黴菌能夠快速占領生長空間，吸收所需營養，利用茭白筍殼中的碳水化合物供自行生長，以減少茭白筍殼中的總醣、澱粉及纖維素的含量。四菌種處理下，對茭白筍生產剩餘物質皆有分解之效果，且皆較無菌種處理之對照組分解快，然經由整體比較後TCT-P001之分解效果最佳，故後續將以其進行大量液態發酵後，進行田間實際應用，以評估其後續產業應用之可行性。



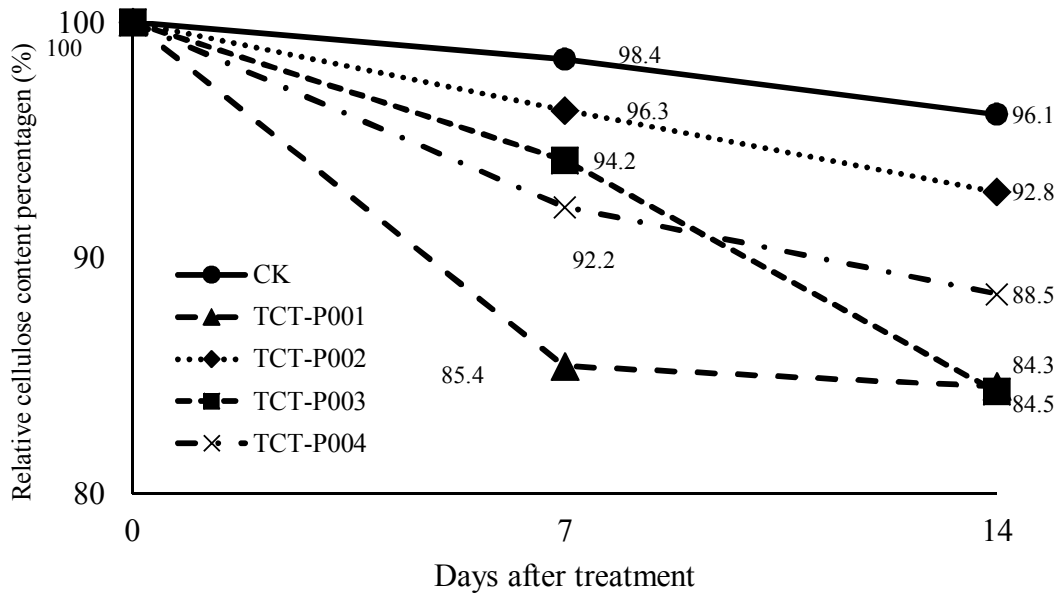
圖一、茭白筍生產剩餘物質處理木黴菌後之全可溶性糖含量相對百分比。

Fig. 1. The total sugar content(TSC) of the field production residues of water bamboo shoots treated with *Trichoderma*. (n=3).



圖二、茭白筍生產剩餘物質處理木黴菌後之澱粉含量相對百分比。

Fig. 2. The starch of the field production residues of water bamboo shoots treated with *Trichoderma*. (n=3).



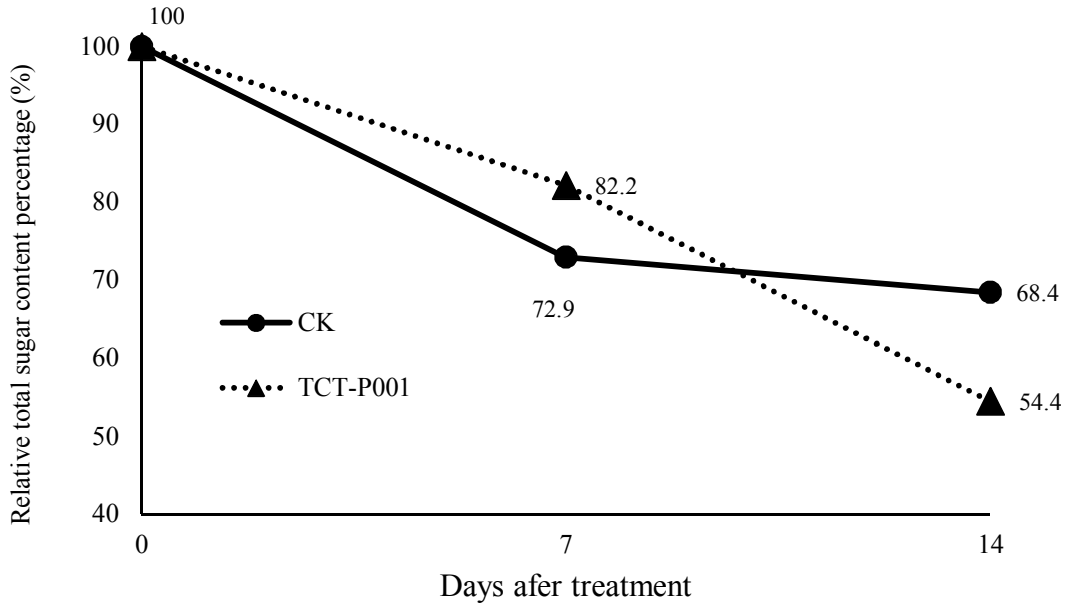
圖三、茭白筍生產剩餘物質處理木黴菌後之纖維素含量相對百分比。

Fig. 3. The cellulose of the field production residues of water bamboo shoots treated with *Trichoderma*. (n=3).

二、木黴菌對茭白筍田間栽培及生產剩餘物質分解之效果評估

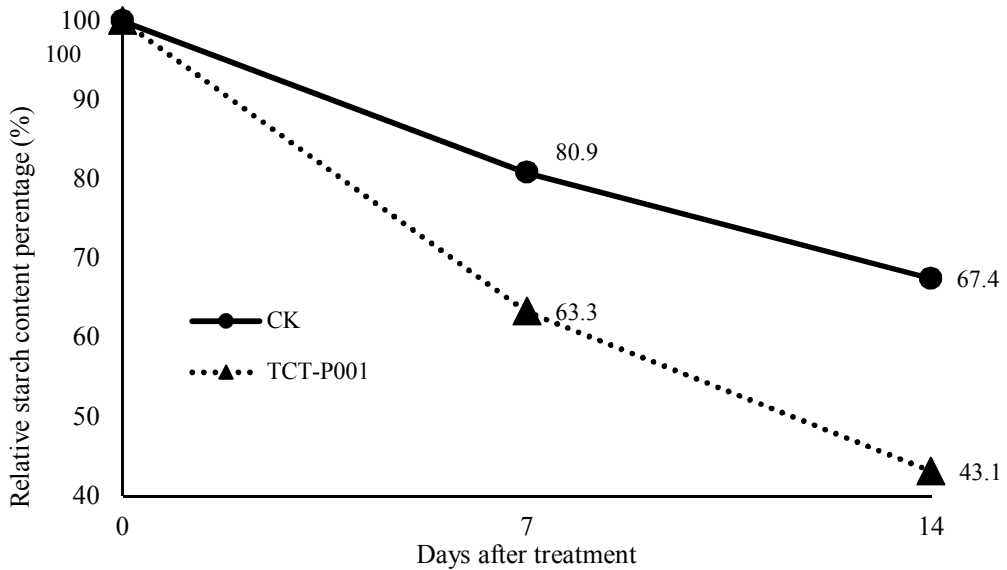
經由前一試驗篩選出對於茭白筍生產剩餘物質分解效果較佳之TCT-P001，將其以乳清蛋白3 kg、小麥胚芽粉2 kg、海草粉2 kg、矽藻土2 kg、糖蜜10 kg、甲殼素150 g、水100 L之比例進行混和後，再添加10 g之木黴菌TCT-P001菌種，進行發酵製作。產製出之木黴菌液態分解製劑應用於茭白筍田間栽培，於施用後第7日對生產剩餘物質內全可溶性糖含量變化結果顯示(圖四)，TCT-P001與對照組皆有下降之趨勢，但TCT-P001之下降幅度17.8%少於對照組之27.1%，然於施用後第14日可看出對照組之全可溶性糖含量減少趨緩，而TCT-P001則減少之趨勢較多，以致最終TCT-P001之處理在全可溶性糖含量之減少量45.6%較對照組31.6%多；應用後對田間茭白筍生產剩餘物質中澱粉含量之變化(圖五)，處理TCT-P001後之第7日，其澱粉含量減少36.7%明顯少於對照組之19.1%，並且持續下降，隨著施用後日數來到第14日時，其兩者之差距更為明顯，分別為TCT-P001下降56.9%，對照組下降32.6%；纖維素含量變化之結果(圖六)，處理TCT-P001之組別於第7日共下降13.6%，對照組僅3.5%。第14日時，處理組之纖維素含量共減少18.7%，而對照組則僅減少4.7%。

於田間測試實際應用後，除了評估生產剩餘物質之分解外，亦進行施用有無對茭白筍栽種田區之土壤養分是否有影響之調查，經取樣分析結果顯示(表二)處理TCT-P001木黴菌菌液後，其土壤有機質含量為3.96%顯著高於對照組之3.40%，除此之外，處理組之土壤中，鈣(Ca)與鎂(Mg)的含量為279.6及58.8%，亦顯著高於對照組之250.4及47.0%。而在pH值、EC值、氮(N)、磷(P)及鉀(K)等，處理組及對照組皆無顯著性差異；茭白筍採收後進行其性狀調查(表三)，在株高及有效分蘗上，處理組為195 cm、20.8支，高於對照組之182.3 cm、18.9支，然兩者間無顯著性差異。平均單筍重，處理組為91.5 g，顯著高於對照組之80.3 g，進行外葉剝除後，測量其筍肉之重量及筍長度，處理組分別為59.8 g及14.1 cm，兩性狀數據皆顯著優於對照組之49.2 g及13.2 cm。總產量比較上，處理組為2558 kg/0.1 ha，顯著優於對照組之2153.6 kg/0.1 ha；植體元素分析(表四)，處理組在氮(N)、磷(P)、鈣(Ca)及鎂(Mg)之含量分別為1.15、0.24、0.72及0.21%，皆顯著高於對照組之0.90、0.18、0.26及0.14%。兩者之鉀含量分別為2.36與2.35%，無顯著差異。藍等人曾利用固態堆肥型之微生物分解製劑於茭白筍栽種，其目的為加速栽培過程中所產生之老葉或病害葉分解，避免發酵腐爛過程中產生厭氧性細菌阻礙根部呼吸以及減少病媒蟲害繁殖之棲所，克服栽種之問題，亦有農業循環之目的，且於該試驗之結果亦顯示，利用微生物分解製劑，可增加茭白筍之產量並提升農民之收益⁽⁵⁾。



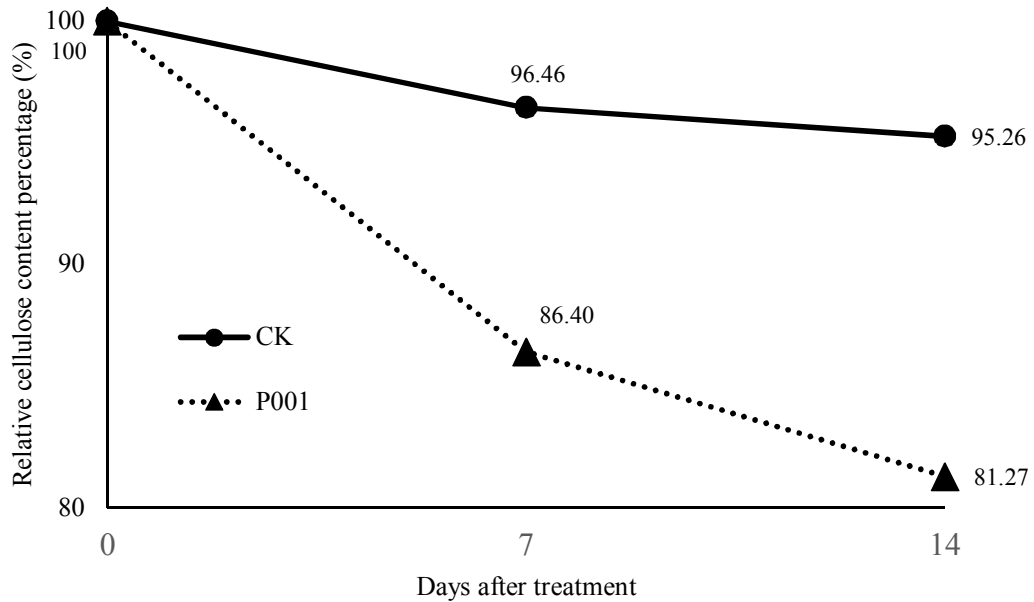
圖四、茭白筍生產剩餘物質處理木黴菌TCT-P001後之全可溶性糖含量相對百分比。

Fig. 4. The total sugar content(TSC) of the field production residues of water bamboo shoots treated with *Trichoderma* TCT-P001.



圖五、茭白筍生產剩餘物質處理木黴菌 TCT-P001 後之澱粉含量相對百分比。

Fig. 5. The starch of the field production residues of water bamboo shoots treated with *Trichoderma* TCT-P001.



圖六、茭白筍生產剩餘物質處理木黴菌 TCT-P001 後之纖維素含量相對百分比。

Fig. 6. The cellulose of the field production residues of water bamboo shoots treated with *Trichoderma* TCT-P001.

表二、茭白筍處理木黴菌 TCT-P001 後對土壤元素含量之影響

Table 3. The effects of *Trichoderma* TCT-P001 on soil nutrients content of water bamboo

Treatments	pH (1 : 5)	EC	O.M (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
CK	4.97 a ¹	0.06 a	3.40 b	0.23 a	114.60 a	67.00 a	250.40 b	47.00 b
T	5.07 a	0.05 a	3.96 a	0.27 a	100.60 a	72.60 a	279.60 a	58.80 a

¹ Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by T-test difference at $p \leq 0.05$.

表三、茭白筍處理微生物後對茭白筍產量性狀之影響

Table 4. The effects of *Trichoderma* TCT-P001 on yield and crop characteristics of water bamboo

Treatments	Plant high (cm)	Tiller (No.)	Average shoot weight (g)	Edible shoot weight (g)	Edible shoot length (cm)	Yield (kg/0.1ha)
CK	184.5 a ¹	18.9 a	80.3 b	49.2 b	13.2 b	2153.6
T	193.0 a	20.8 a	91.5 a	59.8 a	14.1 a	2558.0

¹ Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by T-test difference at $p \leq 0.05$.

表四、茭白筍處理木黴菌 TCT-P001 後對植體元素含量之影響

Table 2. The effects of *Trichoderma* TCT-P001 on plant nutrients content of water bamboo

Treatments	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
CK	0.90 b ¹	0.18 b	2.36 a	0.26 b	0.14 b
T	1.15 a	0.24 a	2.35a	0.72 a	0.21 a

¹ Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by T-test difference at $p \leq 0.05$.

結 論

本研究之木黴菌菌液製劑，可應用於農業生產剩餘物質之現地分解處理，經試驗結果顯示，應用於茭白筍栽培上可快速分解植株殘體，還肥於田，並增加茭白筍之產量，進而提升農民之收益，且能減少茭白筍生產剩餘物質原衍生之露天燃燒及促進病蟲害孳生等問題。農業生產過程中，往往產出許多包括果樹枝條、稻稈、殘株及修剪莖葉等生產剩餘物質，上述農業生產剩餘物質體積大運輸不易，且可再加值之利用性較低，往往被隨意棄置、露天燃燒或現地掩埋，故易造成環境汙染，且自然環境下分解速度較慢，亦容易造成病蟲害孳生。期望藉由茭白筍栽培應用成功之操作模式，後續擴散運用於他項蔬菜、果樹或水稻等糧食作物，使多數不易加值再利用之農業生產剩餘物質，能夠現地處理，除還肥於田，亦達到農業資源再利用循環之目的。

參考文獻

1. 江博能、余瑞珠、鄒裕民、王亞男 2011 溫度及添加量對新鮮葉片養份分解影響。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 25: 103-111。
2. 陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯 2014 木黴菌在作物病害防治的開發與應用 p.97-115 農業生物資材產業發展研討會專刊。
3. 謝介德 2011 快速篩選分解農業廢棄物之木黴菌 國立虎尾科技大學生物科技研究所碩士論文。
4. 藍玄錦 2019 談循環農業 臺中區農業專訊 107: 3-4。
5. 藍玄錦、王茗慧、潘依玲、曾喬庸、陳俊位 2020 魚茭共生友善環境經營模式示範及效益評估 行政院農業委員會水產試驗所特刊 第29號 55-66。
6. Ahmed, S., A. Bashir, H. Saleem, M. Saadia, and A. Jamil. 2009. Production and purification of cellulose-degrading enzymes from a filamentous fungus *Trichoderma harzianum*. Pak. J. Bot. 41: 1411-1419.

7. Amira, R.D., A.R. Roshanida, M.I. Rosli, M.S.F. Zahrah, J.M. Anuar, and C.N. Adha. 2011. Bioconversion of empty fruit bunches (EFB) and palmoilmill effluent (POME) into compost using *Trichoderma virens*. *Afr. J. Biotechnol.* 10: 18775-18780.
8. Biswas D.R. and Narayanasamy G. 2002. Mobilization of phosphorus from rock phosphate through composting using crop residue fertilizer. *News B.* pp. 53-56.
9. Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
10. Doris, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
11. Fry, S. C. 1989. *The Structure and functions of xyloglucan.* *Journal of Experimental Botany.* 40: 1-11.
12. Haddadin, M.S., J. Haddadin, O. I. Arabiyat, and B. Hattar, B. 2009. Biological conversion of olive pomace into compost by using *Trichoderma harzianum* and *Phanerochaete chrysosporium*. *Bioresour. Technol.* 100: 4773-4782.
13. Kadam, K. L., L. H. Forrest, and W. A. Jacobson. 2000. *Rice straw as a lignocellulosic resource: collection, processing, transportation, and environmental aspects.* *Biomass & Bioenergy* 18: 369-389.
14. Keeney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic form. p.659-663. In: Page A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd edition. ASA, Madison, Wisconsin.
15. Kubicek, C. P. 1992. The cellulose proteins of *Trichoderma reesei*: structure, multiplicity, mode of action and regulation of formation. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 45: 1-27.
16. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. P225-246. In: Page, A.L., H. Miller, and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
17. 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.
18. Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata*, needles. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 11: 175-188.
19. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Academic Press, Inc., New York.
20. Updegraff, D. M. 1969. *Semimicro determination of cellulose in biological materials.* *Analytical Biochemistry.* 32: 420-424.
21. Viles, F. J. Jr, and L. Silverman. 1949. Determination of starch and cellulose with anthrone. 21. 8: 950-953.

22. Walkley A. and Black I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci* 37: 29-38.
23. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. Procedures for routine analysis of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, potassium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. p. 27-34. In: Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez (eds.). *Laboratory manual for physiological studies of rice*. IRRI. Philippines.

Evaluation of the Effect of *Trichoderma* in Agricultural Cycle Cultivation of Water Bamboo (*Zizania latifolia* Turcz)¹

Ming-Hui Wang³, Hsuan-Chin Lan² and Chia-Chih Chang²,
Ying-Ru Chu, Hsin-Ping Wang and Yi-Chen, Hsieh

ABSTRACT

Agricultural production residues are rich in sugars, organic carbon, nitrogen, phosphorus, calcium and micro minerals, etc., which can be recycled and reused. If relevant technologies can be used to convert waste into recyclable resources, the waste of agricultural resources will be reduced. According to the test results of *Trichoderma* fungus decomposing the production residue of water bamboo in the bottle, the *Trichoderma* screened by this site can effectively reduce the total sugar, starch and cellulose content in the production residue. After the overall evaluation, the effect of TCT-P001 is the best, on the treatment 14 day after , can reduce total sugar by 33.3%, starch by 46.9% and cellulose by 15.4%. After the preparation of TCT-P001 *Trichoderma* microbial agents, it was applied to the field cultivation of water bamboo. The total sugar content, starch content and cellulose could be reduced 14%, 24.3%, 14%, that can increase soil organic matter content 0.46% on the 14 days after treatment. The total yield of the treatment was 2558.0 kg per 0.1 hectare, which was significantly higher than the control 2153.6 kg. The *Trichoderma* microbial agents in this study can be applied to the on-site decomposition and treatment of agricultural production residues in the cultivation of water bamboo, and increase the production of water bamboo. In the process of agricultural production, part of the production surplus is bulky and difficult to transport, and the availability of revaluation is low. It is often disposed of by random disposal, open burning or on-site burial. However, this method is likely to cause environmental pollution. Moreover, the decomposition rate in the natural environment is slow, and it is also easy to cause the diseases and insect pests. In the future, it is hoped that the successful operation mode applied in the cultivation of water bamboo will be spread and applied to other crops In addition to returning fertilizer to the field, it also achieves the goal of agricultural recycle.

Keywords: *Trichoderma*, Production surplus, Water bamboo.

¹ Contribution No.1061 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, of Taichung DARES, COA.

³ Research Assistant, of Taichung DARES, COA.

⁴ Graduate of The Affiliated Senior High School of National Chi Nan University.

