

台灣落花生

田間生產碳足跡

農試所農經組 江秀娥 蔡政諺 張采蘋

一、前言

全球氣候變遷趨勢持續中。為避免地球溫度繼續上升，人們必須有所作為，而減少碳排放量為重要的手段之一。農業部門所排放的二氧化碳占總排放量的13%，因此農業部門也應積極設法減少二氧化碳排放，對減緩地球暖化的速度貢獻一份心力。

為了減少農業的碳排放量，必須先了解碳排放量的熱點，就是哪個環節或作業階段的碳排放量最多，作為改善之重點。因此，首要工作就是進行碳排放現況盤點，以此為基礎，擬定減碳之策略。本研究以落花生為標的，進行生產階段各項能源、資材投入之盤點，以計算其碳排放量。結果除了可擬訂落花生田間生產減少碳排放量之改善策略外，也可作為落花生相關加工產品盤查碳足跡時之公用係數。

二、繪製落花生產品生命週期流程圖

我國碳足跡的計算係採用生命週期評估法(Life Cycle Assessment, LCA)。LCA是屬於系統分析方法之一，依據ISO 14040 (2006)之定義為「對產品系統自原物料的取得到最終處置的生命週期中，投入和產出及潛在環境衝擊之彙整與評估。」因此，依據LCA將落花生產品之生命週期分為原物料取得、製造、配送零售、消費者使用及廢棄處理等5大階段，繪製我國落花生之產品生命週期流程圖如圖一，作為估算落花生產品碳排放量之依據。

由於落花生係為多種產品之原料，如花生糖、花生油、冷凍花生或帶殼花生等，因此本研究以盤點落花生產品的原料取得階段碳排放量為目標，結果可作為其下游相關加工產品之碳足跡公用係數。

三、盤點與計算落花生田間生產碳足跡

依據台灣落花生主要生產地區分布，進行主要產區11份樣本農戶落花生

作者：江秀娥助理研究員
連絡電話：04-23317652

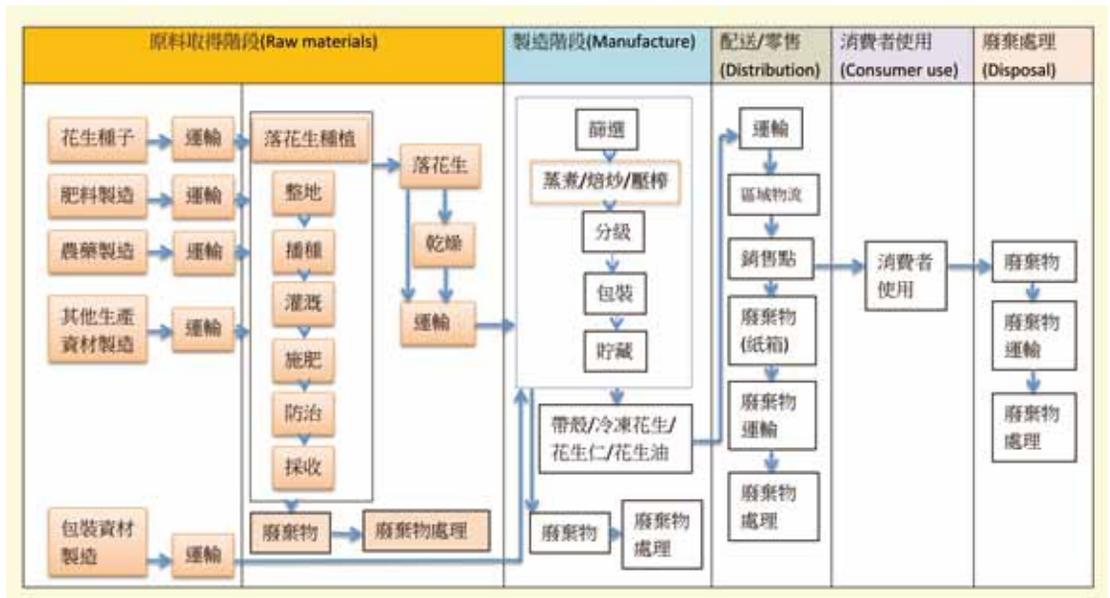
田間生產管理之相關資材（農藥、肥料、包裝、能源等）投入與產出資料蒐集，作為計算碳足跡之一級數據，並參考業界使用衡量各項能資源使用對環境產生衝擊之應用軟體SimaPro7.3，以查詢相關能資源碳排放量係數，以計算落花生的田間生產碳排放量。樣本基本資料如表一。

(一)台灣落花生生產作業與能資源投入

1. 台灣落花生主要生產季為秋作，即一期稻作收成後，第二期作種植，約自7月上旬開始播種；春作多為供應秋作種子所需，較少生產。利用曳引機進行整地，平均每公頃需耗用柴油78公升；而播種機每公頃柴油耗用量15公升，每公頃需要180~200公斤的種仁。
2. 落花生肥培管理，基本上需要基肥及1-2次追肥，但也要視前期作物或土壤肥力而定，若前期為葉菜類或大蒜或

豆科作物，甚至可以不必施肥。本次調查樣本資料，較多施用尿素，平均每公頃施用125公斤；若施用過磷酸鈣每公頃400公斤、43號複合肥料每公頃400公斤；還有施用有機質肥料者，施肥量較多每公頃達2000公斤以上。施肥機用油每公頃3公升。

3. 病蟲害防治每期作約4-5次，資材分為殺菌劑與殺蟲劑，殺菌劑包括鋅錳乃浦、四氯異苯腈、腐絕、菲克利、阿托敏等；殺蟲劑包括陶斯松、阿巴汀、剋安勃、達馬松、益滅靈、賽達松、第滅靈等。以較為普遍使用之鋅錳乃浦而言，平均每公頃使用0.7公斤。噴藥機耗油量平均為每公頃3.7公升。
4. 中耕機平均每公頃用油量為15公升。
5. 灌溉視各地區土壤性質差異而定，大多數抽用地下水灌溉，每期作平均2-3次，每公頃耗用之電量為130度。



圖一、落花生產品生命週期流程圖。

6. 落花生採收採用機械化作業，採收機每公頃耗油量為37公升。利用日曬乾燥，每公頃每期作乾燥落花生產量平均為2,700公斤。

(二)落花生田間生產碳排放量計算

本次蒐集11戶樣本農戶落花生的生產投入資料，經過適當的資料處理，包括依據其產量計算其生產每公斤乾燥落花生的各項作業所需能源投入量、分離肥料與農藥的有效成份及其他成分，如施用43號複合肥料之氮肥、鉀肥、磷肥之實際用量等。由於樣本農戶之投入項目差異大，因此計算其個別投入項目與用量。

相關能資源的碳足跡係數詳列於表二。我國台灣電力公司已定期公布電力係數，另透過環保署溫室氣體排放係數管理表(6.0.1版本102/12)可查詢柴油等係數，其他有關肥料、農藥等之碳排放係數皆由SimaPro7.3查詢而得。

表一、落花生碳足跡樣本戶基本資料

樣本編號	102秋作面積(分)	103春作面積(分)	總採收量(乾燥)kg	平均單位面積產量kg/分	生產品種
1	30	15	13500	300	台南14號、15號、台南選9號
2	0	5	1500	300	花仁(地方種)
3	3	0	850	283	黑金剛
4	5	0	1700	340	黑金剛
5	0	5	1800	360	黑金剛
6	10	0	3000	300	台南14號(油豆)
7	6	0	1200	200	台南選9號
8	8	0	1680	210	台南選9號
9	5	0	1350	270	台南選9號
10	15	0	2500	167	台南選9號
11	11	0	2800	255	台中1號

資料來源:本研究蒐集整理。

經計算個別樣本戶之碳足跡，並利用本次樣本之採收量進行加權後，每公斤乾燥落花生的生產階段碳足跡為0.68kgCO₂當量。詳見表三。

分析落花生田間生產階段碳排放量之內容，以肥料所占比例最高，達51%，其次為能源，占38%(圖二)。可見落花生田間生產階段碳足跡之排放熱點為肥料的使用，要降低其碳排放量，可以朝減少肥料的施用方向來努力。

進一步分析發現，本次所蒐集的資料也呈現不同品種的落花生碳排放量有些許的差異(表四)。台南14號的碳排放量較台南選9號及黑金剛花生高一些。而有些生產者僅施用有機質肥料，其碳排放量較施用化學肥料的落花生少。

四、結論與建議

(一)結論

本研究依據生命週期評估法，將花生產品之生命週期分為原物料取得、

表二、落花生田間生產階段使用能資源與其排放係數表

活動內容	能資源名稱	排放係數		
		排放係數	單位	資料來源
整地	柴油	2.606	kg CO ₂ e /L	溫室氣體排放係數管理表 (6.0.1版本102/12)
播種	柴油	2.606	kg CO ₂ e /L	溫室氣體排放係數管理表 (6.0.1版本102/12)
	種子	0.96	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
施肥	氮要素	1.96	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 USLCI 2.0
	磷要素	0.393	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 USLCI 2.0
	鉀要素	0.803	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 LCA Food DK
	其他要素	1.83	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	其他要素	0.108	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	田間N ₂ O排放	298	kg CO ₂ e /kg	溫室氣體排放係數管理表 (6.0.1版本102/12)
病蟲害防治	殺菌劑Mancozeb (有效成份)	5.27	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺菌劑Mancozeb (其他)	1.83	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺菌劑Chlorothalonil (有效成份)	3.62	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺菌劑 Chlorothalonil(其他)	1.83	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺菌劑(有效成份)	9.46	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺菌劑(其他)	1.83	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺蟲劑(有效成份)	9.36	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	殺蟲劑(其他)	1.83	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2
	植物生長調節劑 (有效成份)	7.69	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.3
	植物生長調節劑 (其他)	1.83	kg CO ₂ e /kg	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.4
施肥施藥機具使用耗材	柴油	2.606	kg CO ₂ e/kg	溫室氣體排放係數管理表 (6.0.1版本102/12)
灌溉	電力	0.532	kg CO ₂ e/度	台電公告101年電力排放係數
中耕機	柴油	2.606	kg CO ₂ e/kg	溫室氣體排放係數管理表 (6.0.1版本102/12)
採收機	柴油	2.606	kg CO ₂ e/kg	溫室氣體排放係數管理表 (6.0.1版本102/12)
資材與產品運輸	運輸	0.37	kg CO ₂ e/tkm	SimaPro 7.3.3 Ecoinvent 2.2

表三、落花生田間生產樣本之碳排放量計算結果表

單位：kg CO₂e/kg peanut

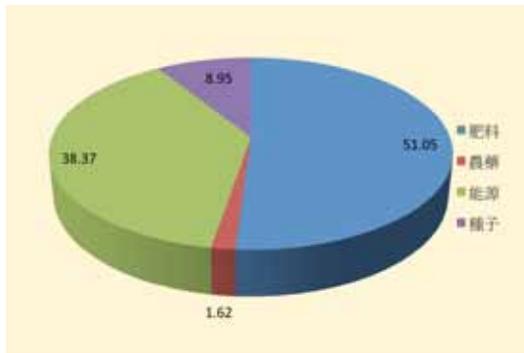
活動內容	能資源名稱	平均碳排放量
整地	柴油	0.078802
	柴油	0.027241
播種	種子	0.062121
	種子	0.062121
施肥	氮要素	0.040761
	磷要素	0.002075
	鉀要素	0.004113
	其他要素	0.100191
	其他要素	0.014814
	田間N ₂ O排放	0.123946
病蟲害防治	殺菌劑Mancozeb (有效成份)	0.001054
	殺菌劑Mancozeb (其他)	0.000092
	殺菌劑Chlorothalonil (有效成份)	0.000158
	殺菌劑Chlorothalonil (其他)	0.000124
	殺菌劑(有效成份)	0.000346
	殺菌劑(其他)	0.000305
	殺蟲劑(有效成份)	0.004106
	殺蟲劑(其他)	0.001239
	植物生長調節劑(有效成份)	0.000016
	植物生長調節劑(其他)	0.000035
施肥施藥機具使用耗材	柴油	0.012320
灌溉	電力	0.025028
中耕機	柴油	0.018178
採收機	柴油	0.038843
資材與產品運輸	運輸	0.013455
加 權 平 均		0.683197

資料來源:同表一。

製造、配送零售、消費者使用及廢棄處理等5大階段，並繪出我國落花生之產品生命週期流程圖，可作為後續廠商盤點落花生相關產製品碳足跡之參考。

由於落花生多作為相關產品的原物料，本研究則進行落花生產品的原料取得階段之碳足跡盤查，即盤點落花生田間生產階段所使用之能資源投入量，以計算其在此階段的碳排放量。以落花

生主要產區之樣本農戶生產資料進行計算，平均每公斤乾燥落花生的田間生產階段碳足跡為0.68kgCO₂當量。其在生產過程中，以肥料投入所產生的碳排放量最多，占51%；其次為能源，占38%。因此肥料施用為排放熱點，若能配合合理化施肥措施減少施用肥料量，不僅可以節省能源降低成本，並得以顯著降低其碳排放量。



圖二、落花生生產階段碳足跡分配圖。

(二)建議

1.有關落花生田間生產階段之碳足跡，除了肥料施用應再加強合理化施肥以降低碳排放量外，本次盤查發現能源使用的碳排放量也頗高。除了因落花生整地、播種、採收等機械化程度高，其能源的使用量較多以外，主要由於其抽用地下水灌溉。雖然落花生屬旱作，理論上不需太多水，但因主要生產地區多屬砂質土，水分易流失，因此農民灌溉次數往往比專家建議的次數來得多。這部分也應設法降低其電力的使用，以達減碳的目標。

2.本次研究蒐集到施用化學肥料與有機質肥料的農戶資料，顯示出其碳排放量的差異。因此，也可鼓勵農民多使用有機質肥料以取代化學肥料，藉以降低落花生田間生產的碳排放量。

表四、不同屬性落花生生產碳排放量表

分類	項目	碳足跡 (kg CO ₂ e/kg peanut)
依品種別	台南14號	0.7724
	台南選9號	0.6175
	黑金剛	0.4742
依肥料別	施用有機質肥料	0.2840
	施用化學肥料	0.7179

資料來源：同表一。