

珍珠粟膨化加工技術及應用

前言

珍珠粟(*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)為禾本科狼尾草屬雜糧作物，又名御穀、蠟燭稗，具耐旱、耐熱、耐瘠與耐鹽鹼等特性，主要分布於非洲、印度及南亞地區，在非洲為重要主食。珍珠粟脫殼籽實蛋白質含量為9%-21%，與其他穀類作物相比，有較高之蛋白質及維生素A含量，澱粉約占70%，為一具加工應

文、圖/ 林真如、蘇靖
用潛力之穀類。珍珠粟利用方式多元，從籽實到製粉皆有，如粥品料理或加工應用於餅類、麵包製作等(圖1)，也可用於釀造飲料。為因應氣候變遷並加速東部地區農業發展多元化，本場引進珍珠粟試種馴化，並透過食品加工開發多元利用技術，期能有助推動新興雜糧產業與加值應用。



珍珠粟脫殼穀粒



珍珠粟粉



薄麵餅(Roti)



穀物糖球(Laddoo)



脆片餅乾



傳統雜糧炸丸(Wadi)



蛋糕



印度脆餅(Puri)



麵包

圖1.珍珠粟於印度地區的多元應用方式(修改自Satankar, M. *et al.*, 2020^{註1})

註1：圖片引用Satankar, M., A. K. Patil, S. Kautkar, and U. Kumar. 2020. Pearl millet : a fundamental review on underutilized source of nutrition. Multilogic Sci. 10 : 1081-1084.

膨化加工原理

膨化也可稱為膨發，主要應用於澱粉含量高的作物如穀類，其原理為原料經加熱加壓後熟化，此時經由壓力差變化，原料中水分迅速升溫汽化，原料組織隨之膨開成多孔性結構，帶來膨鬆酥脆口感。如街頭上常見的爆米香即是利用膨發鎗膨化方式，將米粒倒入密閉鍋中，經加熱一段時間後，鍋內壓力增加，到達一定壓力值後開鎗洩壓，鍋內壓力突然釋放，米粒之水分瞬間汽化並膨化成為米香粒，伴隨著壓力釋放造成的巨大聲響。另外，看電影常搭配的爆米花是由玉米製成，不需利用壓力鍋直接加熱即可膨化，因為玉米粒外表有緊密包裹的種皮，形成一封閉狀態，加熱後每顆玉米粒都有如小型壓力鍋，壓力累積直到種皮裂開便爆成花狀。食品工廠製作膨化食品則多利用擠壓膨發加工

設備，可以混合不同顆粒或粉末狀的原料，搭配攪拌、蒸煮等功能，還能利用不同模孔做出字母、星形、動物等特殊形狀的食品。

珍珠粟以不同膨化加工技術之探討

一、擠壓膨化

擠壓膨化係指原料投入設備後經混合、切剪及高壓高溫蒸煮狀態，被推出模孔時因恢復常壓狀態，瞬間體積撐開完成膨化。本場利用單軸擠壓設備(源創C-1)製作珍珠粟米果(圖2)，將珍珠粟分別與白米及糙米，依不同比例混合製作米果，擠壓設備參數測試以主轉軸速度55Hz，送料轉軸14-16，溫度設定為95℃。結果顯示，珍珠粟米果成品外觀會隨珍珠粟添加比例增加而色澤變深，口感變硬；當混合比例相同時，珍珠粟糙米米果較白米米

果口感硬，惟香氣豐足；當珍珠粟添加量至50%以上時，成品具明顯之珍珠粟風味，與市售常見米香風味不同。另珍珠粟糙米米果之珍珠粟添加比例可達60%，珍珠粟白米米果

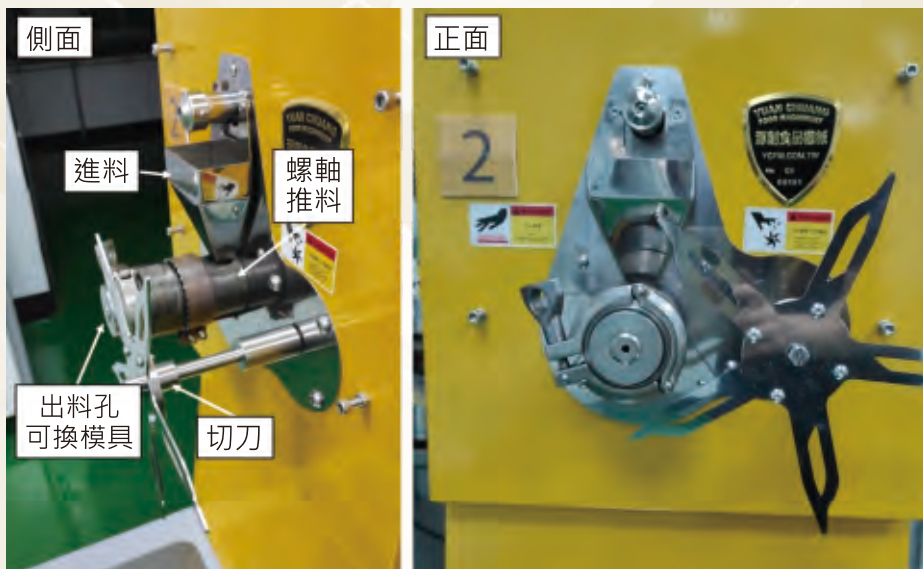


圖2.單軸擠壓米果機設備

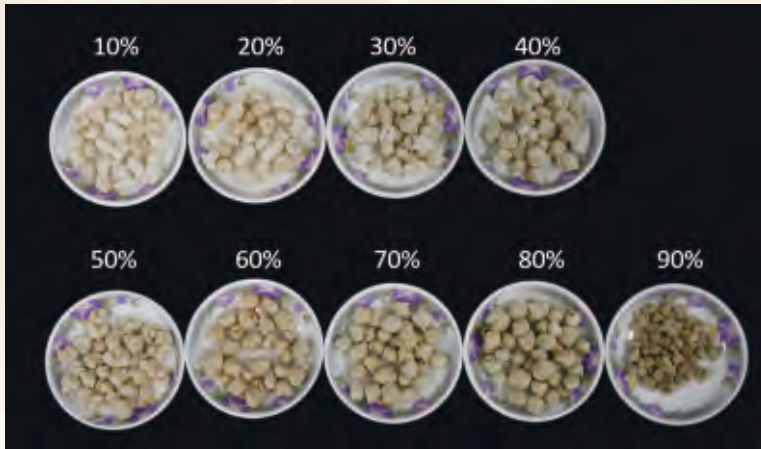


圖3.不同珍珠粟添加比例之白米米果顏色變化情形，達90%添加比例時膨化效果不佳。

添加比例則可提升至80%(圖3)。

二、利用爆米香機之膨發鎗膨化

珍珠粟可利用爆米香機進行膨化製作(圖4)，惟須注意原料水分含

量。採收調製的珍珠粟樣品水分含量約為10%(依據採收後調製作業略有不同)，以此條件下直接投入膨發鎗內加熱，因水分太少而導致澱粉無法順利預糊化，雖提高不同壓力磅數測試，仍發現無法膨發且成品焦化，調整原料水分含量約13%時膨化比例仍偏低，直至水分含量提升至15-17%時，珍珠

粟於膨發鎗壓力設定9-10磅間即可完全膨化(圖5)，成品外觀有如迷你版爆米花，可呈現珍珠粟獨特風味並帶有微甜香氣。

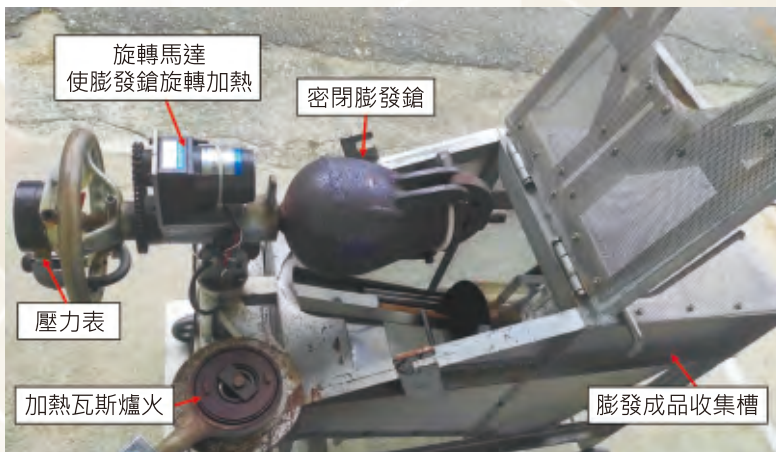


圖4.爆米香機屬於密閉膨發鎗系統設備

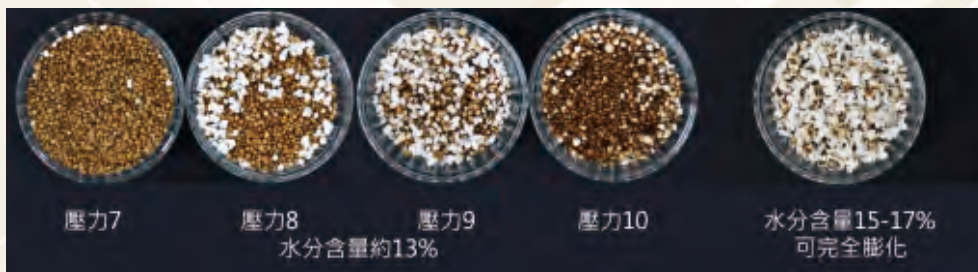


圖5.以膨發鎗方式膨化珍珠粟，原料最佳水分含量介於15-17%，壓力為9-10磅。

三、米餅機膨化

米餅機設備(源創G-2)係以上下開合加熱模具形成一膨發腔室(圖6)，原料投入腔室中夾合密閉加熱，開放釋壓後即膨化擴展成為米餅。以白米混合不同比例珍珠粟製作米餅試驗，設備溫度設定為275℃，速度9。結果顯示，當珍珠粟添加量為10%-20%時效果較佳，也可避免成品外觀出現空洞導致口感不佳，建議至多不超過40%。另外，珍珠粟原料也可粗碎後再進行米餅

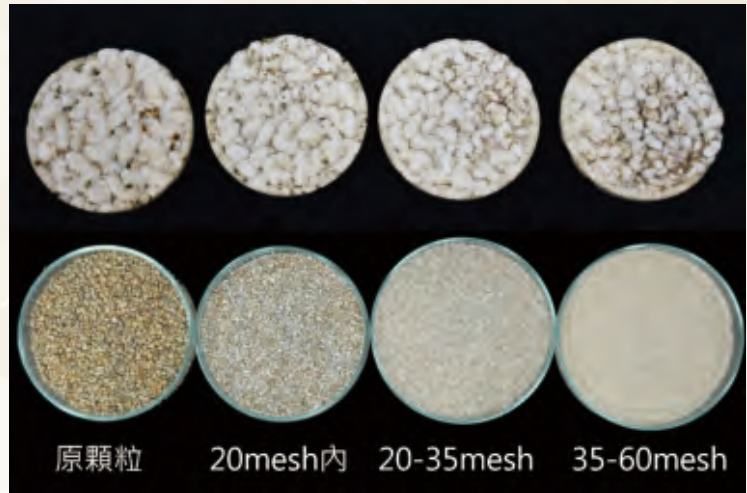


圖7.珍珠粟不同細碎程度過篩後製作之米餅外觀

膨化製作，可調和米餅適口性，減少咀嚼時之顆粒感，建議粗碎程度為35mesh以內，若原料為粉狀時，表面常易形成大量細黑粉末而影響成品外觀(圖7)。

結語

利用膨化預糊化加工技術可製作各式不同的膨化食品，從早餐穀物脆片，到玉米脆棒等各式零嘴，由於製作過程經高溫殺菌作用，以及成品中水分在釋壓時一併汽化，已達到降低水分含量及水活性之效果，無須添加防腐劑即可於室溫儲藏，目前初步試驗結果，珍珠粟米餅室溫存放六個月後才會開始產生油耗味，真空包裝方式則可改善上述情形(目前真空包裝貯存測試至8個月仍無油耗味)。珍珠粟適合利用膨化加工技術研發各式營養全穀食品，藉由建立各種不同膨化加工應用方式，有助於推廣此新興雜糧作物之廣泛應用。



圖6.米餅機設備