

台農17號金鑽鳳梨



台灣生產碳足跡盤查

農試所產服中心 江秀娥 林士豪

一、前言

台灣於2021年宣告將以2050年達到淨零排放為目標，並於2023年2月15日公布施行《氣候變遷因應法》，訂定5年為一期的溫室氣體排放量階段管制，逐步落實長期淨零目標。而台灣溫室氣體減量由能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大部門共同承擔，雖然農業部門僅占全國排放量1-2%，但農業部仍以減量、增匯、循環、綠趨勢等4議題為主軸，展開推動農業部門提前於2040年達成淨零排放的策略。農業部門以確保糧食安全為使命，但在生產過程中，農機具使用、施用肥料、噴灑農藥等農業活動，都會造成溫室氣體的排放。為了配合減碳，必須進行其碳足跡盤查找出排放熱點，再構想可實踐的碳排減量方案，才能有效率的達成減量目標。

鳳梨為熱帶水果，適種於微酸性土壤且不耐霜凍，依據聯合國糧農組織(FAO)的統計，全球鳳梨每年產值達21億美金，在熱帶水果中僅次於香蕉及芒果。我國農業部農糧署統計，2022年台

灣鳳梨種植面積為11,232公頃，占全台果品種植面積6%以上；產量達38萬公噸，為全台果品產量最高品項；其中外銷數量達20,468公噸，總出口值達2,700萬美元，在出口生鮮冷藏水果類別中，位居全台之冠；台灣鳳梨生產分布廣，台中市以南皆有種植，可見鳳梨在台灣果品的重要性。因此，為落實農業減碳目標，本文以台農17號金鑽鳳梨生產階段的碳足跡盤查為例，分享盤查要領及對應的減碳策略。

二、鳳梨盤查邊界設定

為申請碳標籤進行盤查產品碳足跡，必須依循行政院環境保護署(現為環境部)推動產品碳足跡管理要點之規定，引用適當的碳足跡產品類別規則，進行產品完整生命週期五大階段的碳排放量盤點。鳳梨可依據生鮮水果碳足跡產品類別規則第1.0版(2023.03.21核准，有效日期至2028.03.20)進行盤查，包含原料、製造、配銷、消費者使用及廢棄物處理五個階段(圖一)。然而，本文僅就鳳梨的農場生產部分進行盤查，即產品生命週期的原料階段，但不包含包裝資材。詳如圖二紅框部分。

作者：江秀娥副研究員
連絡電話：04-23317652

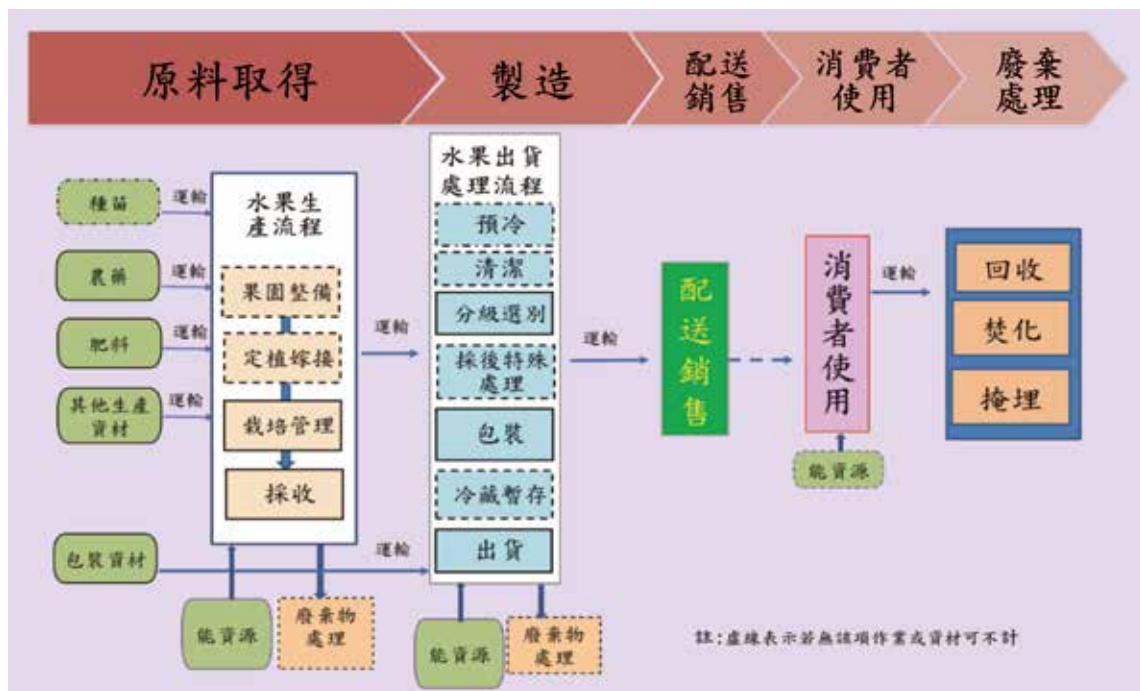
三、鳳梨農場生產碳足跡盤查

鳳梨的田間生產流程，從整地、覆蓋PE布、種植、病蟲草害防治、施肥、催花、防曬到最後採收總共約需18個月，中間過程所需投入的能資源、材料、運送及廢棄物處理，都有可能造成碳排放影響環境，因此必須加以盤查其使用量。為平衡不同生產者的管理操作手法差異，本文分別盤查雲林、嘉義、屏東地區3個農戶的生產投入資料，再加以平均。

首先就種苗來看，由於金鑽鳳梨是台灣鳳梨的主力品種，大多數農民皆是自備種苗，因此並未計入其種苗的活動數據。其次，整地部分，會應用曳引機或挖土機協助，則會投入柴油等能源；種植前會先鋪上PE布；肥料是生產鳳梨

最主要投入資材，不同生產者會使用不同品牌的肥料，但重點為氮、磷、鉀三種肥料成分，因此依據各種肥料的N、P、K組成比例，盤點出其氮肥、磷肥與鉀肥的用量；另外，病蟲草害的防治方面，彙整使用農藥的品項、有效成分如表一。

除了肥料與農藥資材，防治或施用液態肥料等需使用抽水馬達抽用地下水，則會耗用電力；催花為鳳梨生產過程不可或缺的步驟，使用俗稱電石的碳化鈣加水稀釋；接近採收期，需使用防曬帽或黑網防曬，但因其皆為可重複使用資材，則不計；採收時以小貨車從田間運送至包裝集貨場，則必須計算其里程數，還有各項資材自採購地點運輸至田間之距離也必須加以盤點。



圖一、生鮮水果生命週期流程圖。資料來源：生鮮水果碳足跡產品類別規則第1.0版

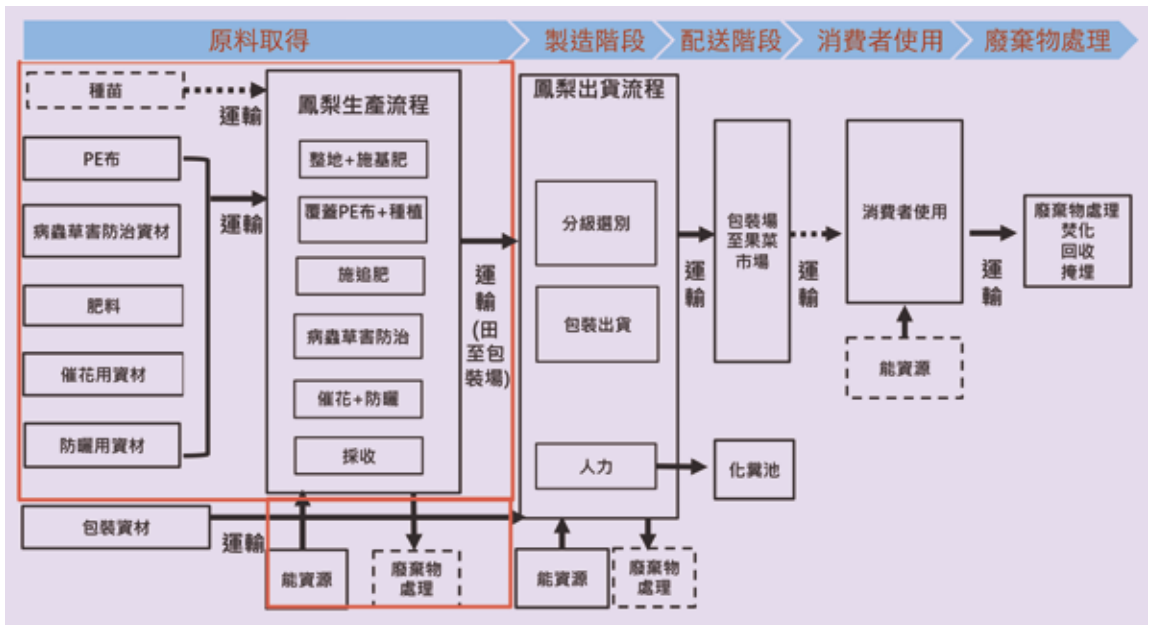
蒐集活動數據後，必須找出各項能源、資材之碳排放係數，二者相乘後，才能獲得該項能源或資材之碳排放量。碳排放係數之引用順序依序為：上游供應商提供、本土係數(碳足跡資訊網所列)、區域、國家或國際公告的碳排放係數、生命週期評估軟體如Simapro資料庫、具公信力文獻。本次所引用之碳排放係數多數來自環境部碳足跡資訊網資料庫，目前共有1千多筆資料可用；其次為應用Simapro查找農藥之殺蟲劑、殺菌劑及除草劑三大類之係數。

盤查結果詳如表二。每公斤金鑽鳳梨農場生產之碳排放量為0.182kgCO₂e，其中，所施用的肥料在其製造過程之碳排放比例占39%，尤其是氮肥，占總碳排放的26%；再加計因施氮肥導致田間土壤氧化亞氮之碳排放占31%，則肥料整體所造成之碳排放占70%，而可歸因

表一、金鑽鳳梨受訪農戶使用肥料與農藥成分比例表

資材	名稱	氮碳鉀比例(%)
肥料	台肥1號	26-13-13
	東農3號	4.4-2.5-1.4
	福壽1號	2.5-5-2.5
	福壽5號	10-10-10
	福壽43號	16-16-16
	碳酸一鉍	11-60-0
	尿素	46-0-0
	硝酸鈣	14-0-0
	黑粒王特5號	16-8-12
資材	名稱	有效比例(%)
農藥	蓋普丹(殺菌劑)	50.0
	福賽得(殺菌劑)	80.0
	貝芬替(殺菌劑)	50.0
	大利松(殺蟲劑)	60.0
	達有龍(除草劑)	80.0
	克草(除草劑)	80.0
	伏寄普(除草劑)	17.5

資料來源：本研究整理



圖二、金鑽鳳梨生命週期流程圖與盤查範圍。資料來源：本研究繪製。

於施氮肥的碳排比例高達57%。因此，施用氮肥可說是金鑽鳳梨田間生產的碳排放熱點。

四、合理化施肥為減碳之有效途徑

根據作物施肥手冊，作物生長約需16種營養素，而依照需求量，分為大量、次量及微量，而氮磷鉀則屬於大量要素，因為相較於其他元素，土壤含量較不足夠，則需額外施用肥料，故稱肥料三要素。而在作物生產過程中，合理

化施肥是指施以適量合理的肥料用量及種類，且不損及產量，可創造最大收益。

實務操作過程中，農民常常擔心使用的肥料不足而導致作物營養不良，產量差或賣相不好，所以寧可多施肥，但往往浪費了許多肥料，也造成了環境問題與多餘的碳排放，所以一個合理的施肥量，既可節省成本，又可提高肥料利用效率，更能兼顧環境與農業永續發展。

表二、金鑽鳳梨農場生產碳排放量盤查表

活動內容	活動強度			碳排放總量		
	能資源名稱	用量	單位/公斤	排放量	比例	單位/公斤
整地	柴油	0.00650	公升(L)/公斤	0.022	12%	kgCO ₂ e/公斤
	潤滑油	0.00011	公升(L)/公斤	0.000	0%	kgCO ₂ e/公斤
生產管理資材	氮肥	0.02605	公斤(kg)/公斤	0.047	26%	kgCO ₂ e/公斤
	磷肥	0.01275	公斤(kg)/公斤	0.011	6%	kgCO ₂ e/公斤
	鉀肥	0.01634	公斤(kg)/公斤	0.010	5%	kgCO ₂ e/公斤
	其他成分	0.14310	公斤(kg)/公斤	0.004	2%	kgCO ₂ e/公斤
	殺菌劑	0.00023	公斤(kg)/公斤	0.003	2%	kgCO ₂ e/公斤
	殺蟲劑	0.00026	公斤(kg)/公斤	0.003	1%	kgCO ₂ e/公斤
	除草劑	0.00021	公斤(kg)/公斤	0.003	2%	kgCO ₂ e/公斤
	PE布	0.00221	公斤(kg)/公斤	0.005	3%	kgCO ₂ e/公斤
生產管理能源消耗	電力(抽水馬達)	0.01537	度(kWh)/公斤	0.009	5%	kgCO ₂ e/公斤
催花	電石(碳化鈣)	0.00178	公斤(kg)/公斤	0.007	4%	kgCO ₂ e/公斤
採收	小貨車運輸-柴油	0.00127	延噸公里(tkm)	0.001	0%	kgCO ₂ e/公斤
原料運輸	小貨車運輸-柴油	0.00218	延噸公里(tkm)	0.001	1%	kgCO ₂ e/公斤
土壤排放	氧化亞氮	0.00021	公斤/公頃	0.057	31%	kgCO ₂ e/公斤
總計				0.182	100%	kgCO ₂ e/公斤

資料來源:本研究整理。

表三、鳳梨合理化施肥與調查農戶之比較

單位:公斤/公頃

三要素	農業試驗所	高雄區農改場	台南區農改場	台中區農改場	調查農戶
氮	650	841.5	500	550	1488
磷	350	641.5	120	160	727
鉀	1100	617.5	500	500	941

資料來源:黃維廷等(2019)、林永鴻(2019)、潘佳辰(2019)、蔡宜峰(2010)及本研究整理。

根據農業試驗所「作物土壤管理與施肥技術(果樹與茶作篇)」(特刊221號, 2019), 其中農試所、高雄區農改場與台南區農改場皆提出鳳梨相關的合理化施肥推薦用量, 另台中區農業改良場也曾提出研究的數據, 並比較本研究所調查樣本農戶的肥料用量, 彙整如表三。各試驗研究單位可能考量地理條件、氣候差異、土壤性質及產量不同, 所建議的施肥量有所差異, 但本次盤查金鑽鳳梨生產農戶確實在肥料的施用上, 超出研究單位的建議量許多。其中, 又以氮肥的施用量最多, 而且氮肥每公斤產生的碳排放量遠高於磷肥及鉀肥, 還有田間氧化亞氮的排放, 對環境影響較大。因此, 若能適量減少氮肥用量, 將能有效率地減少碳排放量。

五、結論

面對氣候變遷的威脅, 各行各業都應該盡己之力減少碳排放, 以減緩地球升溫的速度。我國農業的碳排放雖占整體比例不高, 但為了達成2040農業淨零排放的目標, 仍應設法減碳。而了解產品的碳足跡, 是有效率減碳的依據。

農業部門是以生產足夠糧食為首要任務, 但在生產過程中, 相關的農業操作與能資源、材料等投入, 皆會造成碳排放。因此, 專注於農產品生命週期中的原料階段, 即農產品的農場生產部分, 進行碳排放量的盤查, 以找出碳排放熱點, 研擬減碳策略。

本研究進行台灣重要水果金鑽鳳梨的農場碳足跡盤查。依據盤點結果, 農

地施用肥料所造成之碳排放, 占農場生產總排放量比例高達7成, 尤其是氮肥施用, 還會造成氧化亞氮排放, 其對環境的影響較大。因此, 施用氮肥為金鑽鳳梨田間生產的碳排放熱點。

對照本次所蒐集的資料與合理化施肥的推薦量, 農友為確保產量, 確實有施用過量肥料的情形, 不僅對土地產生不良影響、墊高成本, 也造成高比例的溫室氣體排放。因此, 建議金鑽鳳梨生產者可根據各試驗改良場所建議的施肥量, 進行合理化施肥, 不僅可節省成本, 更能夠兼顧土地健康及減少碳排放量。

六、參考資料

- 羅秋雄主編。2005。作物施肥手冊。中華肥料協會編印P56。
- 林永鴻。2010。鳳梨合理化施肥手冊。高雄區農技報導106:3-15。
- 蔡宜峰。2010。鳳梨合理化施肥技術。台中區農業專訊68:23-27。
- 潘佳辰。2019。台南地區鳳梨營養診斷與合理化施肥。農業試驗所特刊第221號:作物土壤管理與施肥技術-果樹與茶作篇P185。
- 林永鴻。2019。高屏地區鳳梨營養診斷與合理化施肥。農業試驗所特刊第221號:作物土壤管理與施肥技術-果樹與茶作篇P181。
- 黃維廷、陳柱中、官青杉、郭鴻裕。2019。鳳梨土壤管理與施肥推薦參考資訊。農業試驗所特刊第221號:作物土壤管理與施肥技術-果樹與茶作篇P152。