



擠壓膨化技術 於 稻米加工製品之應用

文 / 圖 陳盈方

前言

擠壓膨化技術乍聽似乎陌生，但利用這項技術最廣為人知的產品，是用玉米為原料的休閒零食 - 「乖乖」，而常見的「燒番麥」、玉米棒等都是同種類的非油炸類食品。除了休閒食品之外，擠壓技術在食品界也受到廣泛運用，舉凡點心、嬰兒食品、即時早餐穀類，都是此項技術的多元化產品。所謂「擠壓」技術指的是利用外力使物料在特定容器中流動，受到不同程度的混合、搓揉與剪斷的程序，再進行蒸煮或加熱作用，原物料通過模口時產生組織化、成型及膨化作用的加工技術。「膨化」作用主要是原料在擠壓機中經高溫高壓，在通過模口後，壓力瞬間降低、水分散失及物料冷卻等影響，膨發成多孔性組織的食品。早在十九世紀末，人們已運用於塑膠成形，目前歐美國家則多應用於一般食品製造、寵物飼料加工及廢棄物處理，也可作為預煮澱粉及水解蛋白質製造等技術來源。



圖 1. 單軸擠壓機

擠壓加工系統之原理

一、食品擠壓技術主要運用的食品機械為「擠壓機 (Extruder)」，依技術類別可分為擠壓成型與擠壓熟化 (蒸煮) 兩大類，兩者加工方式之設備與技術不同。擠壓熟化 (蒸煮) 技術可細分為擠壓熟化與擠壓蒸煮技術，擠壓熟化主要使用單軸擠壓機 (圖 1)，擠壓蒸煮則可選擇使用單軸或雙軸擠壓機。機械的擠壓部分由套筒及套筒內旋轉物件所組成，集合物料輸送、壓縮、混合、搓揉、

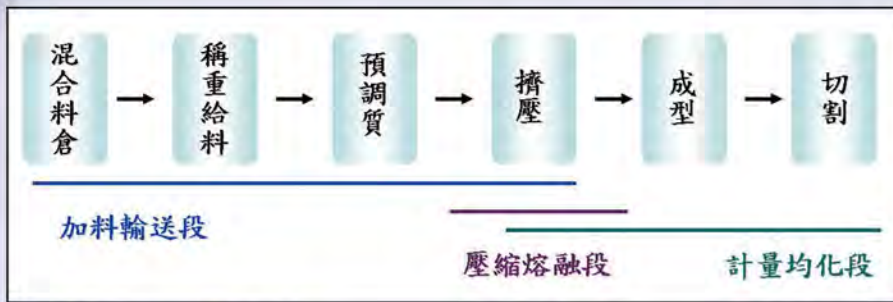


圖 2. 食品擠壓加工流程圖

剪切、加熱、殺菌、組織化、成型、膨發等功能，將物料經過高溫、高壓、短時間 (High Temperature Short Time, HTST) 作用後，將通過模孔的物料撐大，形成膨發性產品。

二、食品擠壓加工過程 (圖 2) 可分為三個階段，分別為加料輸送段、壓縮熔融段及計量均化段。

(一) 加料輸送段：疏鬆原物料自加料容器進入套筒內，隨著螺旋轉動，物料沿著螺槽方向向前輸送。

(二) 壓縮熔融段：整體物料受到機頭模板阻力，固體物料逐漸壓實，加上物料同時受到套筒外部加熱與內部螺旋強烈攪拌、混合、剪切等作用，隨溫度升高物料開始融合，進而形成半流態或流態的情況。

(三) 計量均化段：螺槽逐漸變淺，溫度及壓力上升作用持續進行，食品物料得到蒸煮，出現澱粉糊化、脂肪變性和蛋白質變性等一系列複雜生化反應，

產品組織進一步均化，最後定量、定壓地由機頭模板擠出。

三、食品擠壓加工系統由混合料倉、稱重給料、預調質、擠壓、成型與切割等 6 個部分所組成。混合料倉及稱重給料統稱為進料裝置，常用的有振動進料器、螺旋進料器及液體計量泵。預調質裝置有常壓與加壓之分，主要做為各種配料與水、蒸氣或其他液體成分混合，以提高物料的水分和溫度，成分混合及受熱均勻時，將物料輸送至擠壓進口處。擠壓裝置由套筒及其組件與螺旋組成 (圖 3A、B)，是整體擠壓加工系統的心臟，外部有加熱器供給熱量，加熱與冷卻是擠壓加工過程順利進行的必要條件，隨著螺旋轉速、擠出壓力、外加熱功率以及擠壓系統周圍介質的溫度變化，套筒中物料溫度也會相應產生變化，通常利用電阻或電感應加熱裝置來不斷調節套筒的溫度，以保證擠壓技術之溫度範圍。

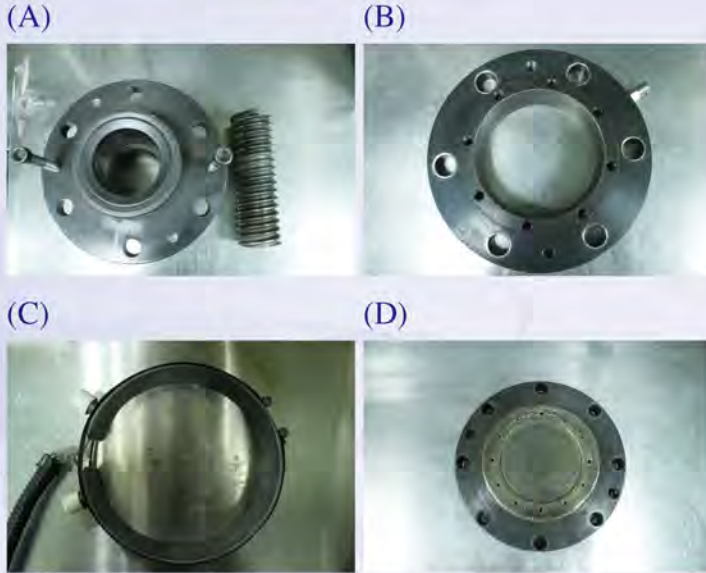


圖 3. 單軸擠壓機之擠壓系統組件：套筒 (A) 左、螺旋 (A) 右、套筒組件 (B)、加熱器 (C)、模板 (D)。

四、電阻加熱是用得最廣泛的加熱方式，該裝置具有外型尺寸小、質量輕、裝設操作簡易快速等優點，材質有鑄鋁加熱器、鑄鐵加熱器或鑄銅加熱器 (圖 3C) 等項。成型裝置又可稱為擠壓成型模板 (圖 3D)，模板上具有使物料從擠壓機留出時成型之模孔。模孔形狀多元，可依生產者需要進行設計，簡單者為圓形孔、環形孔、十字孔等，可根據產品形狀要求而改變。切割裝置常用者為端面切割器，切割刀具旋轉平面與模板端面平行，透過調整切割刀具的旋轉速度和擠壓產品的線速度來獲得所需擠壓產品的長度。

擠壓膨化加工系統之特點與應用

擠壓膨化加工系統之特點可略分為

以下 6 個面向：

- (1) 原料利用率高且無汙染：擠壓加工屬於密閉系統運作，除穩定生產狀態及順利關機需要頭料與尾料外，一般不產生原料浪費，且無廢水廢氣排放問題。
- (2) 營養損失小且利於消化吸收：高壓短時間的加工過程，使得食品營養成分受破壞程度降至最低，且產品外部形變的過程亦導致內部分子結構與性質轉變，例如澱粉大分子轉化為小分子之糊精和麥芽糖，便於人體吸收。
- (3) 口感好食用方便：穀物食品原料含有較多纖維素、維生素及鈣磷等礦物質，經擠壓膨化後，成品水溶性增加並改善口感，具有成品體輕、酥鬆及獨特的焦香味。
- (4) 澱粉不易老化便於儲存：植物體中天然生澱粉 (β_n) 加熱處理糊化後，會形成可食用的糊化澱粉 (α)，然而隨著時間延長漸漸乾燥脫水，會形成回凝澱粉 (β_R) 已老化的顆粒結構，然而擠壓技術乃將米穀類中的生澱粉進行預糊化作用，使得糊化澱粉仍能維持糊化 (α 化) 特性，不會變硬而難以食用。
- (5) 生產效率高：集供料、輸送、加熱、成型為一體，連續生產且節省能源。



圖 4. 以白米粗粉為原料之擠壓膨化成品



圖 5. 脆米球 - 擠壓膨化休閒食品，口感鬆脆，極適合作為零食點心。

(6) 應用範圍廣：可加工處理各種物料，經由模具更換可生產不同外形及花樣的系列化產品。

擠壓膨化加工系統可應用於稻米加工製品之研發，目前利用臺東縣主要種植的 4 個水稻品種，包括臺東 30 號、臺東 32 號、高雄 139 號及臺梗 2 號進行技術研發，結果發現各品種皆適合應用於擠壓膨化技術，增加臺東優質好米的利用性。糙米或白米不同原料型態皆可進行擠壓膨化稻米加工(圖 4)，完整米粒或用粗粉顆粒狀態均可進行製作，調整擠壓機械的加工條件製作不同產品，例如即溶性佳的早餐穀片、粉末型態的嬰兒食品或零食用途的休閒食品 - 脆米球(圖 5)。

結語

臺東縣農業環境得天獨厚純淨優質，為稻米主要產區之一，依據臺灣糧食統計要覽資料，本縣 101 年稻米年產量約 7 萬公噸，年產值約新台幣 17 億

元，以米食作為主食的營養價值相當完整均衡，包括有醣類、脂肪、蛋白質、礦物質、維生素 B 群及纖維，其中又以醣類為主要供應熱量的來源，因此除直接食用外，發展多元利用方式提供國人多重選擇，守護國人健康，是相當重要的米食加工發展方向，未來技術如臻成熟，預期可廣泛運用於稻米加工製品，增加全國米食消費量。擠壓技術本身具有產品成本低、形狀多、品質高、多樣化及無廢棄物等優點，相當具有發展潛力的食品加工新技術，本場研究之稻米擠壓膨化技術，整體製程未使用油炸方式又能保持製品的色香味，並可廣泛應用於沖泡產品原料或即食休閒食品製作，極符合現代少攝取油炸食品的養生概念，未來將混合不同穀物粉體進行後續研發工作，以增加米製品的利用及發展性，利用臺東在地特色作物結合多樣化加工產品之研發，期能增加農友收益，增進產業價值。