

應用於柑橘果園增加碳匯潛力之草種

任心怡（助理研究員）

前言

19世紀末工業革命後大規模的經濟活動改變「碳」存在方式，產業逐漸工業化消耗大量石油及石化，使「碳」轉移至大氣中成為溫室氣體，而溫室氣體排放量增加導致溫室效應上升，使全球面臨氣候變遷的問題，應對的方法是提高氣候變化適應的能力外，另一方面則減少溫室氣體在大氣的累積以減緩氣候變化，即減少溫室氣體排放源，增加溫室氣體吸收，碳匯是在這樣的背景提出的概念。

在自然生態中的「碳」主要循環形式是由綠色植物在大氣中獲得二氧化碳，由光合作用將碳轉化為葡萄糖，生成碳水化合物固定於植物體內，殘骸凋落回歸土壤碳庫，因此碳匯也代表了「自然價值」由生態系統給予環境的回饋。

果園草生栽培碳匯

果園碳匯是由作物碳、土壤碳及地被植物碳三個部分所組成，將碳匯的概念應用至果園草生栽培。地被植物利用散落作物以外的光能，吸收大氣中的二氧化碳來提高果園整體的光合效率，將碳固定在生物體中。果園土壤碳匯過程是動態變化，由時間和空間兩個層次上進行，沿著時間的延續使碳匯累積或消耗，另依作物及地被植物空間分布使碳匯量有所變化。果園生態系呈現碳循環、碳蓄積及碳排放等現象，從植物吸收二氧化碳形成碳水化合物、肥料投入及排放、枯枝

落葉殘骸回田量、微生物固碳及呼吸作用等皆影響碳匯量變化。

果園草生栽培需依作物生長狀況及季節來篩選地被植物，藉由草生栽培來改善生態環境提供柑橘果樹天敵棲息及食物來源，同時也累積碳匯效益。選擇有利於果園土壤草種、生長勢佳及凋落後易腐爛分解等特性，一般建議多種草種搭配，不同的覆蓋程度較能充分利用土壤和太陽光的資源，提高群體的適應性及抗性，不同草種可帶來多元的根際微生物、根系殘留量、根系分泌物，利用草種之間的互補特性來增加土壤有機質含量。

碳匯潛力之草種

本場篩選9種低矮、具匍匐性、適應力佳、抗逆境及果園管理方便性之地被植物，包含為石莧、穗花木藍、煉莢豆、心葉水薄荷、金腰箭舅、蛇莓、金錢薄荷、蠅翼草及越橘葉蔓榕，定植於柑橘果園約7個月，初步調查土壤碳匯量估計，結果顯示以越橘葉蔓榕最高，增加碳匯量為12.11公噸/公頃，其次依序為蠅翼草7.91公噸/公頃、煉莢豆7.26公噸/公頃、金錢薄荷6.94公噸/公頃、金腰箭舅5.16公噸/公頃、心葉水薄荷3.4公噸/公頃、石莧1.56公噸/公頃、穗花木藍0.96公噸/公頃及蛇莓0.32公噸/公頃（表一），若單以碳匯增加量來說，越橘葉蔓榕的碳匯量為最高12.11公噸/公頃，但其覆蓋率僅1.51%，需較長時間才能形成較大的覆蓋面積，較不適合用來作為果園主要草種之選擇，

因此除了評估土壤碳匯率之外，草種的覆蓋率及適應性也是需考量的因素，果園碳匯過程是在時間及空間上兩個層次進行，若將時間軸拉長越橘葉蔓榕覆蓋率也能穩定增加，推估年土壤碳匯也可能隨之增加，可見果園土壤碳匯累積量是由眾多因素所聚集呈現的。

本場以增加土壤碳匯量為主要篩選條件，另考量果園適應性、省力及方便管理等因素，評估適合果園草生栽培的地被植物，初步推薦草種為石莧、蠅翼草、金腰箭舅及心葉水薄荷四種草種，特性皆為生長快速、適應力強、耐高溫、乾旱及低溫等氣候逆境，並可逐年增加土壤有機質達到良好碳匯累積效益（表二）。草種初期導入果園定植皆需要充足水分，確保成功存活後才會表現出草種特性及生長勢，也可先於果園內觀察是否已有以下這四種草種，加以保留及擴增其面積，更容易達到草生栽培及土壤碳匯效果。

推薦草種介紹

一、石莧

馬鞭草科多年生地被植物，別名鴨舌癩，無限型匍匐生長、適應性廣、耐旱耐瘠性佳、生長勢強及覆蓋率佳，莖節點易發根伏貼地面形成草毯，可減少割草次數。

型態：葉長約 1~1.5 公分，葉片微鋸齒狀、狹長質厚，穗狀花序、花色白色、粉紅及紫紅，主要在春、夏、秋開花，冬天仍可發現有零星開花現象。

二、蠅翼草

豆科多年生地被植物，因葉子形狀如蒼蠅的翅膀而得其名。除了冬季之外時間都會開著紫色的小花朵，莖細長匍匐且均會發根叢生，多分枝匍匐地面成群可形成根瘤菌增

加土壤氮素，生長勢佳。春、夏、秋季開花，碳匯效果佳。

型態：葉為 3 出複葉，葉形斜卵形、0.2~0.5 公分長、0.8~1 公分寬，花瓣紫紅色，花萼上有著細柔的長毛。

三、金腰箭舅

菊科多年生地被植物，耐貧瘠土壤、適應力佳、耐乾旱、全日照及半日照皆可生長良好。各莖節處容易生根，促使植株向外擴生蔓延覆蓋地面形成草毯。

型態：株高約 5~20 公分、頭狀花序，花冠黃色，葉形呈卵形或寬卵形，長寬約 1.5 公分，莖匍匐生長。

四、心葉水薄荷

唇形科風輪菜屬多年生地被植物，較耐陰適合定植於樹蔭下，莖節處益發根呈匍匐性生長，有灌溉水源水分充足環境生長佳，具獨特薄荷香氣四季常綠。

型態：株高約 10~20 公分，莖直立纖細、單葉對生，葉寬卵形至圓形約 1~1.5 公分，葉端圓鈍呈心形，花淡紫接近白色。

結論

近年來果園土壤碳匯逐漸成為農業栽培討論的新興議題，如何選擇及評估適合的地被植物來建立草生栽培及增加土壤碳匯，可參考以上推薦適應性強、方便管理及碳匯效率佳的草種，累積土壤有機質及增加草種多樣性，促進果園環境生態平衡、經濟和社會效益。

表一、適合苗栗地區果園草生栽培 9 種地被植物土壤碳匯增加量調查結果 (112 年 5 月至 11 月)

草種	碳匯增加量 (ton/ha)	草種覆蓋率 (%)
石莧	1.56 ± 0.33	32.97 ± 4.45
穗花木藍	0.96 ± 0.53	34.8 ± 4.93
煉莢豆	7.26 ± 5.21	6.98 ± 3.35
心葉水薄荷	3.4 ± 1.85	11.57 ± 4.72
金腰箭舅	5.16 ± 2.63	2.39 ± 0.19
蛇莓	0.32 ± 0.13	1.07 ± 0.64
金錢薄荷	6.94 ± 3.65	0.1 ± 0.06
蠅翼草	7.91 ± 4.33	11.06 ± 1.44
越橘葉蔓榕	12.11 ± 6.52	1.51 ± 0.92

表二、推薦碳匯草種簡介

<p>石莧 <i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●馬鞭草科 ●多年生 ●莖細長呈匍匐狀分支多，節間會發根，伏貼地面；春夏秋季為開花期 ●耐旱耐瘠、生長強健、覆蓋速率佳、全年常綠
<p>蠅翼草 <i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●豆科 ●多年生 ●莖細長呈匍匐狀分支多，節間會發根葉三出複葉，莖葉上有細柔毛；春夏季為開花期 ●根部根瘤可行固氮作用 ●春夏生長較快、覆蓋速率佳
<p>金腰箭舅 <i>Calyptocarpus vialis</i> Less</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●菊科 ●多年生 ●莖可直立及匍匐，株高約 5~20 公分；周年開花 ●耐旱耐瘠、生長勢佳、全年常綠
<p>心葉水薄荷 <i>Clinopodium brownei</i> (Sw.) Kuntz</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●唇形科 ●多年生 ●莖直立約 10~20 公分，具薄荷香氣，周年開花 ●耐陰、需水，生長勢佳、全年常綠