

木黴菌應用於葡萄枝條處理及田間效果評估¹

藍玄錦^{2*}、昌佳致²、許晴情²、王茗慧³

摘 要

國內葡萄栽培面積約2,500公頃，中部中彰投地區即占8成以上。每年葡萄園每公頃整枝修剪產生的枝條約6-18公噸，枝條如何有效去化成為葡萄產業多年來無法完全克服的問題。本研究透過葡萄枝條現地粉碎後再施用木黴菌，探討其是否能加速分解，達到還肥於田之效果。試驗結果顯示，兩試驗田區於處理後第42日，處理組與對照組之枝條全醣、澱粉及纖維素含量差異分別為大村試驗田區28.1%、27.9%及19.1%，溪湖試驗田區則為26.7%、27.9%及31.8%，經木黴菌處理確實能加速分解葡萄生產後之剩餘枝條。大村試驗田區之土壤有機質含量在經過枝條粉碎並添加木黴菌處理後為3.00%，顯著高於處理前及清園處理之2.75%及2.73%。溪湖試驗田區之土壤有機質含量經現地處理後為1.58%，略高於處理前之1.52%，但無顯著性差異。果實園藝性狀比較結果，大村試驗田區現地處理後進行木黴菌施用之單果串重量為302.1 g，顯著高於無施用木黴菌及清園處理之273.6 g及255.8 g。溪湖試驗田區因農友之田區栽培管理限制，故僅比較現地粉碎後添加木黴菌及無添加木黴菌之果實採收園藝性狀，在現地粉碎後施用木黴菌為275.7 g/串，雖高於無施用木黴菌之262.9 g/串，但兩者無顯著性之差異。透過本研究之結果顯示，葡萄枝條現地粉碎後添加木黴菌之方法，確實可加速葡萄枝條分解，有助於田間表土有機質含量增加。本試驗結果可供作葡萄農友於枝條處理時選擇方式之一，期望藉由葡萄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剩餘物質，皆能現地處理，除還肥於田外，亦達到農業循環之目的。

關鍵字：木黴菌、生產剩餘物質、葡萄枝條

前 言

根據行政院主計總處統計資料顯示，臺灣每年產生約 500 萬公噸之農業生產剩餘物。部分農業生產剩餘物富含有機碳、氮、磷、鉀、鈣、鎂及微量礦物質等作物生長所必須之元素，可供循環再利用。過去多就地掩埋或露天燃燒，未能有效再利用，如可利用相關技術將其由廢棄物轉化為可循

¹ 農業部臺中區農業改良場研究報告第 1089 號

² 農業部臺中區農業改良場助理研究員

³ 農業部臺中區農業改良場研究助理

*通訊作者E-mail:lanhc@tcdares.gov.tw

環再利用的資源物質，將可減少農業資源的浪費(藍，2019)。木黴菌(*Trichoderma* spp.)屬絲狀真菌類，是廣泛存在於環境中的腐生真菌，土壤、空氣、植物殘骸枯枝落葉及各種發酵物上，皆可發現其蹤跡，於植物根圈、葉片及種子等皆可分離到(陳等人，2014)。植物細胞壁之主要成分為纖維素(Kadam, 2009)，由 $\beta(1\rightarrow4)$ 連接的 D-葡萄糖組成的多醣(Updegraff, 1969)，亦為世界上最豐富的自然有機物，占植物界碳含量 50% 以上，一般木材中，纖維素的含量可高達 40~50%，此外如稻草、麥稈、甘蔗渣及多數植株殘體等，皆是纖維素的豐富來源。植物體中之醣類及澱粉等，亦為大量的葡萄糖聚合而成之化合物(Fry, 1989)；謝 (2011) 及 Kubicek (1992) 皆指出，木黴菌為生產纖維分解酵素活性及相關醣類聚合物最強的菌種之一；木黴菌可有效將有機物分解並降解為礦物質達到農業循環利用之目的，於堆肥製作中可縮短製作時程，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(Biswas & Narayanasamy, 2002)。以木黴菌處理農業剩餘物已有不少產業應用案例，例如棕櫚油(Amira *et al.*, 2011)、橄欖油(Haddadin *et al.*, 2009)及茭白筍(王，2023)之剩餘物質。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*)後，相較未接種之對照組，其完成時程可縮短 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(Amira *et al.*, 2011)；橄欖果渣以白腐真菌(*Phanerochaete chrysosporium*)及哈氏木黴菌(*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% 及 71.9% (Haddadin *et al.*, 2009)；木黴菌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(謝，2011；Ahmed *et al.*, 2009)。王等人(2023)之文獻指出，以木黴菌 TCT-P001 應用於茭白筍田間生產後之剩餘物質處理(老葉、筍殼等)，於處理後第 14 日，能降低剩餘物質中全醣 33.3%、澱粉 46.9% 及纖維素 15.4% 之含量。以 TCT-P001 木黴菌之菌液應用於茭白筍田間栽培，於施用後第 14 日，處理組之茭白筍老葉、筍殼等生產剩餘物質全醣含量、澱粉含量及纖維素，相較於對照組可多減少 14%、24.3% 及 14%，並且能增加土壤有機質含量 0.46%，處理組之總產量為 2,558.0 kg/ 0.1ha，顯著高於對照組之 2,153.6 kg/ 0.1ha，顯示將木黴菌導入茭白筍循環栽培模式是可行的。

國內葡萄栽培面積約 2,500 公頃，中部中彰投地區即占 8 成以上。每年葡萄園每公頃整枝修剪產生的枝條約 6-18 公噸，多以垃圾、焚燒方式處理，然近年因地方清潔隊不再清運，農友私下焚燒易造成空污，衍生環保及健康疑慮。本研究之目的期望以王等人(2023)提出茭白筍循環栽培模式之案例，擴散應用於葡萄枝條之現地處理，評估其效果，並作為後續農業生產剩餘物質循環利用技術開發之依據。

材料與方法

一、木黴菌處理葡萄枝條方式及田間調查項目

葡萄試驗地點共2處分別位於彰化縣溪湖鎮及大村鄉，溪湖鎮為溫室，面積0.4 ha，一年一收，試驗期間為2022年5月至2023年6月，葡萄枝條量約4.5公噸；大村鄉為露天，面積0.2 ha，一年二收，試驗期間則為2023年1月至2023年8月，葡萄枝條量約2公噸。大村試驗田進行三種處理，處理(一)為清園處理：果實採收後進行枝條修剪，修剪下之枝條運出田區；處理(二)現地粉碎：枝條留於田區進行粉碎，但不施用木黴菌；處理(三)現地粉碎後添加木黴菌：枝條粉碎後施用木黴菌(菌種名 *Trichoderma atroviride* TCT-P001)。木黴菌以市售商品(長效木纖維素，本場非專屬技術授權於時代國際生技股份有限公司，技術名稱木黴菌TCT-P001應用於農業生產剩餘物質分解之配方，商品之肥料品目為雜項有機質肥料(5-13)，登記證字號為肥製字第0681008號)進行施用，施用量為500g/0.1 ha，以20公升水進行溶解後均勻噴施於粉碎之枝條。溪湖試驗田區則因農友田區栽培管理之限制，故僅進行處理(二)及(三)，無進行清園之處理。處理前後皆進行土壤及枝條之取樣，後續於果實採收時進行果品調查，包含單串重、單串粒數、單粒重、粒徑大小、糖酸比及果實晚腐病罹病率等，每處理三重複，每重複取9串果，其中晚腐病之罹病率以單串果中，只要有一粒果實罹患晚腐病，則該串果實即會被記錄為罹病果串。

二、枝條纖維素及全醣含量測定

於施用後第0、14、28及42日，進行田區枝條取樣，於田區隨機取樣三重複，每一重複3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，含量之數據以每一處理之第0天為100%基準，而後再以處理後第14、28及42日之數據除以第0天之數據後，以百分比呈現。

(一) 全可溶性醣之測定

採用Doris(1956)之測定方法，精秤0.1 g之樣品粉末加入10 mL去離子水，在30℃水浴中震盪3小時，取出後在室溫下以10000 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℃烘箱烘乾，待完全乾燥後取出以供澱粉含量之測定。取0.1 mL上清液，加入1.9 mL去離子水，再加入0.1 mL 90%石炭酸(carbolic acid)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。

(二) 澱粉之測定

採用Doris(1956)之測定方法，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 9.2N HClO_4 混合均勻，再加入6 mL去離子水，並以10000 xg離心10分鐘，抽取上清液進行定量，其方式如(一)全可溶性醣之測定，再進行澱粉濃度換算，單位以%表示。

(三) 纖維素測定

依據Updegraff(1969)以及Viles & Silverman(1949)等人之文獻，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% H_2SO_4 30 mL，靜置30分鐘後，再以60% H_2SO_4 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 H_2SO_4 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，單位以%表示。

三、土壤取樣及化學分析方法

土壤取樣依據本場土壤肥力分析及營養診斷服務採樣須知進行，於枝條粉碎後木黴菌施用前及施用後35日進行取樣，清園處理亦同時進行取樣。取20 cm之表土，每處理五重複，每一重複取五個點後混合成一樣本，進行後續分析作業。將土壤養本經風乾後，以2 mm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(Walkey & Black, 1934)；有效性磷用Bray No.1方法(Bray & Kurtz, 1945)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(Olsen & Sommers, 1982)；交換性鈣、鎂含量用原子吸收分析儀(Hitachi, Z-5000型)測定(Kundsen *et al.*, 1982; Lanyon *et al.*, 1982; Yoshida *et al.*, 1976)。

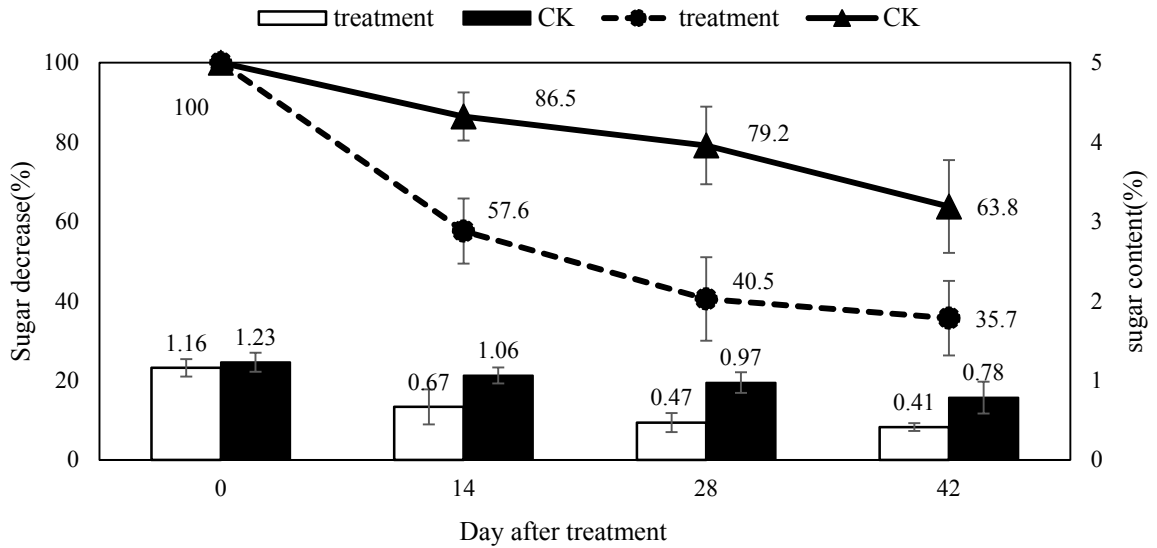
四、統計分析

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

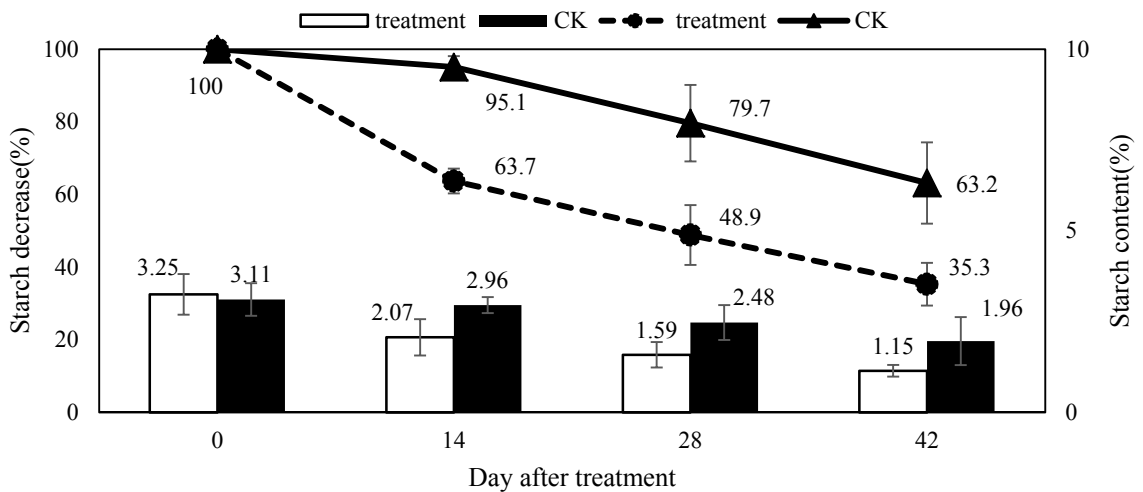
一、木黴菌應用對葡萄枝條分解之效果評估

大村試驗田區之葡萄枝條分解效果評估，根據圖一結果顯示，相較於未接菌的對照組，經長效木纖維素處理後第14日葡萄枝條中的全醣含量快速減少，相較於處理第0日共減少42.4%，多於對照組之13.5%。處理後第28日，處理組之葡萄枝條全醣含量為40.4%，而對照組則為79.2%。第42日處理組為35.7%，對照組則為63.8%。枝條澱粉含量之分析結果(圖二)則與全醣含量相仿，處理組於處理後0-14日間，快速減少，共減少36.3%，而對照組僅減少4.9%；第28日及42日處理組枝條內之澱粉含量則為48.9%及35.3%，而對照組則分別為79.7%及63.2%。大村試驗處理區之枝條纖維素含量(圖三)，處理組於處理後14、28、42日分別為86.8%、74.6%及50.8%，而對照組則分別為92.7%、88.5%及80.2%。透過碳水化合物及纖維素含量分析之變化調查結果顯示，利用長效木纖維素於大村鄉之葡萄田區進行實際栽培應用，其能加速葡萄枝條之分解。



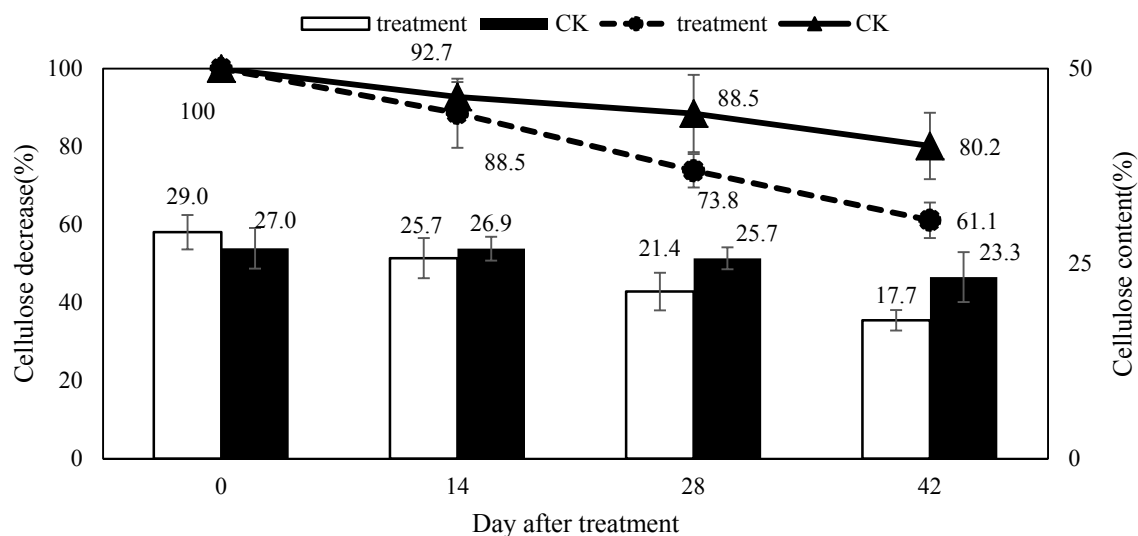
圖一、大村試驗田區葡萄枝條處理木黴菌 TCT-P001 後之全糖及其含量變化。

Fig. 1. The total sugar content(TSC) of the field production residues of grape branches treated with *Trichoderma* TCT-P001 in Dacun experimental field area. I bar= represents standard error. (n=9).



圖二、大村試驗田區葡萄枝條處理木黴菌TCT-P001後之澱粉及其含量變化。

Fig. 2. The starch of the field production residues of grape branches treated with *Trichoderma* TCT-P001 in Dacun experimental field area. I bar= represents standard error. (n=9).



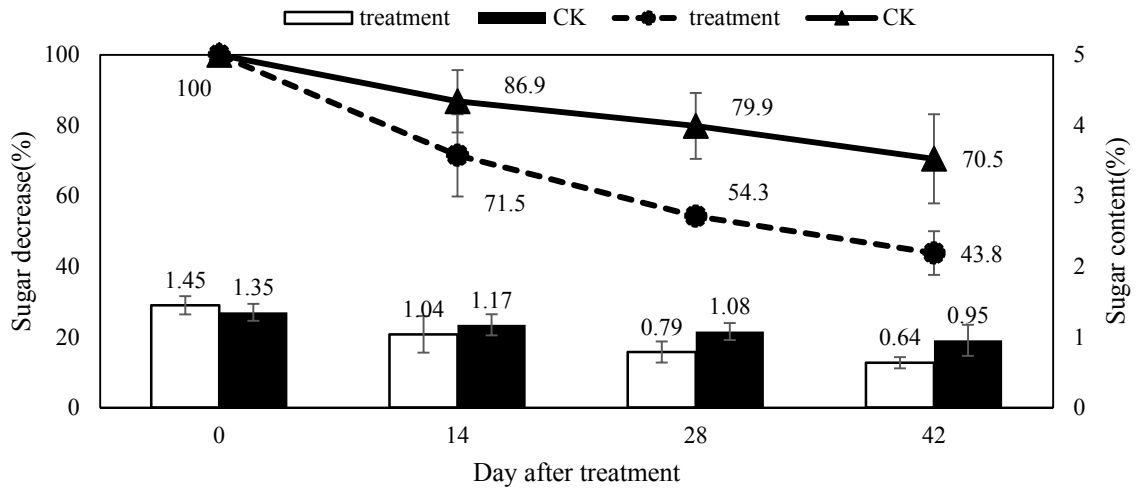
圖三、大村試驗田區葡萄枝條處理木黴菌TCT-P001後之纖維素及其含量變化。

Fig. 3. The cellulose of the field production residues of grape branches treated with *Trichoderma* TCT-P001 in Dacun experimental field area. I bar= represents standard error (n=9).

為了解溪湖葡萄園試驗田區之枝條分解情形進行枝條中全醣、澱粉及纖維素之分析，藉此評估葡萄枝條是否能經由長效木纖維素之施用達到加速分解之效果。全醣含量分析之結果顯示(圖四)，處理組於處理後至處理第42日間，共減少56.2%之全醣含量，對照組為29.5%；枝條澱粉含量於長效木纖維素處理後第42日，共減少48.6%，而對照組僅減少21.2%(圖五)。枝條內纖維素含量之變化(圖六)，處理組於處理後0-14，僅減少13.2%，對照組則減少6.8%，而在第28日分析調查之結果，對照組亦有持續減少之趨勢，與第0日相比共減少12.9%，然處理組之纖維素含量減少量則為26.4%。處理後第42日，處理組之條纖維素含量，共減少49.2%，對照組僅減少17.4%。

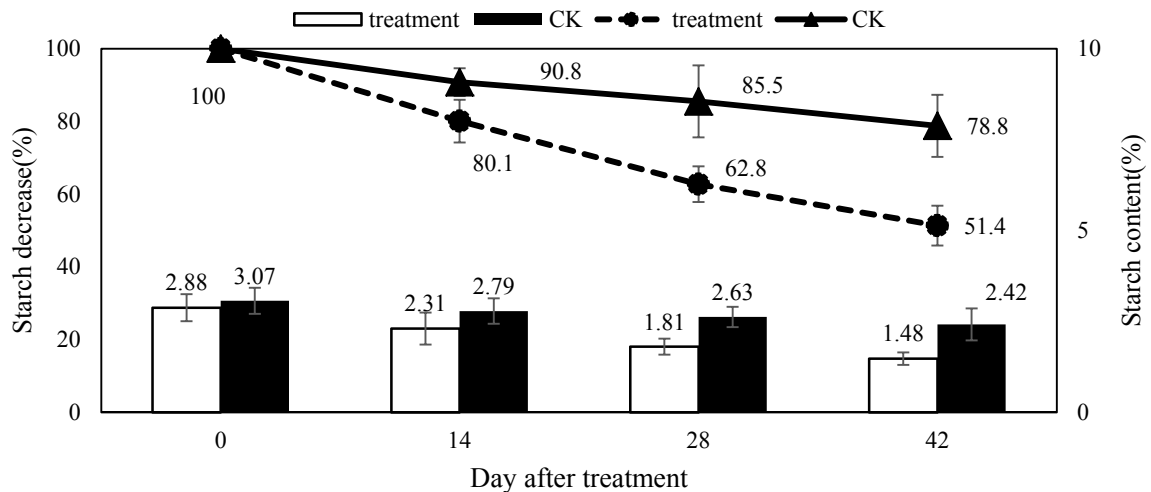
葡萄枝條被分解包括破碎、淋溶及木黴菌分解代謝過程，這是一種複雜的物理、化學及生物作用。分解過程可分為快速分解與緩慢分解兩階段，快速分解階段主要分解新鮮有機質、可溶性有機物以及無機鹽類，並由原生動物、微生物同化作用及土壤滲透作用所致，主要是受到環境因子所控制；緩慢分解階段主要分解前期所殘留難分解之大分子化合物如木質素、纖維素、酚類或芳香族化合物等，分解過程受到真菌、細菌及放線菌分解(江等人，2011)。在自然界中，農業生產過程中產生之剩餘物質，亦會逐步分解，本試驗之對照組枝條內之醣類、澱粉及纖維素亦都有減少之趨勢，然分解與環境因子、微生物作用等息息相關，故同一批生產剩餘物質放置到後期，其分解程度差異大，圖一至圖六中，大村及溪湖試驗田區之對照組枝條至第42日時，醣類、澱粉及纖維素之含量標準偏差皆大於處理組。長效木纖維素內含之菌種TCT-P001為本場所篩選出之木黴菌，而木黴菌能夠

快速占領生長空間，吸收所需營養，利用葡萄枝條中的碳水化合物供自行生長，故處理組枝條內之全醣、澱粉及纖維素的含量皆會快速且穩定的減少。



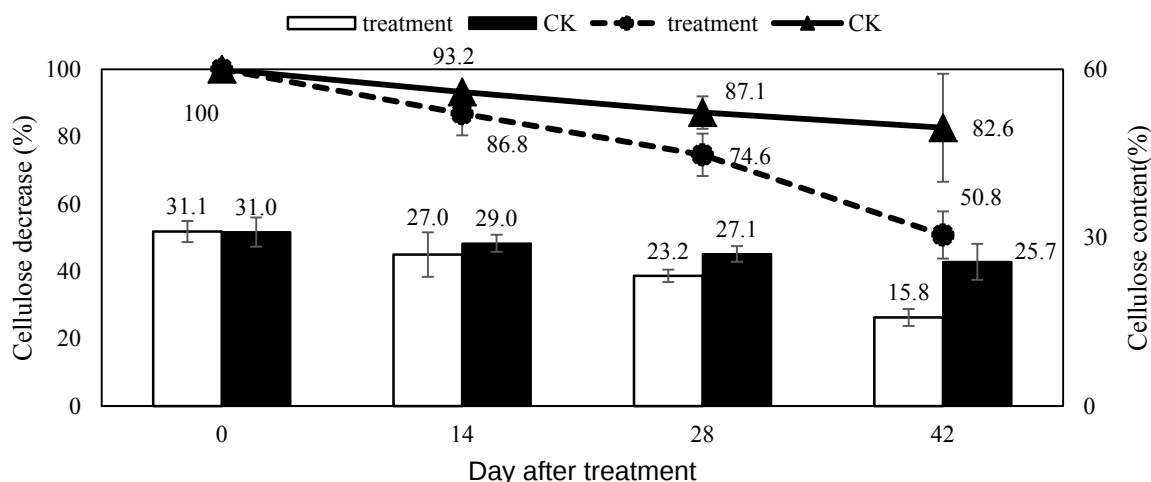
圖四、溪湖試驗田區葡萄枝條處理木黴菌TCT-P001後之全醣及其含量變化。

Fig. 4. The total sugar content(TSC) of the field production residues of grape branches treated with *Trichoderma* TCT-P001 in Xihu experimental field area. I bar= represents standard error (n=9).



圖五、溪湖試驗田區葡萄枝條處理木黴菌TCT-P001後之澱粉及其含量變化。

Fig. 5. The starch of the field production residues of grape branches treated with *Trichoderma* TCT-P001 in Xihu experimental field area. I bar= represents standard error (n=9).



圖六、溪湖試驗田區葡萄枝條處理木黴菌TCT-P001後之纖維素及其含量變化。

Fig. 6. The cellulose of the field production residues of grape branches treated with *Trichoderma* TCT-P001 in Xihu experimental field area. Ibar= represents standard error (n=9).

二、木黴菌應用對葡萄田區土壤養分及果品之效果評估

於田間測試實際應用後，除評估枝條等生產剩餘物質分解之成效外，亦進行葡萄栽種田區之土壤養分是否有影響之分析調查，大村試驗田區經取樣分析結果顯示(表一)，pH值以處理粉碎後添加木黴菌之5.77最高，然各處理間無顯著性差異；EC值分析，處理前及三處理分別為0.09、0.09、0.09及0.10，四者間無顯著差異；土壤有機質含量未處理前為2.75%，清園處理為2.73%，粉碎後不添加木黴菌，土壤有機質含量為2.80%，皆顯著低於粉碎後添加木黴菌處理之3.00%；磷含量以清園處理最高為556.2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，顯著高於處理前之509.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，而粉碎後無添加木黴菌為499.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，與處理前無顯著性差異，粉碎後添加木黴菌則為480.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，顯著低於處理前；土壤鉀含量以粉碎後添加木黴菌之389.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 最高，顯著高於另外二處理及處理前；粉碎後添加木黴菌及無添加之處理土壤鈣含量分別為1135.6 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、1131.8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，皆顯著高於清園處理及處理前之909.1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 及933.6 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ；鎂含量，四者皆無顯著性差異；粉碎後添加木黴菌鈉含量為19.9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，顯著高於清園處理之16.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，然與粉碎後未添加木黴菌處理及處理前無顯著性差異；土壤中微量元素銅、錳之含量於處理前及三處理間無顯著性差異。鋅以清園處理11.9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 最低，顯著低於粉碎後添加木黴菌及未添加之14.8及15.5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，但與處理前之13.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 無顯著性差異。鐵則為處理前與清園處理之651.6及660.0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 顯著高於粉碎後添加木黴菌及未添加之568.3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 及555.7 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

溪湖試驗田區之土壤調查分析結果(表二)，處理前、粉碎後添加木黴菌及未添加處理之pH值分別為7.64、7.59及7.54，三者間無顯著性差異，EC值，則為添加木黴菌處理之0.62顯著低於未添加處理之0.80及對照組之0.82；土壤有機質含量處理前為1.52%，另兩處理皆為1.58%，雖略高於處理前，然三者間無顯著性差異；磷含量以粉碎後添加木黴菌處理之70.3 mg·kg⁻¹最高，然與處理前之65.0 mg·kg⁻¹，無顯著性差異，但顯著未添加處理之55.7 mg·kg⁻¹；元素鉀、鈣、鎂之分析比較，處理前及兩處理皆無顯著性差異。微量元素銅、錳、鋅及鐵比較上，處理前及兩處理亦皆無顯著性差異；土壤鈉含量，處理前與粉碎後未添加木黴菌處理分別為166.0 mg·kg⁻¹及154.7 mg·kg⁻¹，皆顯著高於添加木黴菌處理之120.3 mg·kg⁻¹。

土壤肥力意指土壤養分狀態或土壤供應養分給作物利用的能力，也就是各種養分在土壤中的有效性或有效養分濃度(王，2008)；陳(2000)之文獻中指出土壤中Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺、Cl⁻、NO³⁻、H₂PO₄⁻及SO₄²⁻等離子皆會影響土壤中之EC值，本次試驗之土壤調查分析數據，在兩處試驗田區之各元素離子雖互有高低，但整體而言溪湖試驗田區之元素離子含量是高於大村試驗田區，此應為溪湖試驗田區EC值高於大村試驗田區之原因；農業生產剩餘物質中富含許多營養元素，包括醣類、蛋白質及油脂以及有機碳、氮、磷、鈣及微量礦物質等成分，可供循環再利用(藍，2019)。經由本試驗之木黴菌處理，大村試驗田區土壤內之各元素含量，除磷以外皆高於未施用木黴菌或清園處理，而溪湖試驗田區則除鈣以外，其餘養分元素皆高於未添加分解菌之處理組。分解菌之處理確實能加速葡萄枝條的分解且使養分回流於土壤中，提高土壤養分，然養分之變化，在不同性質之土壤下還是會存在差異，根據農業試驗所土壤資料供應查詢平台進行比對試驗田區最鄰近調查點之土壤物理性質資料，大村試驗田區鄰近資料點之編號02GJ02082，溪湖試驗田區為編號02FJ09132，依據土壤質地三角圖之分類，兩者分別為坩質黏壤土及砂質壤土，後續或許可再針對相關技術於不同性質之土壤應用上對其影響進行深入探討，以釐清分解後養分回流至土壤內之差異。

於果實採收時進行調查，大村試驗田區粉碎後添加木黴菌處理之單串重量為302.1 g(表三)，顯著高於未添加處理及清園處理之273.6及255.8 g；每串粒數粉碎後添加木黴菌及未添加之處理分別為37.3粒/串及36.4粒/串，兩者無顯著差異，但皆顯著多於清園處理之31.0粒/串；三處理之果實粒徑分別為2.50、2.43及2.48 cm，處理間無顯著差異，單粒重則分別為9.56、8.81及9.56 g，處理間亦無顯著性差異；果實所含可溶性固形物，三處理分別為20.1、20.7及20.1 °Brix，無顯著差異，而有機酸含量粉碎後添加木黴菌及清園處理皆為1.0%，顯著低於未添加木黴菌處理之1.2%；糖酸比比上，粉碎後未添加木黴菌處理為18.9，顯著低於添加木黴菌處理之21.0及清園處理之21.6。溪湖試驗田區粉碎後添加木黴菌處理及未添加木黴菌處理之各項調查數據詳如表四，單果串重275.7及262.9 g、單串粒數29.1粒/串及28.9粒/串、粒徑2.64及26.2 cm、單粒重11.1及10.8 g，於各單項數據中，皆無顯著性差異。可溶性固形物，兩處理分別為19.1及19.2 °Brix，有機酸含量添加木黴菌處理為1.0%，未添加木黴菌處理為1.1%，皆無顯著差異，添加木黴菌處理之糖酸比為19.8，高於未添加處理之19.0，然兩者間亦無顯著性差異。在不同試驗處理之果實性狀比較上，大村試驗田區之效

果差異最大，整體而言進行現地處理，皆優於清園處理。溪湖試驗田區則因農友之田區栽培管理限制，故僅比較現地處理後添加分解菌及無添加分解菌之果實採收園藝性狀，添加木黴菌在各數據上皆有較高之趨勢，但統計分析上無顯著性之差異，後續試驗應可再深入探討，其是否為土壤性質之差異影響養分回流進而影響作物生長表現。

晚腐病罹病率，大村試驗田區三處理間分別為11.7%、11.7%及14.3%，於各處理間無顯著差異。而溪湖試驗田區晚腐病調查之結果，兩處理皆未發現晚腐病發病之情形。晚腐病菌其可透過菌絲殘存於田間之植體上，如枝條、枯葉、果實或果梗等，因此將生產後之植物殘體留在田區，將成為下一期作葡萄晚腐病感染來源之媒介(許和王，2020)。然於本試驗中，將枝條留於田區內進行現地處理或是進行清園處理，與果實是否感染晚腐病無相關性，其可能與處理之方式有相關，因進行粉碎前，皆先充分灑水後，再進行粉碎及分解菌施用，粉碎過程並無粉塵飛揚之情形，即使枝條上有殘留病原菌，也不會因粉碎作業，而導致病原菌飛散至棚架上方，大大降低下一期作葡萄生產時之罹病風險。然大村試驗田區各處理間皆有發生，而溪湖試驗田區則皆無，可能與兩試驗田區栽培管理模式有差異，大村試驗田區為露天栽培，溪湖試驗田區則以簡易溫網室且上方設有遮雨用之PE塑膠布，少了雨水之影響，而降低或杜絕晚腐病之發生，後續可再進行深入探討。

藍等人(2020)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。本研究在土壤化學性質、果實園藝性狀等皆有類似之結果，故藉由微生物分解製劑應用於葡萄田區生產剩餘物質現地處理應是可行的。

表一、大村葡萄田區處理木黴菌 TCT-P001 後對土壤元素之影響

Table 1. The effects on soil nutrients concentration of grape experimental in Dacun field area treated with *Trichoderma* TCT-P001

	pH	EC	OM	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Mn	Zn	Fe
	(1:5)	(%)										
	mg·Kg ⁻¹											
BT ¹	5.66a ²	0.09a	2.75b	509.3 b	322.6 b	933.6 b	144.7 a	16.3 ab	2.2 a	40.0 a	13.3 ab	651.6 a
CGT	5.57a	0.09a	2.73b	556.2 a	307.7 b	909.1 b	135.0 a	15.9 b	2.7 a	45.1 a	11.9 b	660.0 a
BCT	5.55a	0.09a	2.80b	499.1 b	333.2 b	1131.8 a	132.1 a	17.6 ab	2.0 a	40.3 a	15.5 a	555.7 b
BCT&T	5.77a	0.10a	3.00a	480.0 c	389.1 a	1135.6 a	158.4 a	19.9 a	2.2 a	48.5 a	14.8 a	568.3 b

¹ BT: Before treatment. CGT: Clean garden treatment. BCT: Branch crushing treatment. BCT&T: Branch crushing treatment and additive *Trichoderma* preparation

² Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by LSD difference at $p \leq 0.05$.

表二、溪湖葡萄田區處理木黴菌 TCT-P001 後對土壤元素之影響

Table 2. The effects on soil nutrients concentration of grape experimental in Xihu field area treated with *Trichoderma* TCT-P001

	pH	EC	OM	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Mn	Zn	Fe
	(1:5)	(%)										
	mg·Kg ⁻¹											
BT ¹	7.64a	0.82a	1.52a	65.0 a	182.0 a	2211.2 a	380.3 a	166.0 a	8.3 a	135.3 a	12.3 a	528.3 a
BCT	7.54a	0.80a	1.58a	50.7 b	162.7 a	2045.3 a	354.0 a	154.7 a	9.3 a	132.7 a	12.0 a	484.0 a
BCT&T	7.59a	0.62b	1.50a	70.3 a	175.3 a	1915.5 a	439.0 a	120.3 b	9.6 a	136.7 a	12.0 a	547.0 a

¹BT: Before treatment. BCT: Branch crushing treatment. BCT&T: Branch crushing treatment and additive *Trichoderma* preparation²Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by LSD difference at $p \leq 0.05$.

表三、大村試驗田區葡萄處理木黴菌 TCT-P001 後對果實性狀之影響

Table 3. The effects of treated with *Trichoderma* TCT-P001 on the crop characteristics of grape experimental in Dacun field

	Single bunch weight (g)	Berries number per fruit bunch (string)	Size of berry (cm)	Single berry weight (g)	°Brix	Acid (%)	Sugar-acid ratio
CGT ¹	255.8 b ²	31.0 b	2.48 a	9.56 a	20.1 a	1.0 b	21.6 a
BCT	273.6 b	36.4 a	2.43 a	8.81 a	20.7 a	1.2 a	18.9 b
BCT&T	302.1 a	37.3 a	2.50 a	9.56 a	20.1 a	1.0 b	21.0 a

¹CGT: Clean garden treatment. BCT: Branch crushing treatment. BCT&T: Branch crushing treatment and additive *Trichoderma* preparation²Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by LSD difference at $p \leq 0.05$.

表四、溪湖試驗田區葡萄處理木黴菌 TCT-P001 後對果實性狀之影響

Table 4. The effects of treated with *Trichoderma* TCT-P001 on the crop characteristics of grape experimental in Xihu field

	Single bunch weight (g)	Berries number per fruit bunch (string)	Size of berry (cm)	Single berry weight (g)	°Brix	Acid (%)	Sugar-acid ratio
BCT	262.9 a	28.9 a	2.62 a	10.8 a	19.2 a	1.1 a	19.0 a
BCT&T	275.7 a	29.1 a	2.64 a	11.1 a	19.1 a	1.0 b	19.8 a

¹BCT: Branch crushing treatment. BCT&T: Branch crushing treatment and additive *Trichoderma* preparation²Means in the same columns followed by the same letter indicate no significant difference by T-test difference at $p \leq 0.05$.

結 論

農業生產過程中產出許多之生產剩餘物質，如果樹枝條、稻稈、殘株及修剪之莖葉等，此類生產剩餘物質，體積大運輸不易，可再加值之利用性較低，往往隨意棄置、露天燃燒等方式進行處理，因而造成環境汙染，透過本研究之結果顯示，臺中區農業改良場技術授權予廠商之木黴菌TCT-P001應用於農業生產剩餘物質分解之配方其商品化之產品長效木纖維素，應用於葡萄農業生產剩餘物質之現地分解處理，可加速葡萄枝條分解，並對於田間表土有機質含量增加有一定之幫助，然可能會因田區之土壤性質而影響其養分循環利用之效果，就如本研究中，大村及溪湖兩處試驗田區之結果。本試驗證實木黴菌可供作葡萄農友於枝條處理時選擇方式之一，期望藉由葡萄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剩餘物質，皆能現地處理，除還肥於田外，亦達到農業循環之目的。

參考文獻

1. 王茗慧、藍玄錦、昌佳致、朱盈儒、王歆評、謝禕宸 2023 木黴菌應用於茭白筍農業循環栽培之效果評估。臺中區農業改良場研究彙報 159: 1-13。
2. 王鐘和 2008 有機農田土壤肥力及時偵測技術研發及應用 頁39-46 有機作物栽培技術研討會專刊。
3. 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。
4. 許晴情和王照仁 2020 葡萄晚腐病綜合防治技術 臺中區農業專訊 110: 18-21。
5. 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 頁97-115 農業生物資材產業發展研討會專刊。
6. 陳鴻堂 2000 設施土壤肥料問題解決對策 頁45-64 臺中區農業改良場特刊第44號。
7. 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。
8. 藍玄錦 2019 談循環農業 臺中區農業專訊 107: 3-4。
9. 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 頁55-66 行政院農業委員會水產試驗所特刊第29號。
10. Ahmed, S., Bashir, A., Saleem, H., Saadia, M., Jamil, A. 2009. Production and purification of cellulose-degrading enzymes from a filamentous fungus *Trichoderma harzianum*. Pak. J. Bot. 41: 1411-1419.
11. Amira, R.D., Roshanida, A.R., Rosli, M.I., Zahrah, M.S.F., Anuar, J.M., Adha, C.N. 2011. Bioconversion of empty fruit bunches (EFB) and palmoilmill effluent (POME) into compost using

- Trichoderma virens*. Afr. J. Biotechnol. 10: 18775-18780.
12. Biswas, D.R., Narayanasamy, G. 2002. Mobilization of phosphorus from rock phosphate through composting using crop residue fertilizer. News B. pp. 53-56.
 13. Bray, R.H., Kurtz, L.T. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.
 14. Doris, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.
 15. Fry, S. C. 1989. The Structure and Functions of Xyloglucan. Journal of Experimental Botany. 40: 1-11.
 16. Haddadin, M.S., Haddadin, J., Arabiyat, O. I., Hattar, B. 2009. Biological conversion of olive pomace into compost by using *Trichoderma harzianum* and *Phanerochaete chrysosporium*. Bioresour. Technol. 100: 4773-4782.
 17. Kadam, K. L., Forrest, L. H., Jacobson, W. A. 2000. Rice straw as a lignocellulosic resource: collection, processing, transportation, and environmental aspects. Biomass & Bioenergy 18: 369-389.
 18. Keeney, D. R., Nelson, D. W. 1982. Nitrogen-Inorganic Form. pp. 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.
 19. 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.
 20. Kundsén, D., Peterson, G. A. 1982. Lithium, sodium, and potassium. pp. 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., Heald, W. R. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. pp. 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. 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, pp. 175-188.
 23. Olsen, S. R., Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. pp. 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.
 24. Updegraff, D. M. 1969. Semimicro determination of cellulose in biological materials. Analytical Biochemistry. 32: 420-424.
 25. Viles, F. J. Jr., Silverman, L. 1949. Determination of starch and cellulose with anthrone. Analytical Chemistry 21: 950-953.

26. Walkley, A., 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.
27. Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H., Gomez, K. A. 1976. Procedures for routine analysis of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, potassium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. pp. 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 Grape¹

Hsuan-Chin Lan ^{2,4}, Chia-Chih Chang ²,
Ching-Ching Hsu ² and Ming-Hui Wang ³

ABSTRACT

The grape cultivation area is about 2,500 hectares in Taiwan where central Taiwan (Taichung, Changhua, Nantou) area accounting for more than 80%. About 6-18 tons of branches were produced by pruning per hectare of vineyards in every year, which can't be properly processed. How to effectively remove branches has become a problem in the grape industry that were not able to completely overcome for many years. In this study, grape branches were crushed on site and then *Trichoderma* was applied to explore whether it could accelerate decomposition and achieve the effect of returning fertilizer to the field. The results of the treatment showed that on the 42nd day of treatment in the two experimental fields, the differences in total sugar, starch and cellulose contents of branches between the treatment group and the control group were 28.1%, 27.9% and 19.1%, respectively in the Dacun experimental field. The Xihu experimental field were 26.7%, 27.9% and 31.8%. *Trichoderma* treatment could indeed accelerate the decomposition of the remaining branches after grape production. The soil organic matter content in the Dacun experimental field was 3.00% after the branches were crushed and *Trichoderma* was added, which was significantly higher than the 2.75% and 2.73% before treatment and the garden clearing treatment. The soil organic matter content in the Xihu experimental field was 1.58% after on-site treatment, which was slightly higher than 1.52% before treatment, but there was no significant difference. Comparison of fruit horticultural traits showed that the weight of a single fruit bunch after on-site treatment with *Trichoderma* in the Dacun experimental field was 302.1 g, which was significantly higher than the 273.6 g and 255.8 g without *Trichoderma* and clear garden treatments. Due to restrictions on cultivation and management of farmers in the Xihu experimental field area, we only compared the fruit harvesting and horticultural properties of the fruit harvested after on-site crushing with *Trichoderma* added or not added.

¹ Contribution No. 1089 from Taichung DARES, Ministry of Agriculture.

² Assistant Researcher, of Taichung DARES, Ministry of Agriculture.

³ Research Assistant, of Taichung DARES, Ministry of Agriculture.

⁴ Corresponding author

After on-site crushing, *Trichoderma* was applied at 275.7 g, although it was higher than 262.9 g of not applied *Trichoderma*, but there was no significant difference between the two. The results of this study show that the method of crushing grape branches on site and then adding *Trichoderma* could indeed accelerate the decomposition of grape branches and increase the organic matter content of the topsoil in the field. However, it may depend on the original soil properties of the field area. As for the effect of nutrient recycling, the results of this study can be used as treat branch methods can be choose by grape farmers. It is hoped that the successful operation model applied in grape cultivation will be subsequently spread to other crops, so that most of the agricultural production surplus materials that are not easy to add value and reuse can be processed on site. In addition to returning fertilizer to the fields, it also achieves the agricultural cycle.

Keywords: *Trichoderma*, production surplus, grape branches.