

栽培技術

# 以稻米、小黃瓜、紅龍果為例 農產品碳足跡盤查實務

文圖／吳以健、李昱錡、郭芝秀

氣候變遷已對全球糧食生產與人類環境造成威脅。根據聯合國糧農組織 (FAO) 資料，農業部門溫室氣體排放約占全球的四分之一，其中稻作與蔬果栽培亦為重要來源。碳足跡 (Carbon footprint) 是評估產品生命週期中溫室氣體排放量的指標，通常以「公斤二氧化碳當量 (kg CO<sub>2</sub>e)」表示。對農產品而言，碳足跡盤查有助於找出高排放熱點，進行管理與改善。臺灣農業地狹人稠、生產密集，若能掌握碳排資訊，除可導入減碳技術，也有助於產品永續行銷與國際接軌。本文以稻米、小黃瓜與紅龍果三種作物為例，介紹盤查流程與成果，推廣農業碳足跡的實務應用。

## 一、碳足跡盤查的基本流程

碳足跡的評估依據生命週期評估 (LCA) 方法，從原料取得、生產、包裝、運輸到消費與廢棄階段，全面計算排放。依據 ISO 14067 標準，盤查流程包含五大步驟：

### 1. 目標與範圍界定：

確定要進行碳足跡盤查的產品與功能單位 (例如 1 包 1 公斤裝白米)，以及確定即將對該產品生命週期中進行碳排盤查的各個項目 (例如機械使用、田間排放、運輸車輛)。

### 2. 資料收集：

依前步驟規劃的盤查項目，逐項調

查，包括肥料、農藥、電力、燃料等投入量，並納入甲烷與氧化亞氮等田間排放調查或估算。

### 3. 碳排計算：

將前步驟之調查結果以各自的排放係數轉換為CO<sub>2</sub>當量，作為各項目的碳排放數據。

### 4. 彙整與分析：

將前步驟之計算結果進行加總，作為產品總碳排放量之呈現，並評估全生命周期中的碳排熱點。

### 5. 第三方驗證與申請碳標籤：

將評估結果先送交第三方查證單位進行驗證，接著提交環境部申請碳足跡標籤，作為環保認證或供應鏈審查依據。

農產品碳足跡的挑戰之一在於資料變異性大，不同季節、地區或農法都會影響排放數據，因此盤查時常需針對具代表性的場域或生產模式做典型調查。本文將以稻米、小黃瓜、紅龍果 3 個農產品分別作為糧作、蔬菜、鮮果的農產品案例進行碳足跡評估，並找出碳排熱點與提出減碳策略建議。

## 二、稻米碳足跡盤查實務

以 1 公斤真空包裝白米為例，總碳足跡約為 2.5 公斤 CO<sub>2</sub>e。其中田間栽培階段貢獻最大 (1.47 公斤)，主因為甲烷與氧化亞氮排放，以及肥料製造。其他階

段如育苗 (0.033 公斤)、加工 (0.18 公斤)、運輸 (0.05 公斤) 與使用 (0.8 公斤) 亦有貢獻。田間管理是減碳關鍵，建議導入間歇灌溉、精準施肥、提升機械效率等做法。部分碾米廠也開始使用稻殼爐進行烘乾，可降低化石燃料使用。雖然烹煮階段的碳排無法完全避免，但若推廣節能家電與在地消費，也能間接減排。

## 三、小黃瓜碳足跡盤查實務

我國多數小黃瓜採溫室栽培，以 800 公克鮮採小黃瓜為對象，總碳足跡為 3.30 公斤 CO<sub>2</sub>e，其中 97.5% 來自原料取得階段。最大熱點為溫室電力使用 (占 81%)，其次為肥料製造 (16.4%)。整地與採收由人工進行，碳排可忽略。包裝與運輸則貢獻極少 (共約 0.07 公斤)。而小黃瓜栽培過程的溫室，用電量高，導致碳排高於國際露天栽培案例 (0.08-2.2 公斤 CO<sub>2</sub>e / 公斤)。若排除溫室用電，小黃瓜碳足跡可降至 0.69 公斤，與國外水準相當。未來可推動智慧節能系統與精準施肥，進一步提升效率並減少碳排。

## 四、紅龍果碳足跡盤查實務

針對 6 公斤裝紅龍果鮮果盤查，其總碳足跡為 3.89 公斤 CO<sub>2</sub>e。其中原料取得階段占比最高 (53.2%)，主要來自電照與噴水的用電 (1.59 公斤)，其次為農藥與肥料 (0.40 公斤)。製造加工階段則來

稻米、小黃瓜、紅龍果的產品碳足跡比較

( 單位：公斤CO<sub>2</sub>e )

| 分析項目 | 白米 (1 公斤) |        | 小黃瓜 (800 公克) |        | 紅龍果 (6 公斤)         |        |
|------|-----------|--------|--------------|--------|--------------------|--------|
|      | 碳排        | 比例 (%) | 碳排           | 比例 (%) | 碳排                 | 比例 (%) |
| 原料取得 | 1.47      | 58.6   | 3.21         | 97.3   | 2.07               | 53.2   |
| 加工處理 | 0.18      | 7.2    | 0.05         | 1.5    | 1.01               | 26.0   |
| 運輸階段 | 0.05      | 2.0    | 0.02         | 0.6    | 0.32               | 8.3    |
| 使用階段 | 0.80      | 31.9   | 0.01         | 0.3    | 0.12               | 3.1    |
| 廢棄處理 | 0.01      | 0.4    | 0.01         | 0.3    | 0.36               | 9.4    |
| 總碳足跡 | 2.50      | 100    | 3.30         | 100    | 3.89               | 100    |
| 碳排熱點 | 田間甲烷、氮肥   |        | 溫室電力、肥料      |        | 電照用電、農藥肥料          |        |
| 減碳作為 | 間歇灌溉、精準施肥 |        | 智慧節能、精準施肥    |        | 改以 LED 電照、整合式病蟲害管理 |        |

自機械選別與紙箱包裝，排放約 1.01 公斤，占比達 26%。運輸 (0.32 公斤)、使用 (0.12 公斤) 與廢棄處理 (0.36 公斤) 相對較小。改善重點可從照明設備汰換為 LED、導入智慧光照控制與整合式病蟲害管理 (IPM) 等著手。此外，推廣有機資材與草生栽培，也能減少對化學農藥與除草劑的依賴。

## 五、結語

面對氣候變遷與淨零排放的全球趨勢，農業碳足跡不再只是學術指標，而

是具體可行的減碳工具。透過碳足跡盤查，我們能清楚掌握農產品從育苗、生產到消費的碳排分布，辨識高排放熱點，進而擬定有效的減碳策略。本次針對臺灣 3 項農產品的盤查顯示，稻米的碳排主要來自田間甲烷與氮肥施用，小黃瓜與紅龍果的熱點則在於溫室設施與高耗能作業。這些結果說明，不同作物的碳足跡來源不盡相同，改善策略也應因品項調整，例如導入智慧化節能系統、優化灌溉與施肥管理、以及推廣有機與在地循環資材。碳足跡資料不僅能協助農

民優化生產，也能成為品牌行銷與永續認證的重要依據。當消費者願意為低碳農產品買單，農業的減碳動能就能持續推進。邁向低碳農業，盤查只是起點。

唯有產官學共同努力，建立透明的碳足跡資料平台，推動技術普及與資源導入，才能讓永續農業不再只是願景，而是臺灣農業發展的現實選項。



- 田間湛水的土壤會排放甲烷，貢獻稻米主要的碳足跡



- 小黃瓜約80%的碳足跡來自溫室用電(圖/錢昌聖)



- 紅龍果的田間電照是碳排熱點，可以藉由改變照明種類來減少電力碳排