

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

禾餘麥酒

ALECHEMIST

作者：施孟芬

系級：環境工程與科學學系 博士班一年級

學號：P0560893

開課老師：賴奇厚 博士、朱正永 博士

課程名稱：碳足跡 Carbon Footprint

開課系所：通識教育中心

開課學年：105 學年度 第一學期

中文摘要

對台灣人來說，飲酒習慣與一般生活息息相關，近年來更因為法規改制，各式各樣的精釀啤酒如雨後春筍般崢嶸鬥豔，國人擁有更多選擇。

此份報告依此為內容啓蒙，探究目的在於：面對當今市場追求生活時尚風潮，如何透過對於產品碳足跡的理解，在其中選擇適當的產品，享受生活的同時又能兼顧友善環境，善盡世界公民的責任。

本篇報告評估產品碳足跡的計算範疇，以原物料產地運用至工廠開始計算，進入製作過程，包含瓶裝、裝箱為止，也就是 Life Cycle Analysis 中，自 resource 起算，包含 manufacture 階段至 assembly 為止。透過第一手訪問資料收集目標產品每一批次原物料總量與產地，以及製作過程與包裝方法，透過相關碳足跡計算公式以及相關參數查驗後，比對取出適當估計值作為結果與討論。

報告結果顯示，啤酒產品生產製造過程中，最消耗碳足跡的階段在於前端原物料的取得，以及後續的包裝方式。根據資料顯示，啤酒產品碳足跡比重最大的部分就在於運輸項目，若不計算原物料的運輸部分，光是製作之後的裝瓶、包裝與運輸，亦佔居整體碳排放的最高比例。依英國研究資料顯示，每天飲用 1~2 瓶的進口啤酒，可能一年加總起來的碳足跡高達一噸，相當於 5 萬杯紅茶所累積的碳足跡。因此，鼓勵「在地製造，在地飲用」的方式，不但可以省下許多運輸所造成的碳排放現象，亦可能在生產後直接輸入可重複使用的酒桶，自釀酒廠直接送往在地餐館或店家販售飲用的情況下，省去因為銷售需求而進入瓶裝階段的繁複包裝，減少碳排之外，更可能促進在地經濟、新興產業、復育農業……等效益，若能結合製作過程所產生之廢料、廢渣、廢水再利用的生質能技術，發展再生能源循環系統，將是值得期待的產業新模組。

關鍵字：啤酒、碳足跡、生命週期、禾餘麥酒

Abstract

Drinking habits is very important to people of Taiwan. In recent years, because the alcohol administration act changed that there are more and more craft beers and breweries have founded.

The purpose of this report is to find out how to choose the right and good product which has good taste for drink and good heart for environment of the earth.

The range of assessment the product carbon footprint calculate from the transportation of raw materials to assemble the products. After the calculation of the carbon footprint formula and the relevant parameters, the appropriate estimates after the comparison are taken as the discussion and being the base for getting result.

It showed by result of paper that most large part of increase carbon footprint is transportation. According to the research data from England, taking 1 to 2 bottles of imported beer daily may cost 1 tonCO_{2e} per year that equivalent to the carbon footprint of 50,000 cups of black tea.

Therefore, encourage “from land to the cup”, manufacturing and drinking in localization would be a good way that not only save carbon footprint emissions, but also promote the local economy, cause new industries develop, revival the local agriculture, and other benefits. If it can combine the reuse technology of waste residue and waste water to generate biomass energy and build-up the cycling model into the brewing industry, that would be wonderful to look forward it.

Keyword : ALECHEMIST, beer, carbon footprint, Life Cycle Analysis

目 次

壹、背景介紹.....	4
1.1 產品介紹.....	5
1.2 生命週期界定.....	6
貳、碳足跡盤查.....	7
參、碳足跡計算.....	9
3.1 分類說明.....	9
3.2 設定.....	9
3.3 計算.....	10
肆、結果與討論.....	12
伍、結論.....	13
參考資料.....	14



壹、背景介紹

對台灣人來說，杯中物一直與人民生活息息相關，近年來由於法規改制，各式各樣的精釀啤酒陸續上市，提供國人廣大的選擇。在一片生活時尚風潮當中，如何選擇適當的產品，享受生活又能同時兼顧友善環境，當今每一個人責無旁貸。因此，此份報告選定創辦初始，便以關懷土地、在地復育的「禾餘麥酒」作為標的，計算其創始主力產品：「白玉麥酒」之產品碳排放量為主，回饋結果以確認是否符合品牌願景，以提出討論與適當建議。



禾餘麥酒，由三位台大農經所和農藝所畢業的年輕人所成立的新創團隊，堅持用台灣農民種植的小麥玉米等在地農作物，研發生產百分百屬於台灣在地的特色啤酒，企圖透過研發高經濟價值的精釀啤酒商品，讓逐漸消失的台灣在地雜糧作物能夠成功復育，再度恢復農地生命力，把消失的在地食種種回來，達到農業改革和創新的目的，試圖在農業關懷和商業經營中取得最佳平衡點，這是該公司的核心理念。

品牌名稱「禾餘」的含義在於，禾是穀粒，餘是指豐盛的意思。身為該品牌的立場而言，看待台灣為之寶島，認為台灣之所以是寶島，即是因為以先天的地理位置，從溫帶到熱帶的作物都能生長，使得這片土地農產豐饒、物種多元，農作物的多樣性成為台灣獨特的優勢，也是發展精釀酒廠少有的優越環境。這也造就禾餘麥酒投入「從土地到酒杯」的使命與願景，尋找適合的農民、復育消失品種、分析台灣大小麥的營養成分，到製作釀造、風味調配，尋找最合適在地原物料的口感風味表現。此外，堅持使用在地農產，同時也能呼應縮短碳足跡、保護環境的根本。

1.1 產品介紹

「ALE白玉麥酒」，加入台中選二號小麥與古早品種白玉米，口感清爽滑順卻保有層次豐富，蜂蜜的氣味則來自穀物自然發酵的成果。自然散發清新花果香，酒色金黃純淨，餘韻有柑橘香，喝得到獨特的在地風味。

創立之初，禾餘最希望的就是使用台灣生產的原料釀酒，然而遇到的第一個問題，就是大麥的產量。

禾餘以契作的方式保障農民的收入，找到種植小麥已有二十幾年經驗的台中農夫合作，說服對方種下已在台灣消跡三十幾年的大麥。事實上，自從台灣開始進口便宜的五穀雜糧後，幾乎沒有留下任何本土的大麥種子，團隊只

能從實驗室中的幾百顆種子開始，以一年一作、一次收成增加二十倍種子的速度，從2014年末收成的五公斤，到2016年收穫的一百多公斤，然而拼命努力後的大麥芽產量，目前仍不能滿足禾餘的生產規模，雖然無此，禾餘還是不放棄100%使用台灣大麥釀酒的目標，持續作為接下來的必定目標。而為了增添啤酒風味，他們還與契作農夫合作台中選2號小麥，並在2015年結合傳統品種台南白玉米，推出第一款名為「白玉麥酒」的奶油啤酒（Cream Ale）。此產品便是本篇報告的產品標的。白玉麥酒以玻璃瓶裝，每瓶容量330毫升，差異值5。



1.2 生命週期界定

一般來說，製作啤酒最重要的原料是：麥芽、啤酒花、酵母和水。而精釀啤酒的製作步驟大致是：麥汁製作（Wort）、發酵與熟成

（Fermentation/Aging），以及最後的裝瓶與包裝（Bottling/Storage）。麥汁製作又可以進一步細分為糖化（Mashing）與煮沸（Boiling）兩個程序。

本篇報告評估產品碳足跡的計算範疇，從原物料產地運送至工廠開始計算，進入製作過程，包含裝瓶、裝箱為止。

評估產品完整生命週期粗略示意圖，請見圖1.2.1所示。特別說明本篇報告範疇自resource 開始，包含manufacture至assembly為止。

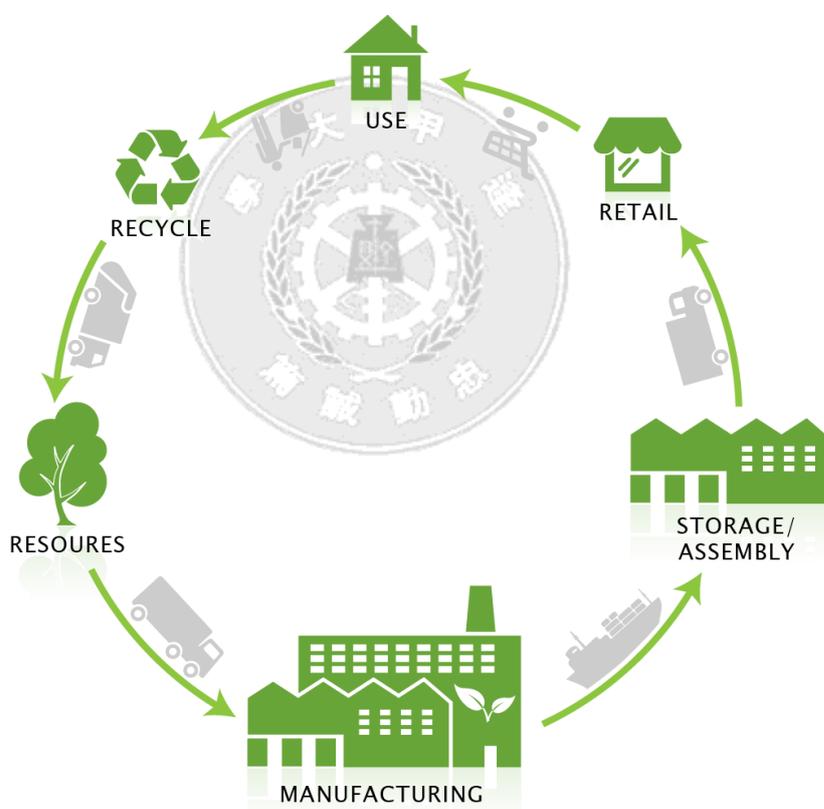


圖1.2.1 產品生命週期評估步驟示意與說明圖

貳、 碳足跡盤查

一般而言，計算罐裝啤酒的碳足跡，可從拆解其成本架構作概略地總覽。依照台灣現有調查資料評估顯示，包裝材料約占總成本 50%，原物料約占 20%，其他如運輸、能源消耗約占剩餘的 30%，比例結構圖請見圖 2.1 所示。

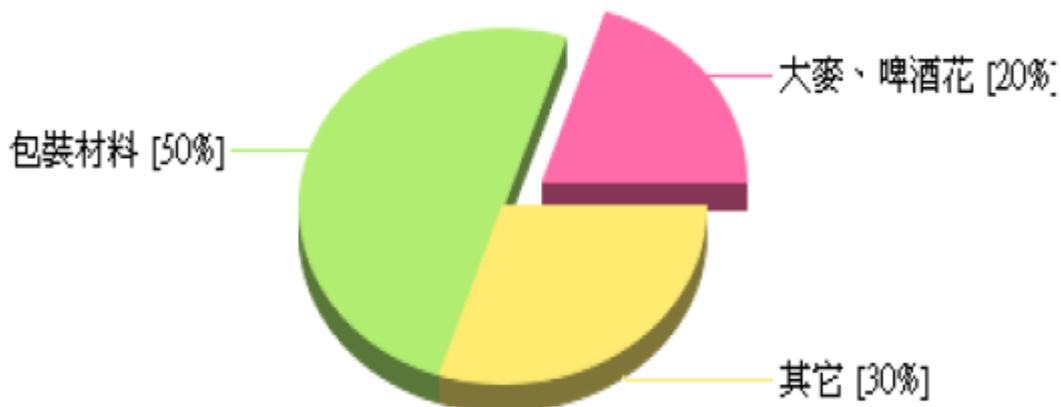


圖 2.1 罐裝啤酒成本分析。資料來源：Money DJ

而本報告標的產品「白玉麥酒」盤查範圍裡，每一生產批次的輸入與輸出項目總覽，請見下圖 2.2 所示。

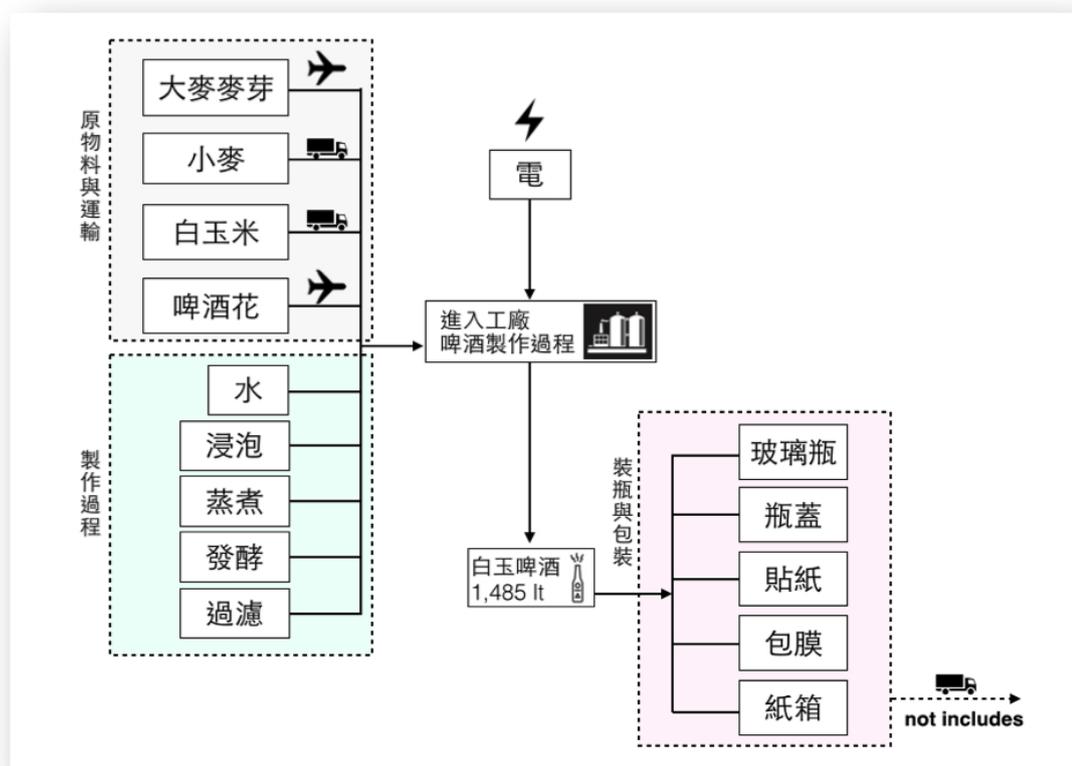


圖 2.2 白玉麥酒每一批次生產輸入與輸出項目總覽

根據第一手訪問資料表示，「白玉麥酒」製作每一批次生產主要原物料需求為 420kg，其中包含 30%來自台灣花蓮復興鄉的白玉米，7%來自台灣台中大雅地區的小麥（7%當中有 20%來自于台北），其餘原物料皆來自于德國進口。啤酒花則來自于美國華盛頓地區（近期考慮轉換一部份自紐西蘭）。

啤酒製作過程中，進程為先浸泡白玉米協助凝膠化，提高後續烹煮的效率，進而在較高溫度下噴射避免過濾過程緩慢。進入啤酒大麥發芽過程後，將麥芽置入烘烤器在 65 度下，靜置 40 分鐘。接著攪動麥芽並加溫至 120 度烘焙 10 分鐘，最終攪動至水分含量降至 5 為止。一般此過程會以迴轉窯進行，禾餘則以手動攪拌為主。完成麥芽汁熬煮部分之後，迅速冷卻，進入後續低溫發酵階段，為期 30 天。每批次用水量約為 2.3 公噸，用電量目前無估計記錄。

啤酒完成後，以玻璃瓶裝。因為生產量少，每批次玻璃瓶以台玻與華夏交替使用，未來可能轉移為春池。瓶蓋目前貨源來自于中國，每瓶紙標于台灣印製。「白玉麥酒」每批次生產量約為 4,500 瓶，每一瓶容量 330ml，差異值正負 5，總生產公升數估算為 1,485 Liter。



參、 碳足跡計算

3.1 分類說明

由於啤酒產品生產過程所包含的項目十分廣泛，此份報告計算範疇自原物料產地運送至工廠起算，包含生產過程以及生產後裝瓶、裝箱等，涉及運輸、酒液製作、裝瓶所需物料、裝箱所需物料等。根據資料搜尋，目前專為啤酒產業而生的碳足跡計算器僅有英國 COOLWORLD Consulting 研



發的 CWC's carbon footprint calculator，這也是世界上第一個專為啤酒產業所生的碳足跡計算器。然而在資料搜尋過程中發現，此套計算器並非免費開放，僅搭配相關收費服務提供需要此項服務的專業領域企業與人士。因此此篇報告所需數值，因時間與資料有限情況下，以多方資料比對、評估換算以取得概略數值。

3.2 設定

計算內容以圖 2.2 所示的三大區塊為主：原物料與運輸、製作過程、裝瓶與包裝。因為是台灣在地精釀啤酒小型工廠，因此資料比對與參考包含英國小型啤酒製造商 Keswick Brewing Company 的估算報告以及國內已公佈之釀酒產業碳足跡參數資料等。

3.3 計算

啤酒原物料來源包含德國、美國、花蓮、台中，目的地為桃園。原物料運輸部分，台灣境內陸運運輸採用 Google Map 進行計算；國外運輸部分以陸運與海運為主，陸運部分採用 Google Map 進行計算，海運則以港口至港口距離計算為準。製作過程以及後續瓶裝、裝箱等，由於缺乏等量瓶裝啤酒相關參數，因此以台灣啤酒 330ml 罐裝為主要參考依據，計算參考參數主要以「產品碳足跡計算服務平台」之參數資料為主。

集結參數資料如表 3.3.1 所示：

表 3.3.1 參數項目資料表

項 目	數 值	單 位	宣 告 單 位
國際海運-貨運 (燃料油動力)	1.98E-002	kgCO _{2e}	延噸公里 (tKm)
營業用小貨車 (柴油)	6.47E-001	kgCO _{2e}	延噸公里 (tKm)
經典台灣啤酒 330ml (6 罐裝， 收縮膜)	2.10E-001	kgCO _{2e}	罐
經典台灣啤酒 330ml (24 罐裝， 紙箱)	2.10E-001	kgCO _{2e}	罐
經典台灣啤酒 600ml (單瓶，玻 璃瓶裝)	3.30E-001	kgCO _{2e}	瓶

「白玉麥酒」原物料里程計算，以每一批次 420kg 為基準，包含大麥麥芽、小麥、白玉米等，含量比例為：30%花蓮復興鄉、5.6%台中大雅、1.4%台北、63%德國。啤酒花含量少數，以批次比例來說，僅數克而已，因此暫不列入里程計算。

(一) 原物料里程碳足跡總量每一批次為：

$$\begin{aligned}
 & (1.98E-002)(9292 \times 63\%) + (6.47E-001)[(259 \times 30\%) + (135 \times 5.6\%) + (48 \times 1.4\%)] \\
 & = 0.0198 \times 5853.96 + 0.647 \times (77.7 + 7.56 + 0.672) \\
 & = 115.908408 + 55.598004 \\
 & = 171.506412, \rightarrow \text{取小數後兩位} = 171.51 \text{ (kgCO}_2\text{e)}
 \end{aligned}$$

$$\text{里程總排放量為：} 420\text{kg} \times 171.51 \text{ kgCO}_2\text{e} = 72,034.2 \text{ (kgCO}_2\text{e)}$$

每一批次原物料可製造 4,500 瓶「白玉麥酒」，每瓶 330ml 容量，玻璃瓶裝，每 6 瓶以收縮膜包裝後，24 瓶 (4 組) 裝入紙箱完成批送運輸包裝。以台啤現有參數三項 (見表 3.3.1)，取平均參數值為 2.50E-001 計算，

產品碳足跡計算：禾餘麥酒

(二) 製程與包裝程序包含白玉米處理、大麥麥芽與小麥分別經過煮沸與糖化過程，並進行初步過濾後，加入啤酒花，再經快速冷卻、低溫發酵、貯酒、過濾、裝酒、殺菌、包裝及封箱等程序，估計總排碳量如下：

$$4,500 \times 2.50 \times 10^{-4} = 1,125 \text{ (kgCO}_2\text{e)}$$

因此，「白玉麥酒」產品每一批次產品生產所需總排碳量為：

$$(一) + (二) = 72,034.2 + 1,125 = \mathbf{73,159.2 \text{ (kgCO}_2\text{e)}}$$

平均單一瓶「白玉麥酒」產品碳足跡為：**16.26 (kgCO₂e)**

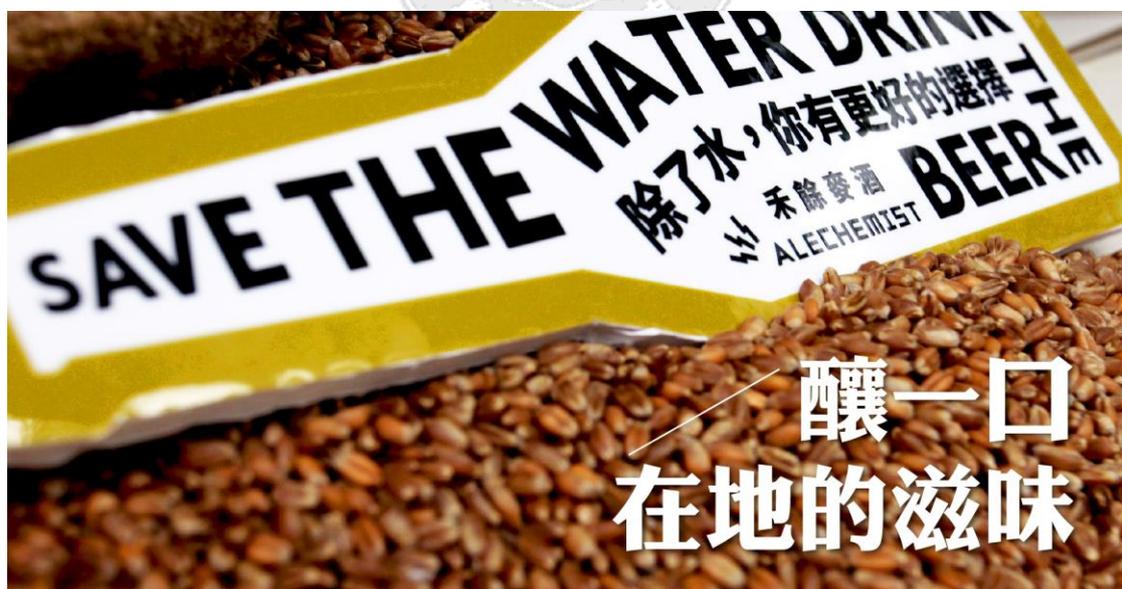


肆、 結果與討論

在碳足跡計算之前，資料收集範疇已界定，然而每一個階段若要做到十分紮實，那麼每一個細節都需要詳細的比對實際資料後，在做校正並找出確實參數，才得以獲得幾近與事實 100%相符的數值。舉例來說，以原物料的運輸計算，貨運的實際路程、中途使用的轉運交通工具、協助搬運的人工，甚至過海關之前之後的儲貨流程，嚴格要求應列入實際計算中。然而因為資料收集限制，以及相關參數的缺乏，因此這部分目前只能粗略估計。

再者，國內尚缺乏符合小量生產的精釀啤酒適合的計算公式與計算器，因此相關參數僅能以現有較為規格化的啤酒產品作為參考數據比擬之，準確度仍有所差距。其中包含原物料の種類差別與製程中些許差異，以及獨門配方與製法上的不同，對於碳足跡計算，都有相當的差異性。

最後，在包裝方面，由於精釀啤酒數量仍屬小量，因此在包裝的原物料方面提供，時而更改供應商，相對的在品相細節上就有所落差，這部分也是需要列入考量的重點。在本報告所進行的計算中，暫時無法有絕對準確的結果，僅能估算之。



伍、 結論

不可否認的，啤酒仍是目前世界上最受歡迎的飲品之一。也許很多人不覺得每天一杯啤酒能對生活碳足跡有什麼樣的影響，然而當進入正式計算之後便會發現，一杯啤酒，從它的產地、它的包裝方式是什麼，對於碳足跡的影響，可是超乎想像的。根據資料顯示，啤酒產品碳足跡比重最大的在於運輸項目，就算不計算原物料運輸部份，製作之後的裝瓶、包裝與運輸，仍佔了最大的比例。依照英國資料顯示，每天飲用1~2瓶的進口啤酒，可能一年加總起來的碳足跡高達一噸，相當於5萬杯紅茶所累積的碳足跡。因此，「在地製造，在地飲用」顯然是個不錯的點子，至少可以省下許多運輸所造成的碳排放。如果能不透過單一瓶裝的方式，而是釀酒場完成製作後，直接輸入可重複使用的酒桶後（以不鏽鋼桶為主），直接送往地方上的餐酒館進行販售，就更加省去包裝上所造成的碳排放。以英國倫敦當地精釀啤酒直接桶裝輸入當地酒館販售的調查報告顯示（Mike Berners-Lee, 2010），在地釀酒廠直接桶裝輸入在地酒館的啤酒，每一品脫碳排放量為300gCO₂e，相當於每330ml的啤酒，碳排放量為209.22gCO₂e（不含原物料運輸階段），本報告標的產品「白玉麥酒」若不含原物料運輸部分計算，則單一330ml瓶裝碳排放量為**250gCO₂e**，數值與其相差不遠，因此禾餘「從土地到酒杯」的使命願景，確實相當可行，並且初步計算結果令人欣慰。若未來能更鼓勵精釀啤酒落地販售，遍地開花，那麼便可省去許多因為銷售需求而進入瓶裝階段的繁複包裝，以可重複使用的酒桶取代，讓包裝部分的碳足跡保持不變，那麼有可能讓人們痛快暢飲的過程中，還能兼顧復育農產、減少碳排、促進在地經濟、新興產業……等效益，若還能結合廢料、廢渣、廢水再利用的生質能技術，供給釀造過程所需能源，就能成為一套完整的循環系統，值得期待。

參考文獻

1. SIBA, 2014, *How green is your beer? Cool World Consulting launches the world's first carbon footprint calculator for beer and breweries*. Available at: <http://siba.co.uk/2014/11/how-green-is-your-beer-cool-world-consulting-launches-the-world's-first-carbon-footprint-calculator-for-beer-and-breweries/>
2. Mike Berners-Lee, 2010, *What's the carbon footprint of ... a pint of beer?* Available at: <https://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2010/jun/04/carbon-footprint-beer>
3. 禾餘麥酒官方臉書。 Available at: <https://www.facebook.com/alechemist.tw/?fref=ts>
4. COOLWORLD Consulting. Available at: <http://www.coolworldconsulting.co.uk>
5. Seth Lalonde, Anna Nicholson and Rita Schenck, 2013, *Life Cycle Assessment of Beer in Support of an Environmental Product Declaration*
6. Muñoz E., Riquelme C. and Cardenas J.P., 2012, *CARBON FOOTPRINT OF BEER - ANALYSIS OF A SMALL SCALE PROCESSING PLANT IN CHILE*, Proceedings 2nd LCA Conference, Lille France
7. Justin Adams, Allyson Johnson, Michael Wohl & Kevin Woodter, 2011, *Life Cycle Assessment of Craft Beer*, NRE557-Industrial Ecology
8. 行政院環境保護署，碳足跡產品類別規則／玻璃容器第2.0版：文件編號 16-017，2016年
9. 行政院環境保護署，碳足跡排放係數公告清單，2014 年
10. 行政院環境保護署，產品與服務碳足跡計算指引，2010 年
11. 產品碳足跡服務計算平台