

米穀雜糧膨化加工技術

文圖 / 任珮君

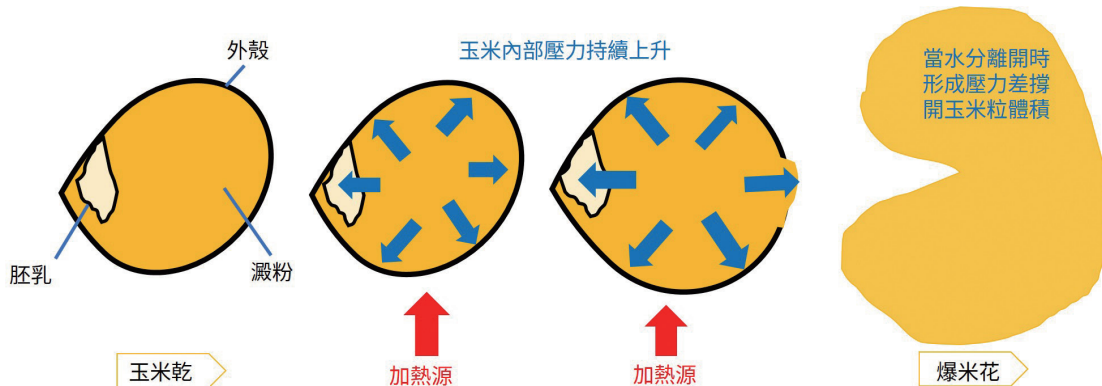
說到米穀雜糧的膨發產品大家第一個想到的是什麼？是廟口傳來陣陣的爆炸聲-爆米香？電影院人手一桶的爆米花？海口伴手禮-油炸蝦餅？還是號稱可以「保佑機器乖乖運作」的乖乖？膨化食品 (puffed food) 又稱膨發食品，是利用受熱發生相的變化和形成的壓力差，使得原料裡面的水分迅速升溫汽化，撐開食品的體積形成多孔性結構，並熟化原料組織形成特殊的香氣。由於膨化產品吃起來蓬鬆、酥脆，深受人們歡迎，因此常被做為休閒食品、點心等食用。就加工方式進行分類，可分為四大類型，如直接加熱、油炸、膨發槍及擠壓等產品，以下逐一介紹。

一、直接加熱產品

爆米花為世界上最早出現的膨化食品，早在西元前 3600 年人類便開始使用玉米乾製作爆裂玉米粒，15 世紀中南美洲的阿茲特克印第安人亦用爆米花作為衣服和祭祀禮儀用的裝飾品。隨著南美洲移

民，爆米花這項產品也被引進美國。因爆米花價格便宜且製作容易，很快的就成為 19 世紀美國經濟大恐慌時期零食的首選，販售爆米花的攤販及店舖如雨後春筍般於美國大街小巷林立。後續微波爆米花產品的推出，讓消費者可以隨時隨地都可以享受爆米花的美味。

爆米花的製作是將玉米粒放置於含有少許奶油的鍋中進行加熱，玉米粒受熱後進行膨化，即製成白白胖胖的爆米花。製作爆米花的玉米為爆裂種玉米，胚乳是由和蛋白質緊緊包覆的角質型澱粉顆粒組成，結構較緊密、硬度高、呈半透明狀，其外殼十分堅硬，能阻擋玉米粒中的水分釋出。無法釋出的水分使得玉米粒內部的壓力持續增加，當壓力超過外殼所能承受能力之時，水分自玉米粒底部較脆弱部分釋出，形成的壓力差使得水分瞬間揮發成水蒸氣，撐開玉米粒的體積。一般而言，水分含量介於 13-15% 的玉米粒膨化效果



直接加熱產品 - 爆米花原理

較佳，太乾或太濕（水分含量在 12% 以上或 16% 以上）爆裂效果不佳。

二、油炸產品

常見代表產品為油炸米香糖、麻荖、可樂果、真魷味等產品。油炸油為一個熱傳導和熱對流特性佳的傳熱介質，能均勻和快速的加熱食品，使得食品的温度快速上升熟化，並去除食品中的水分形成酥脆的口感。為了提高油炸膨化產品的膨化程度，部分產品會先將澱粉原料和少許水分混合後，經加熱、朔型、乾燥等處理製成水分較少且結構緊實的胚料，再進行油炸加工。

以油炸米香糖為例，油炸米香糖為臺灣傳統美食之一，早期臺灣經濟不富裕的時候，人們會以日曬的方式將吃剩的米飯曬乾成米乾。糊化後的澱粉於冷卻和乾燥的過程會發生老化回凝作用，澱粉中的直鏈澱粉和支鏈澱粉會和鄰近的澱粉形成氫鍵，重新形成整齊而緊密排列的澱粉結構，再進行油炸。老化的澱粉會阻止組織中的水分，使得胚料形成些微的壓力差，撐開原料的結構形成酥脆感。

三、膨發槍產品

常見代表產品為爆米香、爆黑豆，爆米香的起源來自 1901 年的美國，美國明尼蘇達大學亞歷山大安德森博士為了證明玉米澱粉顆粒中含有一定量的水分，將澱粉置於密閉容器中進行加熱，意外發現澱粉轉變成多孔蓬鬆結構，而後發展出膨發槍 (puffed gun) 之設備。膨發槍又稱爆米香機，因其外形類似槍砲的砲管俗稱大砲。膨發槍設備體積小便於安裝台車後方，故這種行動式爆米香車遍及 1920 年代日本的大街小巷，隨著日本殖民的步伐流傳到臺灣、中國大陸等地區，變成家喻戶曉的膨化食品。

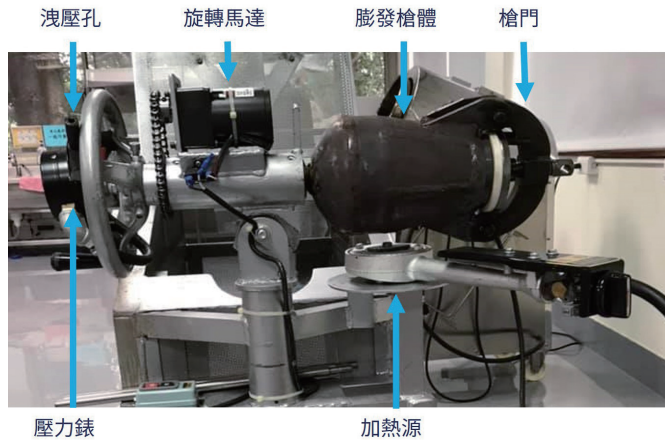
膨發槍是由膨發腔體、加熱源、旋轉馬達以及壓力錶四個構造組成，其操作步驟是將原料倒入膨發腔體後，將槍門控緊形成密閉結構，利用加熱源加熱使原料中的水分持續蒸發，提高腔體的温度及壓力。為減少原料於加熱過程發生燒焦的狀況，在加熱的同時，會打開旋轉馬達滾動膨發腔體，使原料均勻分散於腔體當中。當腔體壓力上升至一固定值打開槍門，腔體內外壓力差會使得原料中的水分揮發成



油炸膨化產品 - 米香糖、真魷味、可樂果



爆米香機構造



壓力錶

加熱源

水蒸氣，撐開原料的組織結構。膨發槍常用於澱粉類和豆類製品的加工，澱粉類原料常使用的膨發壓力為 $9-10\text{kgf/cm}^2$ ，豆類原料壓力為 $5-6\text{kgf/cm}^2$ 。油脂類原料因為於高溫條件下加熱容易發生出油、黏在腔體底部的狀況，故不適用於膨發槍操作。

四、擠壓產品

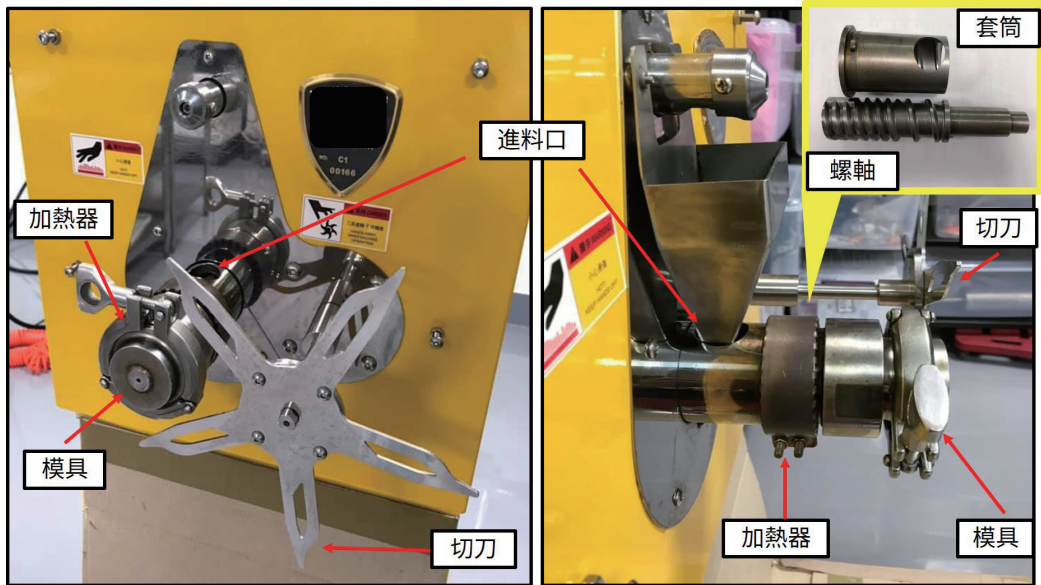
擠壓技術是一種利用機械力將原物料推擠、壓縮運送經過膜孔塑形的技術。早期主要應用於金屬零件、管路製造，將金屬原料進行熔融、塑形、切割成一個個大小形狀皆相等的零組件。是一直到 1970 年，才被引進食品產業，應用於穀物脆片、穀物棒、零食點心等加工製造。

擠壓機是由進料口、套筒、螺軸、加熱器、模具和切刀等區塊組成。當物料由進料口進入套筒時，螺軸的機械力會將物料持續往前方運送。套筒和螺軸間的剪切力與摩擦力將原物料割成小顆粒，並產生熱能將原物料加熱成熔融狀態。為提高產品的膨化效果，加熱器提高擠壓機套筒的溫度，增加其內部壓力。當熔融狀態物料

被推出膜孔回復到常壓狀態，物料中的水分瞬間揮發成水蒸氣，撐開物料的體積形成多孔狀結構。部分膨化產品會再搭配烘箱等乾燥設備，將產品的水分乾燥至 3-4% 提高脆度。相較於其他加工方式，擠壓膨化食品可藉由改變膜孔的形狀和切刀速度，生產不同形狀和長度的產品，產品較多元性且廣泛。

五、結語

膨化是利用原料於加熱過程形成的壓力差，撐開原料體積形成多孔狀結構，直接加熱、油炸、膨發槍和擠壓等方式都可以使原料發生膨化作用，尤其是澱粉含量較高者膨化效果較佳。膨化產品的多孔狀結構很容易發生吸濕和油脂氧化的狀況，因此可以利用選用透氣性較差的包材進行包裝、真空包裝、充填氮氣、添加乾燥劑等方式，延緩產品品質劣變之狀況。



米果機構造



運用米果機膜孔形狀和切刀速度之調整可生產多元化膨發產品