

114 年度自行研究成果報告

題目：福壽長春茶包裝材對碳足跡
的影響與永續包裝策略

年度：114 年

編號：FSSVF114-001

單位：國軍退除役官兵輔導委員會福壽山農場

研究人員：副技師郭伶伶

(機構名稱) 114 年度自行研究成果報告提要表

研究題目	福壽長春茶包裝材料對碳足跡的影響與永續包裝策略
研究單位及人員	國軍退除役官兵輔導委員會福壽山農場
研究期程	114 年 10 月至 114 年 12 月

內容摘要

一、研究緣起與目的

因應全球氣候變遷與淨零排放政策推動，農產品包裝材料所衍生之碳足跡問題，逐漸成為永續農業與綠色設計領域的重要議題。茶葉產品除生產製程外，其包裝形式多樣，常採用金屬、塑膠與紙類等複合材質，不僅提高產品整體碳足跡，亦使後端回收與廢棄處理流程趨於複雜，增加分類處理及環境成本。

福壽山農場「福壽長春茶(烏龍)」完成 113 年產品碳足跡盤查，具備完整之生命週期評估資料，為進一步探討包裝材對碳足跡影響提供良好基礎。因此，本研究以既有碳足跡盤查成果為依據，聚焦分析包裝材料於整體碳足跡中的貢獻比例，並探討可行之永續包裝策略，以作為未來包裝優化與減碳決策之參考。

二、研究方法與過程

本研究採用次級資料分析，以福壽山農場委託工業技術研究院完成之「福壽長春茶(烏龍)產品碳足跡盤查總報告」作為主要資料來源，研究範圍涵蓋產品自原料取得、製造、配送、使用至廢棄處理之全生命週期(搖籃到墳墓)。

福壽長春茶(烏龍)產品碳足跡生命週期分別為原料、製造、配送銷售、使用及廢棄物等五階段，本研究於製造階段中擷取與包裝材料相關的碳排放數據，包括真空鋁箔袋、鐵罐、鋁質封片及兩真空鋁箔袋等項目，並比較其於整體碳足跡中之占比。此外，參考廢棄物處理情境假設，分析包裝材於回收、焚化及掩埋階段所造成之潛在環

境影響，作為後續策略建議之依據。

三、研究發現與建議（12 號字）

研究結果顯示，包裝材料雖非整體碳足跡中之主要排放來源，然其中鐵罐之碳排放量已占單罐產品總碳足跡約 9.8%，為非能源類排放項目中占比最高者；此外，鋁質封片與 2 兩真空鋁箔包裝亦呈現相對較高之碳足跡占比，顯示金屬及複合包材於製造階段即伴隨顯著的能源投入。另一方面，包裝於廢棄後仍有相當比例進入焚化處理流程，間接增加溫室氣體排放與環境負荷，顯示包裝設計與材質選用之影響不僅止於製造階段，更延伸至後端回收與廢棄處理過程。整體而言，包裝材料為影響產品碳足跡的關鍵因素之一，也是後續推動包裝減量與材質單一化之重要切入點。本研究建議優先推動包裝輕量化與減量設計，透過檢討鐵罐厚度與結構配置，在不影響產品保存品質前提下降低單位材料使用量；同時導入單一材質或高回收率包裝，以減少複合材質之使用，提升回收辨識度並降低焚化處理比例。此外，應系統性評估替代包材的可行性，作為未來產品線減碳策略的依據，並於包裝上清楚標示回收指引與減碳理念，引導消費者正確處理包裝廢棄物，以提升整體包裝的永續效益。

目次

第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究目的.....	1
第二章 研究方法與過程.....	2
第一節 研究方法與資料來源.....	2
第二節 盤查項目清單碳足跡占比.....	3
第三章 研究結果與討論.....	3
第一節 研究結果.....	3
第二節 分析與討論.....	4
第四章 結論與建議.....	4
第一節 結論.....	4
第二節 建議.....	4
參考文獻.....	5

第一章 緒論

第一節 研究緣起

因應全球氣候變遷及各國淨零排放政策推動，農產品於生產、加工與運輸過程中衍生的碳排放問題，逐漸成為永續農業與淨零碳排的核心議題。其中，農產品包裝材料雖非農產品主要生產階段的排放來源，但包裝設計與材質選用，常伴隨一定比例的能源投入，並對產品整體碳足跡與後端廢棄物處理造成影響。以茶葉產品為例，除栽培與製程外，其包裝形式多樣，常採用金屬、塑膠與紙類等複合材質，不僅提高產品整體碳足跡，更因材質不易分離，使回收分類與廢棄處理流程趨於複雜，進一步增加分類處理成本與環境負荷。

福壽山農場所生產的福壽長春茶(烏龍)已完成 113 年產品碳足跡盤查，具備完整且可追溯之生命週期評估資料，涵蓋原料取得、生產製程、包裝、運輸及廢棄處理等階段，為後續深入分析包裝材料對整體碳足跡之影響提供良好研究基礎。因此，本研究以前述碳足跡盤查成果為依據，進一步聚焦於包裝材料於產品整體碳足跡中之貢獻比例，並據以探討包裝輕量化、材質單一化或替代包材導入等永續包裝策略之可行性，希望能作為未來茶葉產品包裝優化及減碳決策之參考依據。

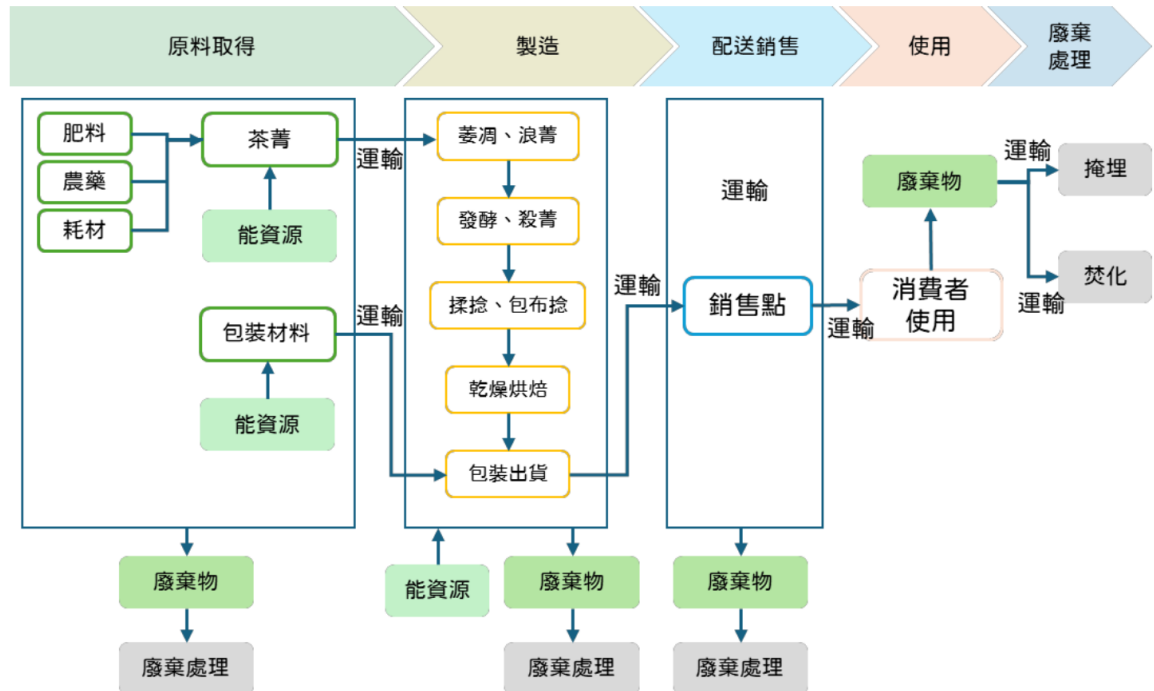
第二節 研究目的

本研究以福壽山農場福壽長春茶(烏龍)既有產品碳足跡盤查成果為基礎，分析包裝材料於整體碳足跡中之影響程度，並釐清不同包裝材質於製造與廢棄階段所造成之環境負荷差異，本研究之目的為分析金屬、複合包材等不同包裝形式於生命週期各階段之碳排特性並探討包裝減量、材質單一化及替代包材導入之包裝減碳策略與實務可行性，提出兼顧產品品質、回收效率與環境效益之永續包裝策略建議，作為未來茶葉產品包裝優化與減碳決策之參考依據。

第二章 研究方法與過程

第一節 研究方法與資料來源

依據福壽長春茶(烏龍)碳足跡盤查總報告顯示，該產品完整生命週期的碳足跡為 1.6 kgCO₂e/152 公克/罐，本研究擷取與包裝相關的碳排放分述如下。



(一) 30 斤真空鋁箔袋：6.24E-03 kgCO₂e

30 斤真空袋(210 公克/個)面積=1.16*1.04=1.2064 平方公尺/個，111 年標的產品福壽長春茶(烏龍)使用 441 個，30 斤真空鋁箔袋活動數據=1.2064 平方公尺/個*441 個=532.0224 平方公尺。排放係數參考「茶葉保鮮技術-無鋁高阻隔茶葉包裝袋開發及茶葉倉儲技術建立」(112 農科-4.2.6-茶-T7(5))及自行評估，設為 1.24(kgCO₂e/平方公尺)

$$532.0224 \div 105748 \times 1.24 = 6.24E-03 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

(二) 鐵罐：1.58E-01 kgCO₂e

單一鐵罐重量(含罐身跟罐蓋)65 公克，標的產品福壽長春茶(烏龍)111 使用數量 105748 個，換算重量為 6873.62 公斤。排放係數引用產品碳足跡計算服務平台，馬口鐵其排放係數為 2.43(kgCO₂e/公斤)。

$$6873.62 \div 105748 \times 2.43 = 1.58E-01 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

(三) 鋁質封片：3.74E-02 kgCO₂e

鋁質封片單一重量為 3.8 公克，標的產品福壽長春茶(烏龍)111 使用數量 105748

個，換算重量為 401.84 公斤。排放係數引用產品碳足跡計算服務平台，鋁錠其排放係數為 9.8493(kgCO₂e/公斤)。

$$401.84 \div 105748 \times 9.8493 = 3.74E-02 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

(四) 2 兩真空鋁箔袋：1.72E-02 kgCO₂e

2 兩真空鋁箔袋(4.5 公克/個)的面積=0.215*0.18=0.0387 平方公尺/個，111 年標的產品福壽長春茶(烏龍)使用 105748 個，2 兩真空鋁箔袋活動數據=0.0387 平方公尺/個*105748 個=4092.4476 平方公尺。排放係數參考參考「茶葉保鮮技術-無鋁高阻隔茶葉包裝袋開發及茶葉倉儲技術建立」(112 農科-4.2.6-茶-T7(5))及自行評估，設為 0.444(kgCO₂e/平方公尺)

$$4092.4476 \div 105748 \times 0.444 = 1.72E-02 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

第二節 盤查項目清單碳足跡占比

依據盤查項目清單顯示，福壽長春茶(烏龍)產品碳足跡為 1.61 kgCO₂e/152 公克/罐，其中鐵罐碳足跡占比為 9.80%，鋁質封片碳足跡占比為 2.32%，2 兩真空鋁箔袋碳足跡占比為 1.07%，30 斤真空鋁箔袋碳足跡占比為 0.39%，包裝材料合計碳足跡占比達 13.58%，顯示包裝雖非產品碳足跡之主要排放來源，然其於非能源類排放項目中仍具顯著影響，其中，包裝材料中以金屬容器對產品碳足跡之影響最為顯著，為後續優先推動包裝減量與材質優化之重要對象。

第三章 研究結果與討論

第一節 研究結果

在各包裝項目中，鐵罐之碳足跡占比最高達 9.80%，明顯高於鋁質封片 (2.32%) 及各類真空鋁箔袋 (合計 1.46%)，顯示金屬容器在製造階段所需之能源投入與材料生產過程，對產品整體碳足跡具有顯著影響。

進一步觀察包裝構成可發現，鐵罐除本體重量較高外，其製程涉及冶煉、成形及表面處理等多道高耗能工序，使其單位碳排放顯著高於其他包裝組件，另外，因鐵罐本體重量較重，於物流配送階段可能增加單位產品之運輸重量，進而影響車輛燃料使用效率，導致運輸相關碳排放上升；另鋁質封片與真空鋁箔袋雖同屬金屬或複合材質，然因用量相對較低，其碳足跡占比亦隨之下降。此結果顯示，包裝材料對碳足跡

之影響除材質特性外，亦與包裝單位使用量及結構設計相關。此外，雖真空鋁箔袋在整體碳足跡中占比相對較低，但因屬複合材質包裝，於廢棄後較難有效回收，實務上仍有相當比例進入焚化處理流程，間接造成額外溫室氣體排放與環境負荷。

第二節 分析與討論

綜合上述分析結果可知，包裝材料在福壽長春茶(烏龍)產品碳足跡結構中雖非主要項目，卻在非能源類排放中占比高，尤其鐵罐包裝更成為包裝相關碳排放的關鍵來源。此結果顯示，未來若欲有效降低產品整體碳足跡，包裝策略應優先聚焦於金屬容器之減量化設計、材質優化或替代方案評估，而非僅著眼於次要包裝或低占比項目。

第四章 結論與建議

第一節 結論

本研究以福壽山農場福壽長春茶(烏龍)產品碳足跡盤查成果為基礎，透過次級資料分析，聚焦探討包裝材料於產品全生命週期碳足跡中之影響。研究結果顯示，福壽長春茶(烏龍)品單罐碳足跡為 1.61 kgCO₂e/152 公克/罐，其中包裝相關項目合計占整體碳足跡之 13.58%，顯示包裝雖非主要排放來源，然其在非能源類排放項目中仍具顯著貢獻。

進一步分析包裝構成可知，鐵罐為包裝相關項目中碳排放占比最高者，占單罐產品總碳足跡約 9.80%。此結果顯示鐵罐於材料生產與製造階段需高能源投入，此外，因本體重量較高，於物流運輸階段可能增加車輛燃料消耗並未計算，包裝對於產品全生命週期中之間接碳排放之影響，其實際影響程度可能高於現行盤查結果所呈現之數值。相較之下，鋁質封片與真空鋁箔袋等包裝組件，雖仍具有一定碳排放貢獻，然因單位使用量較低，其對整體碳足跡之影響相對有限。

整體而言，研究結果顯示包裝設計與材質選用對產品碳足跡具有關鍵影響，其影響不僅反映於製造階段之直接排放，亦延伸至運輸及廢棄處理等後端階段，凸顯包裝策略在產品減碳路徑中的重要角色。

第二節 建議

雖以紙盒取代金屬包裝在碳足跡減量上具潛在效益，但其可行性可能受限於茶葉保存需求。單一紙材於防潮與阻隔性能上不足，仍需搭配內層包材使用，可能形成新的複合材質問題。整體而言，紙盒包裝較適合作為部分產品線或自用需求短期銷售

產品之替代方案，而非全面取代現行金屬包裝，後續仍需透過生命週期評估進一步比較不同包裝組合之整體碳排效益。

本研究基於針對福壽長春茶產品包裝碳排放提出以下建議：

1. 優先推動包裝輕量化

建議針對鐵罐包裝進行厚度設計檢討，在不影響茶葉保存品質與產品安全前提下，降低單位包裝重量，以同時減少製造階段材料用量及運輸階段的燃料消耗，提升整體減碳效益。

2. 逐步導入高回收率或單一材質包裝設計

建議減少複合材質包裝之使用，提升包裝材質之回收辨識度，以降低廢棄後進入焚化處理的比例，進而減少間接溫室氣體排放。

3. 系統性評估替代包材之可行性

可進一步比較替代包材或可重複使用包裝等方案的碳排效益，並評估其於實務操作、產品定位與市場接受度上的可行性，作為未來產品線包裝差異化與減碳策略的依據。

4. 強化環境標示與消費者溝通機制

建議於包裝上清楚標示回收方式與減碳理念，引導消費者正確進行包裝回收與廢棄處理，進而提升整體環境效益。

5. 建議後續研究方向

本研究未進一步量化包裝重量差異對運輸階段燃料消耗與碳排放之影響，建議後續研究可結合實際物流數據與情境模擬，進行更完整全生命週期評估，以精確掌握包裝優化對整體碳足跡的實質貢獻。

參考文獻

1. 福壽長春茶(烏龍)碳足跡盤查總報告
2. 碳足跡產品類別規則(CFP-PCR) 咖啡豆與茶葉 Coffee Beans and Tea