

第十五章 食品產業減廢技術

蕭泉源

國立臺灣海洋大學食品科學系

一、前言

大量生產、大量消費、大量廢棄的經濟社會體系是地球資源耗損及嚴重環境劣化之主因，工業發展初期，為了要在短時間內能獲得最大的進展，在還未建立環保概念的情形下，由於不斷的開發與生產，不僅造成環境危害，產生的水、空氣及廢棄物之嚴重污染也使許多無辜的人民傷亡，如 1950 到 1970 年代發生在日本的四大公害（熊本縣水俣病、富山縣痛痛病、三重縣四日市哮喘、新潟縣水俣病），造成了非常嚴重的污染危害，事後補救就算給受害者再多的賠償也於事無補；現今空氣懸浮粒子（PM_{2.5}）、海洋塑膠微粒、水體優養化、珊瑚白化和環境賀爾蒙等污染，以及許多其他不可逆的危害也都是人類不當開發所造成。

全世界各國家為了經濟發展，仍極力發展工業，因此目前大部分的廢棄物主要來自工業生產之過程所產生，然而不論何種產業，如何考量產業廢棄物對環境的污染是當今世界各國都應關切的議題。人類生存的地球只有一個，為了永續發展，我們必須思考各種方式來防止、管制與改善各種可能造成環境污染的因子，並積極研發資源循環利用技術，提高資源使用效率，以達到永續發展的目標（張和鄒，2015）。政府為防止環境受到污染破壞，配合國際公約訂有相關的環保與廢棄物管理法規，如廢棄物清理法、水污染防治法、空氣污染防治法等供企業參考遵循，而隨著各種法規的建立，以及教育制度的完善，現今產業污染狀況已逐漸改善，但仍有很大改進的空間，產業必須確實做好廢棄物的管理，或是將之做成有用的副產物，能夠將對自然環境的消耗以及危害降到最低，順利地與大自然和諧共存。

「食品產業會是被污染者，但也會是污染製造者」，食品是將食材原物料經過加工而製成的產品，而其原物料種類繁多、來源不同，很容易遭受到各種的污染，因此可說是被污染的受害者，譬如農田易受到工業廢水污染而產出含農藥或重金屬的農作物原料，然而在製造食品的過程中也會有大量廢棄物的產生，而這些廢棄物在排放過程中也不經意的污染了環境，譬如魚漿在製造過程中會將魚肉中妨害產品彈性的水溶性蛋白質先漂洗掉（蕭，2018），因此會排放很多高濃度廢水至河川、海洋而造成周邊水域的污染，進而影響魚類的生態，所以食品產業也是環境污染的製造者。因此產業應就製造過程所產生的廢棄物、廢水或其他污染物，檢視是否能設法減量並能有適當的處理，對食品工業而言，廢棄物與資源僅一線之隔，為了降低廢棄物的產量，原先被認為不需要、必須丟棄的物質，應該被有效的再利用，以達到零廢棄之目標。經濟部工業局在推動食品產業減廢之輔

導可謂不遺餘力，協助業者在生產過程中掌握減廢的觀念，藉由物料替換、製程與設備之改良、操作與管理之改善等手法，降低資源與原物料的耗用及廢棄物的產出，再藉由回收再利用與廢棄物資源化等技術，將廢棄物減量與資源化（工業局，1999）。

「零廢棄物」是食品產業減廢的極致目標，因此在生產的每一個階段都要考慮其與廢棄物相關的聯結與處理，如此才能事半功倍達到綠色經濟、永續經營的目標。陳（2019）在食品產業趨勢之報告中提及未來食品企業會加強包裝的輕量化或生質及再生材料之運用，而更積極的考量全食材的利用及副產物的價值創造，或多方面的設法減少食品浪費等，將原廢棄或非標準規格食材，能加以有效利用；或利用 APP 或物聯網等科技對食材的量質充分掌握，降低剩食之餘，還可創造新價值等。食品產業研發減廢技術、實施減費措施，必定可因此減少物料與能源之耗用量、提高產品附加價值、降低廢棄物處理成本，進而提昇食品產業的競爭力與企業形象。

二、食品產業廢棄物

（一）食品產業

1. 種類

依據 2015 年行政院主計總處「中華民國行業標準分類」，將食品及飼品製造業定義為：「食品及飼品製造業從事將農、林、漁、牧業產品處理成食品及飼品之行業，如肉類、水產及蔬果之加工及保藏、動植物油脂、乳品、碾穀、磨粉及澱粉製品與動物飼品等製造」，其下共分為 10 個小類（包括飲料製造業與菸草製造業）、22 個細類，詳如表 1 所示。食品工業之上游為農業，下游為食品物流業與餐飲業，廣義食品工業包括食品機械、包裝材料及添加物。食品工業的產品種類繁多，22 種子行業（表一）中以動物飼品配製業、屠宰業、非酒精飲料製造業、菸草製造業、磨粉製品製造業、碾穀業、水產加工及保藏業等之生產量值所占比重較高。

2. 產業概況

食品工廠家數約 6 千家，其中絕大多數為中小型企業，從業人員約 13 萬 6 千人，2017 年產值為 6,022 億元，占製造業整體產值的 4.6%，排名第 8 位（食品所，2019）。食品工業之發展已由外銷導向轉變為內銷為主，並由早期以「出口賺取外匯，支持工業發展」的角色，逐漸轉變為「滿足國民食品需求，提高國民生活素質」的角色，並以全球化經營為目標。外銷產品以冷凍食品為最大宗，加工食品之進口值逐年上升，1997 年開始由出超國變為入超國，2017 年出口值 978 億元，進口值 2,466 億元，進口食品以冷凍食品、酒類、乳製品比重最大（食品所，2019）。

全球食品業排名前 10 名之跨國企業占全球市場<20%，食品市場已處於成熟階段，市場較為穩定，本土化仍具有相當的份量，產品逐漸朝精緻且多樣化發展。目前產業最重要的議題為食品安全與衛生品質，而產業自主管理、產銷履歷與追溯系統之實施即在維護食品之品質衛生與確保消費者的安全。現今環保意識抬頭，食品工業必須調整製程節省用水及減少廢物產生，研發加工廢棄物之收集與利用技術，以達到全物利用之目標。

表一、食品及飼品製造業行業分類

08 食品及飼品製造業	
081 肉類加工及保藏業	屠宰業、肉類其他加工及保藏業
082 水產加工及保藏業	水產加工及保藏業
083 蔬果加工及保藏業	蔬果加工及保藏業
084 動植物油脂製造業	
085 乳品製造業	
086 碾穀、磨粉及澱粉製品製造業	碾穀業、磨粉製品製造業、澱粉及其製品製造業
087 動物飼品製造業	
089 其他食品製造業	烘焙炊蒸食品製造業、麵條及粉條類食品製造業、製糖業、巧克力及糖果製造業、製茶業、調味品製造業、調理食品製造業、未分類其他食品製造業
09 飲料製造業	
091 酒精飲料製造業	啤酒製造業、其他酒精飲料製造業
092 非酒精飲料製造業	
10 菸草製造業	

資料來源：「中華民國行業標準分類」，105 年 1 月修正。

3. 產業特色

食品工業主要是以農漁畜產品為原料，經加工製造提供食用的行業，這些行業均有增加農漁畜原料產品之附加價值、延長產品保存期限、擴大產品販售範圍等作用，且俱備了以下之特色：

- (1) 民生首要必需工業；
- (2) 產品注重安全衛生；
- (3) 屬勞力密集產業；
- (4) 產品內銷為主，外銷為輔；
- (5) 具地域性、本土化；
- (6) 原物料占成本比重高；

- (7) 原料的依賴程度高，受季節性及地區性限制；
- (8) 產業進入障礙不高，產業競爭激烈；
- (9) 產業及產品種類多樣化，產業關聯性廣泛；
- (10) 中小企業為多，經營彈性大。

(二) 食品產業廢棄物種類與來源

1. 空氣污染物與來源

(1) 懸浮物(suspended solids)

使用顆粒狀或粉狀原物料 (如大豆、玉米及麵粉等) 之碾穀、磨粉及澱粉製品之產業容易產生懸浮物。

(2) 硫氧化物(SO_x)及氮氧化物(NO_x)

食品工廠需要殺菌、蒸煮或殺菁所需之蒸氣鍋爐或熱媒油鍋爐所產生之污染物。

(3) VOCs (Volatile Organic Compounds)及臭味

來源包括腐敗原料或不良品、燒烤與油炸味道及油煙、食用油以正己烷萃油、消毒劑、廢水池及廢水污泥之臭味。

2. 廢水來源

(1) 原料蓄養、解凍、洗滌、冷卻、放血過程；

(2) 蒸煮過程；

(3) 加工(如魚漿水洗)、漂白過程；

(4) 各種器具洗滌；

(5) 殺菌、殺菁及其冷卻水；

(6) 包材清洗過程(裝瓶、包裝過程)；

(7) 廢食用油；

(8) 廠區生活廢水。

3. 固體廢棄物來源

(1) 原料處理過程產生之殘物或下腳；

(2) 規格不符、不新鮮或腐敗原料；

(3) 加工過程產生之副產物(如鮪罐清除之骨頭、皮與血合肉)；

(4) 不良半成品；

(5) 不良成品；

(6) 原料裝載容器、不良包材。

(三) 食品產業廢棄物特性

食品產業在產銷過程中，常使用大量的農、林、漁、牧業之物料與資源，因此伴隨產生大量的廢棄物與廢水，其污染物種類則與其他製造業有很大的差異，其特性為：

- (1) 多為有機廢棄物；
- (2) 甚少毒害物質及重金屬等；
- (3) 廢棄物多(廢水量為製造業中最多)；
- (4) 容易腐敗；
- (5) 量因產品種類、季節等變化大；
- (6) 固體廢棄物可作副產物利用；
- (7) 廢水以生物處理為主。

食品產業廢棄物具有上述特性，因有害物少，發生公害機率低，而食品工廠付予附近居民之聽覺、嗅覺、視覺又較其他產業不靈敏，因此其污染情形甚少受到環保機構與媒體的特別關注或報導。食品產業多為中小企業，資金、技術、人才缺乏，業者又保守，廢棄物處理設施的建置往往較其他產業為遲，惟食品產業廢棄物尤其是廢水量大，若未經適當處理，必然會對環境造成傷害，因此廢棄物與廢水之處理當然是食品產業必需之設備項目，如何減廢以達到全物利用零廢棄物之目標是食品產業未來重要的課題。

三、減廢基本原則與方法

美國環境保護署 (USEPA) 最早將減廢觀念用於有害廢棄物之管理，即指任何藉由減量或減毒措施以達到減少有害廢棄物貯存、處理或處置設施負荷之目的，廣泛而言，即廢棄物生產過程或在進入處理系統之前即予控制，減少產量、降低濃度、改變其污染特性，以減少不必要之廢棄物產生，甚至可回收再利用，進而減少所需處理之負荷，而能經濟有效的解決工業廢棄物問題。美國國會技術評估局 (Congressional Office of Technology Assessment) 認為工業減廢須從工廠內部改善 (In-plant Changes) 做起，在生產過程中減少廢棄物之產生，但並不包括一旦產生廢棄物後之減毒、減量在內。世界各先進國家自 1975 年以來，已將傳統之廢棄物管末處理觀念轉為避免及預防廢棄物之產生，即廢棄物減量 (Waste Minimization) 之理念，部分國家也在法規中明訂廢棄物減量為國家環保政策的重要一環。

由國外之減廢經驗證實，廢棄物減量實為執行環保、污染防治工作最有效之策略，亦為國家環保政策的重要一環，環保署與經濟部已將工業減廢列為重要政策與行政計畫，積極推動廢棄物源頭減量，規劃資源永續循環策略，落實循環經濟觀念及作法 (環保署，2019)。在食品產業方面，經濟部工業局早就極力推動減廢之工作，先協助產業建立減廢的觀念，並藉由物料替換、製程與設備之改良、

操作與管理之改善，降低物料的耗用及廢棄物的產出，再藉由回收再利用與廢棄物資源化等技術，將廢棄物減量與資源化（工業局，1999）。

（一）食品產業廢棄物不當產生原因

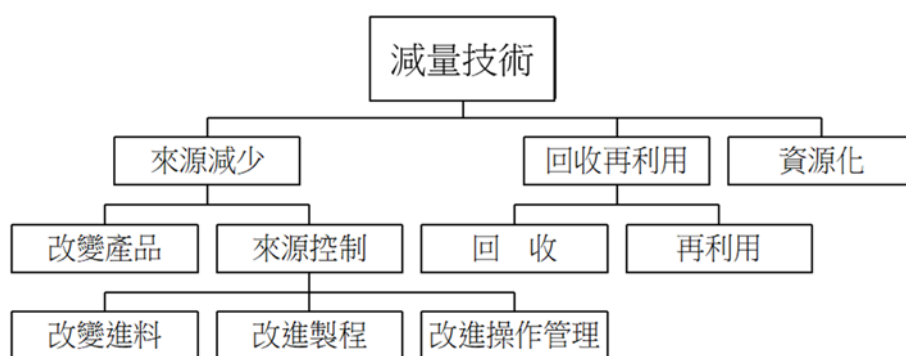
食品產業在製程方法、生產設備、工廠管理不當，以及製程技術的限制，因而產生過量之廢棄物，茲說明廢棄物不當產生之原因如下：

1. 製程方法不佳：包括製程設計、製程條件以及製程管制不佳等因素，而影響產品品質及良品率，不但會使產品產率降低、原物料消耗量大，而且往往把未成為產品之原料以廢棄物處理，既增加生產成本，也造成環境污染。
2. 生產設備不當：包括設備之設計與選擇、設備與管路維修等不當而使產品良品率降低、產生過量之廢棄物，如輸送設備銜接不良造成擠碰，使半成品受損；亦或管路(水、空氣、蒸汽)洩漏，不僅浪費能源，亦會使生產現場易遭受污染，同時影響了產品品質。
3. 原料進貨與處理不當：原料進貨諸如熟度與規格不符、鮮度不佳、進料時間與用量管制不當、物料分類分流不當等，皆會造成原物料變質或受污染，而形成廢棄物。
4. 加工操作不當：如於加工過程中，桶槽排料未完全時，使用大量清水清洗，造成大量廢水；或工作結束時的清洗作業不當，亦會產生大量廢水。
5. 生產過程排放：產品加工製造過程中，因使用原物料、能源、設備及技術限制，而必然會產生之各類型態污染物質。

（二）食品產業廢棄物減量原則與方法

美國 3M 公司很早就施行廢棄物減量措施及所謂的 3P (Pollution Prevention Pays)計畫，因為要提高該公司資源利用率、減少廢棄物之產生量，同時為減低廢棄物對環境或健康的危害，符合環保法規之要求，並達到經濟有效的污染防治目標，乃在廠內進行廢棄物的減量 (Reduction)、循環 (Recycling)、回收 (Recovery) 及再利用 (Reuse) 等減廢措施，以控制製程之污染源，待有效減少廢棄物的產生後，再做廢棄物的處理或管理工作，此減廢措施不僅彰顯環保效益，亦可增加生產利潤。

污染源減量為廢棄物減量最優先考慮執行之方法，而廢棄物最終處理則為最後之考量，其優先順序為：(1) 污染源減量（改進操作管理及製程技術、改變原物料及產品）；(2) 廢棄物再生、回收、再利用；(3) 廠外回收、廢棄物交換及利用；(4) 廢棄物處理；(5) 廢棄物最終處置。工業減廢是藉由完善的工廠管理、合理的製造流程以及良好的操作方式，使工廠由產來源減量、原物料取代、回收再利用等技術（圖一），將廢棄物的產生量降至最低，並提高了資源的有效利用率，以降低生產成本，提高產業競爭力。



圖一、廢棄物減量技術 (工業減廢評估，經濟部)

任何減少或防止污染產生的措施，通常係採用無污染或零排放之工業製程與技術為主，以避免廢棄物產生及儘可能設法減少廢棄物之產生量，並進行廢棄物分類，以利廢棄物之回收再利用等減量措施。國際間提倡「零廢棄物」觀念，係以綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源有效循環利用 (張和鄒，2015)。廠內污染的改善，可由改變原料、製程及廢棄物回收等多方面著手，簡言之，就是減少污染源及廢棄物之回收再利用。減廢措施首先必須要俱備有效的盤存管理，特別在原物料與成品的庫存盤點是非常重要的；而在製程改善更新方面，則包括改善操作及維護的程序、變更原料與製程設備之改善更新；減少廢棄物體積自然會減少廢棄物量，其方法包括將不同廢棄物分類或將廢棄物濃縮化；廢棄物回收再利用對產業的減廢、附加價值之提升以及生產成本之降低等非常有利，其回收的方法包括廠內回收再利用、廠外回收和廢棄物交換。茲參考經濟部工業局之報告 (工業局，1999)，就食品產業廢棄物減量原則與方法加以說明如下：

1. 原物料管理：

- (1) 妥善控制生產時程，避免呆料或太多成品；
- (2) 原物料與成品庫存的定時盤點；
- (3) 改變原料來源，如以原汁替代果實，以魚漿替代原料魚；
- (4) 原料全物利用。

2. 改進製程：

- (1) 變化操作條件或方法，如以蒸汽殺菁替代熱水殺菁；以 dry caustic peeling 用於果蔬之去皮可省水 3/4 及減少污染量；
- (2) 降低機械故障率；
- (3) 製程設備之改善更新，如改善貯存保溫設備或使用真空油炸設備等；
- (4) 減少廢棄物體積，將不同廢棄物分開或將廢棄物濃縮化。

3. 改進操作管理：

- (1) 加強員工訓練，改善操作習慣；
- (2) 機械定期檢查與維修；
- (3) 使用高壓清洗系統。

4. 回收：

- (1) 冷卻水回收；
- (2) 蒸氣冷凝水回收；
- (3) 廢棄物收集、分類與回收。

5. 再利用：

- (1) 包裝袋販賣或再利用；
- (2) 生產魚片之副產物（如鰓邊肉）再利用；
- (3) 魚皮製成調味休閒食品。

6. 資源化：

- (1) 內臟製成魚溶漿和飼料；
- (2) 魚鱗萃取膠原蛋白製成化妝品或保健食品；
- (3) 蝦蟹殼萃取幾丁聚醣製成化妝品或保健食品；
- (4) 鯊魚軟骨萃取軟骨素製成保健食品。

四、廢棄物有效利用

農漁畜廢棄物與副產品的開發利用，不僅減少環境污染，而且能變廢為寶，使廢棄物變成燃料、飼料、肥料、工業原料等，增加附加價值，促進產業的可持續發展。農漁畜廢棄物與副產品開發利用方式主要有以下 5 種：(1) 肥料：如稻殼、植物渣葉藉由微生物發酵，增加土壤有機質含量，提高土壤肥力；(2) 飼料：如作物秸稈經氨化或微生物發酵可製成優質飼料；利用動物臟器、骨毛等廢棄物加工成高蛋白飼料，促進養殖業的發展；(3) 食用成分的回收利用：如吳郭魚魚片加工之下巴製成調味燒烤產品；以咖啡葉生產茶飲；(4) 高價成分的萃取利用：萃取副產品機能性成分作為保健、藥用或工業用；(5) 能源：主要包括生物炭燃料和沼氣；(6) 建材、裝飾品：如貝殼的碳酸鈣成分可作建材材料或製成裝飾品。現就農業廢棄物、禽畜副產物、水產品廢棄物、高濃度有機廢水的開發利用分述如下：

(一) 農業廢棄物利用

農業廢棄物包括農作生產採收後殘留之資材，如稻殼、甘蔗渣葉及玉米桿

軸等農作剩餘資材，以及廢棄菇類木屑、蔬果殘渣、食品加工廢棄物等。農業廢棄物處理方式包含就地翻耕掩埋、作物栽培覆蓋、倉庫墊料、禽畜舍墊料、育苗栽培介質、飼料或飼料原料、堆肥、焚燒或掩埋、薪材燃料、資源回收、化製原料等（環保署，2014）。農產品加工副產物和菇類下腳料等富含營養和機能性成分，一般主要作為肥料、飼料，未充分創造經濟效益，須建立多層次循環增值利用，以下所述為農產廢棄物之各種利用方式（表二）：

表二、農業廢棄物回收利用

產 物	原 料	用 途
飼料	蔬果皮渣、稻稈、麩皮、粗糠、筍殼、茶渣、製酒酒糟、啤酒渣粕或菇類副產物等	適當比例混合轉成禽畜可利用之飼料原料，製成高纖副產物飼料
肥料	廢棄菇包、皮渣、麩皮、菜渣、粗糠等	固態發酵後加入微量元素製成肥料
包材和草毯	稻草、玉米桿、菇類副產物等	替代部分紙漿製成蛋盒包材、栽培覆蓋用資材、抑草地膜和抑菌墊料產品
清潔用品	菱角殼、苦茶粕和飲料作物副產物等	吸濕除臭包、手工皂、清潔劑、機能性清潔用品
保健食品	香蕉皮、香蕉花、青棗幼果、紅薏仁外麩皮等	助眠、保健食品；保肝解酒機能性食品；超臨界技術萃取薏苡酯製成機能性食品
化妝保養品	酒糟、紅薏仁外麩皮、芒果籽等	酒糟面膜、薏苡酯製成美妝保養品、芒果籽美白產品
食品成分材料	柑橘副產物、咖啡葉、啤酒渣粕、火龍果皮、水果皮等	橘皮精油、橘皮果膠、咖啡葉茶飲、啤酒渣粕酵母片、紅色素、天然防褐變材料
其他	菱角殼、甘藷下腳料、廢棄菇包等	菱角殼生物炭及土壤改良劑、甘藷下腳料生質聚合物、菇包貓砂材料

1. 飼料和肥料：

以鳳梨皮渣、稻稈、麩皮、粗糠或菇類副產物等適當混合轉變成禽畜可利用之飼料原料，再製成高纖副產物飼料；另以木黴菌與廢棄菇包固態發酵，製程中加入微量元素製成肥料後於水稻與草莓上施用。

2. 包材和草毯：

利用稻草或玉米桿替代部分紙漿製成可分解性蛋盒包材、植物栽培覆蓋用資材以及抑草之可分解地膜，另以菇類剩餘資材製成抑菌墊料產品。

3. 生質顆粒：

國立屏東科技大學「農林副資材循環利用創值開發中心」，把稻桿、枝條等木質農業廢棄物開發成各式生質顆粒或生物炭顆粒，做為肥料、土壤改良劑、活性炭等方式使用（林，2019）。

4. 加工副產品利用：

- (1) 飼料：茶渣作為鵝飼料原料；製酒後的最大宗副產物酒糟用以供應畜產業養牛、豬、羊，啤酒壓榨渣粕亦可製成飼料等。
- (2) 清潔用品：菱角殼加工做成吸濕除臭包、手工皂，將苦茶粕開發為清潔劑產品；飲料作物副產物則可製成機能性清潔用品。
- (3) 機能性食品：農委會所屬農業生技園區整合產學研學者專家，投入農業副產物之研發，利用香蕉皮及香蕉花開發成具助眠、保健等機能性食品；棗樹疏果後的青棗幼果，萃取具保肝解酒的機能性成分；運用超臨界技術自紅薏仁外麩皮萃取薏苡酯成分，製成保健食品。
- (4) 化妝保養品：高粱酒粕成分中含抗氧化物質阿魏酸 (ferulic acid)，其具有抑制酪胺酸酶 (tyrosinase) 的作用，具有幫助抗氧化及美白的效果，酒廠用酒粕製成面膜販售（林，2013）；自紅薏仁外麩皮萃取薏苡酯成分製成美妝保養品；芒果籽則可製成美白產品。
- (5) 食品成分：從柑橘加工副產物萃取橘皮精油，在柑橘皮中提取果膠；利用咖啡葉開發風味獨特的咖啡葉茶飲；以啤酒壓榨渣粕製造酵母片；自火龍果皮萃取甜菜紅素，開發天然食用色素；農委會高雄改良場利用水果皮提煉具有抗氧化的萃取物，開發天然防褐變材料。
- (6) 其他：菱角殼加工製成菱殼生物炭及土壤改良劑；甘藷下腳料澱粉質生產生質聚合物；農業藥物毒物試驗所副研究員李悅怡利用菇類剩餘資材製成木屑貓砂（彭，2019）。

(二) 禽畜副產物之利用

畜產副產物包括內臟(肝、腎、腸、胃、腸、心等)、腦、舌、尾、血、油脂、骨、毛皮、羽毛、蛋殼、死豬等，其中內臟、血、豬油、腦、舌、尾主要作為食用，豬皮除食用外，可萃取明膠；牛羊脂則可作為工業用油和飼料用；骨頭可供為食用和骨粉飼料以及萃取明膠用之材料；毛皮則為紡織品、皮製品、綿羊油之原料；從豬眼或雞冠萃取玻尿酸作為化妝保養品等多種應用。產業也積極將這些副產物以標準化處理後，經由異業結合，可利用這些副產物製作的產品，包括：羽絨、食品添加劑、調味料、酵素、激素、玻尿酸、膠原蛋白、鐵

劑、骨質材料等 (Pearson and Dutson, 1988; 黃, 2008; 譚與劉, 2008; 鄔, 2018)。
禽畜副產物除食用外之各種回收利用方式如表三所述：

表三、禽畜副產物回收利用

副 產 物	利 用
內臟(心、肝、腎、腸、胃、胰、脾、膽、胎盤等)	1. 部分供食用 2. 動物或養殖飼料 3. 腸胃道褪黑激素與凝乳酶之萃取 4. 萃取牛磺酸 5. 自胎盤萃取生理活性物質
血液(血漿和血球)	1. 應用於血糕、香腸、布丁、麵包與餅乾等 2. 超氧化物歧化酶、Transglutaminase 等酵素萃取 3. 高蛋白飼料添加物 4. 血漿可作為食品結著劑
骨	1. 供為食用 2. 骨粉飼料、肥料 3. 萃取膠原蛋白、明膠 4. 保健食品鈣與軟骨素之原料 5. 由雞骨萃取氫氧基磷灰石 (hydroxyapatite)
毛皮	1. 豬皮供食用 2. 製成皮衣、皮夾、皮革等皮製品 3. 萃取膠原蛋白、明膠 4. 綿羊油原料
油脂	1. 供為食用油 2. 牛羊脂作為工業用油和飼料用油
羽毛	1. 羽毛粉作為動物高蛋白飼料 2. 羽絨衣物

1. 飼料：

- (1) 羽毛粉：家禽羽毛製成之羽毛粉 (feather meal) 可作為動物飼料的優質原料之一。雖然羽毛粉中甲硫胺基酸、離胺酸及組胺酸等動物必需胺基酸含量較少，但其含高量之蛋白質與胱胺酸，且價格較低，在近年全球性飼料原料短缺之際，羽毛粉已被視為極具潛力之動物飼料原料之一。
- (2) 牛副產物：將牛副產物如牛血、牛臟器、骨骼、廢棄邊角料等加工為生物多肽，轉化為飼料中可以被吸收利用的蛋白質來源，可提高牛副產物之附加價值。

- (3) 雞肝：臺灣大學動物科學技術系陳億乘教授發現雞肝水解物可降低血液中的三酸甘油酯濃度，對於動物心血管、腦部保護及肝臟具有良好效果，未來若能應用於寵物保健食品，將有很大商機。

2. 保健功效之成分：

豬隻屠宰後 60% 為內臟、血液、骨頭、蹄等副產物，可善加運用於功能性食品、美容產品、保健營養品、醫藥等領域，如由豬肺萃取出膠原蛋白成分，可應用於醫學美容；豬脾經酵素水解後，可由水解物中萃取出具有保健功效之成分，可抑制脂肪細胞分化、抗發炎反應、過敏免疫調節等，商機相當大。

3. 明膠：

傳統上國人均將豬皮油炸做為食物，或是整張加以處理製成皮衣、皮夾等皮製品。明膠產品的原料來自豬、牛動物皮組織，特別是豬皮為生產高單價、無色之高級明膠的優質原料，主要用途包括藥用膠囊、軟糖、果凍，及做為細菌培養基、書冊糊劑等。

4. 氫氧基磷灰石：

雞骨之主要成分為氫氧基磷灰石 (hydroxyapatite) $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ ，與人骨組織的成分相同（人骨無機成分中約含 60-70% 氫氧基磷灰石），具有潛力作為骨科與牙科手術之骨填補材。此外，源自於生物體之氫氧基磷灰石含有鈉、鉀、鎂、鋁、氟及氯等元素，相較於化學合成之氫氧基磷灰石有更高的骨再生效率，Luna-Domínguez et al. (2018) 將雞骨乾燥後研磨成顆粒，以 1000°C 高溫處理 30 分鐘，再將雞骨顆粒磨碎到可以通過 400 mesh 孔徑大小之篩網，可做為骨填補材料。

(三) 水產品廢棄物利用

魚類加工產品種類繁多，一般而言，其廢棄物包括魚頭、內臟、骨、鰭、尾、皮、鱗、蒸煮液等，因非常容易腐敗，在回收處理運用時，必須考慮新鮮度，鮮度不佳的廢棄物，處理後之產品僅只於作為魚粉、魚溶漿、魚油及其他低價肥料等用途，若要生產高單價產品，則須使用鮮度高之廢棄物原料。各種魚介類之廢棄物平均占總重的四分之一至三分之二，如能有效加以收集利用，並萃取機能性成分以供健康食品之用（蕭，2001；蕭，2018），當可減輕加工成本，減少環境污染。歸納水產廢棄物回收利用之例子如表四所示：

表四、水產廢棄物回收利用

產 物	原 料	用 途
魚粉、魚溶漿、蝦殼粉	內臟、頭、骨、殼等廢棄物加工	飼料用

	而成	
幾丁質、幾丁聚醣、葡萄糖胺 (Glucoseamine)	蝦、蟹等之殼加以酸鹼處理萃取之	生物化學用藥劑、凝集劑(廢水處理)、化妝品原料、醫療用材料、人造纖維、保健食品
軟骨素	鯊魚軟骨	保健食品(關節)
貝殼粉	牡蠣殼、貝殼磨碎或精製	保健食品(鈣)、飼料、融雪材料、脫磷材料
裝飾品	貝殼	貝殼裝飾品
氫氧基磷灰石 (Hydroxyapatite, HAp)	以化學方法精緻魚鱗、魚骨	生物陶瓷材料、醫療用(人造骨、人造牙根)
貝粉、貝精	濃縮乾燥貝類加工煮液	保健食品(鮑魚粉;牡蠣粉)
呈味成分(胺基酸;核苷酸)	回收、濃縮與乾燥加工煮液中 所含呈味成分	天然調味料、醬油、湯
蛋白質	魚漿水洗廢液或內臟回收	飼料添加物
膠原蛋白	魚皮、魚鱗、內臟、魚骨、鰭、鰾及頭足類外皮萃取	醫藥、攝影工業、保健食品、化妝保養品、明膠、膠原蛋白紡紗纖維
胜肽類; 酵素分解物	下腳、廉價魚肉發酵、萃取	保健食品、化妝品
牛磺酸	內臟、血合肉萃取	保健食品、運動飲料
EPA、DHA	由魚油萃取	保健食品(心血管)
鯊烯(三十碳六烯酸)	由深海鯊魚的肝臟萃取	化妝品、保健食品

1. 飼料：

台灣水產養殖業發達，需進口大量魚粉供為飼料之用，部分加工業以低廉原料或利用各種加工副產物如頭、內臟、尾、鰭、骨、血合肉等經加工製成魚粉、魚溶漿，再進一步作為養殖飼料。魚溶漿俗稱魚精，係以內臟、魚頭或煮汁為原料，經自家消化水解使成可溶性之液狀製品，適合作為誘引劑或魚類幼苗飼料用(蕭，2018)。

2. 膠原蛋白：

膠原蛋白與明膠傳統上多以陸生哺乳動物為主，由於狂牛症、口蹄疫、禽流感等動物疾病持續爆發，取自陸生動物之膠原蛋白的安全性受到質疑，而宗教因素如伊斯蘭國家不能使用豬隻原料而限制其銷售，因此近年來以水生動物為原料之膠原蛋白受到喜愛。水生動物膠原蛋白可由魚皮、魚骨、鰭、鱗、鰾及頭足類外皮等直接利用酸鹼或配合酵素從組織分離萃取出(Huang et al., 2011; 黃和蕭，2011; Hsieh et al., 2016)。膠原蛋白係構成動物支持組織的結構蛋白，

其提取製品經由適當處理後，可依應用的需要而製備成不同型態，已廣泛應用於醫藥、生物研究、攝影工業、保健食品與化妝保養品等眾多領域。因具有非抗原、低免疫性、生物相容性、不具毒性、可調整其生物降解性等特性，可加工成敷料及人工皮膚等生醫材料；膠原蛋白具有分散作用、乳化效果及膠質化功能，能改善食品之物性、化性、外觀、風味，以海洋膠原蛋白為主的保健食品及飲料也是近年流行的產品；又因具有保水功效，經水解後所形成的小分子產物，較容易經皮膚吸收，可作為化妝品中的營養劑，增強皮膚水合能力與張力，促進皮膚創傷癒合及表皮自然成長（賴等，2007；Chai et al., 2010；黃和蕭，2011）。

3. 幾丁質與幾丁聚醣

幾丁質 (Chitin) $(C_8H_{13}O_5N)_n$ 是自然界含量僅次於纖維素之含氮多醣類物質，為蝦、蟹、昆蟲等甲殼的重要成分，萃取幾丁質首先用氫氧化鈉液除去蛋白質，然後以鹽酸除去鈣鹽，剩下的就是幾丁質，幾丁質經脫乙酰醣處理後可得幾丁聚醣 (Chitosan)，幾丁質與幾丁聚醣是一種多功能、對環境友善的材料，俱有生物相容性（毒性低、不會產生抗體等）、生物活性（降膽固醇、降血脂、降血壓、增加免疫功能）、成膜性、成膠性、在酸性溶液帶正電（抗菌、吸附、止血）等特性，因此可作為傷口敷料、手術縫合線、抗菌防臭布料、保健食品、減肥食品、固定化酵素擔體、化妝品，亦可做為果汁澄清劑、水果保鮮劑、廢水處理劑等，普遍應用在農業、醫藥、食品、化工、環保等領域（Hamed et al., 2016）。

Luna-Domínguez et al. (2018) 將蝦殼浸泡於高濃度的氫氧化鈉，再 70°C 下處理 2 小時，接著以清水沖洗中和 pH 值並乾燥，再以醋酸與甘油混合液處理，最後產生之膠狀物乾燥後取得幾丁聚醣膜。進一步以雞骨與蝦殼分別製成之氫氧基磷灰石骨填補材與幾丁聚醣膜，將兩者組合搭配應用於牙科手術，以富含氫氧基磷灰石之雞骨顆粒作為骨缺損的填充基質，再覆蓋上蝦殼幾丁聚醣膜，保護血塊與防止其他組織進入骨缺損部位，促進骨缺損部位修復與再生，可應用於植牙過程中的導引骨再生手術 (guided bone regeneration)。

4. 調味料：

郭等 (2017) 利用黃鰭鮪加工副產物之血合肉釀製魚醬油；鯖魚蕃茄漬罐加工過程產生之蒸煮液量大，含蛋白質、胺基酸、核苷酸與脂肪等，蒸煮液經濃縮、去脂、去腥、添加塑形劑（乳糖及環狀糊精）與噴霧乾燥處理製成調味料基質粉末，再以粉末為基礎開發不同配方之調味料。利用鯖魚蒸煮液以醬油麴與紅麴生產魚露，既可有效利用蒸煮液、減少廢水處理費用，亦可開發含有紅麴機能性成分之魚露新產品（卓，2006）。

5. 牛磺酸：

水產生物含豐富牛磺酸，尤其軟體動物最多，內臟器官及血合肉亦豐。牛磺酸具有調節細胞滲透壓、抗氧化等功能，牛磺酸可促進嬰兒成長，對嬰兒腦部及眼部發展有良好影響，提神飲料常添加，對貓而言是必需胺基酸。鯖魚內臟以牛磺酸為最主要之游離胺基酸(約 500 mg/100g)。熱水抽出優於三氯醋酸萃取，抽出液經脫色、脫臭及去脂，製成凍乾粉末，再經以陽離子交換樹脂分離純化，回收率 67%，最後經酒精處理可得結晶之牛磺酸。由萃取至結晶之整體回收率約為 30%(林，1999)。

6. 酵素水解物—胜肽類：

鯖魚肉水解物之總游離胺基酸與胜肽類水解後大量增加，甲肌肽及肌肽亦存在於水解液中。水解物具氧化能力，胜肽類與游離胺基酸量增加與抗氧化增強有關(Wu et al., 2003)，水解物抗氧化胜肽分子量大多低於 2000 Da，能力較強者為 920-660 Da 之胜肽。魚肉酵素水解物除具抗氧化傷害之效果(Chai et al., 2013)外，更富含呈味之游離胺基酸及具生理功能之胜肽類，可利用於開發天然抗氧化劑兼具調味功能及其他療效之天然機能性食物。

7. 氫氧基磷灰石：

氫氧基磷灰石(HAp)為魚鱗主要成分之一，約占 21~53%，魚鱗之 Ca/P 比會因不同魚種而有差異。HAp 為良好之生物相容性與生物活性材料，植入人體後不會引起排斥性與毒性等不良反應，常被以各種的型式移植入體內做為硬骨組織替代品，目前在齒科及整型外科方面應用極為廣泛。除了做為移植用材料外，HAp 表面官能基具有很強吸附力，可用來吸附一些小分子藥物做為藥物載體，或用來吸附純化蛋白質。

8. DHA 及 EPA：

水產加工過程所衍生出之大量魚頭、骨及內臟等廢棄物，富含具機能性效果之高度不飽和脂肪酸 DHA 及 EPA，為水產品獨特營養素，可預防心臟血管疾病，促進嬰兒腦部發育，經萃取後作為保健食品。

9. 殼之利用：

牡蠣殼之利用包括：造景與藝術品、飼料和肥料、沙包、生物濾床、再生殼外，可經高溫煅燒製成活性鈣作為保健產品，此外，珍珠層萃取液可製成化妝保養之原料。

(四) 高濃度有機廢水利用

食品工業幾乎都是將天然原料處理加工，所以處理後的殘渣或濃厚廢液等，一般都儘量不經過稀釋、濃縮再回收，而直接做為動物飼料或肥料利用，食品

的洗滌水，其廢水中所排出的物質可能含有可回收的有用物質，然而大都被稀釋，所以不容易濃縮，或者很容易變質、腐敗，除非有較大經濟價值，其回收機會較少，而高濃度廢水則較有機會可能被加以運用，高濃度廢水處理成本甚大，為獲得減廢效果，應檢討其再利用價值。對食品工廠的高濃度有機廢液加以分析，將會發現其中含有許多有用的成分，如將廢液回收分離，製成副產物銷售既可達到減廢目的，亦能創造利潤。經由分離回收所得食品產業高濃度廢水製成之主要副產物產品如下所述：

1. 飼料：

將浸泡過水產品的廢水，以及蒸煮蝦類、丁香魚、章魚、魷魚、螃蟹、貝類等水產物所得之濃厚煮汁，與米糠或麥糠混合成糊狀物，然後經過乾燥可製成含高蛋白質之難用飼料。魚肉、畜肉、黃豆等加工廢水如果在沉澱後，再以微過濾器篩分，將所得泥狀物中混入乾燥材料，再經乾燥之後也同樣可以製成高蛋白飼料。蒸餾酒（威士忌等）發酵廢液（濃縮液、酒粕、乾燥粉等）亦可製成飼料，有威士忌製造工廠將其蒸餾廢液以多效蒸發器進行濃縮，可製成家畜生長的飼料添加劑。

2. 調味料：

豆腐的浸泡廢水、製造味噌及醬油的黃豆煮汁、烤豬排的蒸煮廢水、製造水產乾製品的煮汁及肉類燉煮時的蒸煮廢水等，含有胺基酸、糖分等調味成分，皆可加以回收、濃縮、乾燥製成調味粉料，Chang et al. (2018) 即利用九孔鮑魚汁煮汁製成鮑魚精。筆者實驗室曾進行過牡蠣汁液的應用，牡蠣汁液含游離胺基酸與核苷酸等呈味成分，經收集濃縮後可做為牡蠣濃湯 (Shiau et al., 1990; Shiau et al., 1994; 蕭等, 1994; Shiau et al., 1995)，我們亦曾利用超過濾方法回收牡蠣水洗液汁中之蛋白質後再經發酵製成牡蠣醬油 (Shiau and Chai, 1999)。製作昆布的蒸煮水中含有各種呈味成分如肌苷 (Inosine)、麩胺酸等，此類蒸煮水可應用於製造麵糰及麵湯。

3. 蛋白質：

乾酪 (cheese) 製造業所產生的乳清廢水含有相當量的乳清蛋白 (Whey protein) 和少量脂肪，以及乳糖、維生素和礦物質等，因此自乾酪廢液中回收之乳清蛋白質已大量應用於食品添加物與健康食品等產業 (林, 2013)。自水產煉製品、魚漿以及澱粉工廠回收廢液中的蛋白質後可製成飼料。

4. 油脂：

食用油製造、油豆腐、炸魚板、炸米菓、魚肉、畜肉等加工廠廢水中含有大量油脂，可先以靜置分離出浮油，成為含水的廢油，再以溶劑將油抽出，或加入界面活劑使其變成乳化油，可利用作為鍋爐的燃料使用。食用油精製過程

中所分離排放出的高濃度廢液，經溶劑萃取處理，可得到含有高濃度維生素 D 或胡蘿蔔素等。

5. 其他產品：

橘子汁的加工製程中，以消石灰加入經榨乾之殘留物中，可再度壓榨分離出高濃度廢液，此高濃度廢液中含有感冒治療藥中所需的柑橘油，可用水蒸汽蒸餾回收；以洋蔥加入咖哩中製作成咖哩醬的工廠中，將加熱蒸煮中所排放出之氣體凝結，可以得到含有高價值的精油類的香料；蒸煮紅豆作餡時，會產生高濃度廢水，其中含有紅豆特有的單寧酸和四羥基聯苯 (Sapanin) 成分，經分離後有廣泛的用途。

五、結語

「食品產業會是汙染的受害者，但也會是汙染加害者」，生產過程產生的廢棄物與廢水，雖然甚少毒害，但種類繁多量又大，若未適當處理必然造成環境生態很大的危害。因此須在生產製造過程中掌握減廢的觀念，藉由物料替換、製程與設備之改良、操作與管理之改善等方法，降低資源與物料的耗用及廢棄物與污染物的產出，再藉由回收再利用與廢棄物資源化等技術，將廢棄物減量與資源化。

「零廢棄物」是食品產業減廢的極致目標，對食品工業而言，廢棄物與資源僅一線之隔，有效的再利用也是減廢的重要方法，而農漁畜原料的完全利用、達到零廢棄物的最終目標則是食品產業未來的重要趨勢 (蕭，2019)。表五以鯊魚原料全物利用為例說明水產廢棄物除了利用做為飼料或肥料之外，宜設法有效利用，化腐朽為神奇，製成食品、保健食品、化妝品、裝飾品、生物化學材料與醫療用材料(蕭，2018)，既可減少廢棄物之產生，降低廢棄物處理成本，亦能增加產品附加價值，使原料能夠完全利用，達到零廢棄物之最高境界。食品產業若能開發農漁畜原料全物利用的健康產業，必定可因此減少原物料與能源之耗用量、提高產品附加價值、降低廢棄物處理成本，而提昇食品工業的競爭力與企業形象，達成永續發展之目標。

表五、鯊魚的完全利用

部 位	利 用
肉	魚丸、鯊煙 (糖燻)、生鮮調理消費
鰭	魚翅
皮	魚皮 (冷盤、佛跳牆)、皮製飾品、膠原蛋白、明膠
骨	軟骨素、明骨 (藥材)、飾物 (鯊魚劍)、魚骨粉飼料
內 臟	魚肝油、EPA、DHA、維生素、鯊烯、飼料、餌料
頭	骨粉飼料、飾物

參考文獻

1. 工業局。1993。工業減廢評估。台北：經濟部工業局。
2. 工業局。1999。食品工廠減廢及廢棄物資源化。台北：經濟部工業局。
3. 主計總處。2015。中華民國行業標準分類。台北：行政院主計總處。
4. 卓雅怡。2006。鯖魚罐頭蒸煮液作為粉末調味料基質與魚醬油之探討。碩士論文。基隆：國立臺灣海洋大學食品科學系。
5. 林世斌。2013。發酵副產物之綠色奇蹟。科學月刊 523：522-526。
6. 林佑憲。1999。由魚類加工副產物萃取牛磺酸之研究。碩士論文。基隆：國立臺灣海洋大學食品科學系。
7. 林良齊。2019。屏科大成立農林副資材開發中心-木質廢棄物變生物炭。農傳媒 2019/5/7。
8. 食品所。2019。2018年食品產業年鑑。新竹：食品工業發展研究所。
9. 張啟達、鄒倫。2015。臺灣資源循環產業之永續發展策略。永續產業發展季刊 72：15-21。
10. 郭科良、楊涵婷、蕭泉源、蔡慧君。2017。黃鰭鮪加工副產物血合肉釀製魚醬油之研究。水產研究 25(1)：65-77。
11. 彭嘉琪。2019。貓奴福音-菇菇廢棄物變貓砂。農傳媒 2019/7/26。
12. 黃書政。2008。禽畜副產物的開發應用。食品工業 40(8)：1-2。
13. 黃鈺茹、蕭泉源。2011。不同水生生物來源所得之膠原蛋白物理與生物化學相關特性。海大漁推 41：17-51。
14. 鄔文盛。2018。畜產品加工。出自“食品加工學”，第7章。台中：華格那出版社。
15. 蕭泉源。2001。水產品廢棄物處理。出自“水產品供銷衛生安全講習會”，pp. 122-140，基隆：國立海洋大學漁業推廣委員會。
16. 蕭泉源。2018。水產加工。出自“食品加工學”，第8章。台中：華格那出版社。
17. 蕭泉源。2019。水產食品產業永續發展方向與策略。台灣水產，717：53-60。
18. 蕭泉源、陳冠文。2018。水產品的冷凍及冷藏。出自“食品冷凍冷藏學”(蕭泉源總校閱)，第11章。台中：華格那出版社。
19. 蕭泉源、蔡土及、邱思魁。1994。牡蠣加工廢水特性與呈味成分組成。出自“第十九屆廢水處理技術研討會論文集”，pp. 644-649。臺南：國立成功大學環境工程系。
20. 賴志行、吳佩蓓、吳純衡、蕭泉源。2007。吳郭魚鱗膠原蛋白酵素水解物抗氧化活性之探討。水產研究 15(2)：99-108。
21. 賴志行、蕭泉源。2010。海洋膠原蛋白之特性及其水解物之機能性。食品工業 42(1)：1-8。

22. 環保署。2014。農業廢棄物管理策略。行政院環境保護署。台北。
23. 環保署。2019。環保署108年度施政計畫。行政院環境保護署。台北。
24. 譚發瑞、劉登成。2008。禽畜內臟機能性成分之開發與應用。食品工業 40(8): 23-28。
25. Chai, H. J., Y. L. Chan, T. L. Li, C. Y. Shiau and C. J. Wu. 2013. Evaluation of lanternfish (*Benthosema pterotum*) hydrolysates as antioxidants against hydrogen peroxide induced oxidative injury. Food Res. Intl. 54: 1409-1418.
26. Chai, H. J., J. H. Li, H. N. Huang, T. L. Li, Y. L. Chan, C.Y. Shiau and C. J. Wu, 2010. Effects of sizes and conformations of fish-scale collagen peptides on facial skin qualities and transdermal penetration efficiency. J. Biomed. Biotechnol. vol. 2010, Article ID 757301, 9 pages.
27. Chang, Y. W., C.C. Lin and W. C. Sung. 2018. Studies on the development of small abalone (*Haliotis diversicolor supertexta*) essence and its antioxidative properties. J. Aquatic Food Prod. Technol. 27: 733-748.
28. Hamed, I., F. Ö zogul and J. M. Regenstien, 2016. Industrial applications of crustacean by-products (chitin, chitosan, and chitooligosaccharides): A review. Trends Food Sci. Technol. 48: 40-50.
29. Hsieh, C. H., C. Y. Shiau, Y. C. Su, Y. H. Liu and Y. R. Huang. 2016. Isolation and characterization of collagens from the skin of giant grouper (*Epinephelus lanceolatus*). J. Aquatic Food Prod. Technol. 25(1): 93-104.
30. Huang, Y. R., C. Y. Shiau, H. H. Chen and B. C. Huang. 2011. Isolation and characterization of acid and pepsin-solubilized collagens from the skin of balloon fish (*Diodon holocanthus*). Food Hydrocol. 25: 1507-1513.
31. Luna-Domínguez, J. H., H. Téllez-Jiménez, H. Hernández-Cocoletzi, M. J. García-Hernández, A. Melo-Banda and H. Nygren. 2018. Development and in vivo response of hydroxyapatite/whitlockite from chicken bones as bone substitute using a chitosan membrane for guided bone regeneration. Ceram Intl. 44(18): 22583-22591.
32. Pearson, A. M. and T. R. Dutson. 1988. Edible Meat by-Products. Advances in Meat Research, vol. 5, Elsevier Applied Science, London and New York.
33. Shiau, C. Y., and T. Chai. 1990. Characterization of oyster shucking liquid wastes and their utilization as oyster soup. J. Food Sci. 55: 374-378.
34. Shiau, C. Y., and T. Chai. 1999. Protein recovered from oyster wash water by ultrafiltration and their utilization as oyster sauce through fermentation. J. Marine Sci. Technol. 7(2): 110-116.
35. Shiau, C. Y., T. Chai and T. K. Chiou. 1994. Extractive nitrogenous components of oysters (*Crassostrea virginica*) and their released liquors. J. Fish. Soc. Taiwan 21(3): 281-291.
36. Shiau, C. Y., T. Chai and T. K. Chiou. 1995. Nitrogen-containing taste components of oyster wash water and changes in quantities during heat concentration. J. Aqua. Food Product Technol. 4(3): 75-88.

37. Wu, H. C., H. M. Chen and C. Y. Shiau. 2003. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). Food Res. Intl. 36: 949-957.
38. 陳麗婷。2019。2019全球食品產業趨勢-ITIS觀點。
ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>