



台灣國民美食雞排的碳排放量推估研究

許澤宇^{a*}、馮琇玲^b

^a 南華大學旅遊管理研究所 副教授

^b 南華大學旅遊管理研究所 碩士

摘要

台灣的夜市聚集多樣的小吃，一直是遊客的最愛。而在小吃餐飲種類中，雞排又屬於國人所喜好的平價美食。因此本研究以國民美食雞排，作為研究對象，並以國內頗負盛名的觀光型夜市-逢甲夜市及在地型夜市-朴子夜市，作為採樣樣區，盤查其從食材生產、運輸、製作、棄置等不同階段所產生之二氧化碳排放當量。研究結果發現，一份雞排平均重量 270 公克，單純以油炸方式生產之炸雞排，估計二氧化碳排放當量平均值為 0.532 kgCO_{2e}，若油炸後再碳烤，使用瓦斯碳烤之雞排產生 0.619 kgCO_{2e}，至於使用木炭之碳烤雞排則可高達 1.310 kgCO_{2e}；在不同口味方面，椒麻雞排之碳排潛勢為 0.623 kgCO_{2e}，起司雞排 0.709 kgCO_{2e}。從每單位金額花費來看，雞排每一元新臺幣之消費，貢獻約 8~18 g CO_{2e}；從生命週期觀點來看雞排產製發現，除了以木炭炭烤雞排，其餘樣式雞排之碳排放量主要來自食材之生產過程 (75~83%)，再來分別是料理過程之能源燃料 (10~13%)、運輸佔 5~6%、棄置階段 2~3%。然而，以木炭炭烤之雞排，能源燃料會佔整體碳排之 60%，較食材生產階段 (36%) 為高，這表示製程中能源燃料的選擇是影響碳排潛勢的重要因素。最後，本研究以台灣一天生產約 25 萬片雞排的水準，推估台灣一年因食用雞排所產生之碳排放潛勢超過 5 萬公噸，若以碳補償的觀點來看，大約需要種植約 3500 公頃樹木方可消弭食用雞排產生之二氧化碳。

關鍵詞： 台灣小吃、溫室氣體、二氧化碳當量、夜市、雞排

* 通訊作者：許澤宇
E-mail: cy.hsui@gmail.com



壹、前言

一、研究動機

旅遊業是近年來全球發展迅速產業之一，過去一直被視為是無煙囪工業，然近年國內外研究卻也顯示，隨著旅遊人次的大幅成長，亦伴隨著對環境之衝擊。其中最直接的就是溫室氣體排放(Weir, 2017)。Gössling & Peeters (2015)的評估指出，2010年全球旅遊系統，產生了1.12 Gt CO₂；旅遊過程所造成的二氧化碳排放當量，雖屬航空交通運輸所排放的大量溫室氣體，特別是航空運輸所排放的大量溫室氣體；然根據聯合國的研究統計，溫室氣體排放結構中，有近18%是來自於農業及畜牧業(FAO, 2006)，這顯示「食物」對於溫室效應有相當影響，因此飲食的碳排放量不容小覷。以2005年之統計資料來說，當年全世界幾乎就有250萬億旅遊人日(tourists day)(UNWTO-UNEP-WMO, 2008)，若以每一觀光人日平均吃三餐來計，一年就有750萬億餐，即便個人單日飲食所產生的碳排放不是很大，但如果按這樣的比例來算，飲食所可能產生的碳排放則不容忽視(Gossiling et al., 2011)。

就台灣來說，不論是外國觀光客來台，或是國人國內旅遊，夜市，此一聚集型之商業型態，特別是聚集多樣的台灣小吃，一直是遊客的最愛。以交通部觀光局(2018a)之「中華民國106年來台旅客消費及動向調查」資料顯示，當年1074萬的來台旅客人次中，來台觀光景點動向第一名即為「夜市」(每百人次有82人次)，遠高於「台北101」(每百人次有53人次)。若以吸引旅客來臺觀光因素來看，美食或特色小吃(每百人次有68人次)排序第一；若就受訪旅客在台主要活動，逛夜市(每百人次有82人次)排名第二(交通部觀光局，2018a)。對於外國旅客來說，臺灣與相較其他最喜歡的亞洲國家相比，旅客認為臺灣最具優勢的項目，依然是美食或特色小吃(交通部觀光局，2018a)；而夜市，正是台灣特色小吃的聚集地。以國民旅遊市場來看，觀光局在「中華民國106年國人旅遊狀況調查」資料顯示，2017年國旅主要到訪景點中，逢甲夜市、羅東夜市是排名前十名的景點(交通部觀光局，2018b)。事實上，國內夜市超過300家，規模最大者，甚至超過1000個攤位。上述資料在在顯示夜市在台灣受歡迎的程度。

然而，即使像夜市這樣如此受歡迎的餐飲集中地，目前並未有相關之研究探討該飲食型態、內涵，所可能導致之溫室氣體潛勢。因此，若能在旅遊人次逐年攀高同時，能進一步推動飲食之菜單規劃標示碳排放量，或提升遊客對飲食碳排放之認知，除了可讓消費者體認到對環境的責任外，亦可引導更多的業者利用當地食材，減少過季儲存，讓消費者能吃當地、吃當令食物，以減少溫室氣體排放為責任，進一步達到對環境友善、降低環境衝擊之低碳飲食方式。

二、研究問題

雖然「夜市餐飲碳足跡」之相關研究有其重要性，唯夜市之餐飲涵蓋層面甚廣，因此為利於聚焦討論，本研究選擇堪稱國內平價之國民美食-雞排¹，作為碳足跡盤查的對象。威信所獲得之研究成果，除可提高社會大眾對雞排的二氧化碳排放當量認知，而研究所揭露之相關資訊，亦能作為業者追求環境永續之重要參考依據，對未來之飲食溫室氣體減量管理，應極具參考價值。

¹交通部觀光局於2013年舉辦「10大夜市美食網路PK」，結果雞排名列第二(中國時報，2013)；另根據根據東森新聞雲(2014)的調查，雞排名列最想吃的夜市小吃第2名(39.89%)，僅次於臭豆腐(41.39%)。



貳、文獻回顧

一、夜市

CNN 曾報導「臺灣之最」，第一名就是遍布全臺各鄉鎮、數量超過 300 個的夜市（大紀元，2015）。台灣的夜市起源與廟會、市集有關。在台灣早年農村社會中，廟宇是人民休閒及社交主要的場所，一些民俗節慶活動聚集於廟宇旁，形成廟會活動，圍繞廟會活動的商業買賣、鄉土小吃及娛樂遊戲等交易行為，就漸而形成市集（陳哲維，2011）。而現今的夜市，若以營業時間來區分，尚可分為固定夜市及定期夜市兩大類。其中固定夜市，又可區分為商圈夜市及觀光夜市兩種。至於定期夜市，又稱定期市，通常每星期營業 1~2 次，又可稱為趕集式的流動夜市。事實上，台灣夜市可以如此的密集且發展良好，主因其提供服務範圍廣大，從有形的飲食、飾品、生活用品到無形的如按摩、算命等服務皆有之。夜市具有消費低廉且多樣化選擇，又兼具在地文化特質，因此除了是國人喜歡消費的場所，更是吸引國際觀光客來台主要吸引力之一（陳哲維，2011）。交通部觀光局（2018a）統計外國旅客來台景點，動向排名第一名即為夜市，在台主要活動逛夜市亦排名第二。再者，臺灣小吃舉世聞名，夜市更是臺灣飲食文化重要的一環，家家戶戶都有逛夜市喫小吃的經驗，夜市幾乎是每個臺灣人用餐飲食的一部分。美國《赫芬頓郵報》（The Huffington Post）撰文《7 個必遊臺灣的理由》，其中一項就是夜市的小吃與美食不容錯過。據臺灣觀光局的統計數據，有超過 70% 到臺灣旅遊的觀光客不會錯過逛夜市吃小吃的機會。

二、雞排

（1）雞排的由來

在台灣攻佔大街小巷隨處可見的炸雞排，一般認為大約是在 1990 年代末出現在市面上（TVBS 新聞台，2010）。雞排因為其特殊食用型態及多變化的口感，突破了以往雞肉烹調侷限，在小吃界被賦與新的定位，目前已成為台灣最普遍的小吃之一。

（2）雞排的演變

雖然炸雞排距今約 30 年歷史（1990 年代末出現），但臺灣雞排每年總推陳出新，研創出各種特殊的口味與烹調方法，灑在雞排上的調味料也呈現多元變化，除傳統的胡椒粉外，還新增多種口味可供選擇例如：海苔、芥末、辣椒、梅子、中間放入起司、異國料理風味等。也研發出許多不同的雞排醃製方法，如以蜂蜜為基底的蜜汁雞排，或是以中藥為醃製食材調味的雞排，雞排是近幾十年來臺灣最夯的國民美食之一，亦是夜市佔重要地位的臺灣小吃之一。做法以獨家配方醃製雞排裹上酥脆粉，下鍋油炸至金黃油亮，亦有再以碳火燒烤，搭配酥、香、脆的外皮，香氣滿溢吸引人食指大動。

（3）雞排選擇白肉雞之雞胸肉

台灣市面上的雞肉可分為白色肉雞或有色肉雞兩種，雞排選用主要為白色肉雞，亦即俗稱的「白肉雞」。事實上，白肉雞自 1960 年代之後才由西方國家引進國內，具生長期短、營養價值高，是理想低脂高蛋白的健康選擇。唯早年白肉雞雞胸肉因肉質較柴，肉質不可口故販售不易，一直到夜市及路邊小吃「雞排」出現後才使雞胸肉的銷量有了轉機。台灣趨勢研究股份有限公司的產業調查也發現，「炸雞塊/雞排」是最受國人歡迎的加工食品之一。台灣的人平均雞肉消費量已由 1986 年的 14 公斤成長至 2015 年的 31 公斤，30 年來已成長 2 倍以上。根據國內白肉雞供應大廠大成集團所提



供的數據來看，2015 年雞肉消費量約佔了所有肉品消費量的 38%，僅次於排行第一的豬肉 48%，顯示雞肉在國人的飲食習慣中佔有重要地位（黃齡誼，2016a）。

（4）雞肉的來源

1998 年以前，未開放雞肉進口，國內雞肉產量及消耗量年年呈現明顯的上升趨勢，直到 1998 年部分開放雞肉進口後，國產量成長速度漸趨緩不再快速成長，近十年來國產量約維持在 55 萬公噸上下；另一方面，2005 年全面開放雞肉進口後，進口量也呈明顯的上升趨勢，2015 年的進口量更高達 20 萬公噸，其中幾乎多為來自美國，一年吃掉約 73 萬噸的雞肉量（進口雞肉以雞翅、冷凍雞腿為主），目前台灣雞排業每年使用的雞肉量約為 1.7 萬公噸，佔白肉雞國產量的 5~6%（黃齡誼，2016b）。

（5）雞排美味的秘密：醃製食材與外裹粉

台灣的雞排店數量驚人，無論在住家巷子口或大大小小的夜市與商圈，都可以看到炸雞排店的蹤影，可以顯見此塊商機的龐大，但也因此要在這片市場殺出重圍，除了依靠各自的行銷手段創造品牌故事之外，最重要也最不可缺少的一環就是，影響各家雞排獨特口感的醃製材料與外裹粉。

● 醃製食材：

以獨立攤商而言，會在營業之前先將雞排大量醃製完畢，再存放於冷藏庫中保存，而對於連鎖品牌的部分，實際詢問業者後發現大多是由各公司的中央廚房統一醃製後，再採用低溫配送到各店家冷藏，如此也可避免讓各店家自行醃製，卻導致品質不一、醃製流程無法確實管控等問題。一片酥香可口的雞排，如果單吃總覺得味道單調平淡，醃製食材添加了多種調味粉，例如：胡椒粉、胡椒鹽、辣椒粉、五香粉等，這些調味品在雞排的味道中扮演畫龍點睛的作用，調味粉可不只是雞排完成後才會撒粉調味，許多雞排的醃料材料中，也包含著這些調味料，是雞排美味的幕後功臣。香辛料的種類多樣，包含胡椒、辣椒、薑黃、丁香以及豆蔻等皆屬於香辛料，這些香辛料多半產自東南亞、熱帶地區亦有部份產製大陸。面對飲食口味的多元變化，雞排業者在調味料上需求漸增，因此近年來許多異國香料，如大漠孜然、法式香草風味香料、墨西哥番椒等，也都成為雞排業者在雞排製作完成後撒上調味料的口味選擇。曹昶晴（2016）認為，從傳統調味料到創意的調味料，是雞排提香、提味的最大功臣。

● 外裹粉：

台灣最早的炸雞排使用太白粉與麵粉混合後作為外裹粉，因此最早的雞排外皮較薄，油炸後也較容易乾澀。爾後，為了使外皮口感更酥脆，開始添加地瓜粉、樹薯粉等顆粒狀澱粉，油炸後會在外皮形成一顆顆粒狀物（黃宜稜，2018），亦有店家外皮使用酵母粉發酵後變成裹粉漿、外層再裹上一層乾粉，油炸後使外皮口感更酥脆。決定香酥雞排或脆皮雞排的關鍵：從雞肉外裹粉來看，沾取不同配方的外裹粉會直接影響到雞排吃起來的口感，因此在各家的配方成分上則為更複雜。以市售炸雞排來區分，除了裹乾粉與裹粉漿兩種選擇之外，還會因不同的口感需求而牽涉到要以麵粉或其他澱粉為主體，接著再看是否添加膨發劑來增加外皮的厚度，以及是否添加調味料等。目前市面上的雞排店來看，裹乾粉與裹粉漿皆有，若是為了讓外皮更起來更厚實，也有業者會以裹乾粉、裹濕粉、裹乾粉、裹濕粉等，一層又一層堆疊的方式進行。



(6) 雞排的包裝：防油紙袋

包裝雞排多使用「防油紙袋」，而其與一般紙袋差異性在其內層有防油塗層，相對能隔絕並延緩油質透過紙袋的速度。該塗層成分主要為全氟辛酸 (PFOA)，屬於一種穩定的長碳鏈結構化學物質，長碳鏈端擁有疏水的特性，另一頭的尾端則具有親水性，因此使得紙袋具有防油、防水的效果。

三、飲食之溫室氣體排放

聯合國報告指出，全球人為產生的溫室氣體約有 13.5% 來自農業(食材的生產)，甚至高於交通運輸所產生的溫室氣體 (IPCC, 2007)。除了生產過程之農業及畜牧業產生大量的溫室氣體排放，為保存與運送食物則增加了冷凍能源與運輸等的氣體排放 (Punakivi et al., 2001; Punakivi and Saranen, 2001; Punakivi and Tanskanen, 2002)。事實上，全球暖化造成氣候變遷會減損糧食的生產，威脅人類生存，但是人類也經由食物生產及消費的過程製造大量溫室氣體而影響氣候 (FAO, 2006)。2007 年國際的政府間氣候變遷研究小組 (IPCC) 在第四次評估報告結論中指出：集合近年來更多資料，氣候變遷有百分之九十的機率是因為 1750 年以來人為活動造成。歐盟則指出，有 29% 的溫室氣體產生與食物相關，顯示食物生產對於全球暖化有很大的影響 (European Commission Joint Research Centre, 2006)。第二屆亞太潔淨能源高峰會及展覽 Asia-Pacific Clean Energy Summit and Expo 提到永續發展 (sustainable development) 是國家所追求的目標 (陳玲慧, 2010)。隨著經濟活動頻繁，人類為了生活所需，大量排放人為溫室氣體 (Greenhouse Gas, GHG)，導至地球暖化加劇，造成氣候疾速變遷 (柳中明, 2008)。人類面臨新的危機與壓力，如環境生態、糧食安全與人類健康與安全等問題 (蕭富元, 2007)。因此，當務之急乃尋求減碳抗暖化方法。而推動低碳飲食是減碳舒緩全球暖化的直接方式之一。在國內，環保署將低碳飲食定義為：在食物的整個生命週期中，盡量排放最少的溫室氣體。換言之，低碳飲食就是「從減少碳足跡著手，讓商品從生產到被飲食、消耗的生命過程中，直接或間接減少二氧化碳排放」(石靜文, 2011)。台灣雖然尚未加入相關之國際組織，然台灣政府卻也已先行規劃全國溫室氣體排放量應於 2016 至 2020 年間回到 2008 排放量的水準；於 2025 年回到 2000 年排放量水準。長期而言，於 2050 年回到 2000 年排放量 50% 的水準，以與世界趨勢接軌 (行政院環境保護署, 2010)。然根據「二〇一〇台灣人碳足跡知多少」調查指出，82% 的民眾不知「碳足跡」為何物，而台灣每人每天碳足跡為 19.6 公斤，遠高於聯合國建議的五公斤 (劉力仁, 2011)。因此沈世宏 (2010) 認為，若能在前述碳足跡目標下，提升民眾落實低碳生活的意願與行動力，此為台灣政府與其他縣市單位當務之急。

參、研究方法

一、研究對象與場域

本研究採用參與式觀察法及半結構式訪談法等方式進行資料蒐集，以夜市有販賣雞排之攤商作為研究樣本，透過盤查雞排生產之相關製程、參數，遽以評估雞排之碳排放潛勢。雞排攤商選取考慮有二：其一，以國內最受觀光客喜歡的觀光夜市-臺中逢甲夜市做為施測樣本，在《東森新聞雲》2014 年「台灣地區最想去的夜市調查」結果，台中逢甲夜市奪冠；而在 2015 年《DailyView 網路溫度計》調查結果，臺中逢甲夜市仍是票選第一名最想去的夜市。選擇逢甲夜市作為取樣的場域，除了有個體經營的特色雞排店家 10 家外，另亦有國內連鎖雞排業者進駐，共計取樣 3 店家分屬兩



個連鎖品牌。此外，本研究亦考慮各鄉鎮常見之地方型流動夜市，本研究以朴子夜市做為資料蒐集對象，共計取樣雞排店 5 家；合計取樣雞排店家 18 家。

二、系統邊界

本研究之系統邊界 (system boundary)，係以生命週期觀點，評估雞排從搖籃到墳墓 (cradle-to-grave) 各階段之碳足跡，範圍包括原物料從產地生產、運輸、包裝、儲放 (冷凍/冷藏)、料理製程之燃料消耗、棄置等各階段。

三、飲食碳排放計算

由於雞排賣出量是以日平均為計算單位，調味品及燃料消耗是以月為計算單位，因為每日的調味品及燃料使用量不易統計，在實務上商家亦是以月為單位結算食材、調味品或能源等以及營運上所需之使用量。因此本研究資料之蒐集以月為單位，再經過換算取得活動所需之計量單位。以下就雞排從生產到棄置之各階段，分述說明其碳排放量計算公式。

(1) 階段一：(食材) 生產階段

雞排所使用之食材包含主原料雞排、麵粉、醃製醬料、油品等食材，生產階段所產生之碳排放量計算方式如下：

食材產生的碳排放量 (CO₂e/每單位) = 活動數據 (重量) × 排放係數..... (公式 1)

其中，雞肉生產階段產生的碳排放量 = 雞排重量 (KG) × 雞肉生產的碳排放係數 1.23 KgCO₂e /kg (環保低碳活動平台, 2015)；至於在雞排製程中雞肉所需要之裹粉 (麵粉)，麵粉使用產生的碳排放量 = (雞排油炸後重量 - 裹粉前重量) (KG) × 麵粉生產的碳排放係數 0.2836 KgCO₂e /kg (Meisterling et al., 2009)；在油炸雞排油品方面，常見使用棕櫚油、大豆油、沙拉油、芥花油等單一油品，亦有廠商依商家要求自行調配之酥炸油，各商家調配之酥炸油比例各異。配合實際之油品使用習慣以及現有之碳排放係數文獻，本研究以大豆油做為估算。故每份雞排耗用油品所產生的碳排放量 = 一臺炸油臺每日使用之油量 (KG) ÷ 每日油炸雞排總數 × 每單位油品的碳排放係數，引用之大豆油排放係數為 0.77kgCO₂e/kg (Audsley et al., 2009)。

(2) 階段二：運輸階段

運輸階段所產生之碳排放量公式如下：

運輸產生的二氧化碳排放量 = 商品重量 (公噸) × 生產地到消費者手中的距離 (公里) × 各種運輸工具每公噸每公里所排放出的二氧化碳 (KG) (公式 2)

由於雞排 (雞胸肉) 生產地多由國內生產極少進口，故採用北部及南部運輸距離，最遠大約 400 公里，最近約 20 公里以內，取其平均距離 200 公里作為計量之食物里程。運輸模式採取陸運並以貨車作為主要工具碳排放係數為 0.18 kg CO₂e / Km-ton (Davis & Diegel, 2007; Kissinger, 2012)，國外運輸模式採用集裝箱海運 (containerized sea freight)，引用之碳排放係數為 0.04 kg CO₂e / Km-ton (Davis & Diegel, 2007; Kissinger, 2012)。

(3) 階段三：雞排製程階段 (水電、燃料能源)

雞排烹飪製程通常以油炸為主，搭配之燃料為液化石油氣 (LPG)，此外若是碳烤雞排則會先經過油炸再碳烤，根據訪談，多數業者使用瓦斯碳烤，少部分業者則使用木炭碳烤。該階段所產生之碳排放量公式如下：

燃料使用的碳排放量 = 燃料使用時間 (hr) × 燃料使用的碳排放係數 (kg/hr)。(公式 3)

根據研究，LPG 之碳排放係數為 2.95 kg CO₂ e/kg (Pathak et al., 2010; Thomas et al., 2000)，瓦斯桶之消耗率為 0.13 kg/hr ((Pantangi et al., 2007)，因此可換算每分鐘 LPG 使用其碳排放量：0.0064 kg CO₂e /min；此外木炭之碳排放係數為 3.7 kg CO₂e/kg (行政院環境保護署，2008)。

此外，本研究亦一併評估冷凍冷藏耗電所產生之碳排放量以及清洗食材所致之碳排放量。電力方面，以每度電產生之二氧化碳排放當量作為計算，根據台電資料，排放係數為：0.554 (kgCO₂e/度)；自來水之碳排放係數為：0.16 (kgCO₂e/度)。

(4) 階段四：棄置階段

本研究棄置階段有包裝材料及雞排殘渣棄置等兩部分。考量夜市邊走邊吃習慣，一般廚餘及包裝袋皆丟垃圾桶由垃圾車送至焚化爐焚化處理。公式如下：

棄置階段的碳排放量=棄置重量 (KG) × 廢棄物處理的碳排放係數..... (公式 4)

其中焚化處理之二氧化碳排放當量排放係數為 0.327 kg CO₂e/kg (產品碳足跡計算服務平台, 2020)。總結前述四個階段，生產、燃料、運輸、棄置，生產一份雞排所產生之二氧化碳排放潛勢可估算如下：

總碳排放量=食材生產的碳排放量+燃料使用的碳排放量+運輸碳排+棄置(廚餘)碳排放量

肆、 結果分析

雞排製作之主原料是白肉雞之雞胸肉，在油炸之前會先經過數小時之醃製程序，之後準備裹粉下鍋油炸，裹粉內容則各家不同，有濕裹粉及乾裹粉，裹粉之內容物多屬各家之商業機密，因此本研究採用食譜中建議之裹粉調配方式以為計算。裹粉後下鍋油炸，上鍋後又可分為額外加料，例如添加起司、梅粉、胡椒、辣椒、海苔椒鹽等，亦另有再經過碳烤，作二次加工的程序。茲將雞排製作流程及各階段之碳排放量估算繪如圖 1。

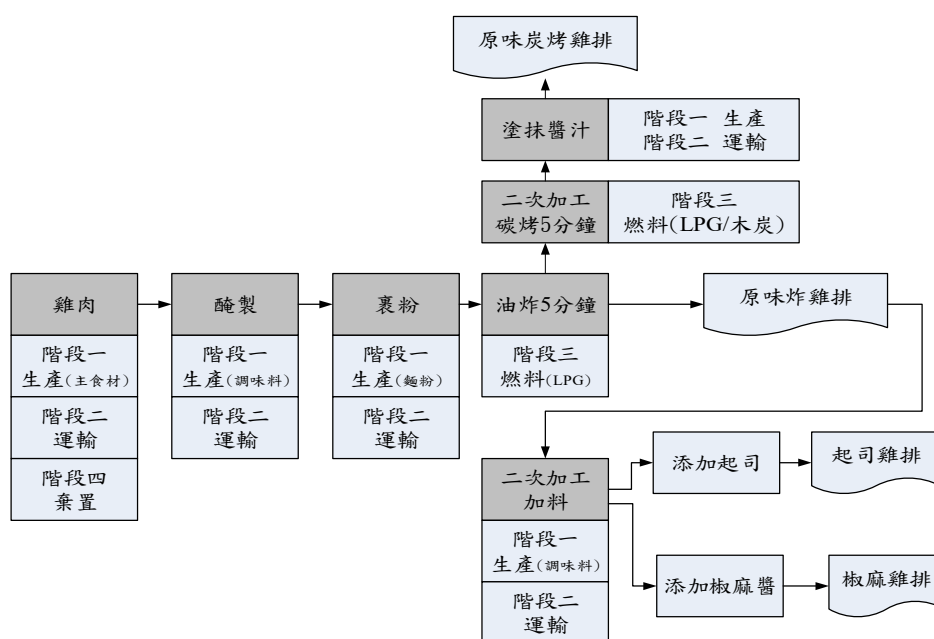


圖 1 雞排製程流程暨碳排放量評估階段圖



備註：有底色之方框代表雞排製作之流程，各流程底下所標示之階段一、階段二、階段三、階段四，係指各流程中所推估碳排放潛勢來源，以雞肉為例，屬於主食材，因此碳排放量之推估包含雞肉之生產端所產生之二氧化碳排放當量（階段一）、運輸雞肉所造成之碳排放量（階段二）以及最後吃完雞排後棄置之雞骨廚餘、紙袋等之碳排放量（階段四）

一、階段一：食材之碳排放量估算（生產階段）

雞排所使用之原料包括白肉雞之雞胸肉、醃製香料、裹粉及油品；若屬二次加工，例如起司雞排或椒麻雞排則在雞肉油炸後再二次加工添料。根據本研究所蒐集之 18 家雞排攤資料顯示，每片雞排重量介於 240~300 之間，以平均 270 公克計算，每片雞排在主食材（雞肉）生產端，產生 0.3321kgCO₂e。醃製方面，以米酒、五香粉（香料）、胡椒粉、醬油、香油（清麻油）、薑汁、甘草粉（香料）、肉桂、麵粉作為材料。雞排外裹粉則使用麵粉混合其他粉類，或是用玉米粉及樹薯粉，有店家使用酵母粉加其他粉類，但因目前未找到不同粉類的碳排係數，故使用麵粉代替。裹粉部分有乾裹粉及濕裹粉兩種，各家使用材料各異。油品方面，一桶榨油 18 公斤，一臺油炸機使用 1.5 桶油約 27 公斤，同一時間可油炸最多 5 塊雞排。以單獨販賣雞排之攤商為例，店家 2 天更換一次油品，一天約炸 250~300 片，2 天即可炸 500~600 片，取平均值 550 片計算，一塊雞排約需耗用油品 0.0490kg。經過計算，雞排在醃製食材及裹粉，屬於生產端之碳排放量 0.4130 kgCO₂e，茲將純粹油炸雞排屬於階段一食材碳排放量估算摘要列於表 1 所示，合計食材之碳排放量，每份雞排為 0.413 kgCO₂e。

表 1 炸雞排（雞排加上醃製及裹粉）食材生產端之碳排放量

名稱	活動數據 (kg/份雞排)	排放係 (kgCO ₂ e/kg)	引用資料來源	排放量 (kgCO ₂ e/份雞排)
雞肉	0.27	1.23	環保低碳活動平台 (2015)	0.3321
米酒	0.015	0.22 (啤酒)	產品碳足跡計算服務 平台 (2020)	0.0033
五香粉	0.0025	0.87 (香料)	Audsley et al. (2009)	0.0021
胡椒粉	0.0025	1.3	Audsley et al. (2009)	0.0032
醬油	0.0075	0.85	產品碳足跡計算服務 平台 (2020)	0.0063
香油	0.0025	2.54 (清麻油)	產品碳足跡計算服務 平台 (2020)	0.0063
薑汁	0.0075	0.88	Audsley et al. (2009)	0.0066
甘草粉	0.0205	0.87 (香料)	Audsley et al. (2009)	0.0021
肉桂	0.0025	0.87	Audsley et al. (2009)	0.0021
麵粉 (醃製用)	0.015	0.2836	Meisterling et al. (2009)	0.0042
外裹粉	0.025	0.2836 (麵粉)	Meisterling et al. (2009)	0.0070



表 1 炸雞排（雞排加上醃製及裹粉）食材生產端之碳排放量（續）

名稱	活動數據 (kg/份雞排)	排放係數 (kgCO ₂ e/kg)	引用資料來源	排放量 (kgCO ₂ e/份雞排)
油品	0.0490	0.77 (大豆油)	Audsley et al. (2009)	0.0377
總碳排放量				0.4130

備註：雞肉的碳排放係數，不同地區的研究皆有所差異，以英國來說，介於 2.6~2.95 kgCO₂e/kg (Audsley et al., 2009)；另 Wiltshire (2006) 的技術報告指出，依放養的條件（如室內密集養殖/室外放養或有機養殖）不同，英國的雞肉碳排介於 3.1~4.1 Kg CO₂e，美國的雞肉碳排則有 2.36 Kg CO₂e (Pelletier, 2008) 或 2.33 Kg CO₂e (Hamerschlag & Venkat, 2011)。上述數值皆比本研究採用的數值為高，不過由於雞排多使用本地所生產之雞胸肉，因此在推估上採用本土的排放係數。

二次加工，如碳烤雞排醬料食材有醬油、麥芽糖、烏醋、白芝麻等，則該階段另產生碳排放量 0.0531 kgCO₂e；椒麻雞排部分，醬汁配方包含醬油、魚露（加工食品）、檸檬汁、花椒粉（辣椒）、白糖（糖）、香油、香菜等，因此該階段另產生碳排放量 0.0885 kgCO₂e；起司雞排所另添加之起司，其碳排放量另增加 0.176 kgCO₂e；因此在階段一（圖 1）估算各類雞排生產端之碳排放量列如表 2 所示。

表 2 階段一（食材生產階段）之碳排放量估算

品項	碳排放量 (kgCO ₂ e/份雞排)	備註
炸雞排（純油炸）	0.4130	
碳烤雞排	0.4661	二次加工
椒麻雞排	0.5015	二次加工
起司雞排	0.589	二次加工

二、階段二：運輸之碳排放量估算

雞排食物里程中，雞肉（雞胸肉）多由台灣生產，因台灣由北至南 400 公里，故食物里程取平均 200 公里，並以貨車運輸。香料多由大陸及東南亞國家進口，國際間之運輸工具採用海運。至於麵粉，市售之台灣麵粉中有 3.2% 為澳洲進口，96.8% 由美國進口，因澳洲佔少量，故食物里程以美國計算。胡椒粉、五香粉（多樣香料混合）多產於東南亞國家，台灣大多由越南進口，故以越南計算。肉桂及甘草多由大陸進口，故以大陸計算。油脂為台灣公司製造，台中市、高雄市、桃園市皆有公司生產，因此里程以 100 公里計。此外國外進口食材，由於進口運送抵達之地點位於港口，有高雄港、台中港及基隆港為主，故採用台北至高雄平均距離 200 公里計算國內運輸之食物里程。經計算，炸雞排（含雞肉、油品、麵粉、胡椒、五香粉、肉桂及甘草，不含醬料及二次加工加料）在階段二所產生之二氧化碳為 0.0325 kgCO₂e，對於有二次加工部分，碳烤雞排醬汁（蜜汁醬），使用原料中之醬油、麥芽糖（蜂蜜）、烏醋等產地皆在台灣，白芝麻由大陸進口，因此第二階段之二氧化碳排放量為 0.0013 kgCO₂e，若屬椒麻雞排，醬汁成分及來源包含醬油、檸檬汁、香油、香菜（以上皆臺灣生產），白糖（糖）多由大陸進口、花椒粉（辣椒）、魚露由越南進口，因此第二階段之二氧化碳排放量為 0.0025 kgCO₂e；至於起司雞排所添加之起司，最主要進口國為紐西蘭，因此運輸端之二氧化碳排放量為 0.0009 kgCO₂e。茲將階段二之碳排放量整理如下表。



表 3 階段二（運輸階段）之碳排放量估算

品項	碳排放量 (kgCO ₂ e/份雞排)	備註
(純) 雞排	0.0325	不含醬料及二次加工加料
碳烤雞排蜜汁醬	0.0013	二次加工醬料
椒麻醬	0.0025	二次加工醬料 (椒麻雞排)
起司	0.0009	二次加工加料 (起司雞排)

三、階段三：能源燃料端碳排放量估算

在階段三所估算為製程中能源燃料消耗、冷凍/冷藏耗電及清洗食材所消耗水量之二氧化碳排放潛勢。首先在能源消耗方面，純粹油炸雞排所使用之燃料為 LPG，經二次加工之碳烤雞排則有使用 LPG 炭烤或以木炭進行炭烤。由前述方法知，每分鐘 LPG 使用產生 0.0064 kg CO₂e /min，觀察樣本店家，平均每炸一份雞排耗時 5 分鐘，因此油炸過程 LPG 可產生 0.032 kg CO₂e；此外若需經二次加工（炭烤），樣本中之多數業者以瓦斯進行炭烤，平均每份雞排炭烤時間為 5 分鐘，因此油炸加上炭烤（以 LPG 作為燃料），可產生 0.064 kg CO₂e；至於若使用木炭炭烤以進行二次加工，其碳排放量之估算有以下二種方式。第一種方式以木炭之實際耗用量推估。根據訪談觀察實際製程發現，店家之烤盤 3.5 呎，同時可容納 8 片雞排，但一般而言同時間烤盤最多約烤 3~4 片雞排，其餘為（烤）其他炸物。由於一批次烤雞排須時 5 分鐘，根據觀察，店家一小時約可生產 5 批次，約 15~20 片雞排，以平均 18 片雞排估算，一晚上營業 6 小時，故可產生 108 片雞排，以實際木炭耗用量 30 台斤（18 公斤）估算，每片雞排耗用木炭 18kg（木炭）/108 片雞排=0.166kg 木炭/1 片雞排。故每片雞排炭烤使用之木炭，其碳排放量為 3.7kgCO₂e /kg 木炭×0.166 kg 木炭/1 片雞排=0.614 kgCO₂e/1 片雞排。方法二則以木炭的燃燒效率計算，根據行政院環境保護署（2008）資料，一家四口烤肉兩小時，大約要燃燒一公斤木炭，另訪談亦有店家指陳一公斤木炭可使用 90 分鐘，因此以平均 105 分鐘估計，可換算得每分鐘之木炭耗用為 0.009kg，以一份雞排炭烤 5 分鐘計，則木炭之碳排貢獻 1.665 kgCO₂e/1 片雞排。觀察發現，店家烤盤上同時會炭烤少則一片雞排，多則 3~4 片雞排，取平均 2 片雞排計，則木炭碳排貢獻為 1.665/2=0.832 kgCO₂e/1 片雞排。以兩種方法平均值計，以木炭炭烤，每片雞排之碳排放量貢獻為 (0.614+0.832) /2=0.723 kgCO₂e。而在耗電方面，主要用於冰箱、電燈及店內各項電器用品，以日產能 300 片雞排樣本店家來估算，月消耗用電約 600 度，因此每片雞排消耗用電約 11.08 kgCO₂e/度之耗用電量，每片雞排之耗電其碳排放量為 0.0369 kgCO₂e。在消耗用水方面，月消耗用水約 30 度（公噸），主要用於清洗食材（雞肉）及店內器材及場所之清潔，因此可計算得每片雞排之耗水其碳排放量為 0.00053 kgCO₂e。總結階段三之碳排放量估算如表 4 所示。



表 4 階段三（製程能源燃料階段）之碳排放量估算

製程	碳排放量 (kgCO ₂ e/份雞排)				
	純油炸	碳烤	耗電	耗水	合計
油炸 5 分鐘 (LPG)	0.032	0	0.0369	0.00053	0.0694
炭烤 5 分鐘 (LPG)	0.032	0.032	0.0369	0.00053	0.1014
碳烤 5 分鐘 (木炭)	0.032	0.723	0.0369	0.00053	0.7924

四、階段四：廢棄物碳排放量估算

本階段有廢棄包裝材料及雞排殘渣棄置等兩部分。考量夜市邊走邊吃習慣，一般廚餘及包裝袋皆丟垃圾桶由垃圾車送至焚化爐焚化處理。雞排產生之廚餘為雞骨頭，約 20~35 公克之間，取其平均值 27.5 公克計算，產生碳排 0.0089 kgCO₂e，至於雞排包裝材料包含紙袋、塑膠袋及使用完畢後紙袋及塑膠袋丟棄焚化之處理。包裝材料端產生 0.0085 kgCO₂e，計算如下表。

表 5 階段四之包裝耗材端產生之碳排放量

名稱	活動數據	活動數據 (kg)	排放係數 (kgCO ₂ e/kg)	引用資料來源	排放量 (kgCO ₂ e)
紙袋 (生產端)	2.5 (g/張)	0.0025	1.08	碳足跡計算服務平台 (2020)	0.0027
塑膠袋 (生產端)	3 (g/張)	0.003	1.34	碳足跡計算服務平台 (2020)	0.0040
紙袋及塑膠袋 (焚化)	5.5 (g)	0.0055	0.327	碳足跡計算服務平台 (2020)	0.001799
總碳排放當量					0.0085

五、不同類型雞排暨各階段之碳排放量估算

不同形態雞排（包含原味炸雞排、蜜汁炭烤雞排、椒麻雞排及起司雞排）經前述四階段碳排放量估算，可整理如表 6 所示。以原味炸雞排之碳排放量為最低（0.5324 kgCO₂e），蜜汁炭烤雞排（木炭炭烤）最高（1.3098 kgCO₂e）。



表 6 不同形態下每份雞排各階段碳排放量貢獻表

種類 排放 量	生產階段 (kgCO ₂ e)		運輸階段 (KgCO ₂ e)		能源燃料階段 (kgCO ₂ e)		棄置階段 (kgCO ₂ e)		各階段合計 碳排放量 (kgCO ₂ e)
	主食材	醬汁 (加料) 食材	主食材	醬汁 (加料) 食材	瓦斯	木炭	廚餘	包裝材料	
原味炸 雞排	0.4130	-	0.0325	-	0.0694	-	0.0089	0.0085	0.5324
蜜汁碳 烤雞排 (瓦斯)	0.4130	0.0531	0.0325	0.0013	0.1014	-	0.0089	0.0085	0.6188
蜜汁碳 烤雞排 (木炭)	0.4130	0.0531	0.0325	0.0013	-	0.7924	0.0089	0.0085	1.3098
椒麻 雞排	0.4130	0.0885	0.0325	0.0025	0.0694	-	0.0089	0.0085	0.6234
起司 雞排	0.4130	0.176	0.0325	0.0009	0.0694	-	0.0089	0.0085	0.7093

表 7 則呈現各階段碳排放量之貢獻百分比，除了木炭炭烤雞排，其餘雞排之碳排放量貢獻主要來自食材（即階段一），佔 75%~83%，再來是能源，佔 10%~16%，運輸居三，佔 5%~6%，最後為棄置（階段四），佔 2%~3%。前述各階段之碳排放量比例排序與美國家庭料理雞肉之碳排貢獻相仿，其為食材（50%）、能源（37%）、運輸（10%）及棄置（2%）(Hamerschlag & Venkat, 2011)。此外，以木炭作為炭烤能源的蜜汁炭烤雞排，其碳排放量貢獻則略有不同，主要貢獻來源轉為能源（階段三），佔 60%，食材（階段一）的貢獻居二，為 36%，再來是運輸端的 3%，最後為棄置（階段四）1%。

表 7 不同形態下每份雞排各階段碳排放量貢獻百分比

	食材	運輸	能源	棄置
原味炸雞排	78%	6%	13%	3%
蜜汁碳烤雞排 (LPG)	75%	5%	16%	3%
蜜汁碳烤雞排 (木炭)	36%	3%	60%	1%
椒麻雞排	80%	6%	11%	3%
起司雞排	83%	5%	10%	2%



六、全台一年食用雞排所衍生之溫室氣體潛量評估及碳補償

以本研究樣區逢甲夜市及朴子夜市雞排種類銷售比例做為推估全台一年食用雞排種類比例，訪談觀察發現，兩個樣區中平均每日銷售雞排總數為 4250 片，其中炸雞排 3075 片 (72%)、碳烤雞排 (使用瓦斯) 800 片 (19%)，碳烤雞排 (使用木炭) 150 片 (4%)，起司雞排 195 片 (5%)，椒麻雞排 30 片 (銷售比例 1%)。根據蘋果日報調查台灣一天消耗 25 萬片雞排，一年為 9125 萬片雞排，以前述比例數據做為推估國內雞排食用數，另配合表 6，可推估台灣一年雞排總碳排放量為 5 萬 3000 公噸二氧化碳當量。

在碳補償方面，由於樹木可行光合作用，吸收大氣中之二氧化碳並將碳元素在樹木體內轉化為有機形式加以固定貯存，經過時間累積而形成木材組織，因此，樹木具有吸存二氧化碳並固定碳素，故在全球減緩溫室氣體之策略中已是國際間常見之方法。由行政院環境保護署 (2014) 資料顯示，人工種植一公頃針葉林一年可吸存約 15 公噸二氧化碳當量、針闊葉混和林約為 16 公噸、闊葉林約 18 公噸、竹林約 34 公噸二氧化碳當量 (曾憲郎、蘇怡臻，2016)。；因此，根據上述數據資料顯示，如欲以植樹抵銷一年因為雞排產生之溫室氣體排放，則需以人工種植約 3500 公頃的針葉林；或是 3300 公頃的針闊葉混和林；3000 公頃的闊葉林；或是 1500 公頃的竹林，才能抵銷。

伍、 結論與建議

一、雞排之飲食碳排放量與國內飲食碳排之比較

● 每份雞排的碳排放量約等同於一份正餐

表 6 可知每份「炸」雞排之碳排放量介於 0.5324-0.7093kgCO₂e/片，若燃料改使用木炭，碳排放貢獻更高達 1.3098kgCO₂e/片，約莫翻漲一倍。許澤宇等人 (2015) 曾經對國人之家庭日常飲食碳排放量進行調查，結果發現，每人每餐之飲食碳排平均值介於 (0.71-0.89 KgCO₂e/人-餐)，若是觀光型態下之餐飲，則飲食碳足跡為 0.61~3.02KgCO₂e/人-餐。此外，王怡文 (2017) 的研究指出，國旅團客中常見之中式合菜，每人每餐之平均碳排放量依餐標不同 (標準餐標：每人每餐台幣 200 元、優質餐標：每人每餐 300 元)，約貢獻 0.98-1.30 KgCO₂e。Scarborough et al. (2014) 在每日人均熱量 2000 大卡基礎下，區分 6 種不同飲食型態，發現英國人每人每日飲食碳排介於 2.89KgCO₂e 至 7.19 KgCO₂e，若以一天三餐為例推算分別為 2.4KgCO₂e/餐與 0.963KgCO₂e/餐。由此數據觀之，一片雞排大概就等同於一份正餐之飲食碳排放量 (圖 2)，因此數據不容小覷。

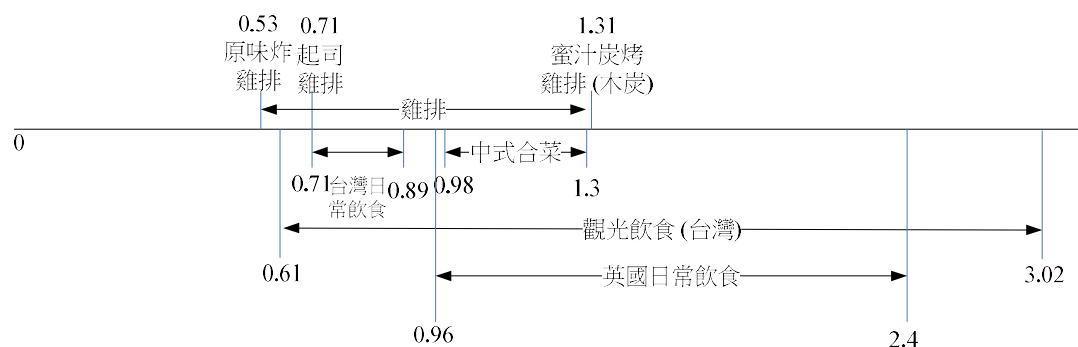


圖 2 雞排之飲食碳排放量與其他飲食碳排比較示意圖



- 每單位金額花費於雞排所產生之碳排放量為正餐的 2~5 倍

若以每單位花費來看，每一元新台幣花費在中式合菜與歐式自助餐，其二氧化碳排放當量貢獻皆約為 4 公克（王怡文（2017）；歐如芳（2019））。然炸雞排、椒麻雞排均約為每一元台幣的花費貢獻 8 公克二氧化碳，碳烤雞排（使用瓦斯）為 8.3 公克，至於起司雞排為 10.1 公克，碳烤雞排（使用木炭）則達到約 18 公克二氧化碳排放當量（表 8）。因此就單位花費所產生之碳排放量而言，每元新台幣支出於雞排可產生 8~18 公克二氧化碳排放當量，相較於台灣在旅遊過程所食用之正餐飲食碳排放量，雞排皆遠高於其對應之碳排放量。由此可知，即便雞排被歸類為小吃，其碳排放量不應以小吃或點心而輕忽。

表 8 雞排每一塊錢貢獻之碳排放量

雞排種類	碳排放量 KgCO ₂ e	平均價錢 (新台幣, 元)	g CO ₂ e/元
炸雞排	0.5324	70	7.6
碳烤雞排	瓦斯 0.6188	75	8.3
	木炭 1.3098	75	17.5
椒麻雞排	0.6234	80	7.8
起司雞排	0.7093	70	10.1

二、雞排之碳排放來源主要來自食材，唯製程燃料種類影響甚巨

本研究發現，一份雞排主要的碳排放貢獻來源來自於評估階段一之食材生產階段（以木炭碳烤蜜汁雞排除外），該階段之碳排放量佔總碳排放量八成（表 7），食材中又以雞肉佔 80.4% (0.332 Kg CO₂e) 為大宗。再來則是能源耗用，約佔一成五（表 7），占比最小為棄置階段，佔 2%~3%。然而雞排若經過二次加工，特別是製程中以木炭作為碳烤能源，則主要貢獻來源轉為能源（階段三），約六成，食材（階段一）的貢獻居二，約占三成五，再來是運輸端，也就是食物里程所致之二氧化碳貢獻量為 3%，最後的棄置僅占 1%。由此可知雞排之碳排放來源主要來自食材，唯製程影響變動甚巨。因此本研究建議如欲降低雞排之碳排放量，減少二次加工、少用木炭作為炭烤之能源是重點方向。此外，本研究亦發現，雞排之碳排放評估中，食物里程所致之碳排放貢獻沒有想像中的高，僅約占 5% 左右。

三、減碳根本之計-飲食習慣之調整

聯合國環境及發展委員會（1992）指出，若目前全球的飲食趨勢不變，預計在 2050 年，溫室氣體排放量將會再增加 80%，然若能採用以「蔬食」為主的飲食方式，則與食物相關的溫室氣體排放量減量幅度甚至可達 55%；Hall and Gössling（2013）指出日常生活中，飲食對氣候變遷的影響，甚於生活中其他的活動。飲食習慣的調整被視為降低碳足跡的重要步驟（Garnett, 2011）。Haines and Dora（2012）則建議選擇在地、當季及對於環境友善的食材，能降低對環境的衝擊。Weber and Mathews（2008）亦認為，飲食習慣的轉變可以是一個更有效的手段來降低碳足跡，只要每週一天（即轉移 1/7 的總熱量），從紅色的肉類和奶製品，轉為以雞，魚，蛋，或蔬菜為主的飲食習慣，將可大幅減少溫室氣體的排放。此外，多使用重複多次性包裝對於減碳亦多有助益（Gössling et al., 2011）。



致謝

本研究感謝南華大學校內專題研究計畫補助（計畫編號：Y108000215），使得本計畫得以順利進行，此外對於匿名審查者所給予的意見，在此一併致上由衷的感謝。

陸、參考文獻

1. 聯合國環境及發展委員會（1992）。聯合國環境及發展會議報告，里約，巴西。
2. 蕭富元（2007）。臺灣不願面對的真相，天下雜誌，369期，100-120頁。
3. 行政院環境保護署（2008）。環保中秋節不烤肉－環保署再次呼籲。
取自：https://ghgregistry.epa.gov.tw/Information/Information_Infor.aspx?r_id=652
4. 柳中明（2008）。穩定未來氣候變化。科學發展月刊，428，34-39。
5. 行政院環境保護署（2010）。低碳飲食的定義及原則。
取自：<http://greenevent.epa.gov.tw/page2-1.asp>
6. 沈世宏（2010）。立院通過環境教育法專題。環保政策月刊，13(5)。
取自：<http://edn.udn.com/article/print.jsp?aid=279935&cid=11>
7. TVBS新聞台（2010）。「雞排誰發明？」 畜產會意外發掘！
取自：<https://news.tvbs.com.tw/local/87197>
8. 石靜文（2011）。低碳生活健康又環保。閱讀大台中，6月號。
取自：<http://www.taichung.gov.tw/public/data/112010/31716453471.pdf>
9. 陳哲維（2011）。國內夜市遊客特性、夜市體驗及整體滿意度之研究－以逢甲夜市為例。中國文化大學觀光事業學系碩士論文，未出版，台北市。
10. 劉力仁（2011）。台灣人均碳排放量 亞洲第一。自由時報。
取自：<http://news.ltn.com.tw/news/life/paper/531003>
11. 中國時報（2013）。10大夜市美食PK蚵仔煎人氣王。
取自：<https://www.chinatimes.com/newspapers/20130803001453-260114?chdtv>
12. 行政院環境保護署（2014）。2014年中華民國國家溫室氣體清冊報告。
取自：https://unfccc.saveoursky.org.tw/nir/tw_nir_2014.php
13. 東森新聞雲（2014）。【民調】台灣10大夜市出爐！逢甲奪冠。
取自：<https://travel.ettoday.net/article/404424.htm#ixzz6RWh7X2vD>
14. 許澤宇、王姝丹、楊惠玲（2015）。觀光活動之飲食與日常飲食碳足跡差異探討。環境與管理研究，16(2)，51-69。
15. 大紀元（2015）。好吃 遊臺灣必逛的10大熱門夜市。
取自：<https://www.epochtimes.com/b5/15/5/5/n4427693.htm>
16. 環保低碳活動平台（2015）。取自：greenevent.epa.gov.tw/
17. 曾憲郎、蘇怡臻（2016）。食物長途運輸之碳足跡分析：以進口蘋果為例。農業與經濟，56，83-106。
18. 黃齡誼（2016a）。台灣人有多愛吃雞？2015年平均每人吃31公斤！
取自：<https://www.foodnext.net/issue/paper/4234550803>
19. 黃齡誼（2016b）。剖析咕咕雞：雞排原來對雞肉產業這麼重要！
取自：<https://www.foodnext.net/issue/paper/4593750772>
20. 曹昶晴（2016）。讓雞排美味的秘密 調味料的飲食角色。
取自：<https://www.foodnext.net/science/scsource/paper/4852952041>



22. 王怡文 (2017)。旅遊飲食碳足跡之研究：以團客為例。南華大學旅遊管理學系旅遊管理碩士班碩士論文，未出版，嘉義。
23. 黃宜稜 (2018)。雞排店的秘密武器 全在醃漬料到外裹粉。
取自：<https://www.foodnext.net/science/additives/amendments/paper/5098102428>
24. 交通部觀光局 (2018a)。中華民國106年來臺旅客消費及動向調查。
取自：<https://admin.taiwan.net.tw/FileDownload/FileUpload/2018080710135046231.pdf>
25. 交通部觀光局 (2018b)。中華民國106年國人旅遊狀況調查。
取自：<https://admin.taiwan.net.tw/FileDownload/FileUpload/20180807101024524329.pdf>
26. 歐如芳 (2019)。歐式吃到飽自助餐飲食碳足跡初探。南華大學旅遊管理學系旅遊管理碩士班碩士論文，未出版，嘉義。
27. 產品碳足跡計算服務平台 (2020)。
取自：<https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/WebSites/CoefficientDB.aspx>
28. Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J.C., Murphy-Bokern, D., Webster, C. & Williams, A.G. (2009). How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope reduction by 2050. Report for the WWF and Food Climate Research Network.
29. Davis, S., and Diegel, S. (2007). *Transportation Energy Data Book Edition 26*. Oak Ridge, Tenn.: Oak Ridge National Laboratory.
30. European Commission Joint Research Centre (2006). Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the life cycle environmental impacts relates to the final consumption of the EU-25. IPTS/ESTO project main report.
Retrieved from: http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf
31. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006). Livestock a Major Threat to the Environment: Remedies Urgently Needed.
Available: <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>.
32. Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system including the food chain? *Food Policy*, 36, S23-S32.
33. Gössling, S., Garrod B., Aall C., Hille J. & Peeters P. (2011). Food management in tourism: reducing tourism's carbon "foodprint". *Tourism Management*, 32, 34-543.
34. Hall, C.M. and Gössling, S. (2013). *Sustainable Culinary Systems: Local Foods, Innovation, Tourism and Hospitality*, Routledge: London.
35. Gössling, S. & Peeters, P. (2015). Assessing tourism's global environmental impact 1900–2050. *Journal of Sustainable Tourism*, 23(5), 639-659.
36. Haines, A. & Dora, C. (2012). How the low carbon economy can improve health. *BMJ*, 344, e1018. Doi: 10.1136/bmj.e1018
37. Hamerschlag, K. & Venkat, K. (2011). Meat Eater's Guide: To Climate Change + Health. Environmental Working Group.
38. IPCC (2007). Summary for policymakers. *Intergovernmental Panel on Climate Change: Fourth assessment report: Climate change 2007: Synthesis report*. Cambridge: Cambridge University Press.
39. Kissinger, M. (2012). International trade related food miles—the case of Canada. *Food Policy*, 37, 171-178.
40. Meisterling, K., Samaras, C. & Schweizer V. (2009). Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production*, 17, 222-230.
41. Pantangi, V.K., Kumar, A.S.S.R.K., Mishra, S.C. and Sahoo, N. (2007). Performance analysis of domestic LPG cooking stove with porous media. *International Energy Journal*, 8(2), 139-144.



42. Pathak, H., Jain, N., Bhatia, A., Patel, J. & Aggarwal, P.K. (2010) Carbon footprints of Indian food items, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139 (1-2), 66-73.
43. Pelletier, N. (2008). Environmental performance in the US broiler poultry sector : Life cycle energy use and greenhouse gas. *Agricultural Systems*, 98(2), 67-73.
44. Punakivi, M. & Saranen, J. (2001). Identifying the success factors in e-grocery home delivery. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 29(4), 156-163.
45. Punakivi, M. and Tanskanen, K. (2002). Increasing the cost efficiency of e-fulfilment using shared reception boxes. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 30(10), 498-507.
46. Punakivi, M., Yrjölä, H. & Holmström, J. (2001). Solving the last mile issue : reception box or delivery box. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 31(6), 427-439.
47. Scarborough, P., Appleby, P., Mizdrak, A., Briggs, A., Travis, R., Bradbury, K. (2014). Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK. *Climate Change*, 125(2), 179-192.
48. Thomas, C., Tennant, T. & Rolls, J. (2000). *The GHG Indicator: UNEP Guidelines for calculating greenhouse gas emission for businesses and non-commercial organizations*. In: *Creating a Standard for Corporate CO2 Indicator*, pp. 1-61.
49. UNWTO-UNEP-WMO (2008). *Climate change and tourism: Responding to global challenges*. Madrid: UNWTO, UNEP & WMO.
50. Weber, C. & Matthews, H. (2008). Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environmental Science & Technology*, 42(10), 3508-3513.
51. Wiltshire, J. (2006). *Scenario building to test and inform the development of a BSI method for assessing greenhouse gas emissions from food*. Technical annex to the final report. DEFRA, Project Reference Number: FO0404



The Estimation of Carbon Emissions of Taiwanese Snack- a Case of Fried Chicken Cutlet

Che-Yu Hsui ^{a*}, Hsiu-Ling Feng ^b

^a Associated Professor, Graduate Institute of Tourism Management, Nanhua University

^b Master, Graduate Institute of Tourism Management, Nanhua University

ABSTRACT

Taiwan's night markets have a variety of snacks and have always been the tourist attraction. Among the diverse snacks in night market, chicken cutlet is one of the favorite foods. Therefore, this study takes it as an example to evaluate its carbon footprint. Four stages, including of production, energy consumption, transportation, and waste disposal, were considered. The results showed that a serving of chicken cutlet weighs 270 grams, and it can make 0.532 kgCO₂e by frying. The way grilled after gas fried produce 0.619 kgCO₂e; as for the way grilled after charcoal fried reach 1.310 kgCO₂e. In addition, spice chilly flavor can make 0.623 kgCO₂e, and cheese flavor can make 0.709 kgCO₂e. Moreover, the chicken cutlet contributes 8~18 g CO₂ per NT dollar. From the perspective of life cycle assessment (LCA), except charcoal grilled chicken, carbon emission of the other types of chicken cutlet mainly comes from production (75-83%), and followed with energy consumption (10-13%), transportation (5-6%) and waste disposal (2-3%). However, the most carbon emission happened in the stage of energy consumption (60%) when the process changed to use charcoal as its energy; it means the choice of fuel needs to pay attention to reduce the carbon emission. In summary, Taiwan consumes 250,000 chicken cutlets per day, it's estimated that the emission of carbon dioxide equivalent is more than 50,000 tons, and we have to plant 3,500 hectares of trees to clean up the green house gas from chicken cutlet.

Keywords : Taiwanese snack, Greenhouse gas, carbon dioxide equivalent, night market, chicken cutlet

* E-mail: Cy.hsui@gmail.com