

# 大村葡萄新契機： 廢藤循環翻轉減碳與增產

撰文 | 臺中區農業改良場 曾宥紘

## 前言

葡萄主要產區彰化縣有1,129公頃，占全國49.6%，年葡萄修剪枝條數量約為6,976公噸，其中彰化縣大村鄉葡萄栽培面積約406公頃，經估算每年夏果葡萄修剪枝條1,457公噸；冬果枝條則為972公噸，兩期作合計修剪枝條數量約2,429公噸，農友將葡萄枝條整理後放置於路旁，常因路人隨意棄置煙蒂引燃葡萄藤，後由大村鄉長承諾由大村鄉公所清潔隊載運至特定場域集中，以17公噸貨車計算，每車含司機之運費及處理費各半，合計約1萬2,000元，每車約載運1.7公噸葡萄枝條，集運成本約3.5元/公斤（kg），占比50%。由於大村鄉葡萄修剪枝條具有後端產業應用性，如肥料、材料與燃料化應用，為此本場與大村鄉公所合作，於新興村公有地設置循環場域，由清潔隊載運枝條，本場進行枝條破碎、接菌、堆肥製作及成品作物生產應用試驗，另將葡萄枝條

木屑擠壓造棒，分析燃燒熱值，以初步確認葡萄枝條循環再利用價值。

## 葡萄枝條堆肥化製程及其溫室氣體排放

於大村鄉公有地設置循環場域，土地面積約0.1公頃，每奇數月進行葡萄修剪枝條堆肥製作，可去化18公噸枝條堆肥，製作14公噸枝條堆肥，其中葡萄枝條由大村鄉公所清潔隊載運至場域，先應用鏟裝機鬆化壓實葡萄枝條後，便於人力將其投入破碎機入料口，應用18公分樹徑枝條破碎機（25.2馬力），每次3人共同運作，其枝條破碎效率每小時約700 kg，每日作業6小時，持續作業約需5日，可累積破碎18公噸葡萄枝條，堆肥製作每次2人作業工作1日，1人駕駛操作鏟裝機、1人協助調配尿素及添加堆肥水分，堆肥發酵約50天，期間須1人駕駛操作鏟裝機以進行3次翻堆，打包作業需3人作業，1人駕駛操

作鏟裝機，將堆肥鏟入堆肥打包機入料口，1人控制打包機以裝填固定重量堆肥至肥料袋，1人封口肥料袋並堆疊，工作5天，合計每2個月可製作1批次堆肥，預估每年可去化18公噸×6批次為

108公噸葡萄修剪枝條，其中添加尿素之葡萄枝條堆肥腐熟時間約50天，成品酸鹼值（pH）7.1、電導度值（EC）1.5 dS/m、碳氮比18.3、氮、磷及鉀為2.2%、0.3%及1.3%，堆肥製作程序說

### 葡萄枝條堆肥製作流程



步驟1：葡萄枝條粉碎並攤平。



步驟2：尿素溶於水並潑灑於平鋪枝條上。



步驟3：堆肥製作過程持續噴水直至成堆時水分含量約60%，並定期記錄溫度變化。

明如下，依堆肥製作規模，依製程比例增加尿素及水分用量，添加尿素主為調整堆肥碳氮比，避免使用禽畜糞調整碳氮比，主因為發酵過程易有臭味，易導致居民抗議且會延長發酵程序，降低場域營運效能。堆肥場地須有水源，能有遮雨場域較佳，戶外製作堆肥，僅雨天需覆蓋帆布，平時不覆蓋資材於堆肥上。

- ① 將1公噸破碎之葡萄枝條平鋪於地面上。同時溶解尿素20 kg於200公升水中，此時可加入堆肥資材分解菌，並將其潑灑於平鋪枝條上。
- ② 集中平鋪枝條堆置成堆，過程約再添加300公升水（依枝條含水狀況而增減），可以水龍頭接水管噴灑，至堆肥約含有60%水分，即用手緊握堆肥資材，水滴自指縫間慢慢滴落狀。以溫度計插入堆肥中，每日記錄最高溫之溫度變化；堆肥製作7天內須達60°C以上。
- ③ 當堆肥溫度達65°C以上時，可維持1週後進行翻堆或溫度降低至45°C時再進行翻堆。最少須翻堆3次以上，第3次翻堆後之堆肥溫度維持45°C以下，不再升溫。
- ④ 定期翻堆之堆肥製作所需時間約50天，此時腐熟堆肥顏色變黑，可應用為有機質肥料，施用於土壤可改善土壤排水通氣性，並增加土壤保肥力；另亦可應用為作物栽培介質。

葡萄枝條產製堆肥之二氧化碳溫室氣體計算，含括枝條破碎、鏟裝機翻堆及堆肥發酵過程之二氧化碳當量。以每公噸葡萄枝條產製堆肥之碳排放量為325.75 kg CO<sub>2</sub>e/t為基準，其中葡萄枝條破碎程序，每公噸枝條破碎機作業時間約1.5小時，每小時破碎機柴油消耗3.75公升，消耗5.625公升柴油；鏟裝機於堆肥製程期間，合計操作約1小時，每小時消耗2.84公升柴油，兩機械合計消耗8.465公升柴油，以每公升柴油碳排係數3.29 kg CO<sub>2</sub>e計算，碳排約8.465×3.29=27.85 kg CO<sub>2</sub>e/t；若每公斤尿素製造碳排放量4 kg CO<sub>2</sub>e，而每公噸堆肥使用尿素20 kg，產製碳排放量為80 kg CO<sub>2</sub>e；及每公噸堆肥原料發酵所產生之溫室氣體排放217.9 kg CO<sub>2</sub>e/t。每公噸葡萄枝條可產生堆肥成品為800 kg，其體積約為2,850 m<sup>3</sup>，即產製每立方米之葡萄枝條堆肥碳排放量約為0.11 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>，由於泥炭開採過程會產生大量碳排放，每立方米之白泥炭開採會產生11-26 kg CO<sub>2</sub>e（Stichnothe, 2022），初步估算葡萄枝條堆肥生產之碳排放量約為白泥炭之1%。

葡萄枝條堆肥可應用為國產有機質肥料，其碳排放為407.2 kg CO<sub>2</sub>e/t（325.75/0.8t）有機質肥料主要進口自荷蘭，由鹿特丹港口至高雄港距離約2萬公里，依據產品碳足跡資訊網，每個20呎標準貨櫃-每公里（TEU-km）之運輸碳排放為0.0649 kg CO<sub>2</sub>e，初步

進算進口每公噸有機質肥料之碳排放為 547.3 kg CO<sub>2</sub>e/t，較自製有機質肥料碳排放增加34.4%（表1）。

## 葡萄枝條堆肥介質 於作物生產應用

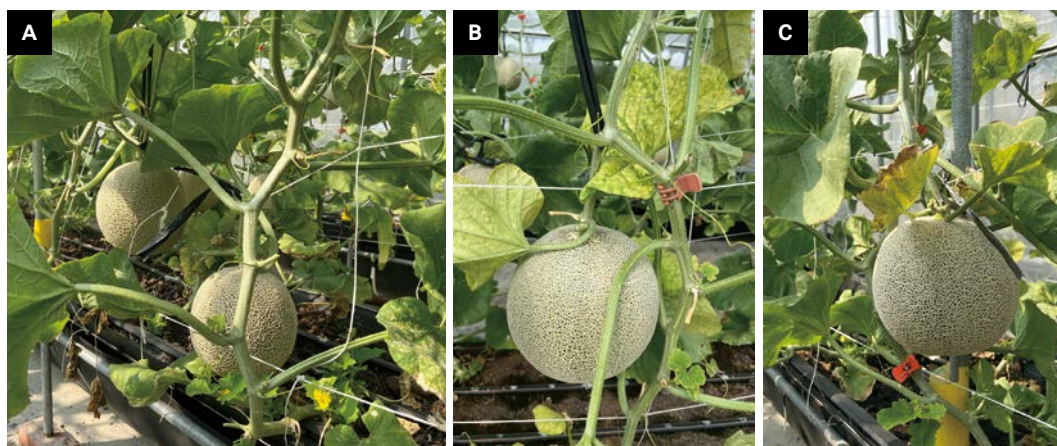
將添加尿素之葡萄枝條堆肥，應用為洋香瓜栽培介質，介質試驗結果顯示，種植於葡萄枝條堆肥與泥炭介質之果實性狀差異不大，單果重約2.1 kg，糖度介於12.1 - 12.7 °Brix，然而若種植於葡萄枝條堆肥與泥炭混拌介質（體積比1:1），則單果重約2.2 kg，果實糖度顯著提升至14.5 °Brix，顯示葡萄枝條堆肥化介質可應用於替代進口白泥炭，此外，若與白泥炭混拌可提高洋香瓜果實品質。

在葡萄枝條應用於菇類培植試驗中，僅應用單一葡萄枝條為堆肥原料，不額外添加尿素，葡萄修剪枝條先經粗



葡萄枝條木屑應用於珊瑚菇培植。

破碎（粒徑約5公分）後，接種地衣芽孢桿菌TCLigB堆積發酵65天後，調查發酵之葡萄枝條pH7.1、EC1.6 dS/m、碳氮比為41.0、氮含量1.2%、磷含量0.3%及鉀含量0.9%，再經細粉碎至0.6公分以下，應用於珊瑚菇培養，單次菇體平均鮮重約為13.3 g。葡萄枝條在健全集運處理系統條件下，應用為菇類培植木屑（3元/kg）可較目前菇類培植商用木屑節省1元成本。



圖A：洋香瓜種植於葡萄枝條堆肥、圖B：葡萄枝條堆肥混合白泥炭（體積比1:1）及圖C：白泥炭之果實生育狀況。

葡萄枝條木屑製程碳排放套用免除使用尿素之葡萄枝條堆肥成品碳排放307.2 kg CO<sub>2</sub>e/t，高速粉碎機，30 安培、220伏特，每小時可粉碎100 kg 木屑（0.6公分孔徑篩網），以每度電0.474kg CO<sub>2</sub>e計算，產製每公噸粉碎木屑，碳排放31.3 kg CO<sub>2</sub>e。菇類培植進口木材從越南進口至臺灣，碳排放係數為15.89 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>，進口木材加工木屑之碳排放初估為359.7 kg CO<sub>2</sub>e/t，較葡萄枝條木屑增加6.3%（表1）。

### 葡萄枝條產製燃料棒

本場另進行葡萄、番石榴、荔枝及

龍眼枝條燃料棒產製及分析其熱值，分別為4,112、4,289、4,673及4,636 Kcal/kg，雖葡萄枝條燃料棒熱值較其他3種果木枝條低，然而因葡萄枝條經粗破碎後，僅需經1公分孔徑篩網細粉碎即可完成燃料棒造棒，番石榴、荔枝及龍眼則需粉碎至0.2公分方能成功製造燃料棒，因此，葡萄枝條燃料棒產製效率較高。本場分析葡萄枝條燃料棒之熱值較葡萄枝條木屑（粒徑約5公分）提升逾5%，單位體積裝填量提高1.4倍，每公噸熱值差異達79萬千卡，未來在設置專燒爐應用條件下，葡萄枝條燃料棒燃燒灰渣，將可循環回歸肥料製造，應用於

#### 果木枝條燃料棒



葡萄枝條。



番石榴枝條。



荔枝枝條。



龍眼枝條。



農業生產，並降低鍋爐燃燒灰渣環保處理成本。產製燃料棒無須堆肥化處理，枝條粗破碎碳排放18.5 kg CO<sub>2</sub>e/t、葡萄枝條經高速粉碎機（1公分孔径篩網）碳排放26.1 kg CO<sub>2</sub>e/t；其他果木枝條以0.2公分篩網進行細粉碎，方能成功造粒，每小時粉碎50 kg，產製每公噸粉碎木屑，碳排放62.6 kg CO<sub>2</sub>e。及造粒機80安倍、380伏特，以每度電0.474 kg CO<sub>2</sub>e計算，產製每公噸燃料棒，碳排放57.6 kg CO<sub>2</sub>e（表1）。由於臺灣尚未大量進口純白料燃料棒作為燃料應用，進口碳排放暫無初估數據。

## 結語

葡萄枝條可循環應用於作物栽培介質與有機質肥料、菇類生產木屑及燃料棒，其產製每公噸產品之製程碳排放低於進口資材（表1），具有循環應用及減少碳排放效益，後續為建立不同產業之多種循環應用鏈結，須瞭解各產業別製程及應用葡萄枝條替代既有料源之成本差異、料源成分穩定性及是否可持續供應等，為此，本場先以試驗角度切入，確認其應用性，以供後續有意投入該領域之業者參考應用，期望建立具規模之葡萄枝條循環產業鏈。♻️

表1. 葡萄枝條應用於生產肥料、菇包培植木屑及燃料棒之製程碳排放

碳排放 (kg CO <sub>2</sub> e/ton of product)	有機質肥料 (介質)	菇包生產木屑	燃料棒
葡萄藤	407.2	338.5	102.2 - 138.7
進口材料	547.3	359.7	-