



## 中文摘要

環保問題是進入二十一世紀最重要的課題，食品工業因高用水量及高廢棄物量而對生態環境造成某些程度的衝擊，消費者選用綠色程度較高的食品有助於資源永續與環境永存，因此，在環保問題日受關切的現代，如何生產省能源、低污染、及可回收的綠色食品，將會是食品工業重要的發展策略。本研究擬以國產果汁(柳橙汁、芭樂汁、楊桃汁及蕃茄汁)為對象，對其生物性材質的物質流向進行調查分析，蒐集相關盤查資料之後，採用生命週期評估的概念，以應用軟體 Sima Pro 為工具，對果汁環境衝擊進行分析比較，作為後續評估果汁產品生命週期及訂定綠色果汁製程管制點之基礎資料。以楊桃果汁為例，其生命週期評估中，楊桃原汁工廠的原汁製程部分，對環境衝擊的指標中以楊桃果實對環境影響最大，衝擊的類別是優氧化，電力使用次之，衝擊類別是酸化；果汁原汁的製造生產過程中，不論是柳橙汁、芭樂汁、楊桃汁及蕃茄汁，其對環境衝擊負荷對大的均是酸化，在原汁生產中電力的使用是主要的環境衝擊來源，尤其是蕃茄汁。下游製造果汁製程中，冷藏柳橙汁及芭樂汁的部分，其對環境衝擊的影響是以電力使用對環境的衝擊為最大。其他型態果汁的製程生命週期中，對環境衝擊的負荷類別以酸化為最高，衝擊來源則是運輸上所須耗用的能源為主，電力使用及原汁製造次之。在果汁製程上，能有效的減少運輸上所須耗用的能源及電力的使用，將有助於綠色製程的建立。

## **Abstract**

Environment protection has become a more and more important issue and should be taken much attention in all industries. The impact of food industry on the environment should also be taken into account. Foods processed with higher energy efficiency, fewer discharge and more recoveries, the so called green processing, is helpful to sustaining resources and protecting the environment. To establish the index for the greenness of local products, we used carambola 、 orange 、 guava and tomatojuice processing as model system to study the factors that affect the greenness of juice.

To assess life cycle of juice and it's environmental impacts, the material flow in the life cycle of juice were put into the computer programs– Sima Pro. It consumed a large amount of water washing the recycled plastic contain. Effective washing or using aseptic container could solve this problem. Sterilization consume water much more than other unit processing. The prominent environmental impacts problems resulted from the producing juice is acidification. Impacts caused by electricity consumption was much higher than others. In summary, environmental impacts of the stock carambola juice factories were significantly higher than canned and Tetra Brik carambola products.

# 目 錄

中文摘要	2
英文摘要	3
表目錄	4
一、 前言	5
二、 文獻回顧	6
三、 研究目的	7
四、 研究方法	8
五、 調查結果與討論	27
(A) 生命週期相關資料	27
(B) 果汁生命週期評估	37
• 界定範圍	37
• 系統盤查	42
• Sima Pro 操作	57
• 衝擊結果	65
(一). 楊桃汁	71
(二). 柳橙汁	81
(三). 芭樂汁	85
(四). 蕃茄汁	89
六、 結論與建議	91
七、 參考文獻	93

## 一、 前言

時代在進步，人類的科技一日千里，因為追求高成長的經濟活動以及工商業的蓬勃發展，使得地球的環境嚴重被破壞、資源被過度消耗...等，從聯合國 1992 年起陸續舉行的國際性會議及相關的協定(聯合國，1992~1998；莊，1995；林，1996；李，1996；邢，1998)，使人們深入的思考地球只有一個，如何使人類與其他的生物之生活環境間達生態平衡、地球資源可以生生不息的運用，永續發展(Sustainable Development)的趨勢遂成現今每個國家企業發展的重心。

食品工業在台灣一直扮演著重要的民生產業也是主要的工業發展主流，尤其是原料的高度歧異性，對生態環境也產生不同程度的衝擊。然而食品工業也有其環保利基，大部分的食品工業廢棄物皆屬生物性材料，若能適當處理，當可用以開發生質能(Biomass)等新生資源而達降低汙染、廢料減量、及資源回收與再生的優點。目前國內部分食品科技研究人員積極的想經由有機栽培、生物工程、包裝材料的改進與省能源、低汙染之技術與製程的研發等來改善這個情況(楊等，1998；楊等，1998；王等，1998)，但只有在食品整個生命週期包括產品設計、生產、包裝、行銷與消費等階段的綠色(環保)觀，使消費者積極選用綠色程度較高的食品，才能維持資源永續與環境永存。為能迅速有效且合乎經濟原則的，建立省能源、低汙染、可回收的綠色食品製程及作業規範，選擇具代表性之果汁作產品作為對象，蒐集相關盤查資料之後，採用生命週期評估的概念，以應用軟體 Sima Pro 為工具，對果汁環境衝擊進行分析比較，作為後續評估果汁產品生命週期及訂定綠色果汁製程管制點之基礎資料。

## 二、 文獻回顧

自 1989 年聯合國環境規劃署 (UNEP) 發起「清潔生產」(cleaner production)，並經 1992 年里約地球高峰會議簽署的「21 世紀議程」(Agende21) 中出席國家的一致支持後，清潔生產已逐漸成為各國政府提高資源利用及生產效率的共通認知。此項由官方發起的觀念與其後在 1992 年由 Stephan Schmidheiny 所提出並由各國企業推動的「生態效益」(eco-efficiency) 概念，已成為先進國家產官合作，以推動人類邁向永續發展的具體模式(黃正忠)。一般而言，生態效益是一種企業經營管理的哲學，鼓勵企業提高經濟效益、更具有競爭力、更創新，但同時也更能負起保護環境的責任。生態效益的達成，須在提供價格具有競爭力的商品和服務以滿足人們需求、提高生活品質的同時，在商品和服務的整個生命週期內將其對環境的衝擊及天然資源的耗用，逐漸減少到地球能負荷的程度。而清潔生產則是由政府單位推動，其原始重點在促使產業界藉由製程改善和降低廢棄物產量、廢氣及廢水排放量等具體的作為以對資源做更有效率的利用並實踐企業對地球生態環境應盡之責任，達到人類永續發展的目的。是以在推動人類永續發展的進程上，政府與產業各有其關鍵性的功能並具有互補的作用。而在高耗能、或高廢棄物的產業，推動清潔生產及生態經濟效益的的產官並配之以學術研發的分工模式尤具迫切性。產業以其既有的生產作業程序，提供學術單位作詳細的檢討與研究，探討各項單元操作在生態效益上的潛在優勢或改善空間，進而制訂管制點的降低能耗，減廢及資源回收的所謂綠色製程的規範，提供產業製程改善及政府決策之基礎，當是具體可行的模式。

### 三、 研究目的

第一年的調查研究目前仍在持續進行中，確切結果仍未完整成形，但對國內果蔬汁加工在降低能耗、降低廢棄物、及資源回收上，也有初步的改善方向。一般而言，國內果蔬汁的加工廠對同一種果蔬汁的加工程序雖然大致相似，但因各工廠的單元操作動線、既有的操作習慣、因應特殊狀況或其他因素，不同加工廠的加工程序、加工機具、或人力運用等等常有所差異。以楊桃汁加工為例，國內楊桃汁產品分發酵楊桃汁及非發酵楊桃汁兩種。前者以酸味種楊桃為原料，後者則以甜味種楊桃為原料。其製程如附件一所示。在此，發酵楊桃汁的全部製程可分上游醃漬發酵、中游榨汁加工、及下游調配包裝，分由不同公司工廠操作。其中，就工廠分類自然有上、中、下游之區分。但也有工廠身兼上中游加工，另有工廠則身兼上、中、下游加工廠。而在單元操作的細部方面，則有醃漬條件的差異、清洗、儲運等等的人力機具運用與操作條件之差異。非發酵楊桃汁的製程又分上游榨汁及下游調配包裝兩部分，其中在原料殺菁操作一項，不同的加工廠即有相異的操作。凡此種種差異是否會造成果蔬汁的綠色度的差異，又或，整體流程中另有共通的操作程序仍有在綠色度上可以改善的空間，都是有待進一步探討的課題。

本計畫擬就第一年的調查結果，經資料處理分析並與各子計畫之研究結果相互交流，研訂具改善綠色度潛力的單元操作項目，以電腦模擬或實地操作的方式，探討降低國產柳橙汁、番石榴汁、楊桃汁及番茄汁製程的能耗、降低廢棄物、及增加廢棄物可回收利用的可行空間。預期完成後，可為果蔬汁綠色製程的研訂提供具體可行的參考資料。

#### 四、 研究方法

##### (一) 本計畫擬進行之研究分三部份：

決定果蔬汁製程中具影響產品綠色度之操作點：以相同產品但在不同工廠卻有不同操作、可能產生廢棄物或廢棄能源、可能需要較多之人力或機具、操作動線過於複雜或其他等，為探討的決定基礎，此步驟除根據第一年之資料外仍可能須至工廠做再確認之工作。

訂定綠色度評估之指標(indicator)及其權質(weight)—以能源消耗、廢棄物產量、廢棄物及廢棄能源回收、及產品之安全及官能品質等為指標，並決定各指標在綠色度評估所佔之權重，以為綠色度量化之計算基礎。

進行製程改善及減廢操作對產品綠色度改善之評估：在可能的情況下，以實地操作方式印證各種省能、減廢措施對產品綠色度之影響。此步驟需要工廠配合，其配合意願或實地操作之可行性，仍不甚明朗。若無法透過實地操作達到本研究步驟之目的，則考慮以電腦模擬或透過週邊資料之分析完成評估作業。

本研究為整合型計畫「國產果蔬汁綠色度研究」第二年度之子計畫，本年度之研究延續前一年之調查結果，針對國產柳橙汁、番石榴汁、楊桃汁及番茄汁等產品生命週期中之加工流程部分，就生物性材料在能源之使用、廢棄物產量及回收利用的現況進行評估。同時逐一檢討各單項加工單元操作在降低能耗及生物性廢棄物量之可能性及可行性，並以模擬或實地操作方式，評估製程改善後對產品可能之影響及在永續發展可能產生之效益。預期於一年內完成果蔬汁製程改善對能耗及廢棄物減量與回收利用狀況之影響之評估工作項目。

##### (二) 生命週期評估(Life Cycle Assessment : LCA)方法簡介

本研究所欲採用的研究方法包含生命週期評估，因此本針對生命週



期評估此研究方法做介紹。

## 1. 生命週期評估概述及其演變

傳統環境保護策略的做法均偏重於「管末處理」(End-of-Pipe Control)，以產品使用後棄置階段產生的環境負荷，作為該產品對環境衝擊影響之大小，往往疏於考量原料取得及使用後之污染條件(張，1998)，隨著環保意識的提高及全球環境永續發展共識的達成，自八〇年代起，先進國家對於廢棄物污染評估方向朝全面性的思考模式，即利用產品生命週期的概念，藉由整合原料開採、生產製造、產品使用及棄置等各階段對環境產生的影響，評估產品的「生命週期」中對環境的衝擊程度，進而建立相關的環境管理系統標準。生命週期評估技術並非一項新興的技術，其使用歷史最早可以追溯到1960年代末期當時主要是運用到資源保育以及能源耗竭的問題上，在1969年時可口可樂公司(Coca-Cola Co.)委託美國MRI(Midwest Research Institute)公司對其飲料容器所做的評估，MRI公司引用了當時所謂的資源及環保範圍分析(Resource and Environmental Profile Analysis ;REPA)，首次將「生命週期」的理念對原料、能源的耗用及污染排放做一完整的計算(楊致行，1996)。

## 2. 生命週期評估的定義及過程

Fava. et al.(1997)表示生命週期評估(Life Cycle Assessment ,LCA)應該要能鑑別與量化有關能量和原料使用以及釋放進入環境的廢棄物，並且評估其所造成的環境損害，同時用以辨識實現環境改善的最佳時機。根據ISO 14040標準(1997)(張，1998；Zharen，1998)對生命週期評估之名詞定義

如下：產品生命週期評估是編輯及評價產品在其生命週期各階段之投入、產出及潛在的環境衝擊。而產品的生命週期是指產品的生命過程，即所謂從搖籃到墳墓(Cradle to grave)，從原料的取得到製造、使用和棄置等階段。根據美國環境毒理及化學協會(SETAC, 1993)的定義：生命週期評估是一個衡量產品生產或人類活動所伴隨的產生之環境負荷的工具，不僅要知道整個生產過程的能量、原料需求量及環境的排放量，還要將這些能量原料及排放量加以評估，提出改善的機會和方法(高等, 1995)。這些評估包含了整個產品、製成或活動之生命週期中的原料開採和提煉；製造、運輸、和分布；使用/再使用/保固；回收；和最終棄置等階段。

生命週期評估可以用來探討一種產品與環境之間複雜作用關係的良好方法。大多數產品都需要經過一連串的製造、分裝、使用與處置過程，每一個過程也會產生許多的排放物質，而每一種排放物質也都會對環境產生非常特殊的影響。基本上 LCA 有兩大主要步驟(Pre`Consultants, 1999)：

1. 清單階段 (The Inventory Step)：將產品生命週期間可能會使用到的原物料與可能的排放物質列出。
2. 評估階段 (The Evaluation Step) 評估原物料逸漏以及排放物質對環境照成的衝擊大小。

完整的產品生命週期評估，根據 1990 年美國環境毒物和化學學會 (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC) 的定義是包括下列幾個部分 (Ayres., 1995；

SETAC, 1993):

1. 產品生命週期清單。

根據現有過程的一些資料，能將能源和原物料的需求，空氣和水的排放，固體廢棄物之排放，和產品在其整個生命週期中不論是過程或活動所排放到環境中的其他物質，都把它列出。

2. 產品生命週期對環境衝擊之評估。

這是一個比較技術性、定量和定性的過程。主要是在清單成分當中來定性分析其對環境所產生的效應。評估過程應該指向兩方面，一個是生態的健康，另外一個是人類的健康；更要考慮如習慣的改變和噪音的污染等之其他效應。

3. 產品生命週期改進之評估。

考慮到整個生命週期、過程和活動中減少各種能源和原物料的使用、廢物料的排放等，對環境破壞所做的努力和機會做出有系統的評估。這種評估可能包括對方法改進的定性和定量兩方面的評估，諸如改變產品的設計、原物料的使用、工業過程、消費者使用和廢棄物的管理。

上述三個部分組成一個完整的 LCA 過程。當我們將其他適當的資料加以整合之後，就可以提供我們對於環境的改善與達成有更清楚的認識。另就方法學而言，LCA 有五個階段：

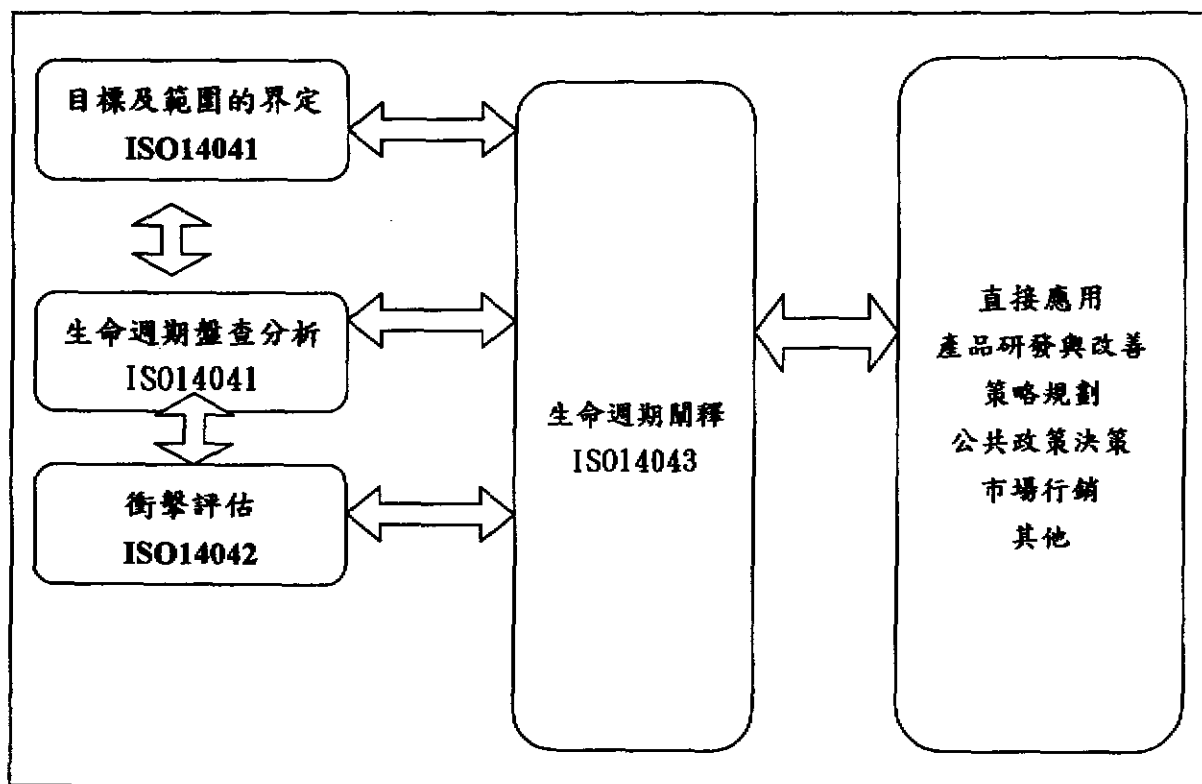
1. 計劃階段：包括目的的陳述、產品與替代品之定義、系統邊界之選擇、環境參數之選擇、集團和評估方法之選擇、資料收集之策略。

2. 篩選過程：包括 LCA 的初步執行、計劃之修正兩部分。
3. 資料收集和資料處理：包括實測、訪問、文獻搜索、理論計算、資料庫搜索、有根據的猜想，使用清單表的計算兩部分。
4. 評估：包將清單表依衝擊項目加以分類，在各分類像之內將性質相近的組成集團，常態化，對不同的分類給予不同的權重評價等四部分。
5. 持續改善評估：包括靈敏度分析，改善之優先順序與可接受度之評估兩部分。

通常第一階段相當重要，因為接下來的 LCA 都將依據這一階段之決定來做，第二階段的篩選可以檢驗所定義之目標，也是相當有用之階段，經過篩選後，剩下來的就比較能依照計劃進行。(杜，1999；Pre`Consultants，1999)

### (三) 生命週期評估的架構

產品生命週期評估的架構，一般可分成四部分：目標及範圍的界定、生命週期盤查分析、生命週期評估分析、生命週期闡釋，如圖一所示：



圖一、產品生命週期評估之架構(1997 ISO)

ISO-14040 標準規範產品生命週期評估的執行架構包括以下四部分(ISO1997)：

- 目標及範圍的界定(Goal and scope Definition)
- 生命週期盤查分析(Life Cycle Inventory Analysis)
- 生命週期衝擊評估(Life Cycle Assessment)
- 生命週期闡釋(Life Cycle Interpretation)

依照施行生命週期評估之步驟進行以下之說明

a、目標及範圍的界定(Goal and scope Definition)

目標及範圍的界定是進行生命週期評估的首要工作，必須先將進行生命週期評估的目的與理由釐清，以及誰才是生命週期評估結果的使用對象或訴求對象，如此才能清楚評估時所需的資料種類及深度；另外，不同的研究系統與範圍，可能導致截然不同的結果，因此，採取客觀的立場，將範圍確實的界定，才能使評估的工作具有意義而非淪為格式化。

b、生命週期盤查分析(Life Cycle Inventory Analysis)

盤查的分析包括系統相關資料的收集以及輸入及輸出的量化計算程序，這當中輸入部分包含原料及能源的使用，而輸出部分則除了系統所製造的產品除外，還包括系統伴隨而生的廢氣、廢水、廢棄物及廢熱。盤查分析大抵可細分為六個階段，分別為物料需求、製造加工、分配運輸、使用/再利用/維護、回收及廢棄物管理。

盤查的範圍可以定義為這六個階段的任何階段或其組合，視使用者之目的而定，因此調查範圍的定義非常重要，若範圍沒有定義清楚，即易造成整個LCA研究的失敗。(呂，1996)

c、生命週期衝擊評估(Life Cycle Assessment)

生命週期衝擊評估此部份乃將盤查資料與特定環境衝擊連結在一起，然而目前並沒有公認的方法可以完整的將盤查資料與特定潛在的環境衝擊連結在一起，而衝擊評估作業詳細的程度、被評估衝擊項目的選擇及採用方法，則依研究的目的及範

時而定。

美國環境毒理及化學協會 (SETAC, 1993) 對衝擊評估所做的定義，所謂衝擊評估其實是指「對衝擊結果的合理預期」，也就是說，依照衝擊評估架構處理盤查資料的方式，重點並不是描述一項產品在其生命週期中實際發生的環境衝擊為何，而是在於依照擬定之方法架構下所預期之環境衝擊是否合理。ISO14040 規範之生命週期衝擊評估，主要分為三個部分，分別是分類 (classification)、特徵化 (characterization) 和賦於權重 (weighting) 或評價 (evaluation)。

①. 分類 (classification) — 進行分類的工作首在確定個案中研究中關心的是哪些類別的環境衝擊。在關心的衝擊類別確定後，則將盤查分析所得之資料從新指派和整合，將相近之壓力因子歸類於這些衝擊類別之下。SETAC (1993) 引入壓力因子的概念，並將此類壓力因子歸為四類環境衝擊：生態健康、人類健康、資源耗損和社會福利等四項。也有學者提出不同分類方式，如 Guinee et al. (1993) 就將環境問題區分為：耗竭問題 (Depletion problems)，污染問題 (Pollution problems)，擾動問題 (Disturbance problems) 等三大類。

②. 特徵化 (characterization) — 在每一分類中將環境衝擊累積起來可得一效應值 (effectores)，並且依其某些物質導致較大的效應給予加權指數 (weighting)，此步驟稱之特徵化。特徵化的主要內容為選用一衝擊衡量方法，透過特定衝擊評估工具之運用，將不同的壓力因子在各型態環境問題中之潛在衝擊加以分析，並量化成相同的形式或是同單位的大小。而在特

徵化的過程中，通常會有一標準化 (Normalization) 的步驟以利加總。例如：可將不同之溫室效應氣體之排放量轉化為 CO<sub>2</sub> 之當量來表示，或是將不同之致癌化學物的排放量用相對之致癌風險來表示等等；若一個產品的生命週期中會產生 CO<sub>2</sub>、甲烷、海龍及 N<sub>2</sub>O 的污染物質，根據這些物質的指數與其數量相成後加總，極為此產品的溫暖化效應。特徵化的方法可以運用在單一的衝擊類別之內，而無法用在不同的衝擊類別之間，並且只能針對單一的排放介質 (例如空氣、水、土壤等) 進行。

③一般化(normalization)－提供不同的環境問題指標值-相對比較值。依據平均每人在一天或某段期間內所引起的效應，再給予以加權指數，其效應值為特徵化後的結果再乘上一般化步驟所給予的加權指數

④賦予權重 (weighting) (Evaluation)－特徵化之結果主要為單向環境問題類別的衝擊加總值，評價則是將各類別環境衝擊問題給予相對的權重，以得到整合性的衝擊指標，進而提供決策者完整面向的衝擊考量。不同的衝擊類別之間彼此並沒有特定的連結，也不易利用市場價格來作為比較的基礎，依人為主觀的價值判斷，在不違理性邏輯思考的原則之下，賦予一相對價值的權重。當權重確定後，則可以將此權重結合特徵化的結果，得到綜合性的評價(單，1999；李，1998)。



表一、衝擊評估方法說明

評估方法	說明
特徵化 (characterization)	在每一分類中將環境衝擊累積起來可得一效應值 (effectores)，並且依其某些物質導致較大的效應給予加權指數(weighting)，此步驟稱之特徵化。
一般化 (normalization)	提供不同的環境問題指標值—相對比較值。依據平均每人一天或某段期間內所引起的效應，再給予以加權指數，其效應值為：  【特徵化的結果】*加權指數
評價 (evaluation)	一據某地區或國家的共識，也可以是個人的意見，產生一個權重，再據此權重算出一個單一數值，用來比較何種方案為「對環境友善」；也就是將【一般化的效應值】*加權指數 來表示其環境問題效應的相對重要性。
指標 (indicator)	將在評估階段中不同環境問題的效應值加起來，來比較不同產品或是同一產品中的材料或製程的衝擊大小，其值稱之為指標。

#### (四)分析軟體 Sima Pro 簡介

生命週期的觀念簡單易懂，但在實際施行時的複雜程度則需要有電腦軟體的輔助，Sima Pro 是針對生命週期評估目的而設計的，由荷蘭所發展，其最大的優點在於設計工程師不需要花太多功夫去了解生命週期評估的過程及數據，便能以生命週期的理念來看看產品對於環境衝擊的影響如何，藉此來達到環

境保護的目的。此套軟體於 1990 年推出，至 1997 年已發展至第四代，2000 年的版本到 4.0.028 SE。

### ① 『Sima Pro』的特色

Sima Pro 的發展是為了簡化生命週期在評估時的複雜度而設計的，所需的硬體配備非常簡單便能以生命週期的觀點來設計產品，於是我們利用這種特性來做食品工業中果汁產品的生命週期評估，以期達到減廢及環境保護永續發展的目的。(呂，1997)

特色分列如下(呂，1998)：

- 1、該模式可容許不同製程或產品生命週期之組合，例如產品及其包裝即可考量為一生命組合。
- 2、分析過程可將產品行模組化分解，並就每個分解之零件是否回收做環境上的考量。
- 3、可探討不同廢棄物處理策略或流程對環境的影響。
- 4、環境衝擊評估過程之特徵化、標準化、及權重操作，有多項方法提供選擇且單位可自動換算。
- 5、製程樹狀圖可用一個類似溫度計的指標來表現生命週期各階段中之環境負荷。
- 6、對於不是環保專家的人，以(Eco-indicator 95 method)方法分析後，最後結果以衝擊指標值(indicator score)以「點數(Pt)」表示，有助於判斷該項產品是否「對於環境友善」。
- 7、可將分析的結果以不同方式呈現。
- 8、自動單位換算，且可購買多人使用版本。
- 9、使用視窗以及滑鼠作為系統工具，容易上手
- 10、可結合其他模式之相關資料，不同盤查系統的資料亦可以不同 project 分開輸入分析。

中興資管所畢啟明(1999)的研究認為 SimaPro 為一「小而巧」之 LCA 軟體，並建議初次接觸 LCA 軟體者，可以此套軟體為學習教材。

## ② 「Sima Pro」的電腦需求

Sima Pro 是由荷蘭 Leiden 大學之環境科學中心 (Center For Environmental Science; CML) 所發展，是一種 16 位元的視窗應用程式，可運用於任何一台可支援視窗應用程式的電腦，其電腦需求是 (Pre`Consultants, 1999)：

- Windos 3.1 記憶體最小需求 4MB 建議 8MB 或以上
- Windos 95 記憶體最小需求 12MB 建議 16MB 或以上
- Windos NT4.0 記憶體最小需求 16MB 建議 32MB 以上
- OS2 記憶體最小需求 12MB 建議 16MB

Sima Pro 可完整運用於生命週期評估、評估盤查及衝擊評估之各階段(Phases)，亦可做到不同的期程(Stages)，也就是可以配合使用者所設定的範圍或目標，輸入資料即可處理。Sima Pro 的特點是容易理解且容易使用 (呂，1998)。

## ③ 「Sima Pro」的原理及其資料庫

Sima Pro 是一種資料庫，其中的資料是由荷蘭經過調查歐洲各種基礎工業及各種基礎原料後得來的，為一種平均資料，其執行生命週期評估之內容共有五個頁籤，分述如下：

1. 案例描述：可將 ISO-14040 中規定之研究案例之目的描述於此頁籤中，以可將大綱、流程或其他特別的事項與以簡單描述，使讀者與相關人員可快速瞭解案例目的及內容。
2. 結果報告設定：可在此處設定結果分析時使用的方法，以及圖表的呈現方式，選擇的方法牽涉到 ISO-14040 中生命週期衝擊評估的分類、特徵化以及權重的結果，目前在歐洲以及果內的相關研

究均採用 Eco-indicator 95 的方法。

3. 評估方塊：方塊(Boxes)中包括了組裝、生命週期、廢棄物策略、分解以及再使用，生命週期評估中的範圍界定即是運用在此處。
4. 流程：在其資料庫中的分類包括原料、能源、運輸、製造流程、使用、廢棄物處理策略以及廢棄物處理方法等七大項，每一類別中皆包含了該類基本項目之資料，盤查後的結果便是轉換成資料庫中對應的項目輸入。
5. 流程資料庫：在此頁籤中可設定評估案例欲使用的資料庫，Sima Pro 提供了三種資料庫型式，分別為 BUWAL250、IDEMA T96 以及 Pre 4 database。

表二為 Sima Pro 資料庫的內容資料(呂，1998)

表二、Sima Pro 的資料庫

種類	內容
方法資料庫	包括不同環境衝擊分類的相對指數，如各種污染物的 ODP 或 GWP 等評估方法的權重
製程資料庫	類似 Boustead 的資料庫，包括物質、能源、運輸、製程、使用、棄置、廢污處理等，但 Input Table 的欄位沒有限制 (是優點亦是缺點)
處置百分比資料庫	包括產品使用後廢棄之掩埋、焚化、及資源回收百分比
物質資料庫	依空、水、廢、物料分類之名稱及單位
單位換算資料庫	各種度量衡單位換算的資料庫

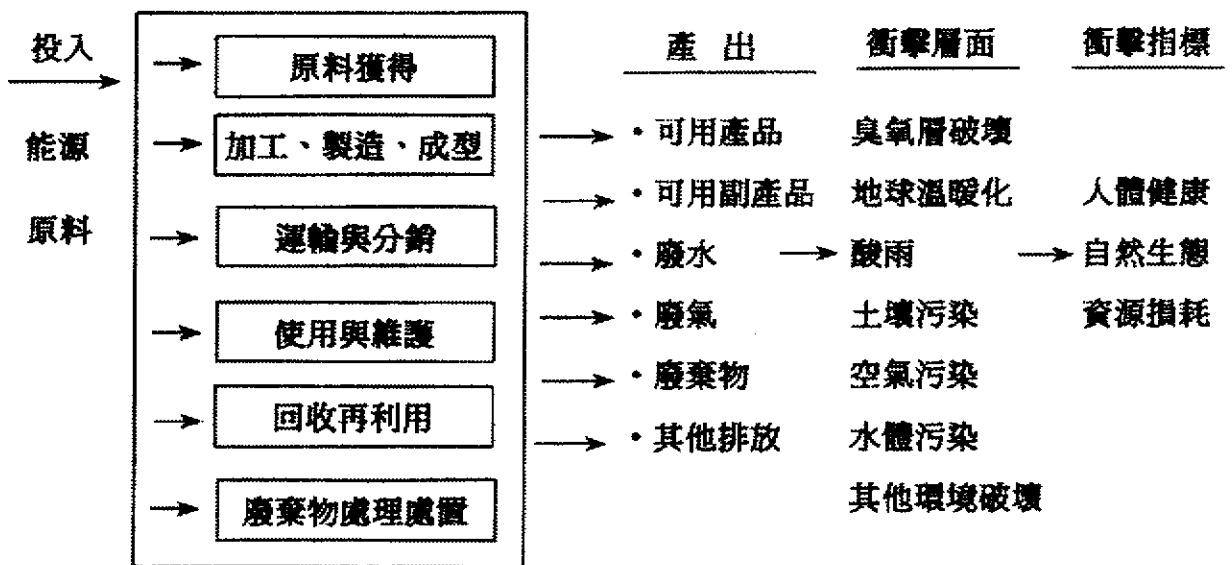
資料來源：呂穎彬，1998

#### ④ 「Sima Pro」的衝擊評估方法—Eco-indicator 95

Sima Pro 涵蓋了 SimaPro 1、SimaPro 2、生態指標法及生態評點系統 (The Ecopoint System) 四種衝擊評估方法，而以特徵化 (characterization) (SimaPro 在此階段已包含分類)、標準化 (normalization)、評估 (evaluation) 及指標化 (indicator) 等階段進行。生態指標法 (Eco-indicator 95 method) 的依據是歐洲平均資料值的標準化，評估方式是利用「距離目標原則」，Eco-indicator 95 方法是界定於：在歐洲的尺度下，環境效應對生態系統或人類健康所造成的傷害。在此界定範圍內，環境效應值包括臭氧層破壞 (Depletion of the Ozone Layer)、溫室效應 (The Greenhouse Effect)、酸化 (Acidification)、水質優氧化 (Eutrophication)、重金屬 (Heavy Metals)、致癌物質 (Carcinogens)、冬季煙霧 (Winter Smog)、夏季煙霧 (Summer Smog)、為能源消耗 (Depletion of Energy)、廢棄物處理 (Waste Dispose) 其他衝擊 (Other Problems) 等，但是不包括的環境問題有：毒性物質 (只出現在工作地點的)、原物料的消耗以及廢棄物的數量。(Nissen et al .1997)

Eco-indicator 95 環境衝擊評估的產生方式依特徵化→標準化→評價化的步驟行之，特徵化的分類方法以 CML 公佈的方法為基礎，以下就有關 Eco-indicator 95 環境衝擊評估的產生方式做一簡單說明：

# 生命週期評估之技術架構



## 系統界限

其他特徵化的依據分述如下：

1. 溫室效應：全球暖化潛值(GWP)分別有 20、50 及 100 年，在 Sima Pro 3.0 中使用的是 100 年之值

$$\text{溫室效應(Kg)} = \text{【GWP100 * 氣體排放 (Kg)】}$$

2. 臭氧層破壞：臭氧層破壞潛值(ODP)包含了氟氯溴的碳化物或稱 CFCs

$$\text{臭氧層破壞(Kg)} = \text{【ODP * 氣體排放 (Kg)】}$$

3. 酸化：酸化潛值(AP)是以 SO<sub>2</sub> 之相對性表示

$$\text{酸化物質(Kg)} = \text{【AP * 氣體排放 (Kg)】}$$

4. 優氧化：優氧化潛值(EP)是以 PO<sub>4</sub> 設定為 1。

$$\text{優氧化(Kg)} = \text{【EP * 氣體排放 (Kg)】}$$

5. 重金屬累積的影響：因為長期曝露在低含量的重金屬中會導致明顯的健康危害，尤其是神經系統及肝臟之傷害，Air Quality Guideluines (AUG)指出一部份人類可曝露之空氣中重金屬濃度如表九。鎳及鉻也被考量為一種致癌物質，以

濃度作為權重因子的方式，在 MAC 值中作為臨界體積，表十列出 Guidelines for drinking Water quality (GDWQ) 指定的某些水體中的致癌物質；利用此種權重可以計算鉛當量，Sima Pro 可將水中及空氣中的分數合併起來：

空氣中重金屬含量(Kg 鉛當量) = 【AQG(Kg)/AQG(物質)排放】

水體中重金屬含量(Kg 鉛當量) = 【GDWQ(Kg)/GDWQ(物質)排放】

表三：人類可曝露之空氣中重金屬濃度及對人體之影響

重金屬	最大濃度()	權重因子	主要健康影響
鎘	0.02	50	腎臟
鉛	1	1	血液合成、神經系統及血壓
鎂	7	0.14	肺及神經系統
汞	1	1	腦部：傳導及交感系統功能

表四：水體中重金屬濃度物質之影響

重金屬	最大濃度(mg/L)	權重因子	主要健康影響
銻	0.005	2	血液中葡萄糖及膽固醇含量
砷	0.01	1	皮膚癌之機率
銀	0.07	0.14	血壓及血管病變
硼	0.3	0.03	生殖力
鎘	0.003	3	腎臟
鉻	0.05	0.2	遺傳病
銅	2	0.005	畸形兒
鉛	0.01	1	血液合成、神經系統及血壓
鎂	0.5	0.02	神經系統
鉬	0.07	0.14	-
鎳	0.02	0.5	-
汞	0.001	10	腦部：傳導及交感系統功能

6. 致癌物質：AQG 並未指出可接受的等級，但是可以用  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  來計算致癌的可能性，以列出一百萬暴露於  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  的該物質濃度中致癌的可能性。
7. 冬季煙霧：此類問題僅考量粉塵及  $\text{SO}_2$ ，AQG 將其定義在  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，兩者權重因子皆為 1。
8. 夏季煙霧：光化學臭氧製造潛值(POCP)，乙烯的值為 1，大部分的值低於此，在 Sima Pro 3.0 中有許多組此類的物質，例如乙醇、丙酮及各種不同的碳氫化合物。  
夏季煙霧(Kg) = 【POCP \* 氣體排放 (Kg)】
9. 能源消耗：在 Sima Pro 3.0 中所有能源的來源使用了排放分類能源的消耗  
排放(Kg) = 【消耗量 (Kg) \* 1/來源 (Kg)】
10. 殺蟲劑：殺蟲劑需考量兩個因素，一是地表水對人類而言毒性變的太大，二是殺蟲劑對土壤活性之破壞進而對植物造成損壞。
11. 固體物質：本類並不包括在 CML 中，為 Sima Pro 3.0 自行加入，因為固體排放對人類而是一種非常重要的因素。  
solid 固體(Kg) = 【固體產出 (Kg)】

Eco-indicator 95 使用的法則是以 distance-to-target 來計算評價值，基本法則是利用某種衝擊可用現況及目標狀況的差異來判斷嚴重性，目標值由歐洲環境資料衍生出來的，條件包括：1. 在每百萬人中超過一人死亡，2. 在歐洲造成 5% 以上之環境破壞，3. 在非煙霧季造成起霧。各類危害的權重因子見表十一。(Manual for Designer ,Pre' Consultants ,p24,1997)



表五：Sima Pro 系統中各類危害的權重因子

	減低因子	標準(Criterion)
溫室效應	2.5	每 10 年增減 0.1°C
臭氧層破壞	100	每 100 萬居民每年死亡 1 人之機率
酸化現象	10	造成 5 % 生態系統退化
優氧化	5	河流及湖泊的水中生態破壞，5 % 生態系統退化
夏季煙霧	2.5	於霧季時對健康的危害，特別是氣喘病人及老人健康投訴，防止農業傷害
冬季煙霧	5	於霧季時對健康的危害，特別是氣喘病人及老人的健康投訴
殺蟲劑	25	5 % 生態系統退化
空氣中的重金屬	5	幼兒血液中的鉛含量
水中的重金屬	5	河流中的鎘含量
致癌物質	10	每 100 萬居民每年死亡一人之機率

Eco-indicator 95 方法具有一個指標值，最後所得之衝擊指標值 (indicator score) 會以「點數 (Pt)」表示，因此得以做到各產品或生命週期各階段之比較。(Sima pro Database Manual, 1997; 丁, 1998; Sima pro User Manual, 1999; Pre`Consultants, 1999; 趙, 1999; 邱, 1999)

### ◎Sima Pro 的運作方式

#### • 概念

SimaPro 利用簡單之組裝 (assembly) 概念來描述產品，例如：欲製造一台咖啡機，首先輸入所需的各種原料後，再針對各種原料經由不同製程的選擇、處理後，便完成整個產品的組裝，亦即在組裝對話框 (assembly box) 中主要需輸入兩種重要資訊，一為原料/組合 (assemblies/materials) 之數量與單位；另一為製程 (processes) 之數量與單位，這兩部分皆須分別以點選方式與軟體資料庫連結，在原料/組合部分可與軟體中「原料與組合」部分作連結；而製程部分

可與軟體中「能源、運輸中心製程與使用」製程作連結。然而，若軟體資料庫中可能會沒有使用者所需的原料/組合或製程，此時，使用者則可以以自建方式，設置儲存在軟體中。

- **Sima Pro 衝擊評估方式**

本採用研究 SimaPro 3 法(即所謂生態指標法(Eco-indicator 95 method))，其發展單位是荷蘭的 Leiden 大學環境科學發展中心(CML 1992)所發展的，衝擊評估分類是屬於效應導向模式，衝擊評估層級則是一般曝露/效應評估，分類內容是依不同環境衝擊類別加以分類(改良自 SimaPro 2 法)，另外特徵化的方式是在每一類環境衝擊類別中，選擇一項參考因子，其他因子的效應值則以相對衝擊量表示，Eco-indicator 95 環境衝擊評估的產生方式依特徵化→標準化→評價化的步驟行之。(Sima pro Database Manual, 1997; Sima pro User Manual, 1999; Pre`Consultants, 1999; 丁, 1998; 趙, 1999; 邱, 1999)

### **◎ 「Sima Pro Model」的環境衝擊類別**

關於 Sima Pro 生命週期評估分析的環境衝擊類別，除了以上述的分類方式計算之外，另以表六做一簡單的說明。

## 五、 結果與討論

### A 果汁生命週期相關資料

- 原汁  
茲將生產每噸蔬果原汁所需要消耗之能源及相關資料列於表七
- 冷藏  
茲將生產每噸冷藏蔬果汁所需要消耗之能源及相關資料列於表八
- 無菌加工  
茲將生產每噸無菌加工蔬果汁所需要消耗之能源及相關資料列於表九
- 熱充填  
茲將生產每噸熱充填蔬果汁所需要消耗之能源及相關資料列於表十
- 不同包裝容器之柳橙汁、芭樂汁、楊桃汁及蕃茄汁，在果汁工廠生產中生物性資源消耗情形比較列於表十一、表十二、表十三及表十四。

表七、生產每噸蔬果原汁所需要消耗之能源及相關資料

項目	項目	柳橙汁			芭樂汁			甜楊桃汁			發酵楊桃汁			蕃茄汁					
		A廠	A廠	A廠	B廠	B廠	B廠	C廠	C廠	C廠	A廠	A廠	A廠	B廠	B廠	B廠	C廠	C廠	D廠
原果利用率		48%	78%	85%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	68%	80%	80%	80%	80%	75%	85%		
原果運輸	熱能 百萬焦耳	760	956	564	662	760	760	343	466	466	760	760	343	466	466	49			
	平均距離 公里	155	195	115	135	155	155	70	95	95	155	155	70	95	95	10			
加工	熱能 百萬焦耳	222	253	272	284	261	261	272	284	284	261	261	272	284	284	362			
	電能 百萬焦耳	24	84	28	194	74	74	31	119	119	68	68	24	48	48	14			
貯存	電能 百萬焦耳	47	467	272	0	467	467	467	78	78	0	0	0	0	0	467			
原汁運輸	熱能 百萬焦耳	956	956	1,103	0	956	956	1,103	0	0	956	956	1,103	0	0	0			
	平均距離 公里	195	195	225	0	195	195	225	0	0	195	195	225	0	0	0			

表八、生產及販售每噸冷藏果蔬汁所須要消耗之能源(百萬焦耳)及運輸距離(公里)

項目	能源	柳橙汁				芭樂汁			
		A 廠	D 廠	F 廠	H 廠	J 廠	H 廠	J 廠	
加工	熱能	261	284	233	272	280	272	311	
	電能	5	37	97	31	31	58	40	
運輸	熱能	1078	1666	1666	1666	1666	1078	1029	
	平均距離	220	340	340	340	340	220	210	
販售	電能	1901	2661	2661	2028	1774	2028	1774	

表九、生產及販售每噸無菌包裝果汁所需要消耗之能源及其他

項目	能源	柳橙汁						芭樂汁						楊桃汁					
		A廠	B廠	D廠	E廠	F廠	A廠	B廠	C廠	E廠	A廠	B廠	C廠	A廠	B廠	C廠	F廠		
加工	熱能	258	258	281	327	289	258	296	281	327	296	258	281	327	296	258	281	308	
	電能	73	55	118	90	91	93	66	126	141	79	61	126	91					
運輸	熱能	1,642	1,666	1,666	1,078	1,666	1,642	1,666	1,274	1,078	1,642	1,666	1,274	1,666	1,642	1,666	1,274	1,666	
	平均距離	公里	335	340	340	220	340	335	340	220	335	340	260	220	335	340	260	340	
販售	電能	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421	

表十、生產及販售每噸熱充填果蔬汁所須要消耗之能源(百萬焦耳)及運輸距離(公里)

項目	能源	柳橙汁			芭樂汁			楊桃汁			蕃茄汁		
		C廠	E廠	H廠	C廠	E廠	H廠	C廠	E廠	H廠	C廠	E廠	I廠
加工	熱能	284	331	272	284	331	272	284	331	272	284		362
	電能	89	15	14	89	15	41	89	15	41	89		33
運輸	熱能	1274	1078	1078	1274	1078	1078	1274	1078	1078	1274		1152
	平均距離	260	220	220	260	220	220	260	220	220	260		235
販售	電能	421	421	421	421	421	421	421	421	421	421		421

表十一、不同包裝容器柳橙汁工廠生物性資源消耗情形之比較

生產 1000 公斤果汁所耗費資源 (單位公斤)

資源	罐頭	鋁箔包	紙盒	PP瓶
原料	33-37 (濃縮汁)	30-167 (濃縮汁)	10-275 (濃縮汁)	185-250(濃縮汁)
用水	1190-2563 (1875)	1158-3800 (1350)	1700-3260 (2810)	1780-3290 (2495)
廢棄物	1.0-2.0	1.0-3.0	2.0-2.0	0
廢水	340-1730 (1035)	362-3000 (775)	950-2400 (1640)	1030-2400 (1675)
副原料及其他	砂糖 67-92	0-100	0-107	0
	果糖 42-44	0-56	0	0
	檸檬酸 0-2.7	0-3.16	0-3.0	0
	35% $H_2O_2$ 0	0.2-8.0公升	0	0



表十二、不同包裝容器芭樂汁工廠生物性資源消耗情形之比較

生產 1000 公斤果汁所耗費資源 (單位公斤)

資源	罐頭	鋁箔包	紙盒
原料	150-210 (原汁) (180)	100-210 (原汁) (151)	10-275 (原汁) (153.5)
用水	2470-4229 (1850)	1081-1642 (1300)	1277-2000 (1638)
廢棄物	2.0-6.0	0.14-31.3	0-1.0
廢水	1730-3560 (1145)	185-859 (556)	477-1235 (856)
副原料及其他	砂糖 108-119	60-102	25-95
	果糖 0	0-50	0-50
	檸檬酸 2.0	0.53-1.0	蘋果酸 0-0.1
	維生素 0	0-1.0	0
	食鹽 0	0-0.023	0
	次氯酸鈉 1.5-2.5克	0	0
	35% $H_2O_2$ 0	0.38-8.0公升	0

表十三、不同包裝容器楊桃汁工廠生物性資源消耗情形之比較

生產 1000 公斤果汁所耗費資源 (單位公斤)

資源	罐頭	鋁箔包
原料	140 (原汁)	100-150 (原汁) (128.3)
用水	4310	1252.2-1489 (1366.9)
廢棄物	1.018	0.14-30 (8.785)
廢水	3120	402.4-739 (575.4)
副原料及其他		
砂糖(果糖)	104	69-140 (100.28)
檸檬酸	1.0	1.0-1.13 (1.03)
次氯酸鈉(克)	71.2	11.32-29.56 (20.44)
35%雙氧水(L)	0	0.2-8.0 (2.37)

表十四、不同包裝容器蕃茄汁工廠生物性資源消耗情形之比較

資源	罐頭 (1)
原料	1400 (原果實)
用水	2300
廢水	3200
副原料及其他	
食鹽	30
其他	

生產 1000 公斤果汁所耗費資源 (單位公斤)

## B 果汁生命週期評估

本節旨在以生命週期評估技術輔以生命週期評估軟體—Sima Pro，量化國產果汁生命週期各階段之環境衝擊，求得環境衝擊指標，以利建立綠色製程之指標。完整的生命週期評估包含四個基本的步驟，因此本節依此順序作結果的呈現。

### 一、目的與系統範圍界定

#### (一)、目的

期透過果汁生命週期評估，量化出其加工製程中不同強度之環境衝擊以擴展目前僅規範製程及對污染排放等的點狀管制，而作為所謂的綠色製程訂定的參考。

#### (二)、系統範圍

本研究的系統範圍配合 Sima Pro 軟體的操作，因此將上一節中的資料整理成四個子系統，如圖三所表示，包括

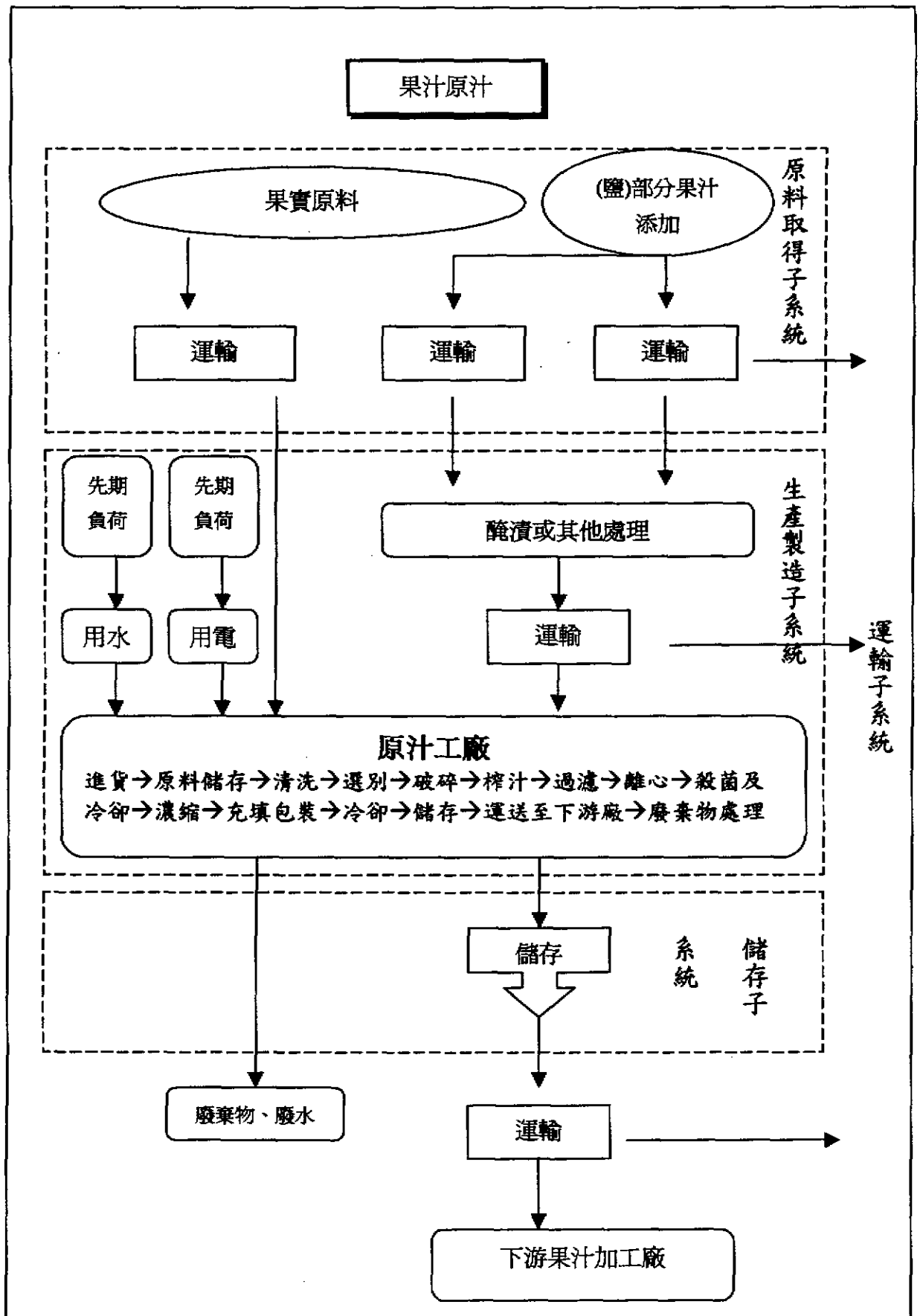
1. 原料取得子系統
2. 運輸子系統
3. 生產製造子系統
4. 儲存子系統

下游果汁無菌包裝及熱充填等的加工子系統界限圖見圖四，包含四個子系統：原料取得、運輸、生產製造及販售子系統。

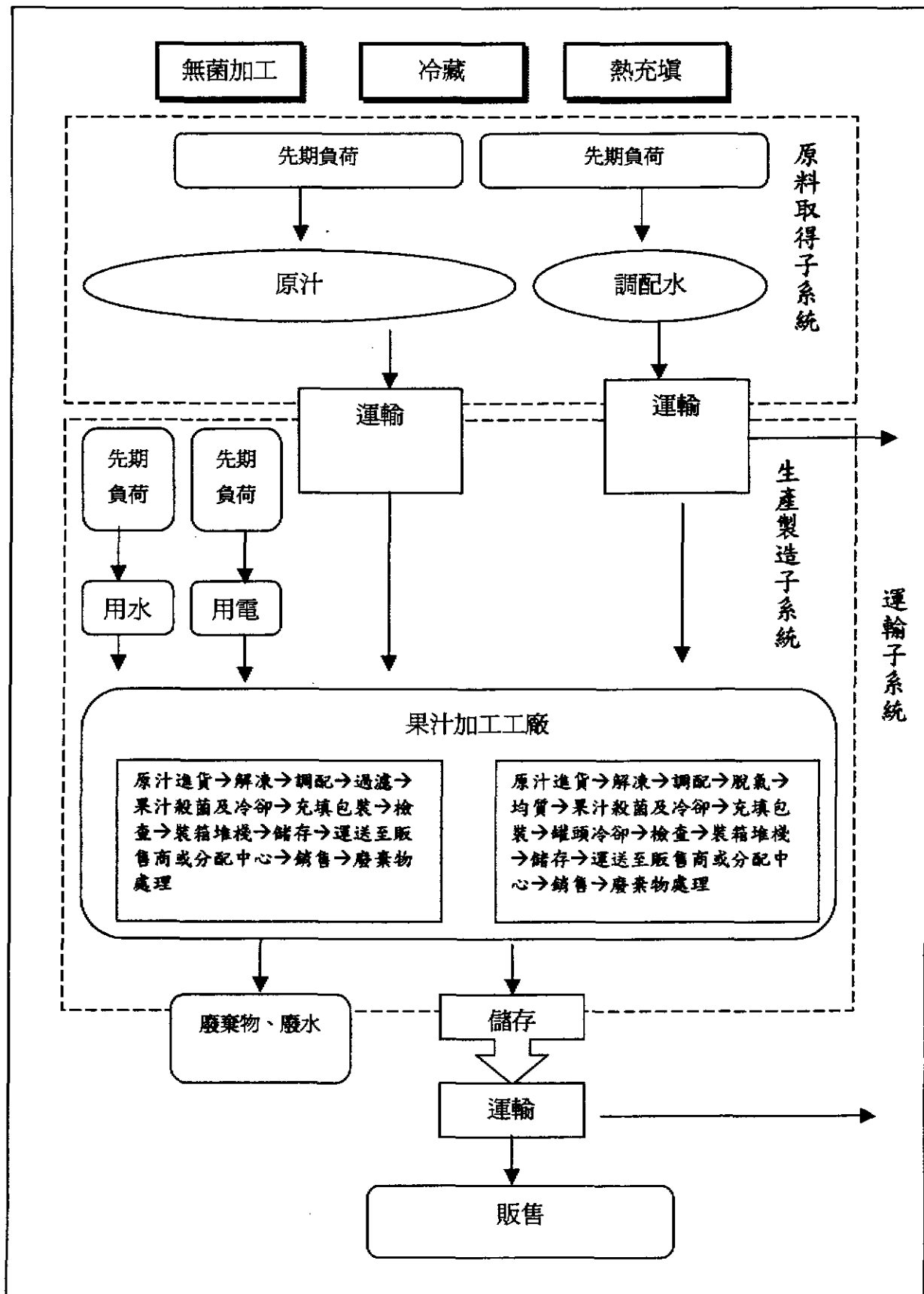
在系統中有關於先期負荷的部分，因為分析軟體 Sima Pro 中內建的資料以工業或石化資料為主，因此，本研究盡量根據調查拜訪所得之資料建立本土資料庫，至於有些副原料數量較少，如糖、檸檬酸及其他添加物，有些屬於生物性的農業材料，且目前尚無這些原料的資料庫，故在本研究中忽略不計。至於電力及水力，根據工研院化工所(2001)盤查出的資料另建立本土資料庫修正，其他無法取得的資料則引用 Sima Pro 軟體中最接近國內使用狀況的選項點選。

### (三)、功能單位

一般果汁飲用都是以瓶、罐或整箱為計量單位，事實上，這樣的記量單位包含了包材，包材在生命週期評估評量上，其材料與製程與果汁製造差異甚多，國內已有相關生命週期評估的研究，包括依些盤查資料庫以及某些物質的案例—瓶裝水、飲料包裝…等(工研院化工所，1999)，因此在現實情況與具體表現評估結果的考量之下，以每家工廠產出一公噸的成品(例如原汁、熱充填楊桃汁或鋁箔包楊桃汁等)為本研究生命週期評估之基本功能單位，不論是前一節中的相關盤查資料，以及所有輸入系統的原物料與廢棄物排放，均是以此功能單位作為轉換、計算或加總的基礎。



圖三、果汁原汁生命週期評估系統範圍圖



圖四、果汁下游加工生命週期評估系統範圍圖

#### (四)、研究假設

起因於軟體之資料庫與現實資料庫取得問題，造成本生命週期評估研究有若干限制，茲本研究所作之假設與將面臨之限制作一說明：

1. 因問卷調查中本項資料廠商避答者多，面對面詢問到的交通工具則從 3 噸半的貨車、大卡車到 45 噸的連結車均有，且與全省各地的消費統計數量有關，因此採用吳瑞碧等(2000)的資料，以產品運送平均距離來加以估算，假設運輸所消耗的資源以熱能表示，每噸果汁的運輸熱能為平均運輸距離乘以 9.8 百萬焦耳。平均運輸距離以工廠至最長運送距離的一半來估算。
2. 由於軟體資料庫中針對食品相關的資料欠缺，本研究的原料在原汁的部分以楊桃汁為例，採用楊桃原果實及醃漬的鹽。
3. Sima Pro 之中心資料庫並未包括果汁原汁之相關資料庫，本研究蒐集問卷調查的結果資料自行設計建立原汁資料庫。而醃漬所用的鹽則採用內建的資料。
4. 不論楊桃原汁之製造或是下游不同製程的楊桃果汁，其用水因為介入食品飲料，故要經過特別處理，通常加入次氯酸鈉消毒，在前一節問卷調查結果中，每公噸果汁產出次氯酸鈉的用量在 2-4 公克，用量相當少，又 Sima Pro 之中心資料庫中缺乏此數據，假設可忽略其對環境的衝擊，因此省略不予納入。
5. 由於楊桃果汁的使用者廣大，在使用階段盤查資料不易取得，因此楊桃果汁生命週期的評估不將此階段納入。
6. 消費行為(Shopping and consuming)，如果汁到消費者手上馬上飲用否、飲用完後的處置為何、包材等的最終處理是填土或是焚化，以及過期品的處置等問題，排除在楊桃果汁



在工廠中的生命週期。

7. 生產過程是為一理想操作，過程中假設無其他能源或原料之喪失。
8. 不良品的數據差異大，且數據小於 10 公斤，因此不與列入考慮。而無菌加工的雙氧水，一來以噴霧的方式使用，二來 Sima Pro 之中心資料庫缺乏此資料，因此，排除在外。

## 二、 系統盤查

軟體輸入所需的盤查資料，主要來自上一節中所描述問卷調查結果，輔以次及調查資料及親自訪談的內容。本研究屬於綠色製程之一子計劃，故非生物性資源的部分則均來自台大吳瑞碧博士及王峻禧博士的總計劃報告。表十五~表十八是以楊桃汁的系統盤查之資料總表，表十九~表廿二是柳橙汁的系統盤查之資料總表，表廿三~表廿六是芭樂汁的系統盤查之資料總表，表廿七~表廿八是蕃茄汁的系統盤查之資料總表，同時也是輸入 Sima Pro 之資料基礎。

表十五、新鮮楊桃汁之生命週期盤查資料

原料子系統					
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源				
種類	楊桃果實				
數量(公斤)	1666				
來源	國內				
運輸子系統					
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離				
運輸方式	原果運輸		原汁運輸		
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8		9.8		
平均距離(公里)	53.		70		
製造生產子系統					
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)				
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物	次氯酸鈉
數量	1560	74.8	272	327	5.95
單位	Kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg	g
儲存子系統					
盤查資料	用電量				
數量	336.96				
單位	百萬焦耳				

表十六、醃漬楊桃汁之生命週期盤查資料

原料子系統					
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源				
種類	楊桃果實			鹽	
數量(公斤)	1620			75	
來源	國內			國內	
運輸子系統					
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離				
運輸方式	原果運輸			原汁運輸	
所用資源(熱能:百萬焦耳)	9.8			9.8	
平均距離(公里)	53			70	
製造生產子系統					
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)				
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物	次氯酸鈉
數量	1478	46.8	272	358	2.06
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	Kg	g
儲存子系統					
盤查資料	用電量				
數量	0				
單位	百萬焦耳				

表十七、無菌加工楊桃汁之生命週期盤查資料

原料子系統						
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源					
種類	原汁			調配水		
數量(公斤)	133.3			769.8		
來源	國內			國內		
運輸子系統						
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離					
運輸方式	果汁成品運輸					
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8					
平均距離(公里)	152.9					
製造生產子系統						
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)					
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物	35% $H_2O_2$	次氯酸鈉
數量	575.4	94.2	292	8.9	2.4	20.4
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg	L	g

表十八、熱充填楊桃汁之生命週期盤查資料

原料子系統					
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源				
種類	原汁		調配水		
數量(公斤)	140		750		
來源	國內		國內		
運輸子系統					
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離				
運輸方式	果汁成品運輸				
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8				
平均距離(公里)	130				
製造生產子系統					
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)				
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物	次氯酸鈉
數量	3560	89.1	284	1.02	71.2
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	Kg	g

表十九、柳橙原汁之生命週期盤查資料

原料子系統					
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源				
種類	柳橙果實				
數量(公斤)	2104				
來源	國內				
運輸子系統					
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離				
運輸方式	原果運輸	原汁運輸			
所用資源(熱能:百萬焦耳)	9.8	9.8			
平均距離(公里)	155	195			
製造生產子系統					
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)				
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物	次氯酸鈉
數量	2840	24	222	1103.9	8.06
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	Kg	g
儲存子系統					
盤查資料	用電量				
數量	47				
單位	百萬焦耳				

表廿、冷藏柳橙果汁之生命週期盤查資料

原料子系統				
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源			
種類	原汁	調配水		
數量(公斤)	154.5	827.5		
來源	國內	國內		
運輸子系統				
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離			
運輸方式	果汁成品運輸			
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8			
平均距離(公里)	316			
製造生產子系統				
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)			
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物
數量	1657.5	40.2	266	4.5
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg
販售子系統				
盤查資料	用電量			
數量	2205			
單位	百萬焦耳			

表廿一、無菌加工柳橙果汁之生命週期盤查資料

原料子系統				
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源			
種類	原汁	調配水		
數量(公斤)	82.25	838		
來源	國內	國內		
運輸子系統				
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離			
運輸方式	果汁成品運輸			
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8			
平均距離(公里)	315			
製造生產子系統				
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)			
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物
數量	775	85	283	13.95
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg



表廿二、熱充填柳橙果汁之生命週期盤查資料

原料子系統				
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源			
種類	原汁	調配水		
數量(公斤)	35	841.5		
來源	國內	國內		
運輸子系統				
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離			
運輸方式	果汁成品運輸			
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8			
平均距離(公里)	233.3			
製造生產子系統				
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)			
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物
數量	1035	39.3	295.7	1.5
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg

表廿三、芭樂原汁之生命週期盤查資料

原料子系統					
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源				
種類	芭樂果實				
數量(公斤)	1306.5				
來源	國內				
運輸子系統					
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離				
運輸方式	原果運輸		原汁運輸		
所用資源(熱能:百萬焦耳)	9.8		9.8		
平均距離(公里)	148.3		140		
製造生產子系統					
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)				
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物	次氯酸鈉
數量	1966	102	267.7	306.47	39.81
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg	g
儲存子系統					
盤查資料	用電量				
數量	246.24				
單位	百萬焦耳				

表廿四、冷藏芭樂果汁之生命週期盤查資料

原料子系統				
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源			
種類	原汁	調配水		
數量(公斤)	153.5	782.5		
來源	國內	國內		
運輸子系統				
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離			
運輸方式	果汁成品運輸			
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8			
平均距離(公里)	285.2			
製造生產子系統				
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)			
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物
數量	856	40.04	280.2	0.5
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg

表廿五、無菌加工芭樂果汁之生命週期盤查資料

原料子系統				
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源			
種類	原汁	調配水		
數量(公斤)	151	748		
來源	國內	國內		
運輸子系統				
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離			
運輸方式	果汁成品運輸			
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8			
平均距離(公里)	294			
製造生產子系統				
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)			
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物
數量	556	102	289	11.51
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg

表廿六、熱充填芭樂果汁之生命週期盤查資料

原料子系統				
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源			
種類	原汁	調配水		
數量(公斤)	180	704.5		
來源	國內	國內		
運輸子系統				
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離			
運輸方式	果汁成品運輸			
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8			
平均距離(公里)	233.3			
製造生產子系統				
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能 4. 廢棄物(不良果、果渣)			
資源投入種類	水	電	燃料能	廢棄物
數量	1145	48.3	295.7	4
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳	kg

表廿七、蕃茄原汁果汁之生命週期盤查資料

原料子系統			
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源		
種類	蕃茄果實	鹽	
數量(公斤)	1400	30	
來源	國內	國內	
運輸子系統			
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離		
運輸方式	原果運輸	原汁運輸	
所用資源(熱能:百萬焦耳)	9.8	9.8	
平均距離(公里)	10	0	
製造生產子系統			
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能		
資源投入種類	水	電	燃料能
數量	2300	14	362
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳
儲存子系統			
盤查資料	用電量		
數量	467		
單位	百萬焦耳		

表廿八、熱充填蕃茄果汁之生命週期盤查資料

原料子系統			
盤查資料	1. 使用原料種類 2. 原料使用量 3. 原料來源		
種類	原汁		
數量(公斤)	1000		
來源	國內		
運輸子系統			
盤查資料	1. 運輸方式 2. 運輸量 3. 平均距離		
運輸方式	果汁成品運輸		
所用資源 (熱能:百萬焦耳)	9.8		
平均距離(公里)	235		
製造生產子系統			
盤查資料	1. 用水量 2. 用電量 3. 機械能		
資源投入種類	水	電	燃料能
數量	900	33	362
單位	kg	百萬焦耳	百萬焦耳

### 三、 Sima Pro 操作

由生命週期評估軟體—Sima Pro 之操作概念，將上述盤查的的資料依次輸入，在組裝及製程資料部分部分另外輸入部分台灣本土的基本資料庫，茲分述如下：

#### (一)、原料：

- 原果：自建，以生產一公噸的楊桃果實所使用的一切材料與能源，其所需的前期負荷，輸入由縣農會蒐集種植過程中所使用到的施肥資料入資料庫。柳橙汁、芭樂汁及蕃茄汁，因無相關資料，因此以空資料輸入。
- 用鹽：引用內建資料，BUWAL250, Europe Western(表廿九)
- 調味料：暫略
- 水：自建，引用工研院化工所盤查之台灣省用水資料(工研院化工，2001)

#### (二)、運輸部分：採用吳等(2000)之資料以熱能表示，9.8MJ/Km

\*平均距離計算，熱能燃料油採用內建資料，system model BUWAL250(表廿九)

#### (三)、電力：因應台灣實際發電情形，自建台灣的電力部分資料庫。(工研院化工，2001)

#### (四)、生產製造部分：

- 下游工廠的果汁加工需要用到上游的原汁，因此此部份採用上一層的組裝組合(原汁部分平均值)衝擊指標依比例輸入，不再另設原汁材料。
- 消毒藥劑 - 暫略
- 機械能 - 採用內建資料，BUWAL250(heat)



表廿九、Sima Pro 輸入之原始數據

一、 楊桃原果

Process

Category	Material
Sub-category	揚桃原果
Reference code	csmc營養06746500001
Type	System
Name	satr fruit
Time period	
Geography	Asia, China
Technology	Mixed data
Representativeness	Average from a specific process
Date	2001/5/9
Record	
Generator	
References	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Cluster	No
Allocation rules	
System model	

Resources

Materials/fuels		
Fertilizer-N I	kg	320
Fertilizer-P I	kg	80
fertilizer K	kg	160

Electricity/heat

Emissions to air

Emissions to water

Solid emissions

Emissions to soil

Non material emission

Waste to treatment

Products

star fruit	ton	1	100 %	not defined	揚桃原果
------------	-----	---	-------	-------------	------

Avoided products

End

## 二、 用鹽

### Process

Category	Material
Sub-category	Chemicals
Reference code	BUWAL25006555300227
Type	System
Name	Production of NaCl
Time period	1990-1994
Geography	Europe, Western
Technology	Average technology
Representativeness	Mixed data
Date	1997/2/12
Record Generator	PR Consultants, Amersfoort, the Netherlands, RS. ETH Zurich, Institut für Verfahrens- und Kältetechnik (IVUK), Switzerland. EMPA, St. Gallen, Switzerland.
References	BUWAL 250 (1996) Part 2, table 18.6
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	Production of NaCl (100%) according to APME (1994), with modifications and additions from Buwal.
Cluster	No
Allocation rules	
System model	Plastics B250

Resources		
lignite ETH	kg	7.3
natural gas (vol)	m3	43
coal ETH	kg	16
crude oil ETH	kg	15
uranium (in ore)	g	0.47
pot. energy hydropower	MJ	45
rock salt	kg	14
sand, clay	kg	0.06
process and cooling water	m3	4.6

### Materials/fuels

#### Electricity/heat

Emissions to air		
dust	g	320
benzene	g	0.18
PAH's	g	0.0012
CxHy aromatic	g	0.51
HALON-1301	g	0.0036
CxHy halogenated	g	0.00002
methane	g	370
non methane VOC	g	4100
CO2	g	175000
CO	g	90
ammonia	g	0.074
HF	g	0.45
N2O	g	0.44
HCl	g	10
SOx (as SO2)	g	1100
NOx (as NO2)	g	1500
Pb	g	0.0065
Cd	g	0.00095
Mn	g	0.0024

Ni	g	0.055
Hg	g	0.0029
Zn	g	0.02
metals	g	1.4

#### Emissions to water

BOD	g	1
COD	g	4
AOX	g	0.0029
suspended substances	g	1300
phenols	g	0.11
toluene	g	0.096
PAH's	g	0.0098
CxHy aromatic	g	0.72
CxHy chloro	g	0.0013
Fats/oils	g	22
DOC	g	0.65
TOC	g	51
NH4+	g	1.7
nitrate	g	0.75
Kjeldahl-N	g	0.26
N-tot	g	1.5
As	g	0.044
Cl-	g	34000
cyanide	g	0.0034
phosphate	g	1.3
sulphate	g	7000
sulphide	g	0.024
anorg. dissolved subst.	g	30
Al	g	22
Ba	g	3.6
Pb	g	0.12
Cd	g	0.002
Cr	g	0.22
Fe	g	18
Cu	g	0.11
Ni	g	0.11
Hg	g	0.00016
Zn	g	0.22
metallic ions	g	7
Na	g	90

#### Solid emissions

waste in incineration	kg	0.06 production waste (combustible)
waste bioactive landfill	kg	14 production waste (non-inert)
mineral waste (mining)	kg	21 production waste (mineral)

#### Emissions to soil

##### Non material emission

radioactive substance to air	kBq	41000
radioactive substance to water	kBq	370

#### Waste to treatment

##### Products

NaCl (100%)	kg	1000	100 % not defined	Chemicals
-------------	----	------	-------------------	-----------

#### Avoided products

End

### 三、 用水資料

#### Process

Category	Material
Sub-category	water in ROC
Reference code	csmc營養06748500012
Type	System
Name	water
Time period	1995-1999
Geography	Asia, China
Technology	Mixed data
Representativeness	Data from a specific process and company
Date	2001/6/14
Record	
Generator	
References	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Cluster	No
Allocation rules	
System model	

#### Resources

#### Materials/fuels

#### Electricity/heat

#### Emissions to air

dust	mg	0.46
CO2	mg	81.93
CO	mg	0.23
SOx	mg	9.69
NOx	mg	3.02
CxHy	mg	0.09

#### Emissions to water

Na	mg	0.26
Cl-	mg	0.21
suspended solids	mg	0.89

#### Solid emissions

#### Emissions to soil

#### Non material emission

#### Waste to treatment

#### Products

ROC WATER	kg	1	100 %	not defined	water in ROC
-----------	----	---	-------	-------------	--------------

#### Avoided products

End

#### 四、 用電基本資料

Process			
Category	Energy		
Sub-category	electr.TW		
Reference code	csmc/營資06746500008		
Type	System		
Name	ele taiwan		
Time period	1995-1999		
Geography			
Technology	Mixed data		
Representativeness			
Date	2001/4/17		
Record			
Generator			
References			
Collection method			
Data treatment			
Verification			
Comment			
Cluster	No		
Allocation rules			
System model			
Resources			
coal	kg	0.037	
crude oil	mg	0.8	
natural gas	mg	0.25	
lignite	mg	0.01	
nuclear	mg	0.92	
hydro	mg	0.08	
Materials/fuels			
Electricity/heat			
Emissions to air			
CO2	kg	0.22	
CO	mg	10.39	
dust	mg	2393.9	
SOx	mg	58954.3	
NOx	mg	18765.98	
HCl	mg	0.63	
HF	mg	0.03	
CxHy	mg	19.08	
Emissions to water			
COD	kg	0.0007	
BOD	mg	0.05	
Na	mg	0.51	
Acid as H+	mg	0.05	
metallic ions	mg	0.02	
NH4+	mg	0.05	
Cl-	mg	3.88	
suspended solids	mg	11.73	
detergent/oil	mg	0.02	
CxHy	mg	0.04	
Solid emissions			
Non material emission			
Waste to treatment			
Solid	mine	kg 0.01	Incin. other materials
Solid	slags	kg 0.01	Landfill other materials
Products			
ele taiwan	kWh	1 100 %	electr.TW
Avoided products			
End			

## 五、 熱能基本資料

### Process

Category	Energy
Sub-category	Heat B250
Reference code	BUWAL25006555300002
Type	System
Name	Heat from diesel
Time period	1990-1994
Geography	Europe, Western
Technology	Average technology
Representativeness	Mixed data
Date	1996/10/30
Record	PR Consultants, Amersfoort, the Netherlands, RS
Generator	ETH Zürich, Institut für Verfahrens- und Kältetechnik (IVUK), Switzerland. EMPA, St. Gallen, Switzerland.
References	BUWAL 250 (1996) Part 2, table 16.9
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	Thermal energy from 1 kg of Diesel. Includes detailed emission data for heat production from diesel in Europe, including production and transport of primary energy sources, excluding the infrastructure of the energy systems. Higher Heating Value.
Cluster	No
Allocation rules	
System model	Thermal energy B250

### Resources

lignite ETH	g	11.6
natural gas ETH	m3	0.0549
coal ETH	g	8.72
crude oil ETH	kg	1.09
uranium (in ore)	mg	0.788
wood	g	0.0855
pot. energy hydropower	MJ	0.0508

### Materials/fuels

### Electricity/heat

### Emissions to air

dust	g	1.48
benzene	g	0.129
PAH's	mg	27.1
CxHy aromatic	g	0.0215
HALON-1301	mg	0.261
CxHy chloro	mg	0.0206
methane	g	4.37
non methane VOC	g	22.4
CO2	g	3590
CO	g	19.7
ammonia	mg	0.0976
HF	mg	0.767
N2O	g	0.0867
HCl	mg	7.34
SOx (as SO2)	g	5.41
NOx (as NO2)	g	64.6
Pb	mg	0.192
Cd	mg	0.0349
Mn	mg	2.94

Ni	mg	1.73
Hg	痢	3.59
Zn	mg	1.15
metals	g	0.0113

#### Emissions to water

BOD	mg	4.92
COD	g	0.161
AOX	mg	0.215
suspended substances	g	3.12
phenols	mg	7.24
toluene	mg	6.49
PAH's	mg	0.714
CxHy aromatic	mg	46.6
CxHy chloro	痢	47.9
oil	g	1.46
DOC	mg	0.0259
TOC	g	0.503
NH4+	g	0.12
nitrate	mg	38
Kjeldahl-N	mg	20.3
N-tot	g	0.117
As	mg	0.0716
Cl-	g	29.2
cyanide	mg	0.216
phosphate	mg	1.42
sulphate	g	1.03
sulphide	mg	1.72
anorg. dissolved subst.	g	21.1
Al	g	0.0144
Ba	g	0.138
Pb	mg	0.148
Cd	痢	60.7
Cr	mg	0.604
Fe	g	0.0307
Cu	mg	0.169
Ni	mg	0.224
Hg	痢	0.54
Zn	mg	0.639
metallic ions	g	0.336

#### Solid emissions

#### Emissions to soil

#### Non material emission

radioactive substance to air	kBq	68.6
radioactive substance to wat	kBq	0.656

#### Waste to treatment

#### Products

Heat diesel B250	MJ	45.4	100 %	Heat B250
------------------	----	------	-------	-----------

#### Avoided products

End

#### 四、 生命週期衝擊評估與闡述

本研究以 Sima Pro 生命週期評估軟體，進行楊桃果汁生命週期衝擊評估，該軟體計有 Sima Pro 1、Sima Pro2、生態評點法與生態指標法，本研究採用生態指標法 (Eco-indicator 95 method)，經過分類 (classification)、特徵化 (characterization) 和評價 (valuation)，最後所得之衝擊指標值 (indicator score)，以「點數 (Pt)」表示。

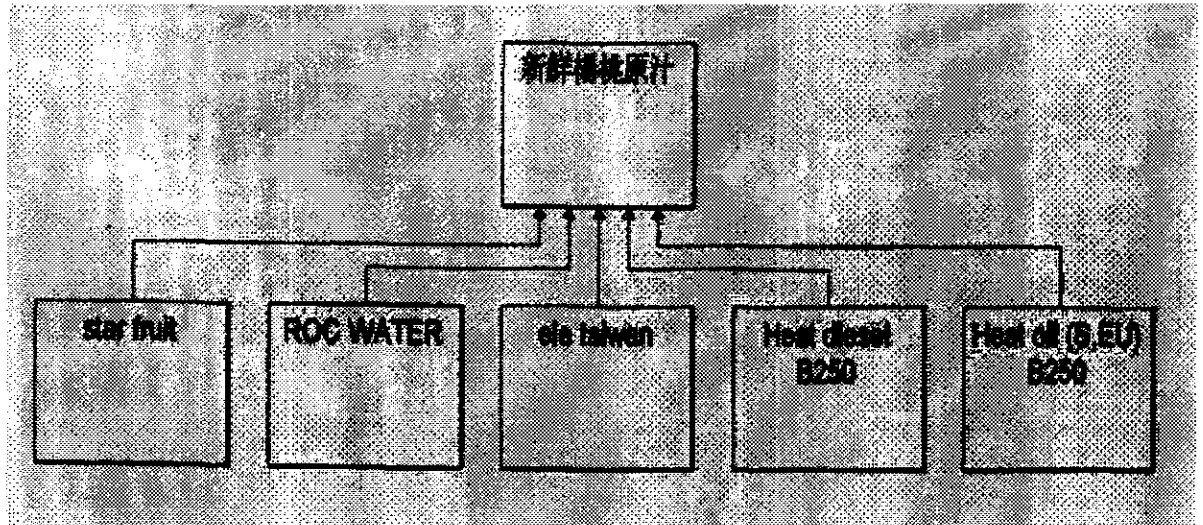
利用 Sima Pro 內建的「Analyses」及「Compare」的功能，做到各產品或生命週期各階段之比較，以楊桃汁為例，分述其新鮮原汁及醃漬果汁、下游無菌加工及熱充填果汁及各家工廠之間等作分析與比較之結果。

A 部分以新鮮楊桃原汁為例，列出 Sima Pro 計算出指標值數據的程序，B 部分則是醃漬楊桃原汁、新鮮楊桃原汁、無菌加工楊桃汁以及熱充填楊桃汁及楊桃汁各工廠經 Sima Pro 跑出來之指標化結果，C 部分為柳橙汁原汁、冷藏柳橙汁、無菌加工柳橙汁及熱充填柳橙汁經 Sima Pro 跑出來之指標化結果，D 部分為芭樂汁原汁、冷藏芭樂汁等等的環境衝擊指數，至於 E 部分則是蕃茄汁經 Sima Pro 跑出來之指標化結果，顯示各果汁生命週期中的環境衝擊指數。

- A、以新鮮楊桃原汁為例，列出 Sima Pro 計算出指標值數據的程序  
圖五~圖十包含其樹狀圖、輸入基本資料之數據、分類化的數據及柱狀圖、一般化的數據及柱狀圖、評價化的數據及柱狀圖、指標化的數據及柱狀圖等等。



圖五、新鮮楊桃原汁之樹狀圖



圖六、新鮮楊桃原汁之輸入之基本資料

Project: factory1  
 Method: SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe 9

Assembly:

Name: 新鮮楊桃原汁

Materials/Assemblies	Amount	Unit
star fruit	1666.7	kg
ROC WATER	1560	kg

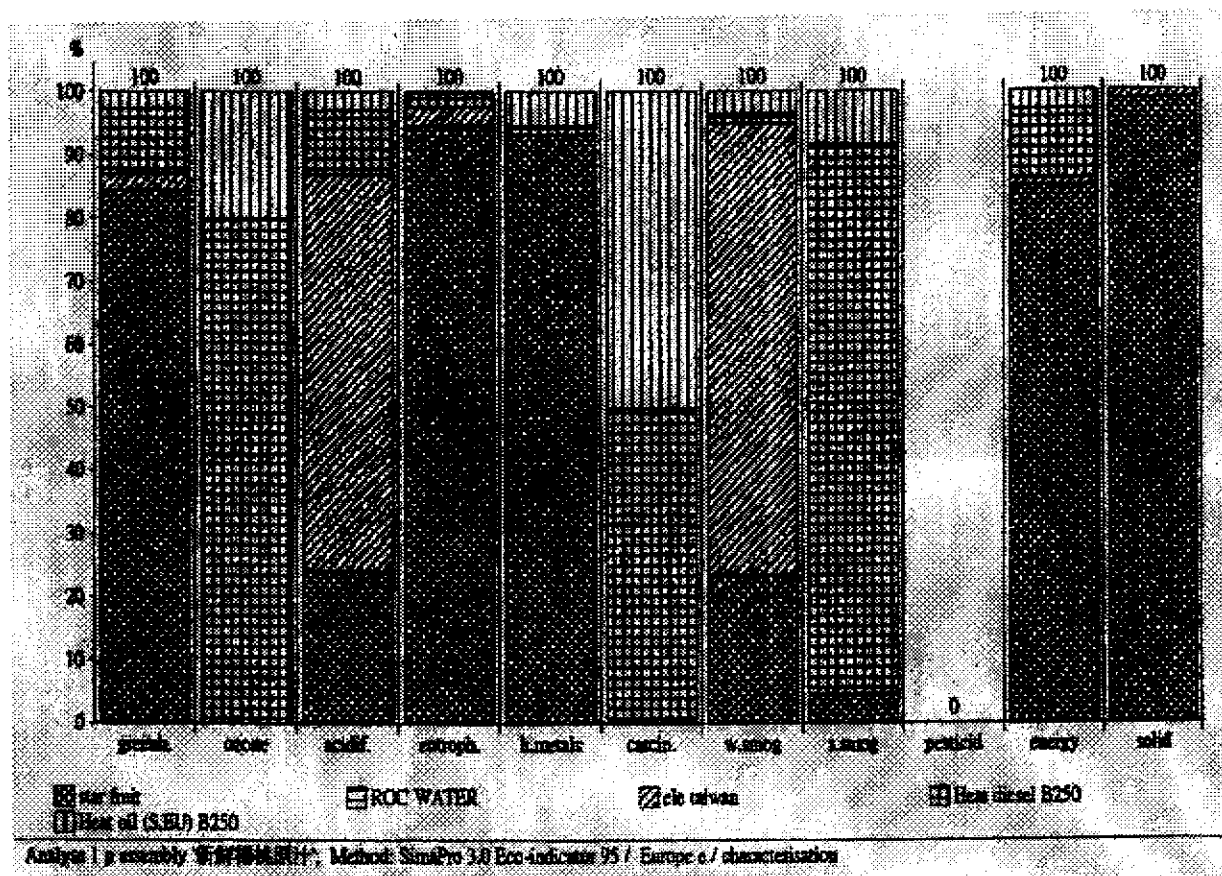
  

Processes	Amount	Unit
ele taiwan	411.78	MJ
Heat diesel B250	1205.4	MJ
Heat oil (S,EU) B250	272	MJ

圖七之一、新鮮楊桃原汁之分類化之數據

Data:		Analyse 1 p assembly '新鮮楊桃原汁'						
Method:		SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e						
Relative mode:		Non						
Class	Unit	Total	star fruit	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil (S,EU) B250	
greenh.	kg CO2	941	794	0.128	25.2	97.2	24.7	
ozone	kg CFC11	0.000139	0	0	0	0.000111	2.78E-5	
acidif.	kg SO2	13.1	3.15	0.0184	8.25	1.34	0.378	
eutroph.	kg PO4	9.68	9.16	0.000612	0.281	0.226	0.00831	
h.metals	kg Pb	0.0089	0.0083	0	0	0.00012	0.000481	
carcin.	kg B(a)P	2.24E-6	1.83E-8	0	0	1.1E-6	1.12E-6	
w.smog	kg SPM	9.44	2.2	0.0151	6.74	0.144	0.335	
s.smog	kg C2H4	0.287	0.0128	5.59E-5	0.000869	0.249	0.0244	
pesticid	kg act.s	0	0	0	0	0	0	
energy	MJ LHV	1.18E4	1E4	0	124	1.3E3	344	
solid	kg	171	169	0	2.29	0	0	

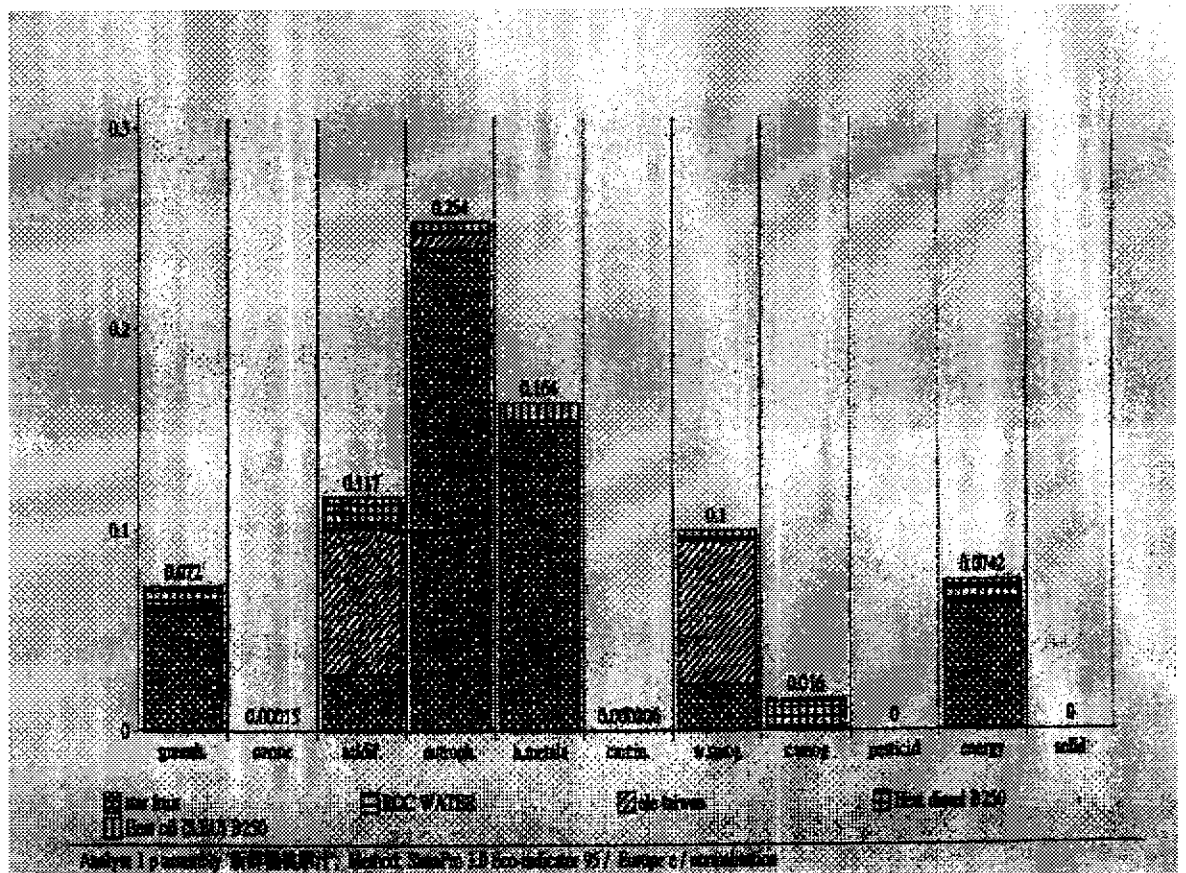
圖七之二、新鮮楊桃原汁之分類化柱狀圖



圖八之一、新鮮楊桃原汁之一般化數據

SimaPro 4.0		Normalisation					
Data:	Analyse 1 p assembly '新鮮楊桃原汁'						
Method:	SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e						
Relative mode:	Non						
Class	Unit	Total	star fruit	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil S,EU) B250
greenh.		0.072	0.0608	9.78E-6	0.00192	0.00744	0.00189
ozone		0.00015	0	0	0	0.00012	3E-5
acidif.		0.117	0.028	0.000164	0.0732	0.0119	0.00338
eutroph.		0.254	0.24	1.6E-5	0.00736	0.00592	0.00218
h.metals		0.184	0.153	0	0	0.00221	0.00885
carcin.		0.000208	1.68E-6	0	0	0.000101	0.000103
w.smog		0.1	0.0233	0.00016	0.0715	0.00152	0.00355
s.smog		0.018	0.000712	3.12E-6	4.85E-5	0.0139	0.00138
pesticid		0	0	0	0	0	0
energy		0.0742	0.0631	0	0.00078	0.00819	0.00216
solid		0	0	0	0	0	0

圖八之二、新鮮楊桃原汁之一般化之柱狀圖



圖九之一、新鮮楊桃原汁之 Evaluation 評價化 數據

SimaPro 4.0

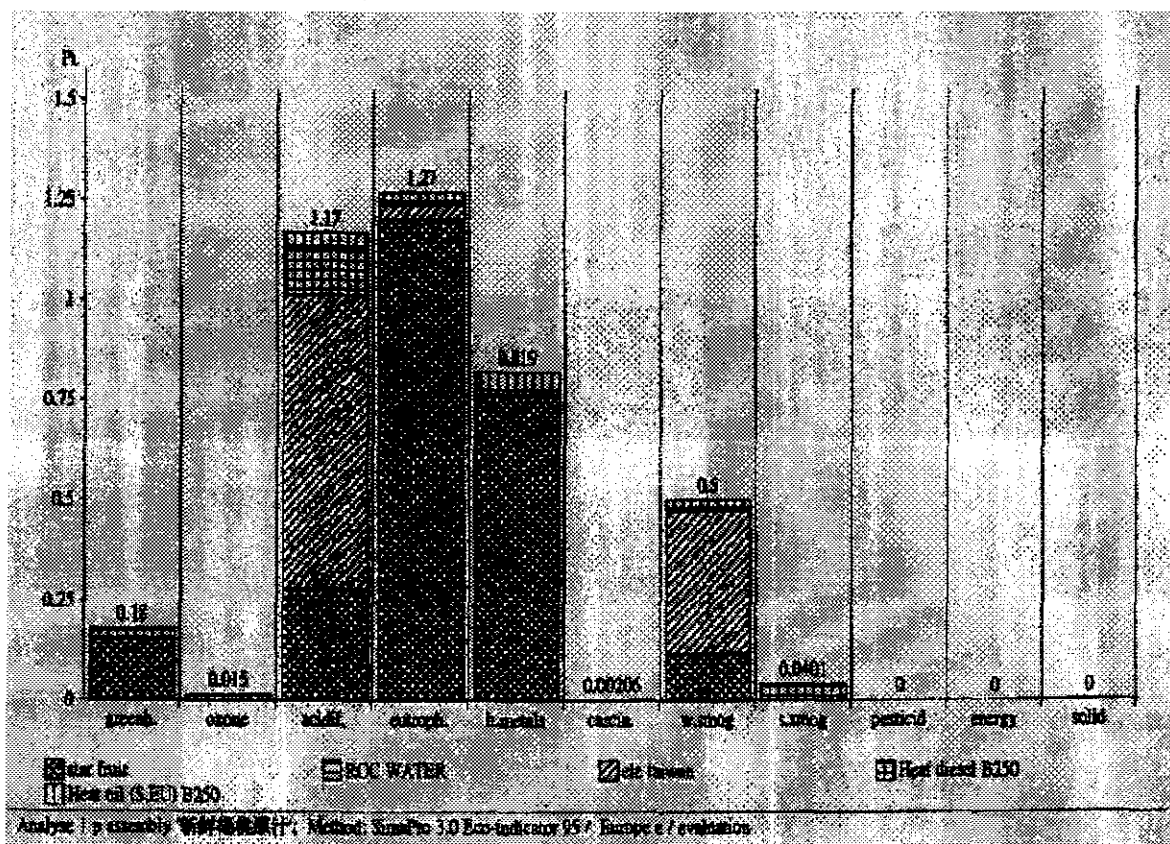
Data: Analyse 1 p assembly '新鮮楊桃原汁'

Method: SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e

Relative mode: Non

Class	Unit	Total	star fruit	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil (S,EU) B250
Total	Pt	3.99	2.51	0.00255	1.13	0.234	0.109
greenh.	Pt	0.18	0.152	2.44E-5	0.00481	0.0186	0.00471
ozone	Pt	0.015	0	0	0	0.012	0.003
acidif.	Pt	1.17	0.28	0.00164	0.732	0.119	0.0336
eutroph.	Pt	1.27	1.2	8.02E-5	0.0368	0.0296	0.00109
h.metals	Pt	0.819	0.764	0	0	0.011	0.0443
carcin.	Pt	0.00206	1.68E-5	0	0	0.00101	0.00103
w.smog	Pt	0.5	0.117	0.000801	0.357	0.00761	0.0178
s.smog	Pt	0.0401	0.00178	7.8E-6	0.000121	0.0348	0.00341
pesticid	Pt	0	0	0	0	0	0
energy	Pt	0	0	0	0	0	0
solid	Pt	0	0	0	0	0	0

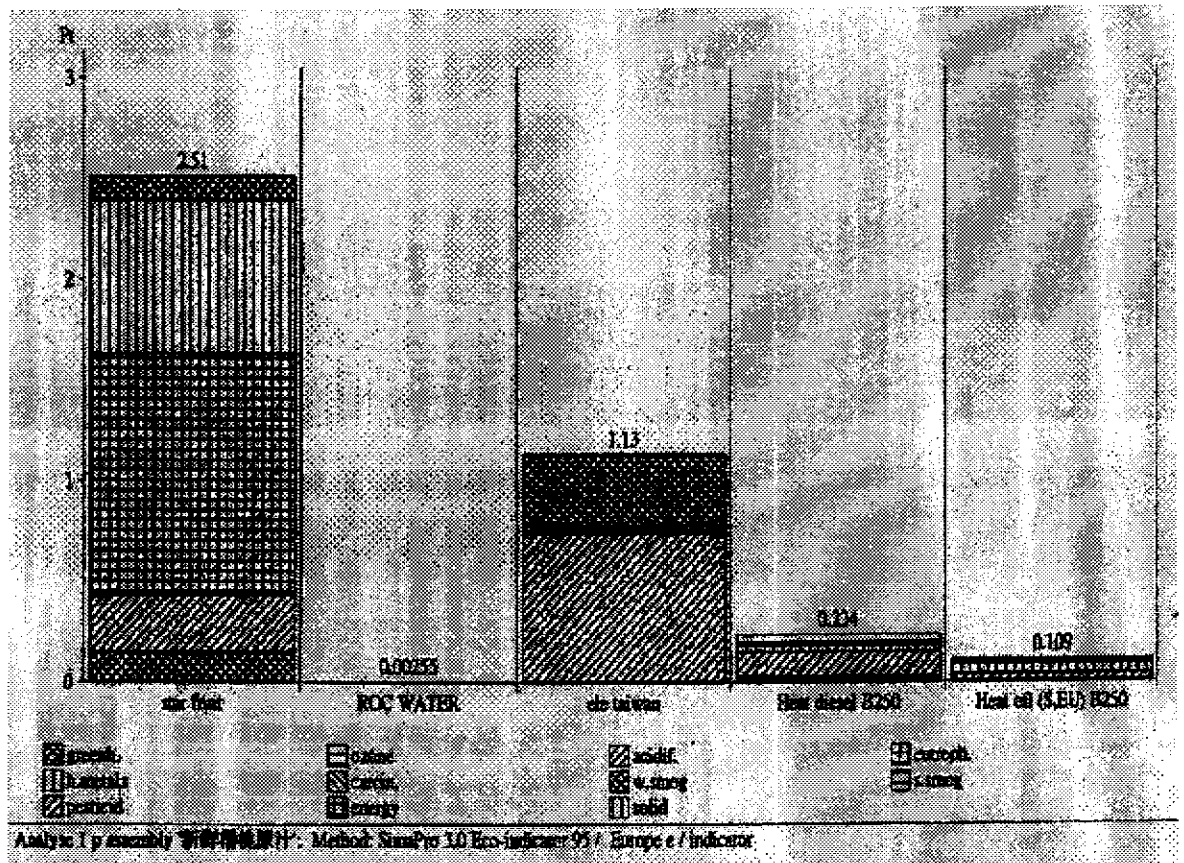
圖九之二、新鮮楊桃原汁之 Evaluation 評價化 柱狀圖



圖十之一、新鮮楊桃原汁之 Indicator 指標化 數據

SimaPro 4.0		Indicator					
Data:		Analyse 1 p assembly '新鮮楊桃原汁'					
Method:		SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e					
Relative mode:		Non					
Class	Unit	Total	star fruit	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil (S,EU) B250
Total	Pt	3.99	2.51	0.00255	1.13	0.234	0.109
greenh.	Pt	0.18	0.152	2.44E-5	0.00481	0.0186	0.00471
ozone	Pl	0.015	0	0	0	0.012	0.003
acidif.	Pt	1.17	0.28	0.00164	0.732	0.119	0.0338
eutroph.	Pt	1.27	1.2	8.02E-5	0.0368	0.0296	0.00109
h.metals	Pt	0.819	0.764	0	0	0.011	0.0443
carcin.	Pt	0.00206	1.68E-5	0	0	0.00101	0.00103
w.smog	Pt	0.5	0.117	0.000801	0.357	0.00761	0.0178
s.smog	Pt	0.0401	0.00178	7.8E-6	0.000121	0.0348	0.00341
pesticid	Pt	0	0	0	0	0	0
energy	Pt	0	0	0	0	0	0
solid	Pt	0	0	0	0	0	0

圖十之二、新鮮楊桃原汁之 Indicator 指標化 柱狀圖



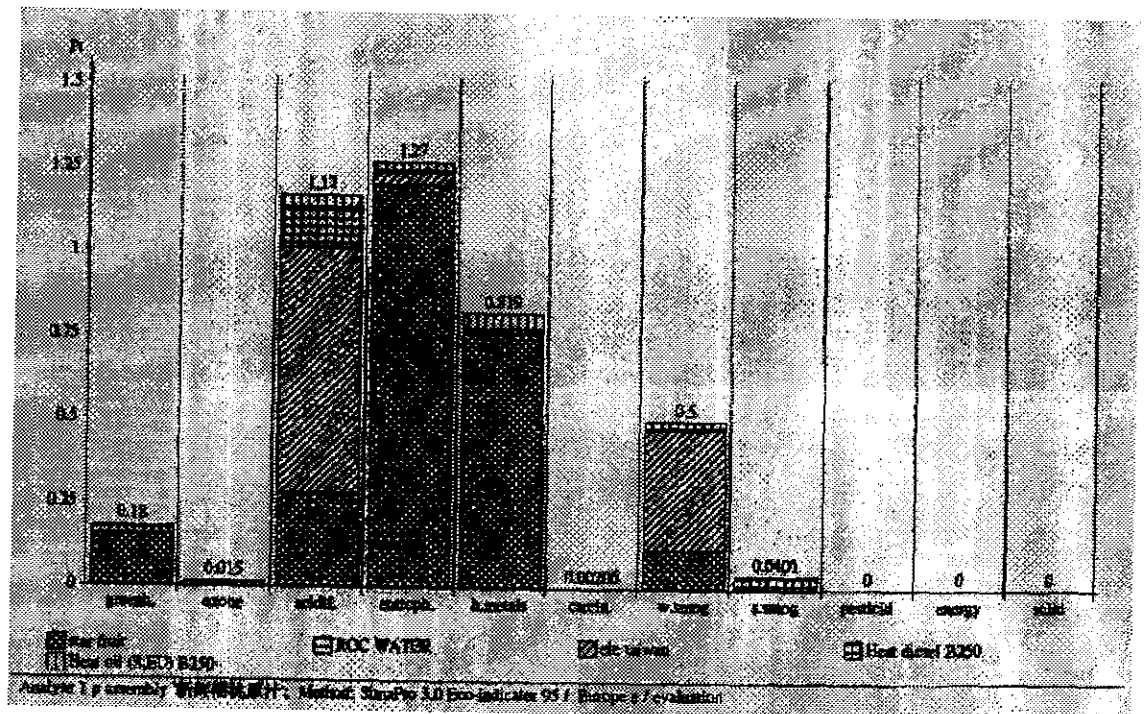


B、圖十一-圖廿二 則是新鮮楊桃原汁、醃漬楊桃原汁、無菌加工楊桃汁、熱充填楊桃汁及楊桃汁各工廠之比之 Indicator 指標化數據及柱狀圖，依據此結果分述其對環境的衝擊。

### 1. 新鮮楊桃原汁

以環境衝擊(Enviromental Impact)類別區分時的結果以圖十一(數據秀於圖十之一)表示，對環境的衝擊以水質優氧化(Eutrophication)為最高，衝擊來源以楊桃果實為主，酸化(Acidification)次之，其衝擊來源主要來自電力使用，第三高的環境衝擊是重金屬 (Heavy Metals)，與優氧化一樣衝擊來源均以楊桃果實為主，冬季煙霧(Winter smong)佔第四位。

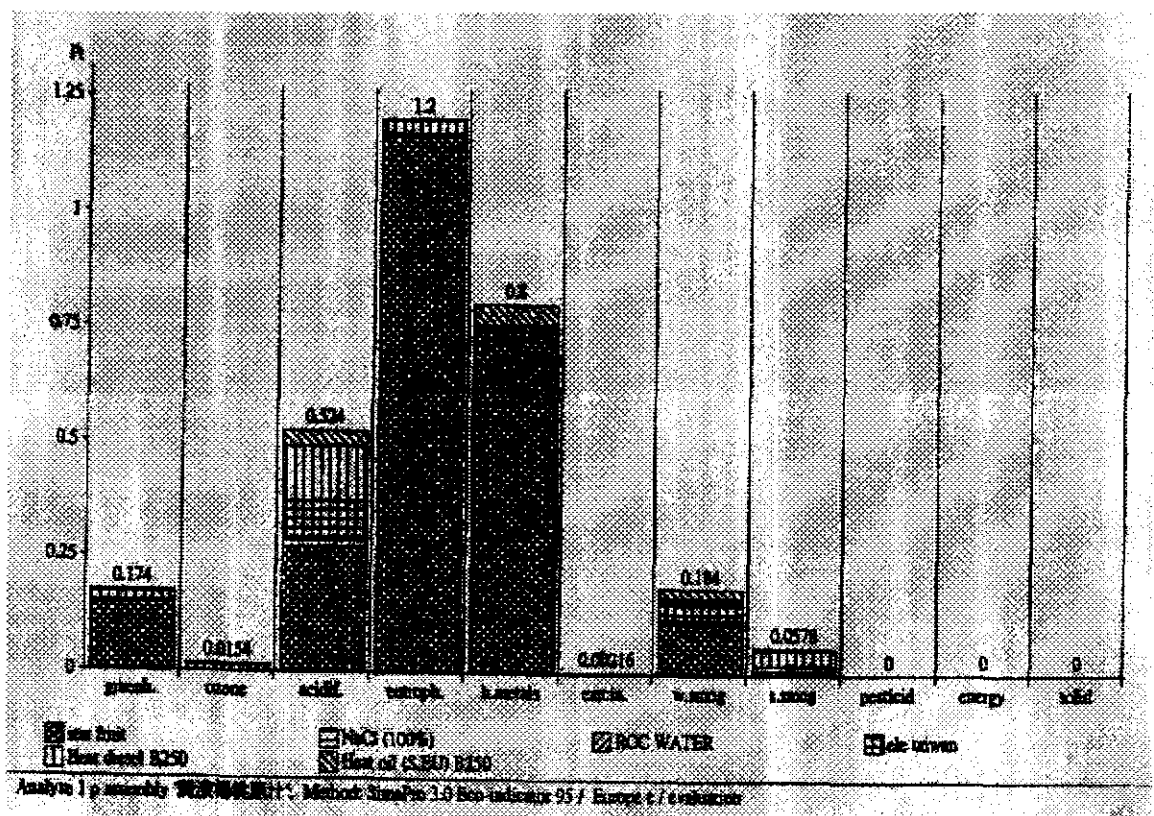
因為採用的分析方法是建立在歐洲體系之下，因此冬季煙霧的考量值得商榷，台灣的地理位置冬季會吹東北季風，歐洲則無，因此此項衝擊影響應該會比較小。



圖十一、生產一噸新鮮楊桃原汁引起的環境衝擊

## 2. 醃漬原汁

以環境衝擊類別區分時的結果以圖十二、圖十三表示，對環境的衝擊以水質優氧化(Eutrophication)為最高，重金屬(Heavy Metals)次之，第三高的環境衝擊是酸化(Acidification)，其衝擊來源幾乎都來自楊桃果實原料。以其組裝各步驟劃分的結果，看來只有原料部分(楊桃果實)環境衝擊值高，其他的衝擊項目相形之下顯得很小，包括用水及用鹽，有可能因為楊桃果實引用前期負荷(肥料)，即 Sima Pro 內建的數據，因此對環境衝擊大，此結果與泣奉華等(1998)所作盒裝豆腐生命週期評估的結果類似，原料的前期負荷是否考慮進來對整體環境衝擊影響甚多。另外一個可能的原因是醃漬楊桃原汁產品不需要冷凍儲存，用電只有在加工製程的部分，僅有約 47 百萬焦耳，是新鮮楊桃原汁的九分之一，使得運輸部分的热能提升到第二高位對環境的衝擊。而水對環境的衝擊是最低者，另外，作者曾嘗試將用水系統以內建荷蘭的用水系統輸入比較，其衝擊結果的數據與此份結果相似。(data not shown)



圖十二、生產一噸醃漬楊桃原汁引起的環境衝擊類別

Data:		Analyse 1 p assembly '醃漬楊桃原汁'						
Method:		SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e						
Relative mode:		Non						
Class	Unit	Total	star fruit	NaCl (100%)	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil (S,EU) B250
Total	Pt	2.96	2.44	0.0443	0.00241	0.129	0.234	0.109
greenh.	Pt	0.174	0.148	0.00257	2.32E-5	0.000547	0.0186	0.00471
ozone	Pt	0.0154	0	0.000467	0	0	0.012	0.003
acidif.	Pt	0.524	0.272	0.0144	0.00155	0.0832	0.119	0.0336
eutroph.	Pt	1.2	1.17	0.00194	7.8E-5	0.00418	0.0298	0.00109
h.metals	Pt	0.8	0.742	0.00263	0	0	0.011	0.0443
carcin.	Pt	0.00216	1.63E-5	0.000102	0	0	0.00101	0.00103
w.smog	Pt	0.184	0.113	0.00437	0.000759	0.0406	0.00761	0.0178
s.smog	Pt	0.0578	0.00173	0.0178	7.39E-6	1.38E-5	0.0348	0.00341
pesticid	Pt	0	0	0	0	0	0	0
energy	Pt	0	0	0	0	0	0	0
solid	Pt	0	0	0	0	0	0	0

圖十三、醃漬楊桃原汁之 Indicator 指標化 數據

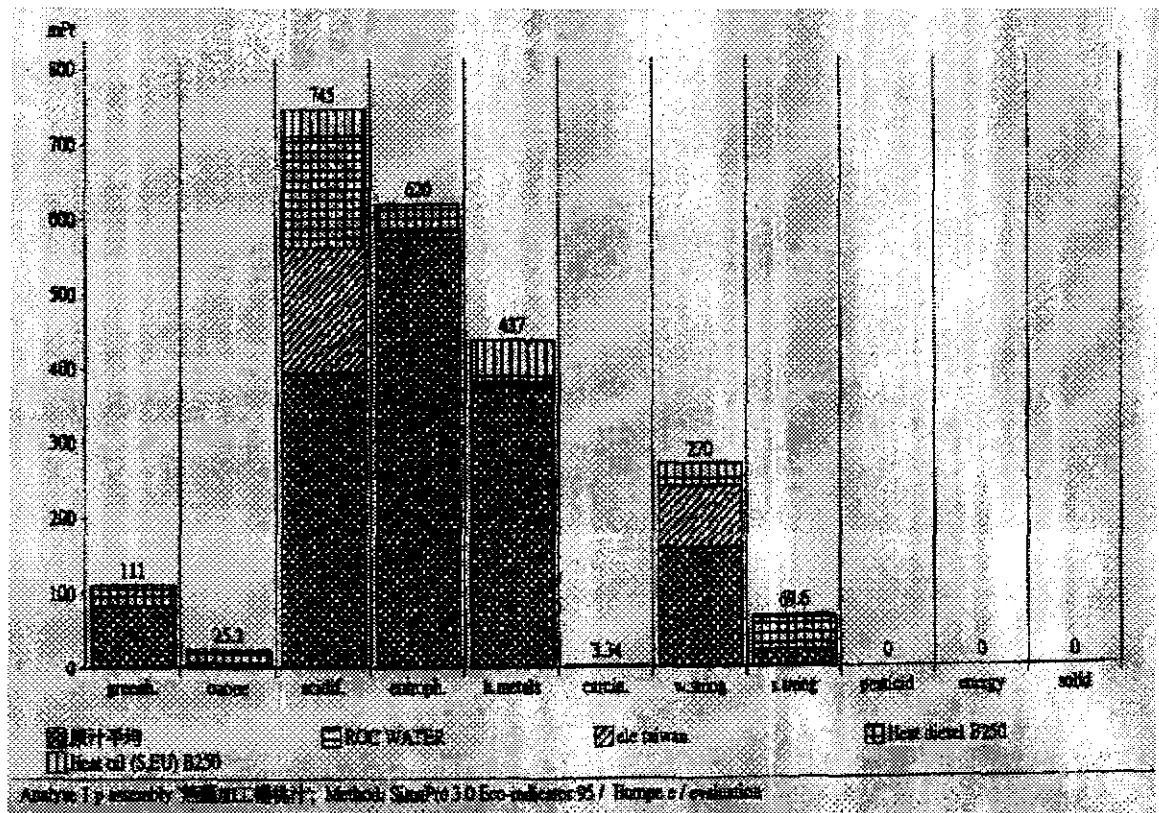
### 3. 無菌加工

- 以環境衝擊類別區分時的結果以圖十四表示，對環境的衝擊以酸化 (Acidification) 為最高，優氧化 (Eutrophication) 次之，重金屬 (Heavy Metals) 及冬季煙霧 (Winter Smog) 分居第三第四位，其衝擊來源主要來自楊桃原汁，楊桃原汁的數據乃是取新鮮原汁與醃漬楊桃原汁平均，依進貨比例算出。
- 環境衝擊在組裝各步驟的分配比例在圖十五。楊桃原汁環境衝擊值最高，運輸產生的熱能次之，用電部分第三，用水的部分最少，與上述以環境衝擊類別區分時的清況相符。運輸部分只包括加工



廠到下游經銷商或銷售中心的數據，因市場廣大，其數據包含了基隆到屏東，因此距離比上游原汁工廠單純只運輸到下游加工廠來的長，因而影響到對環境的衝擊。

- 無菌加工楊桃汁對環境衝擊的指標總值 2.28pt，與國內其他有關生命週期評估研究的結果相比較，仍是小巫見大巫，例如吳翊民在 2000 年對混泥土製品業採用生命週期評估的技術，量化其對環境的衝擊，其蒸氣製造的指標值是 36pt 相對於楊桃汁無菌加工的衝擊指標值 2.28pt，果汁對環境的衝擊還是很小的。而在混泥土製品對環境衝擊的類別上也是以酸化(Acidification)影響最大，值得注意的是，吳所採用的電力系統是生命週期評估軟體 Sima Pro 內建的資料庫，採用荷蘭的電力系統資料，可見國內的電力供應系統與荷蘭的供電系統很類似。



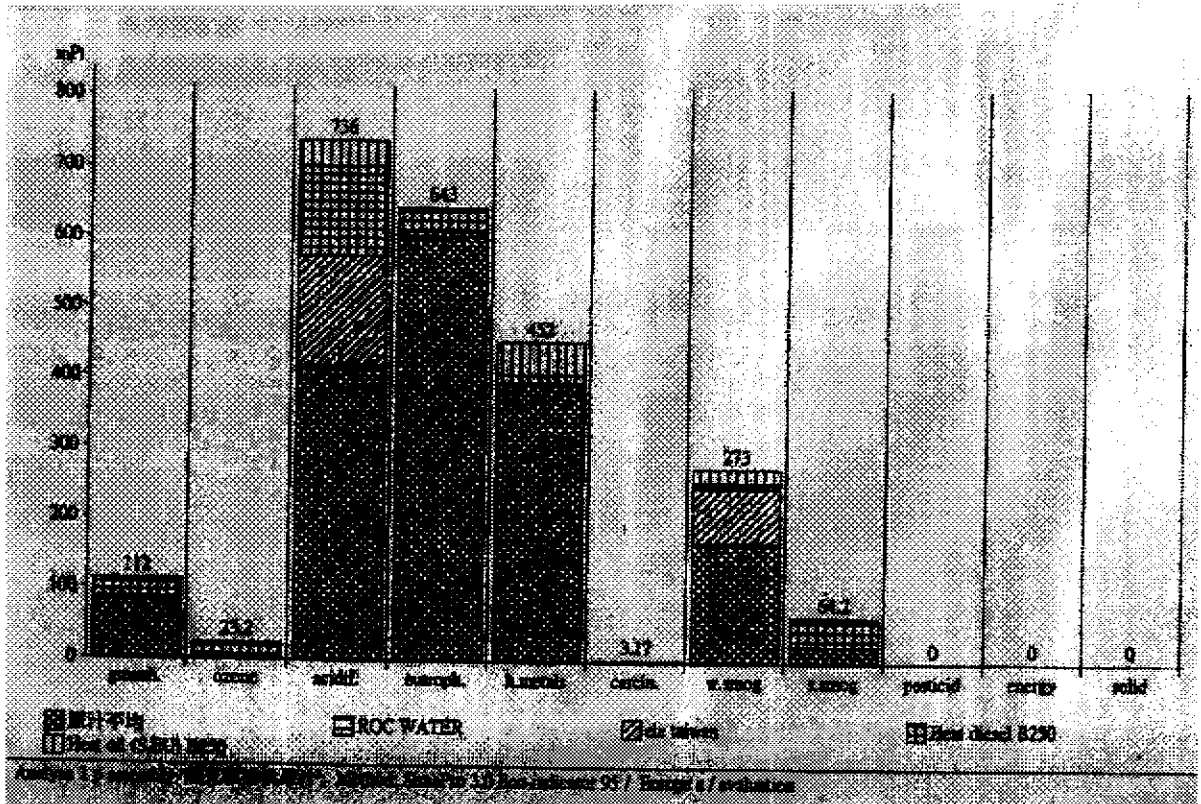
圖十四、生產一噸無菌加工楊桃汁引起的環境衝擊

SimaPro 4.0		Indicator					
Data:	Analyse 1 p assembly '無菌加工楊桃汁'						
Method:	SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e						
Relative mode:	Non						
Class	Unit	Total	原汁平均	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil (S.EU) B250
Total	Pt	2.28	1.61	0.0022	0.259	0.291	0.117
greenh.	Pt	0.111	0.0821	2.11E-5	0.0011	0.0231	0.00506
ozone	Pt	0.0252	0.00705	0	0	0.0149	0.00322
acidif.	Pt	0.745	0.392	0.00141	0.168	0.148	0.0361
eutroph.	Pt	0.62	0.573	6.92E-5	0.00842	0.0368	0.00117
h.metals	Pt	0.437	0.376	0	0	0.0137	0.0475
carcin.	Pt	0.00334	0.000879	0	0	0.00126	0.00111
w.smog	Pt	0.27	0.159	0.000691	0.0818	0.00946	0.0181
s.smog	Pt	0.0696	0.0227	6.72E-6	2.77E-5	0.0432	0.00366
pesticid	Pt	0	0	0	0	0	0
energy	Pt	0	0	0	0	0	0
solid	Pt	0	0	0	0	0	0

圖十五、無菌加工楊桃汁之 Indicator 指標化 數據

#### 4. 熱充填果汁

- (1) 以環境衝擊類別區分時的結果以圖十六表示，其結果與無菌加工製程對環境的衝擊相類似，以酸化為最高，冬季煙霧次之，衝擊來源同樣都是來自楊桃原汁、運輸熱能與電力使用。趙令台於1999 研究生產印刷電路板對環境衝擊的情形，方法是採用 Sima Pro 電腦軟體，自行建立台灣的電力資料，以 Eco-Indicator 95 方法分析印刷電路板對環境衝擊的指數，以電力使用的數據部分最高分析結果以酸化最高、冬季煙霧次之，可見台灣電力系統對環境的衝擊以酸化與冬季煙霧為主。
- (2) 至於依製程中各部份對環境衝擊的結果在圖十七。還是楊桃原汁環境衝擊值最高，用電部分及運輸熱能消耗次之，電力使用與運輸的熱能兩者之間的數據相當接近，用水對環境的衝擊指標相較之下顯得很少，與上述以環境衝擊類別區分時的清況相符。



圖十六、生產一噸熱充填楊桃汁引起的環境衝擊類別

SimaPro 4.0

Indicator

Data: Analyse 1 p assembly 熱充填楊桃果汁

Method: SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e

Relative mode: Non

Class	Unit	Total	原汁平均	ROC WATER	ele taiwan	Heat diesel B250	Heat oil (S,EU) B250
Total	Pt	2.31	1.89	0.00704	0.245	0.247	0.114
greenh.	Pt	0.112	0.0883	6.75E-5	0.00104	0.0197	0.00492
ozone	Pt	0.0232	0.00741	0	0	0.0127	0.00313
acidif.	Pt	0.736	0.412	0.00452	0.158	0.126	0.0351
eutroph.	Pt	0.643	0.602	0.000222	0.00796	0.0313	0.00114
h.metals	Pt	0.452	0.394	0	0	0.0117	0.0462
carcin.	Pt	0.00317	0.00103	0	0	0.00107	0.00108
w.smog	Pt	0.273	0.167	0.00221	0.0773	0.00805	0.0185
s.smog	Pt	0.0642	0.0238	2.15E-5	2.82E-5	0.0368	0.00356
pesticide	Pt	0	0	0	0	0	0
energy	Pt	0	0	0	0	0	0
solid	Pt	0	0	0	0	0	0

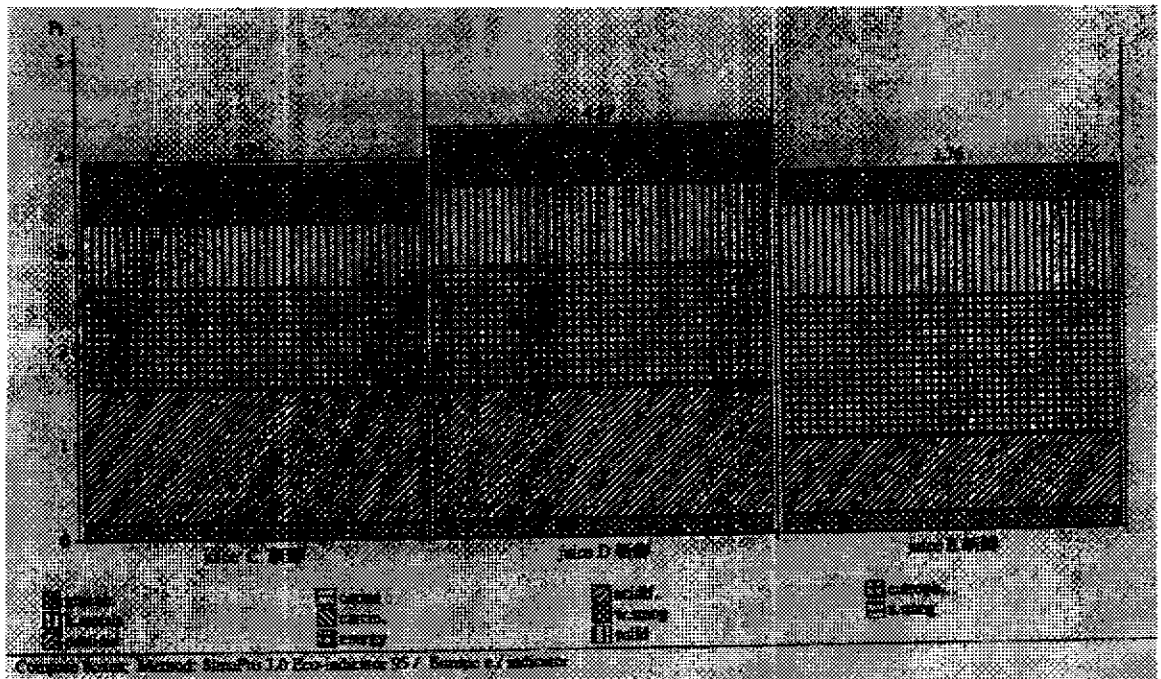
圖十七、熱充填楊桃汁之 Indicator 指標化 數據

## 5. 各家楊桃汁加工工廠之比較

### • 楊桃原汁工廠

(1)製造新鮮楊桃原汁的工廠其環境衝擊指標結果以圖十八、圖十九表示，D廠的環境衝擊指數最高，D廠的製程與其他工廠不同，D廠有殺菁的步驟，殺菁的過程利於榨汁，然而加溫到攝氏60度左右以及消耗的其他機械能都可能使衝擊指標的分數增加。另外，C廠以及E廠所耗用的資源相差甚多，例如C廠的用水達二千六百公斤，而E廠卻只有八百公斤左右；C廠的儲存用電有四百六十七百萬焦耳，而E廠卻只有七十八百萬焦耳，加總的結果卻是D廠的衝擊指數最高。

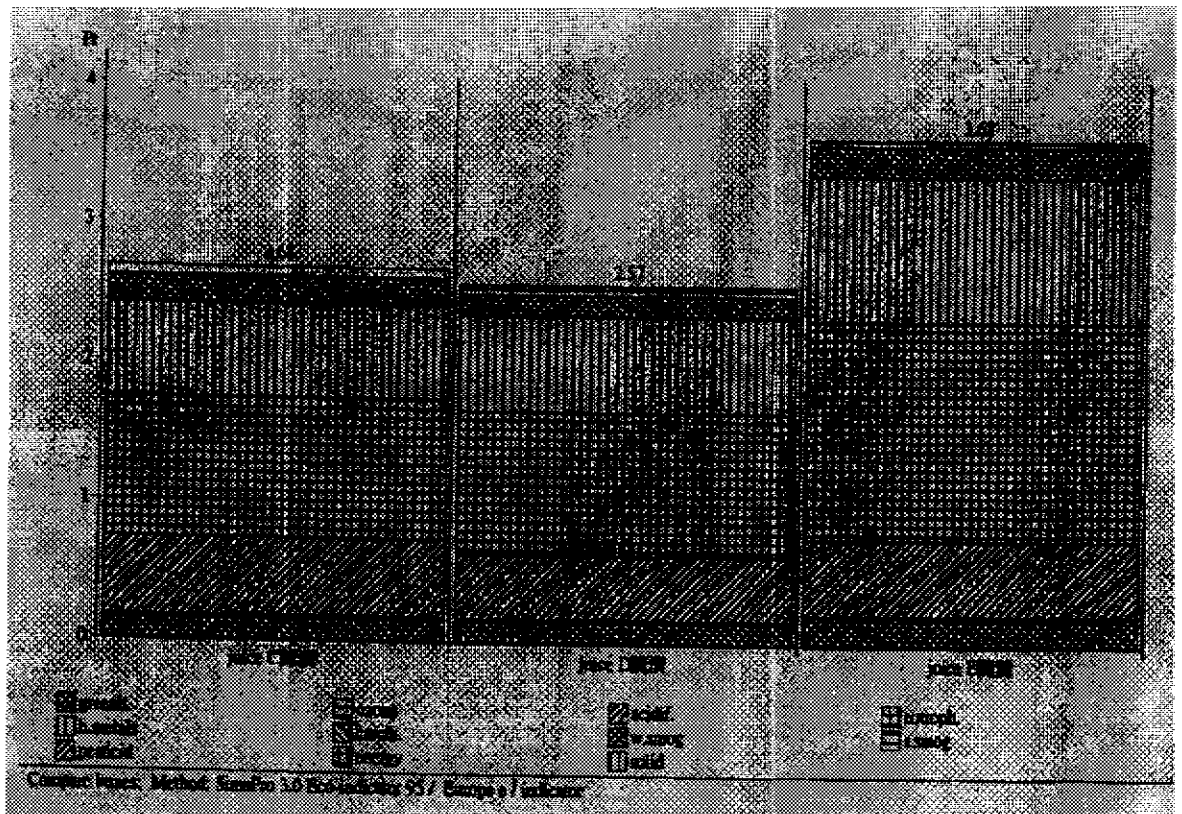
(2)製造醃漬楊桃原汁的工廠其環境衝擊指標結果以圖廿、廿一表示，E廠的環境衝擊指數最高，E廠的醃漬楊桃環境要求很嚴格乾淨，然而其原汁的製程與其他工廠卻沒有什麼不同，最大的差別在於醃漬鹽的量，E廠為8%，C廠以及D廠都只有7.5%，可能是因為製鹽的衝擊，即使0.5%醃漬鹽用量的差異，也會造成相當的影響。



圖十八、比較新鮮楊桃原汁工廠之環境衝擊

Data:	Compare boxes			
Method:	SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e			
Relative mode:	Non			
Class	Unit	juice C 新鮮	juice D 新鮮	juice E 新鮮
Total	Pt	3.94	4.27	3.76
greenh.	Pt	0.159	0.185	0.197
ozone	Pt	0.0199	0.0174	0.00776
acidif.	Pt	1.39	1.34	0.768
eutroph.	Pt	1.05	1.28	1.47
h.metals	Pt	0.689	0.821	0.967
carcin.	Pt	0.00244	0.00226	0.00149
w.smog	Pt	0.592	0.576	0.333
s.smog	Pt	0.0544	0.0471	0.0192
pesticid	Pt	0	0	0
energy	Pt	0	0	0
solid	Pt	0	0	0

圖十九、新鮮楊桃原汁工廠比較之 Indicator 指標化 數據



圖廿、比較醃漬楊桃原汁工廠之環境衝擊

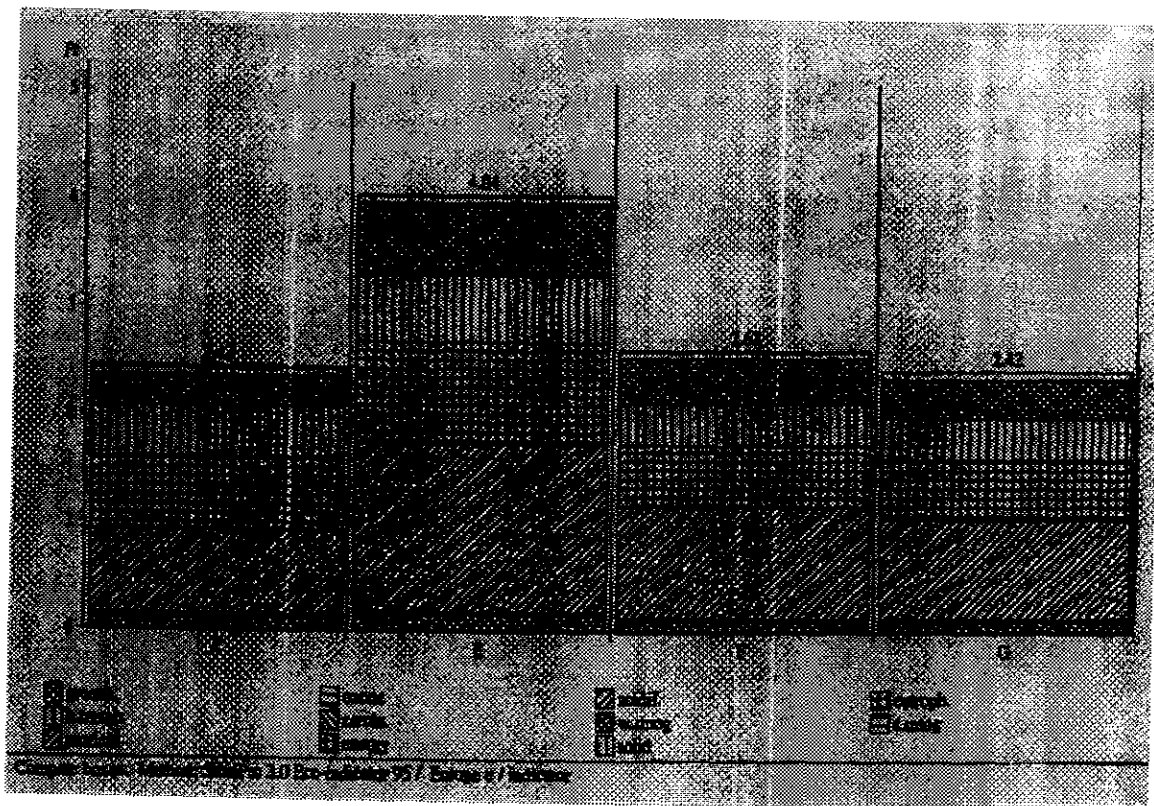
Data:	Compare boxes			
Method:	SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e			
Relative mode:	Non			
Class	Unit	juice C醃漬	juice D醃漬	juice E醃漬
Total	Pt	2.68	2.57	3.63
greenh.	Pt	0.156	0.155	0.212
ozone	Pt	0.0204	0.0178	0.00826
acidif.	Pt	0.562	0.465	0.544
eutroph.	Pt	1.01	1.03	1.57
h.metals	Pt	0.672	0.69	1.04
carcin.	Pt	0.00254	0.00238	0.0016
w.smog	Pt	0.185	0.149	0.219
s.smog	Pt	0.0721	0.0645	0.0384
pesticid	Pt	0	0	0
energy	Pt	0	0	0
solid	Pt	0	0	0

圖廿一、醃漬楊桃原汁工廠之比較之 Indicator 指標化 數據

- 楊桃果汁無菌加工工廠

製造無菌加工楊桃果汁的工廠其環境衝擊指標結果以圖廿二、廿三表示，E廠的環境衝擊指數最高，E廠的製程與其他工廠稍有不同，E廠採用康美包的包裝，容量也以375g為主，在E廠環境衝擊類別中又以酸化為最大的比例，優氧化次之，幾乎所有的類別都是E廠佔第一位。而即使是同一家公司的兩個廠，如F廠以及G廠分屬南北兩地不同的廠區，因地理環境及廠區大小的不同，衝擊指數有所差異，而A廠的廠區反而比較接近G廠。這項結果與 Andersson, *et al*, 於1999所做的調查有相似之處，因為生產產品的廠區位置不同，其對於環境的衝擊便有所不同。

泣奉華等(1999)做的豆腐研究中，考量盒裝豆腐的前期負荷，以及豆腐在出廠後的運送、銷售、貯藏和廢棄物的處理，盒裝豆腐整個生命週期對環境衝擊的指標值為6.95pt，如果只看加工過程的衝擊指標，盒裝豆腐的指標值是6.77pt 相較之下，楊桃汁2.31pt的指標值顯得果汁是個清潔生產的單位。



圖廿二、比較楊桃果汁各工廠之環境衝擊

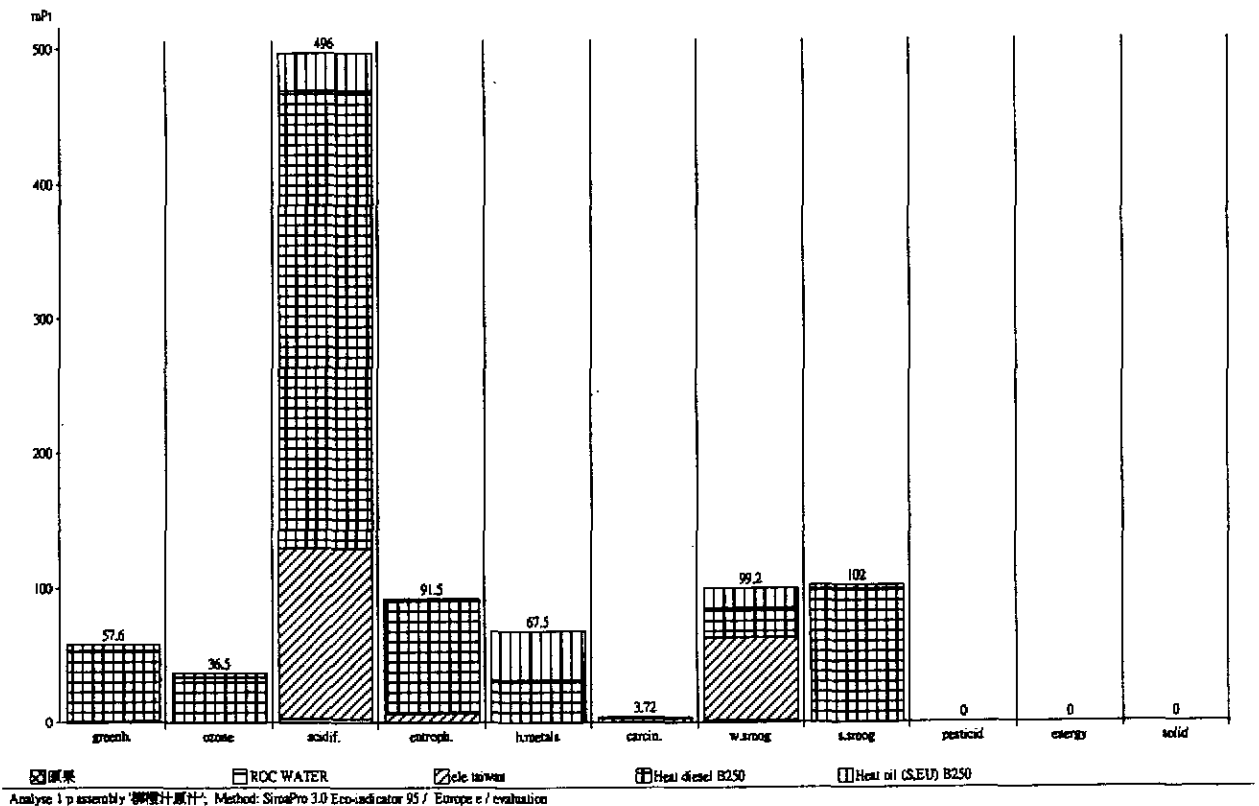
Data:		Compare boxes			
Method:		SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e			
Relative mode:		Non			
Class	Unit	A	E	F	G
Total	Pt	2.43	4.04	2.61	2.42
greenh.	Pt	0.121	0.154	0.104	0.103
ozone	Pt	0.0276	0.0284	0.0257	0.0255
acidif.	Pt	0.788	1.56	1.04	0.925
eutroph.	Pt	0.668	0.937	0.56	0.555
h.metals	Pt	0.47	0.623	0.386	0.38
carcin.	Pt	0.00362	0.00361	0.00334	0.00322
w.smog	Pt	0.281	0.66	0.413	0.355
s.smog	Pt	0.0765	0.0747	0.0707	0.0709
pesticid	Pt	0	0	0	0
energy	Pt	0	0	0	0
solid	Pt	0	0	0	0

圖廿三、楊桃汁下游工廠之比較之 Indicator 指標化 數據

C、圖廿四一廿七 則是新鮮柳橙原汁、冷藏柳橙果汁、無菌加工柳橙汁、熱充填柳橙汁之 Indicator 柱狀圖，依據此結果分述其對環境的衝擊。

### 1. 柳橙原汁

結果以圖廿四表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源為主，冬季煙霧(Winter smog)、水質優氧化(Eutrophication)及夏季煙霧並列第二，但衝擊來源卻明顯的不同，主要受電力使用及運輸過程所耗能影響，柳橙原汁的生命週期中，運輸所需要的能源消耗對環境的衝擊大。

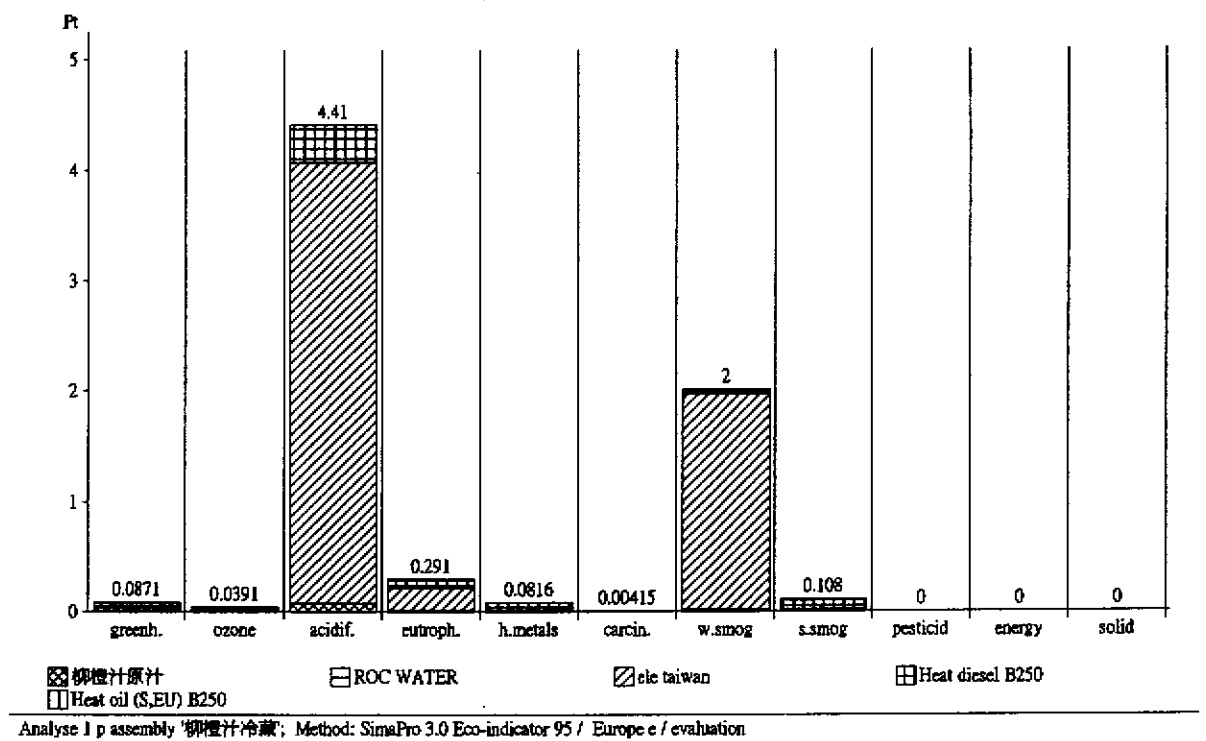


圖廿四、生產一噸柳橙原汁引起的環境衝擊類別



## 2. 冷藏柳橙汁

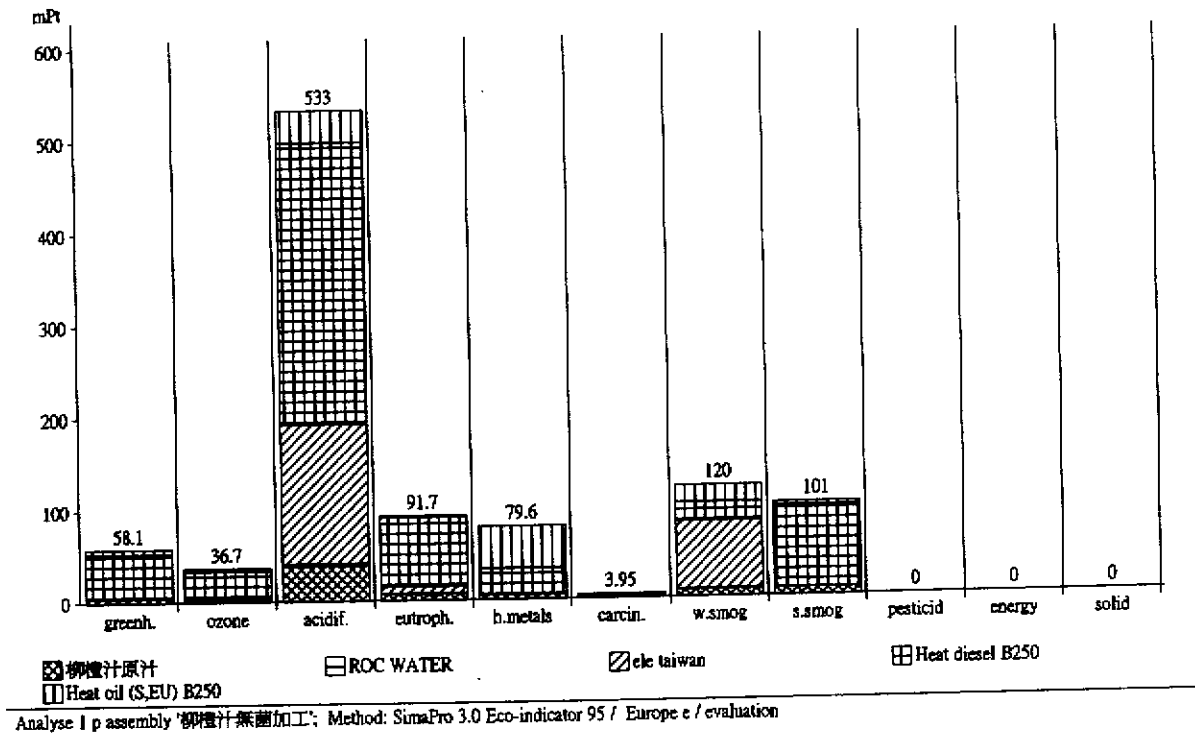
結果以圖廿五表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源為主，冬季煙霧(Winter smog)列第二，衝擊來源，主要受電力使用所耗能源影響，冷藏柳橙汁的生命週期中，所使用的電力最高，引此電力所需要的能源消耗對環境的衝擊也最大。



圖廿五、生產一噸冷藏柳橙汁引起的環境衝擊類別

### 3. 無菌加工柳橙汁

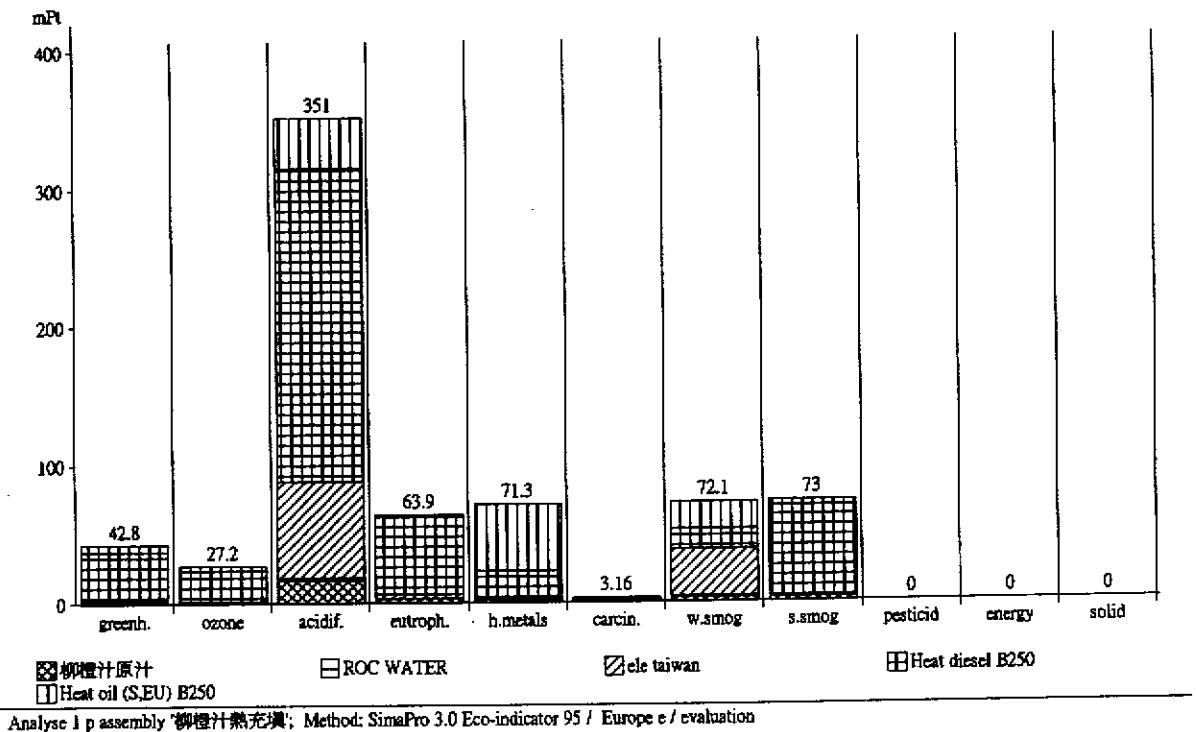
結果以圖廿六表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源為主，冬季煙霧(Winter smog)列第二，衝擊來源主要受電力使用所影響，夏季煙霧佔第三位，衝擊來源則是受運輸過程所影響，無菌加工柳橙汁的生命週期中，運輸過程及電力使用所耗能源對環境的衝擊較多。



圖廿六、生產一噸無菌加工柳橙汁引起的環境衝擊類別

#### 4. 熱充填柳橙汁

結果以圖廿七表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源為主，對環境的衝擊第二高位，冬季煙霧(Winter smog)、水質優氧化(Eutrophication)、重金屬(Heavy metals)的影響及夏季煙霧(Summer smog)相差不大，夏季煙霧(Summer smog)及水質優氧化(Eutrophication)衝擊來源是受運輸過程所影響，冬季煙霧(Winter smog)主要受電力使用所影響，重金屬(Heavy metals)的衝擊來源則是加工過程中的燃料能，熱充填柳橙汁的生命週期中，運輸過程所耗能源對環境的衝擊最多，加工過程中所需的燃料能次之。

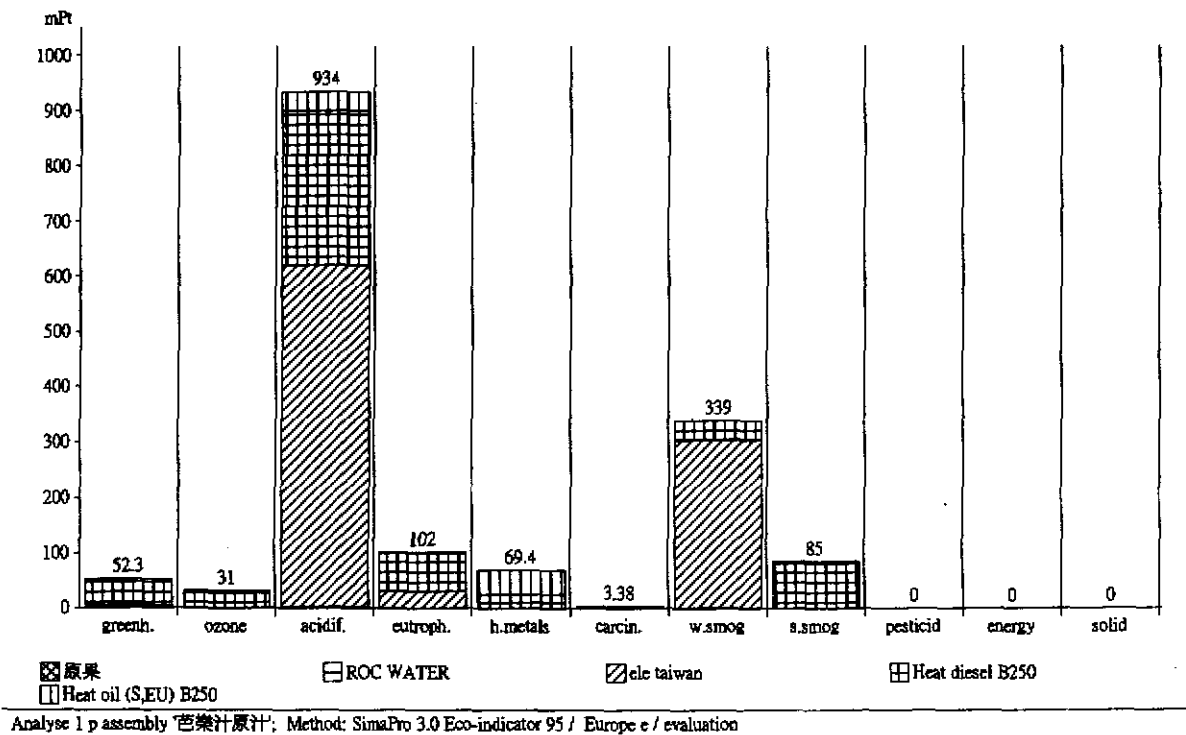


圖廿七、生產一噸熱充填柳橙汁引起的環境衝擊類別

D、圖廿八一卅一則是新鮮芭樂原汁、冷藏芭樂果汁、無菌加工芭樂汁、熱充填芭樂汁之 Indicator 柱狀圖，依據此結果分述其對環境的衝擊。

### 1. 芭樂原汁

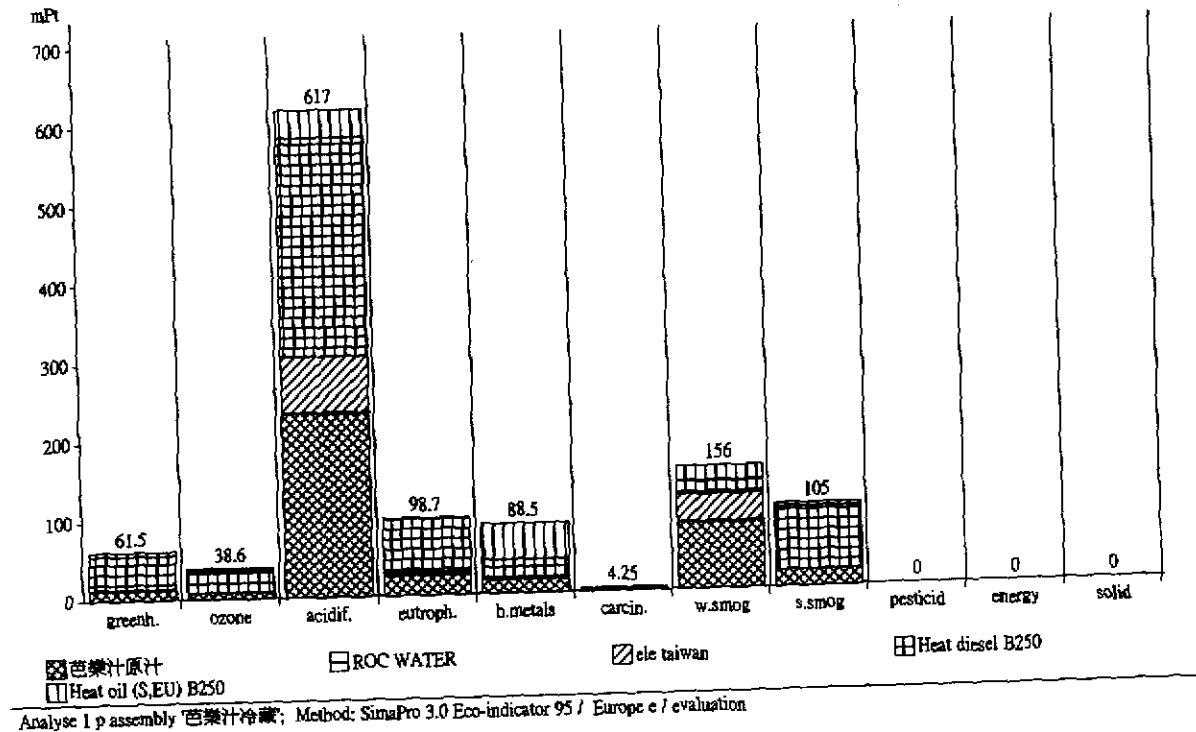
結果以圖廿八表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源及電力使用為主，冬季煙霧(Winter smog)列第二，衝擊來源主要受電力使用所影響，水質優氧化(Eutrophication)佔第三位，衝擊來源則是受運輸過程及電力使用所影響，芭樂原汁的生命週期中，電力使用所耗能源對環境的衝擊最多，運輸過程所耗能源次之。



圖廿八、生產一噸芭樂原汁引起的環境衝擊類別

## 2. 冷藏芭樂汁

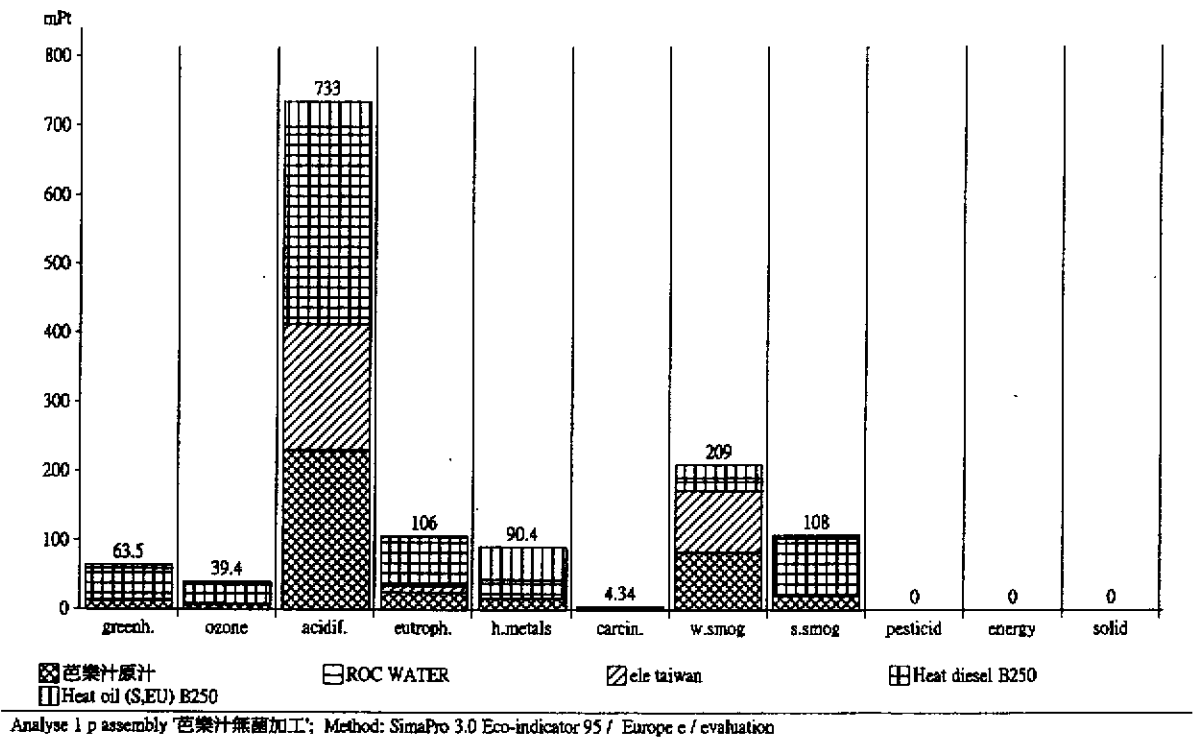
結果以圖廿九表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源及芭樂原汁站相同的比重，冬季煙霧(Winter smog)列第二，衝擊來源主要受芭樂原汁所影響，夏季煙霧(Summer smog)佔第三位，衝擊來源則是受運輸過程所影響，水質優氧化(Eutrophication)及重金屬(Heavy metals)分佔第四五位，運輸過程所耗能源及加工過程中的燃料能分別影響此部份的環境衝擊，冷藏芭樂汁的生命週期中，運輸過程所耗能源對環境的衝擊較多，然而芭樂原汁製造過程中對環境的衝擊指數也是不容忽視。



圖廿九、生產一噸冷藏芭樂汁引起的環境衝擊類別

### 3. 無菌加工芭樂汁

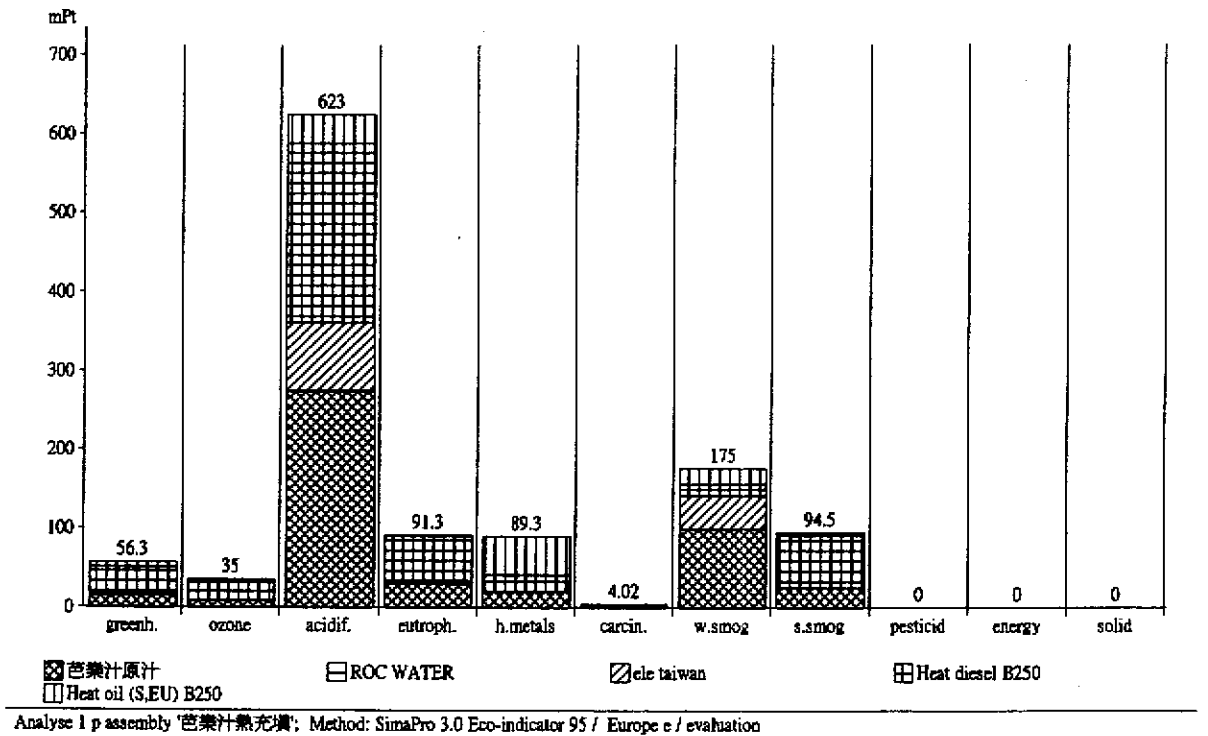
結果以圖卅表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源、電力使用及芭樂原汁平均分攤影響程度，冬季煙霧(Winter smog)雖列第二，相較於酸化(Acidification)的影響似乎很小，衝擊來源主要受電力使用及芭樂原汁所影響，夏季煙霧(Summer smog)及水質優氧化(Eutrophication)佔第三位，衝擊來源則是受運輸過程及電力使用影響，無菌加工芭樂汁的生命週期中，運輸過程及製造芭樂原汁所耗能源對環境的衝擊較大。



圖卅、生產一噸無菌加工芭樂汁引起的環境衝擊類別

#### 4. 熱充填芭樂汁

結果以圖卅一表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以運輸過程所耗能源及芭樂原汁為主，電力使用次之。衝擊中以冬季煙霧(Winter smog)列第二，衝擊來源主要受芭樂原汁所影響，電力使用次之，夏季煙霧(Summer smog)、水質優氧化(Eutrophication)及重金屬(Heavy metals)的衝擊指數不分上下，衝擊來源則是受運輸過程所影響較多，熱充填芭樂汁的生命週期中，運輸過程及芭樂原汁所耗能源對環境的衝擊較多。

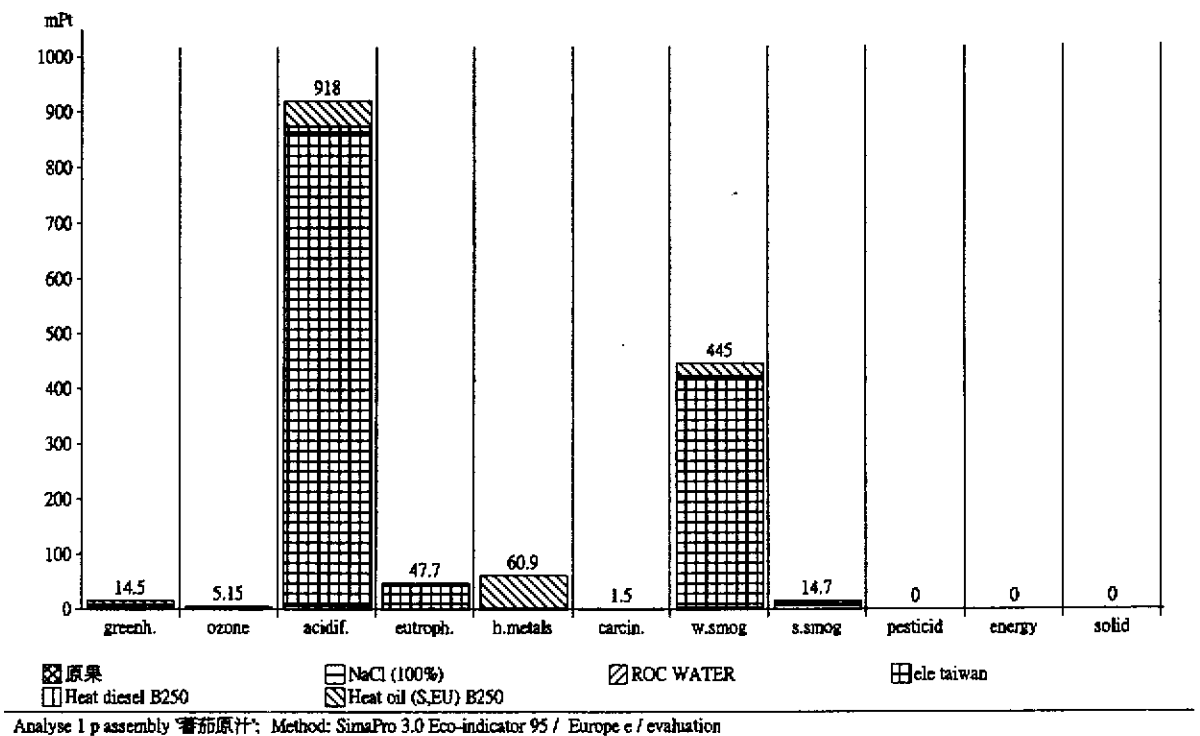


圖卅一、生產一噸熱充填芭樂汁引起的環境衝擊類別

E、圖卅二一卅三 則是新鮮蕃茄原汁及其鐵罐裝熱充填蕃茄汁，經生命週期評估軟體 Sima Pro 跑出來的結果，列出其 Indicator 柱狀圖，依據此結果分述其對環境的衝擊。

### 1. 蕃茄原汁

結果以圖卅二表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以電力使用為主，幾乎佔百分之九十的比例，少部分則是加工過程中的燃料能，冬季煙霧(Winter smog)列第二，是酸化(Acidification)的一半，衝擊來源影響的組合也與酸化(Acidification)相類似，重金屬(Heavy metals)佔第三位，衝擊來源則是受加工過程中的燃料能所影響，蕃茄原汁的生命週期中，電力使用所耗能源幾乎是唯一對環境的衝擊影響來源。

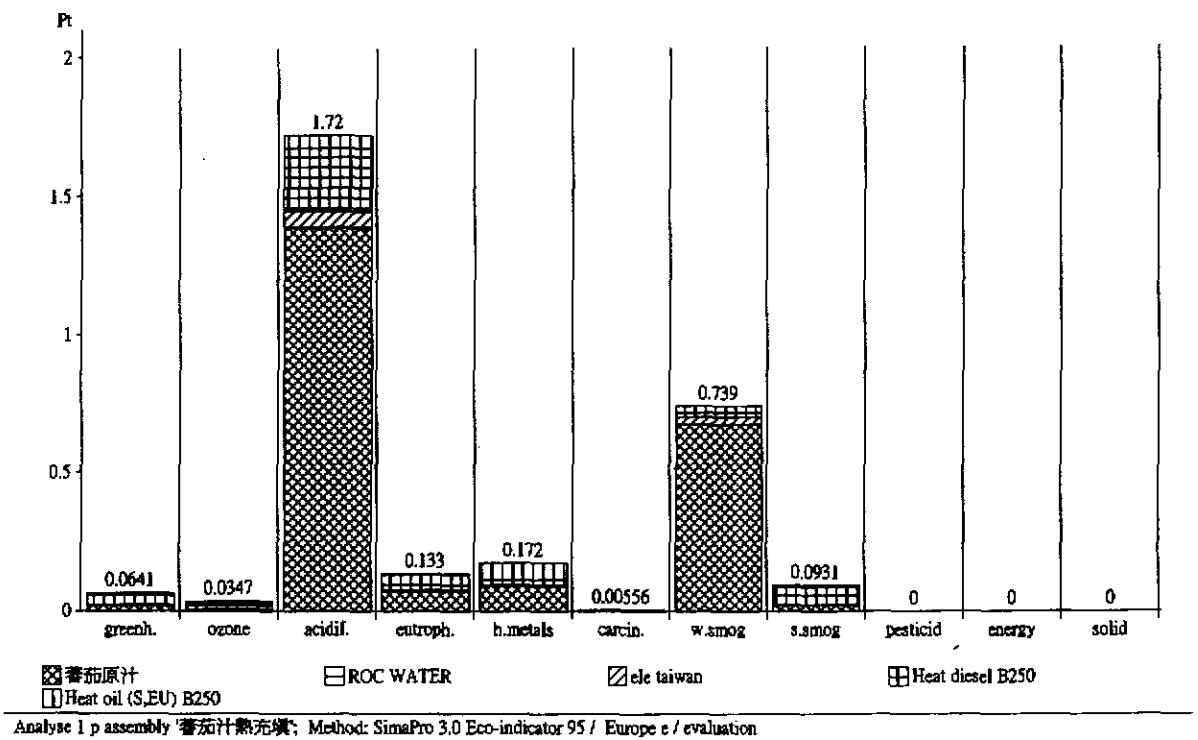


圖卅二、生產一噸蕃茄原汁引起的環境衝擊類別



## 2. 熱充填蕃茄汁

結果以圖卅三表示，對環境的衝擊以酸化(Acidification)為最高，衝擊來源以蕃茄原汁為主，因為蕃茄汁中添加調配水的比率較低，運輸過程所耗能源次之，冬季煙霧(Winter smog)列第二，衝擊來源影響的組合也與酸化(Acidification)相類似，重金屬(Heavy metals)佔第三位，衝擊來源影響的組合以蕃茄原汁為主，加工過程中的燃料能次之，熱充填蕃茄汁的生命週期中，蕃茄原汁所耗能源對環境的衝擊最多，運輸過程所耗的能源次之。



圖卅三、生產一噸熱充填蕃茄汁引起的環境衝擊類別

## 六、 結論與建議

利用去年度研究計劃中之盤查結果並搭配生命週期的概念，運用電腦軟體 Sima Pro，以 Eco-Indicator 95 方法分析楊桃汁工廠對環境衝擊的指數，藉以尋找綠色製程的管制點，作為對決策者之建議，以為後續果汁產品生命週期之評估乃至綠色製程管制制度之建立提供技術面之基礎，並為類似產品如其他非酒精性飲料等之永續發展對策建立評估模式。茲分述此研究之結論與建議。

1. 生命週期評估方面，在楊桃原汁工廠的原汁製程部分，對環境衝擊的指標中以楊桃原果實對環境影響最大，衝擊的類別是優氧化，電力的使用次之，衝擊的類別是酸化；新鮮楊桃原汁對環境衝擊指數大於醃漬楊桃原汁。
2. 下游製造楊桃果汁製程中，是以楊桃原汁對環境影響最大，衝擊的類別是酸化，製造楊桃原汁的製程對環境的衝擊比下游加工來的高。無菌加工或是熱充填兩者之間對於環境的衝擊，差異相當小。
3. 因本研究初期設計時未納入水果果實種植時之前期負荷，固僅收錄楊桃果汁生命週期中果實前期負荷之數據，研究結果顯示，納入楊桃果實前期負荷差距甚多，對於衝擊指數差異最多的是優氧化與重金屬的影響。因此有必要拓展研究範圍。
4. 果汁原汁的製造生產過程中，不論是柳橙汁、芭樂汁、楊桃汁及蕃茄汁，其對環境衝擊負荷對大的均是酸化，在原汁生產中電力的使用是主要的環境衝擊來源，尤其是蕃茄汁。
5. 冷藏柳橙汁及芭樂汁的部分，因為須冷藏，故其所使用的電力與型式的果汁相差有數倍以上，可想而知，其對環境衝擊的影響必定也是以電力使用對環境的衝擊為最大。
6. 柳橙汁在無菌加工以及熱充填兩種製程上，對環境衝擊的負荷類別是以酸化為主，衝擊來源則是以運輸上所須耗用的能源為主，電力使用次之。

7. 芭樂汁的製程生命週期中，對環境衝擊的負荷類別與柳橙汁相同，以酸化為最高，衝擊來源則是除了運輸上所須耗用的能源之外，芭樂原汁的製程對衝擊指數的影響亦佔相當大的份量。
8. 蕃茄汁的部分，對環境衝擊的負荷類別與其他果汁一致，以酸化為最高，但其衝擊來源則是以電力使用為主。
9. 電力使用及運輸上所須耗用的能源多寡影響到酸化以及冬季煙霧，綠色製程改善的重點在於如何減少電力的使用，諸如殺菌時間減短、貯存溫度在安全考量下稍加上升…等，均可有效降低電力使用，節省能源，降低對環境衝擊的負荷；運輸過程中是否有降低燃油的使用、或是依地區位置設廠減短運送的距離…等等，均是可以考量降低減少對環境的衝擊。
10. 果汁製造時產生的廢棄物中以果渣或不良果為最，而工廠廠商的做法是委外收購填土綠化利用，果渣等屬於高纖維質的有機性廢棄物，對於此些生物性廢棄物已有廠商朝向健康食品方向努力，應值得鼓勵。

## 七、 參考文獻

### 中文部分

- 丁執宇，1997，ISO14040 生命週期評估架構之探討與應用，國立中興大學資源管理研究所碩士論文
- 丁執宇，1998，生命週期衝擊評估方法介紹與應用，工業污染防治，第 66 期，p.96~112
- 丁執宇，1998，衝擊評估方法介紹及如何應用在產業界，生命週期評估研討會
- 丁寧，1996，淺談國際環境管理標準—ISO14000，4 月，p.19-26
- 工研院化工所，1999，建立生命週期評估應用技術—先期盤查分析之案例研究—飲料包裝容器，污防專案成果報告，<http://www.itri.org.tw/iso14000/lca/>，
- 工研院化工所，2001，database — 台灣省供水、貨車，發電及電力使用等 <http://202.39.10.92/lcaweb/cgi/cgi2/.exe/reptla>
- 工業技術研究院能源與資源研究所，1997，中華民國永續發展策略綱領，行政院經濟建設委員會(永續發展報告)
- 中國技術社環境技術發展中心，ISO14001 環境管理系統的努力 <http://www.ctciestc.org.tw/workover.htm>
- 中華民國對外貿易發展協會，1995，綠色設計，經濟部工業局，台北
- 王啟浩、徐士喬、王三郎，1998，蝦蟹殼廢棄物之堆肥製造與應用，工業減廢暨永續發展研討會論文集，<http://www.etc.org.tw/a03.htm>
- 世界環境與發展委員(World Commission on environment Development ,WCED)，2000，<http://www.gcc.ntu.edu.tw>
- 台灣大學全球變遷研究中心，2000，永續發展研討會論文集，P.15~23
- 行政院環保署，1999 年 3 月 31 日，邁向二十一世紀—永續環境資源與經濟研討會
- 行政院環保署，July 2001，環保法規、環保最新消息、環保國內現況，<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/index.htm>
- 吳先琪、丁健原、王美雪，1996.12，機動車輛生命週期研究(資源回收利用)，一般廢棄物回收發展基金會
- 吳翊民，2000，生命週期評估技術在台灣產業界應用實例之探討-以混凝土製品

- 業為例，中華大學工業工程與管理研究所碩士論文
- 吳瑞碧，蔣丙煌，葉安義，王峻禧，2000，果蔬汁產品生命週期非生物性資源之利用現況調查，行政院國家科學委員會補助專題研究計劃成果報告，計劃編號 NSC 89-2621-Z-002-030-，國立台灣大學農學院食品科技研究所
- 呂穎彬，1996，「生命週期評估簡介」，環境工程會刊，第七卷，第一期，37~42
- 呂穎彬，1998，生命週期評估資料庫應用，工業污染防治，第 66 期，p.113~140
- 呂穎彬，1998，資料庫應用與比較，工研院化工所，P.1~17
- 呂穎彬、丁執宇，2000，生命週期評估概論，工研院化工所盤查資料庫文件集，  
<http://www.itri.org.tw/iso14000/lca>
- 李育明，2000.2，生命週期評估之方法預模式探討，環境管理報導，第 16 期，
- 李育明，生命週期評估之方法與模式探討，環境管理報導第十六期，主題報導  
<http://emt.ema.org.tw/emt/issue16/issue16-3-5.htm> 杜政榮，環境管理的工具—
- 產品生命週期評估，生活科學學報，第四期，p.39~56
- 杜瑞澤、吳聰林、徐福麟，1997，應用環境評估軟體輔助產品開發過程中生命週期之評估，工業設計 第二十六卷 第二期，p.58~65
- 邢浩然、黃錦明，1998，巴爾賽公約對我國廢棄物的影響，工業污染防治，第 65 期，p.31~43
- 果蔬汁公會，1995-1998，國內飲料市場統計，台灣果蔬汁公會會刊
- 林素真、胡秋蘭，1998，生命週期評估方法探討-以石化原料業為例，工業污染防治，第 71 期，p.103~122
- 泣奉華、王素蓮、林畢修平、陳啟祥，1999，產品生命週期評估在盒裝豆腐製造業上的應用，財團法人生物技術開發中心，永續發展研討會論文集，340~347
- 邱信欽，1999，結合產品生命週期評估之廠商自發性能源管理研究—以一貫作業鋼鐵廠熱軋鋼品為例，國立中興大學資源管理研究所碩士論文。
- 洪美雲，1997，生命週期盤查資料品質概述，ISO-14000 速報，第 21 期
- 洪美雲，1997，從生命週期觀點考量能源選擇，<http://www.itri.org.tw>
- 許順珠，1996，LCA 資料品質的實施架構(上)，ISO-14000 速報，第 18 期
- 陳家豪，2000，綠色產品概念設計階段簡化生命週期評估方法之研究，國立成功大學機械工程學系碩士論文
- 陳振甫，1995.7，綠色設計之謎思與綠色生命週期分析之探討，工業設計，第 24

卷(3), p.11~16

陳雪娥, 葉蔭桓, 2000, 果汁綠色度之研究: 果蔬汁產品物質留之建立及能源利用之了解: 柑桔汁及番石榴汁加工物質流之建立及生物性資源之利用評估, 行政院國家科學委員會補助專題研究計劃成果報告, 計劃編號 NSC 89-2621-Z-030-002-, 私立輔仁大學食品營養系。

陳源德、官政能, 1992, 應用綠色環保觀念於產品開發之策略研究, 國立交通大學工業工程研究所碩士論文

單啟明, 1999, 生命週期衝擊評估技術比較與量化方法整合, 國立中興大學資源管理研究所碩士論文

楊致行, 1996, 生命週期評估之模式介紹, 工業技術研究院, 經濟部, <http://www.itri.org.tw>

楊致行, 1999, 生命週期評估之內容架構, 工研院化工所資料庫 <http://www.itri.org.tw/homepage/b/t400/lca/report/report5/index.htm>

賴明伸, 1998, 生命週期評估技術運用於產品之環境負荷分析, 環境管理報導, 第七期, p.22~26

外文部分

Allen, 1996, "Application of life cycle Assessment" in: Environmental Life-Cycle Assessment, edited by Curran

ANDERSSON, K. OHLSSON, T. AND OLSSON, P., 1998, Scerening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 6:277~288

Andersson, K. and Ohlsson, T. 1999. Including environmental aspects in production development: a case study of tomato ketchup. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 32, 134-141.

Andersson, K. and Ohlsson, T. 1999. Life cycle Assessment of Bread Produced on Different Scales. *The international journal of Life Cycle Assessment* (1), p.25~40.

Fava, J. A., J. W. Owens and R. C. Schenck, 1997, What are the Fundamental Difference in Environmental Impact Assessment, Risk Assessment and Life Cycle Impact Assessment *International Environment Systems Update*, 4(6):15~17

- K.Andersson et al , 1999, Including Environmental Aspects in Production Development :A Case Study of Tomato Ketchup ; *LWT*.32:134~141
- Kersterson, J. W. and Braddock, R. J. 1976. By-products and specialty products of Florida Citrus. Agri. Exp. Stations. Inst.of Food and Agricultural Sciences Uni.of Florida, Gainesville.
- Life Cycle Assessment software and consultancy by PRé Consultants  
<http://www.pre.nl/default.htm>
- Pre`Consultants B.V. , 1998 , Life Cycle Assessment , <http://www.pre.nl/lca.htm>
- Pre`Consultants B.V. , 1999 , User Manual , p.2~77 <http://www.pre.nl/default.htm>
- Society of Environmental Toxicology and Chemistry and SETAC Foundation for Environmental education Inc., 1991. , A Technical of Framework for Life Cycle Assessment, Workshop Report , SETAC , Washington DC .(Workshop held in 1990)
- Society of environmental Toxicology and Chemistry, SETAC , 1990~2001~ , A Conceptual of Framework for Life Cycle Impact Assessment. ,  
<http://www.setac.org>