



番荔枝果園種植 **覆蓋植物** 及 **敷蓋有機資材** **對土壤碳匯影響之調查**

前言

為因應氣候變遷所帶來的衝擊，農業部擬定「減量」、「增匯」、「循環」、「綠趨勢」4大主軸，做為農業部門達成淨零排放之具體路徑，本文說明土壤增匯策略措施，並以番荔枝果園種植覆蓋植物及敷蓋有機資材為例，期使農友能瞭解並採行，減少二氧化碳在大氣中的濃度。簡言之，增匯就是透過自然或人工方式，將大氣中的二氧化碳(CO₂)吸收並儲存起來。農田土壤就像一座碳庫，當改變耕作方式增加土壤中有機質含量時，就能「增匯」，將大氣中的二氧化碳「固定」於土壤中，減少二氧化碳的濃度。然而在自然狀態下，土壤中的碳可能因微生物分解、有機質氧化等作用重新釋放出二氧化碳，因此採取土壤增匯策略來維持土壤之碳匯效益。

土壤增匯的方法

增進土壤碳匯的關鍵在於增加碳的固定(如提高植物生長量、增加生物殘體歸還土壤)以及減少碳的釋放(如降低土壤擾動、減少有機質過度分解的機會)，以下增進土壤碳匯的措施，供農友參考：

(一)施用國產有機質肥料：有機質肥料的製作材料如植物殘體、糞肥等含有豐富的有機碳，於農田土壤施用

文、圖/ 張繼中、黃文益
後，一部分碳會被微生物分解，但有一部分會轉化為穩定有機質(如腐植質)，長時間儲存在土壤中，因此施用有機質肥料可增進土壤碳匯。

(二)採行草生栽培：草生栽培(圖1)可維持果園土壤水分及有機質含量，防止雨水對土壤的衝擊及減少地表逕流，大幅減少有機碳的流失；草生植物透過根系分泌物、植物及根殘體，為土壤提供大量碳源，這些有機碳經微生物轉化後，可穩定儲存於土壤中。

(三)種植覆蓋植物：在一般作物生產期間，或在果園的植株之間，種植覆蓋植物(例如綠肥大豆)可提供土壤保護、播種保護及土壤改良等效益。覆蓋植物可進行光合作用，將



圖1.番荔枝果園採行天然草種草生栽培



圖2.番荔枝果園種植金腰箭舅



圖3.番荔枝果園種植綠肥大豆



圖4.番荔枝果園鋪設編織稻草蓆

大氣中的二氧化碳轉換為生物量(根、莖、葉等)，而在覆蓋植物翻埋至土中或自然老化，其根殘體、葉片和莖等腐爛後轉化為土壤有機質。

(四)敷蓋有機資材：有機資材如稻草本身含有豐富的有機碳，如纖維素、木質素等，將其敷蓋在農田土壤上，其一部分碳會被微生物分解，另一部分則形成穩定的腐植質，長期儲存在土壤中。且由於敷蓋於土壤表面，有效降低風力與雨水對土壤的衝擊，因此亦能減少含碳表土的流失。

番荔枝果園種植覆蓋植物及敷蓋有機資材

為瞭解於番荔枝果園種植覆蓋植物及敷蓋有機資材等不同雜草管理方法對土壤碳匯之影響，於臺東市番荔枝樹冠下，以種植金腰箭舅(圖2)、綠肥大豆(圖3)、敷蓋編織稻草蓆(圖4)、天然草種、清耕(定期施用除草劑)等方式進行碳匯量之比較。種植金腰箭舅處理為播種金腰箭舅種子前先將雜草除盡，再以每平方公尺1公克的種子量撒播，在水分充足下，隔週即可見新芽萌發，後續持續進行管理。種植綠肥大豆處理為播種前先將雜草除盡，之後離樹幹約70公分處的樹冠下，以鋤頭開約5-8公分深的條溝，將每分地3公斤的種子量條播後覆土。敷蓋編織稻草蓆處理則在樹冠下一側將編織稻草蓆鋪平，完成後，再鋪另一側，

表1. 不同雜草管理對番荔枝果園土壤碳匯之影響

處理	土壤深度 (公分)	總體密度 (g/cm ³)	含石率 (%)	有機質 (%)	碳匯預估 (公噸/公頃)
敷蓋稻草蓆	0-15	0.9	47.0	6.8	27.08 a
	15-30	1.2	65.1	5.8	20.27 a
綠肥大豆	0-15	1.0	45.5	6.0	29.52 a
	15-30	1.1	59.4	4.9	19.28 a
金腰箭舅	0-15	1.2	42.6	6.3	37.37 b
	15-30	1.3	57.2	5.1	23.87 b
天然草種	0-15	1.0	50.0	9.4	38.74 b
	15-30	1.2	61.2	5.4	22.03 b
清耕(除草劑)	0-15	1.1	45.8	4.6	22.71 b
	15-30	1.2	61.1	3.9	16.45 b

表2. 種植覆蓋植物及敷蓋有機資材等不同雜草管理對番荔枝品質及產量之影響

處理	可溶性固形物 (Brix°)	酸度 (%)	單果重 (公克)	單株產量 (公斤)
編織稻草蓆	22.3 a	1.5 a	487 a	15.1 a
綠肥大豆	23.9 a	1.7 a	530 a	15.2 a
金腰箭舅	25.1 a	1.6 a	514 a	14.3 a
天然草種	24.4 a	1.8 a	495 a	13.4 a
清耕(除草劑)	23.4 a	1.4 a	505 a	13.2 a

表3. 種植覆蓋植物及敷蓋有機資材等不同雜草管理之成本調查

處理	編織稻草蓆	綠肥大豆	金腰箭舅	天然草種	清耕 (除草劑)
成本(元/分地)	24,000	950	16,550	5,200	3,200

之後將樹下二側稻草蓆拉近至樹幹中心，編織稻草蓆每捲約25公尺，使用量依據果園每行長度計算。

本試驗利用總有機碳分析有機質含量，並使用土環法測定土壤總體密度及含石率後，計算土壤碳匯預估量(Don等人，2011)。調查結果(表1)顯示表土層0-15公分比15-30公分處土壤碳匯量高，碳匯預估量以天然草種最高，依序為種植金腰箭舅、種植綠肥大豆及敷蓋編織稻

草蓆。與定期噴施除草劑比較，每公頃可分別提高16.03、14.66、6.81及4.37公噸的碳匯量。顯示種植覆蓋植物及敷蓋有機資材可增進土壤碳匯量，此與文獻結果相似，Vicente-Vicente等人(2016)的研究結果顯示種植覆蓋植物每年每公頃可增加0.8-2.0公噸之碳儲量，而Matsumoto等人(2020)之研究結果顯示於種植玉米時，利用稻草敷蓋的碳匯量高於無敷蓋處理。

果實品質及產量調查方面，果肉可溶性固形物介於22.3～25.1Brix°，酸度介於1.4～1.8%，單株產量調查結果顯示每株產量介於13.2～15.2公斤之間，各處理間無顯著差異，顯示於番荔枝果園種植覆蓋作物及進行有機資材敷蓋並不會影響品質及產量(表2)。

成本調查方面，以種植綠肥大豆之成本最低，而敷蓋編織稻草蓆之成本最高(表3)，雖然清耕方式，即噴施除草劑，為大多數農友採行之方式，但長期噴施除草劑，可能會破壞土壤生物多樣性，影響土壤生態環境，且無法增加土壤碳匯。建議農友可參考本文，在成本考量下，調整雜草管理方式，並增進土壤碳匯。

結語

在面對全球氣候變遷與溫室氣體排放挑戰下，農業部門積極尋求具體可行的增匯策略。臺東農改場以番荔枝果園為例，透過試驗不同的雜草管理方式，初步探討種植覆蓋植物與敷蓋有機資材對土壤碳匯之效益。結果顯示，相較於清耕管理方式，採用天然草種、金腰箭舅及綠肥大豆等覆蓋植物，或敷蓋編織稻草蓆，皆能提高表土層4.37-16.03公噸碳匯預估量，且對於番荔枝產量及品質無顯著影響，顯示種植覆蓋植物及敷蓋有機資材不僅有助於土壤保護與水土保持，更具有強化土壤碳匯的潛力。

考量成本及土壤增匯效益，建議農友可種植綠肥大豆或採行天然草種之草

生栽培。對於農友而言，增進土壤碳匯不僅是實踐永續農業的具體行動，更是邁向農業淨零排放的重要一步。未來將持續推廣並研發各類土壤增匯技術，加強農友對其環境與經濟效益的認識，讓農業在增匯與調適氣候風險的過程中，發揮更關鍵的角色，為建構綠色、永續的農業生產體系奠定基礎。

參考文獻

1. Don, A., J. Schumacher, and A. Freibauer. 2011. Impact of tropical land use change on soil organic carbon stocks - a meta-analysis. *Global Change Biology*, 17(4):1658-1670.
2. Matsumoto, N., K. Paisanchoen, and Y. Mori. 2011. Estimation of available biomass production of crop residues and food processing factories in Northeast Thailand (Japanese with English summary). *Journal of the Japanese Agricultural Systems Society*, 27(4): 167-178.
3. Vicente-Vicente, J.L., R. García-Ruiz, R. Francaviglia, E. Aguilera, and P. Smith. 2016. Soil carbon sequestration rates under Mediterranean woody crops using recommended management practices: A meta analysis. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 235: 204-214.