

不同品種白米經單軸擠壓之成品分析¹

陳依純²、蘇致柔²

摘 要

稻米為我國主要糧食之一，近年國人飲食習慣改變使得國內稻米市場嚴重萎縮，因此積極發展米食加工產品以提振國產稻米消費市場為當務之急。本試驗取用多種市面上常見稻米品種之白米作為試驗材料，以單軸擠壓機製作膨發成品，探討原料品種差異對膨發加工品質之影響，期能發揮國內水稻品種豐富之優勢，以增加產品特色。試驗結果顯示，‘台中秈 197 號’之直鏈澱粉與粗蛋白含量最高達 32.9%、7.29%，且其膨發成品具有最佳膨發率(4.63%)及低密度(11.48 g/ml)。低直鏈澱粉含量品種‘台中 200 號’之膨發成品具有低膨發率(4.16%)及低硬度(3,257.2 g)特性。本試驗結果顯示不同品種白米會影響擠壓膨發性質，可供穀物擠壓膨發應用之參考。

關鍵字：稻米、擠壓膨發、直鏈澱粉

前 言

稻米(*Oryza sativa*)為世界三大糧食之一，也為我國主要的糧食作物，具豐富的營養與機能性成分⁽¹³⁾。國內以梗稻為主要食用品種，其次為秈稻，但因開放進口農產品及受飲食習慣多樣化影響，國人食用米數量有逐年下滑趨勢，110 年降至歷史新低每人每年僅食用 43.3 公斤⁽²⁾。

為提高米糧消費量，增進國人食用國產稻米的機會，以提升糧食自給率，國內近年發展許多米食加工品項。擠壓膨發為乾熱預糊化之加工技術，依原料特性、進料速度、套筒配置、轉軸速度、模具規格等參數調整膨發條件，藉套筒、螺軸與其他機械結構作業，將原料送入加熱套筒中，經壓縮、混合、搓揉、剪切、加熱等加工過程，當原料經擠壓通過模孔時，壓力驟降促使材料內部水分瞬間轉化為蒸汽，將可塑性的材料撐開並經冷卻固化成為具多孔結構的膨發成品^(8,9,10)。擠壓膨發加工可連續作業，提供高效率產能，相較於其他加工製程，擠壓膨發原料不需太多水分且製程耗能相對低^(7,9,10)。可應用於不同穀物原料產出或製成各式型態成品廣泛利用於即食性產品，如穀物棒、沖泡飲、脆片與零食點心等商品。

稻米胚乳(白米)主要成分為澱粉，其含量、組成與構造影響米的理化性質^(4,14)。澱粉是由葡萄糖聚合成長鏈的多醣(polysaccharide)，又分為直鏈澱粉(amylose)與支鏈澱粉(amylopectin) 兩種聚合形式，直鏈澱粉為葡萄糖聚合成之線性聚合物，各單體以 α (1→4) 糖苷鍵接起成螺旋狀結構，會抑

¹ 農業部臺中區農業改良場第 1058 號研究報告。

² 農業部臺中區農業改良場研究助理、助理研究員。

制澱粉顆粒膨潤，而當直鏈澱粉比例越高則支鏈澱粉比例相對減少^(3,9)。於加熱糊化過程中該比例影響米的凝膠形成與黏度性質⁽¹¹⁾。食品中直鏈澱粉含量高者，其抗性澱粉含量通常也較高，較不易水解消化，有益平緩食用後的血糖表現⁽¹⁾，利用高直鏈澱粉品種米製成麵條，可減緩澱粉消化率且降低升糖指數⁽¹²⁾。以精白米測得直鏈澱粉含量，當直鏈澱粉含量高(25%)時該稻米黏性較低，口感較硬⁽⁵⁾。Saha 與 Roy(2022)指出膨發過程中直鏈澱粉含量多寡影響原料膨發體積，膨發高溫中直鏈澱粉其線性葡萄糖鏈結提供高強度的結構組成，使原料有更大幅度的膨發，以白米而言，直鏈澱粉含量落在 20-27%其膨發槍膨發效果較佳⁽¹⁶⁾。本試驗使用多種市面上常見稻米品種之白米分析其組成成分，並使用單軸擠壓機加工製成膨發成品，藉以瞭解不同總澱粉、直鏈澱粉及蛋白質含量對膨發成品加工品質之影響，初步評估膨發成品的膨發性質以供後續穀物膨發應用之參考。

材料與方法

一、試驗材料

‘台中194號’(TC194)為110年一期作、‘台中秈197號’(TC197)為109年二期作、‘台中200號’(TC200)及‘台梗9號’(TK9)為110年二期作，皆為臺中區農業改良場提供；‘高雄147號’(KH147)購自皇家穀堡股份有限公司；‘台農71號’(TN71)，購自億東企業股份有限公司。試驗樣品白米以新型4兩裝高速粉碎機(RT-N04，榮聰精密科技有限公司)研磨，過篩100 mesh，以提供後續試驗使用。

二、試驗方法

(一)總澱粉含量測定

參照AACC 76.13.01 (1976)試驗方法，使用Total starch assay kit (Megazyme Ltd., Ireland)，使用thermostable α -amylase 及 amyloglucosidase，作兩階段分解澱粉。精秤0.1 g樣品粉末，加入10 ml sodium acetate buffer (100mM, pH 5.0)，迅速加入0.1 ml α -amylase均勻後置入沸水水浴15 min，使澱粉樣品分解為maltodextrins並每2 min取出均質一次。置入50°C水浴平衡溫度5 min，再加入0.1 ml amyloglucosidase並均質，放回50 °C水浴反應30 min，使樣品分解為D-glucose。於室溫降溫10 min，取2 ml樣品溶液置離心管以13000 rpm離心5 min。取上清液1 ml加入10 ml sodium acetate buffer作混合稀釋，由稀釋液取0.1 ml加入3 ml GOPOD (glucose oxidase and peroxidase determination reagent)試劑，置於50°C水浴20 min，以510 nm測定該吸光值。

計算公式如下：

$$\begin{aligned}\text{starch}(\%) &= \Delta A \times F \times \frac{EV}{0.1} \times D \times \frac{1}{1000} \times \frac{100}{W} \times \frac{162}{180} \\ &= \Delta A \times F \times EV \times \frac{D}{W} \times 0.9\end{aligned}$$

ΔA ：樣品吸光值與blank吸光值之差

F：100 μg glucose/standard的吸光值

EV：樣品萃取體積

D：樣品稀釋倍數

W：樣品的乾重 (mg)

(二)直鏈澱粉含量測定

參考Yun與Matheson(1990)之試驗方法⁽¹⁷⁾，使用Amylose/amylopectin assay kit (Megazyme Ltd., Ireland)，精秤樣品粉末20-25 mg，加入1 ml DMSO(Dimethyl sulfoxide)且均質，沸水水浴1 min，再高速震盪均質後沸水水浴15 min，每2 min作震盪使DMSO完全溶解澱粉。取出室溫下靜置5 min後加入2 ml 95%乙醇(ethanol)，均質後再加入4 ml 95% 乙醇，上下倒轉數次後靜置15 min。以2000 g離心5 min，倒除上清液，並倒置15 min使殘液排乾使澱粉沉澱並除去樣品中所含之油脂與可溶性醣類。加入2 ml DMSO放入沸水水浴15 min，每2 min均質一次確認無結塊沉澱，離開水浴後即加入新鮮配置Concentrated Con A solvent 4 ml，並定容至25 ml即為溶液A (澱粉參考液)。

支鏈澱粉含量測定:取1 ml溶液A於2 ml微量離心管，緩慢加入0.1 ml Freeze dried Con A Solutin勿使起泡，上下倒置數次靜置1 hr以沉澱支鏈澱粉，再以14000離心5 min。取上清液1 ml加入3 ml sodium acetate buffer (1000mM, pH4.5)放入沸水水浴5 min以降解Con A酵素，移至40°C水浴平衡溫度5 min，加入amyloglucosidase/ α -amylase酵素液0.1 ml再回到40°C水浴30 min使澱粉分解為葡萄糖，以2000 g離心5 min，取上清液1 ml加入4 ml GOPOD溶液510 nm測定該吸光值。

總澱粉含量:取0.5 ml溶液A，加入amyloglucosidase/ α -amylase酵素液0.1 ml到40°C水浴10 min後取1 ml加入4 mlGOPOD溶液，再回到40°C水浴20 min與支鏈澱粉一同測定該項吸光值。

計算公式如下：

$$\begin{aligned}\text{Amylose}(\%, w/w) &= \frac{\text{Absorbance}(\text{Con A Supernatant})}{\text{Absorbance}(\text{Total Starch Aliquot})} \times \frac{6.15}{9.2} \times \frac{100}{1} \\ &= \frac{\text{Absorbance}(\text{Con A Supernatant})}{\text{Absorbance}(\text{Total Starch Aliquot})} \times 66.8\end{aligned}$$

6.15與9.2分別為Con A與澱粉萃取物之稀釋倍數

(三)粗蛋白質含量分析

秤取樣品0.2 g置於消化管，加入4 ml濃硫酸後於400°C加熱板進行消化分解，1 hr後晃動樣品使均質至消化完全，加入H₂O₂ 2 ml使樣品液還原澄清。使用凱氏氮自動蒸餾裝置(Kjeltec™8400, Foss) 進行粗蛋白質含量分析，樣品液加入鹼液進行蒸餾，以0.1N HCl滴定接收液測得樣品氮含量(N%)後，以氮轉換係數5.95計算蛋白質含量。

三、擠壓膨發試驗

以單軸擠壓膨發機(C-1，源創食品機械)進行試驗，入料轉速14 rpm，主軸溫度72°C，主軸轉速70Hz，切料速度14 rpm，每2 sec截切，製作不同品種白米之膨發成品。

四、加工指標

(一)色澤分析

膨發成品研磨成粉後以色差儀(color meter NE4000，日本電色工業株式會社)進行色澤分析，不同品種白米之膨發成品粉末填裝樣品槽至 8 分滿，測定其 L*、a*、b*值，每個樣品測定 3 重複取平均值。L*值代表色澤明亮度，100 為最亮、0 為最暗；a*值代表紅綠互補色，正值為紅色、負值為綠色；b*值代表黃藍互補色，正值為黃色、負值為藍色。校正白板:L*:97.97；a*：-0.34；b*：0.28。

(二)徑向膨發率(Puffed Rate)

隨機擇取10個膨發成品以數位電子式游標尺量測成品截面直徑後旋轉截面90度再量測一次取其平均為膨發成品之膨發直徑，再以膨發直徑除以模孔直徑3 mm即為平均徑向膨發率(mm/mm)。

(三)硬度(Hardness Analysis)

以食品物性分析儀(Texture Analyzer TVT 6700，Perten)測試，取10個長約5 cm膨發成品，使用671170探頭(Break Probe 70 mm Aluminium)進行三點彎曲折斷(Three Point Bend)，試驗參數：Pre test speed:1.0mm/sec；Test speed: 3 mm/sec；trigger force: 20 g，下壓至樣品破裂以求得硬度(Hardness)。

(四)水活性分析

取膨發成品粉末填入樣品皿至八分滿，使用手持式水活性測定儀(HP23-A, Rotronic)於室溫下分析，紀錄樣品水活性數值。

(五)水分分析

取 5 g 膨發成品粉末進行分析，使用水分分析儀(MF-50, Mettler Toledo)以 105°C 測定，紀錄樣品水分含量。

(六) 體積密度(Bulk Density)

參考詹⁽⁷⁾之試驗方式，隨機擇取膨發成品 15 個秤重後加入一定體積的油菜籽(rape seed)，置

於 250 ml 量筒中，輕敲數次至樣品高度固定不變，紀錄體積。

計算方式：

$$\text{體積密度} = \frac{\text{膨發成品重量(g)}}{\text{體積(ml)}}$$

四、統計分析

每種處理重複 3 次，所有數據均使用 R (4.2.2)統計軟體進行變異數分析(ANOVA)及最小顯著差異法(Fisher's least significance difference procedure, LSD)分析。

結果與討論

一、不同品種白米之澱粉、直鏈澱粉與粗蛋白質含量分析

澱粉含量以 TC194 最高為 84.83%，最低為 TC200 與 TK9 分別為 74.23%與 74.83%，直鏈澱粉含量以 TC197 含量最豐富達 32.9%，與王(2019)所測得數值 30.9%相較稍高⁽¹⁾。白米之直鏈澱粉含量因品種不同而有很大差異，可以直鏈澱粉含量分成：0-2%為糯米；10-20%為低直鏈澱粉含量；20-25%為中等直鏈澱粉含量；25%以上為高直鏈澱粉含量。且同一品種白米會因穀粒發育期溫度不同，使其直鏈澱粉含量有所變化，低溫環境下直鏈澱粉含量會增加，可達 6%以上差異⁽⁵⁾。國內水稻栽培一年有兩期作，第一期作大抵介於 2-7 月，第二期作由 8-12 月，其氣候狀態完全不同，溫度、日照量以及雨量等氣象條件不同，直接影響到稻米的物化性質⁽⁴⁾，導致直鏈澱粉含量差異。以直鏈澱粉含量區分，TC197 屬於高直鏈澱粉品種，KH147 屬中等含量直鏈澱粉品種，TC194、TK9、TN71、TC200 屬低含量直鏈澱粉品種(表一)。一般白米中粗蛋白質含量約 7%⁽⁵⁾，本試驗中粗蛋白質以 TC197 含量較高為 7.29%，TK9 含量較低僅 5.83%。

表一、不同品種白米之總澱粉、直鏈澱粉與蛋白質含量分析

Table 1. The total starch, amylose and crude protein content of rice with different variety

Varieties	Total starch(%)	Amylose(%)	Crude protein(%)
TC194	84.83±2.82 a	17.66±0.93 b	6.02±0.05 d
TC197	83.32±3.04 ab	32.90±2.27 a	7.29±0.14 a
TC200	74.23±4.17 c	10.23±0.36 c	6.85±0.10 b
TK9	74.83±4.96 c	18.40±0.41 b	5.83±0.36 d
TN71	79.89±3.93 abc	16.77±0.30 b	6.54±0.34 bc
KH147	76.71±5.22 bc	20.73±3.19 b	6.44±0.06 c

Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $P \leq 0.05$.

二、不同品種白米膨發成品之型態分析

操作溫度、轉軸速度、材料特性及水分含量會影響原料膨發效果。Ding等指出，當米原料水分含量增加時，於膨發過程中降低物料黏度及機械力作用，減少膨發成品之膨發率，使其密度及硬度變高、脆度降低^(9,15)，因此本試驗白米原料水分含量調整至12-13%，以減少水分含量對膨發成品的影響。不同品種白米擠壓膨發後成品型態有所不同，當膨發成品體積越大時體積密度會下降，TC197膨發成品之孔隙分布較其他品種膨發成品緻密(圖一、圖二)，其具有最高徑向膨發率4.63%及最低體積密度為11.48 g/ml，表示其膨發程度較其他品種之膨發成品佳(表二)；KH147、TC200具有最低膨發率(4.15%、4.16%)及較高的體積密度(16.96 g/ml、16.89 g/ml)，與前人研究相符。膨發加熱過程材料的粗蛋白質開展(unfolding)、變性(denaturation)，與澱粉產生交聯鍵結使膨發成品更好的結構強度而可以更為擴張膨大⁽¹³⁾。高直鏈澱粉含量之穀物原料膨發後結晶狀況較差，具較佳的膨發率，反之，低直鏈澱粉含量之穀物原料結晶狀況則較好，導致膨發率較差，本試驗中TC197粗蛋白質、直鏈澱粉含量最高的品種，其徑向膨發率均表現最佳，而低直鏈澱粉含量的TC200具有最低的膨發率，與前人研究相符，推估是由於高粗蛋白質及高直鏈澱粉含量可以促使更好的膨發效果。硬度表示為切斷膨發成品所需的力量，通常膨發成品的硬度與消費者接受度呈負相關⁽⁶⁾，TC200膨發成品具有具有較低硬度3257.2g，可能與其低直鏈澱粉含量相關，其餘品種膨發成品硬度則無顯著差異。

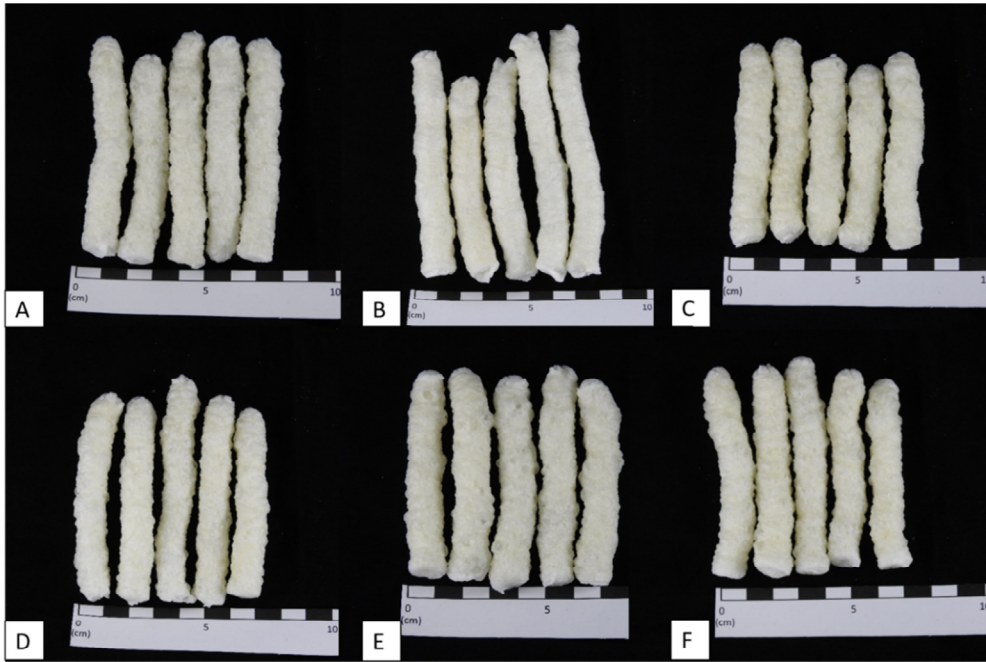
經擠壓膨發處理後，不同品種白米的膨發成品水活性均介於0.26-0.34區間，水分含量介於5.41-6.34%(表三)，經膨發處理後成品水分含量降低，且前人研究指出膨發成品具較低水活性(0.1-0.4)可抑制微生物生長並延長保存期限⁽¹⁵⁾。

表二、不同品種白米膨發成品之膨發率與硬度

Table 3. Puffed rate, hardness and bulk density of rice with different variety

Varieties	Puffed rate (%)	Hardness (g)	Bulk density(g/ml)
TC194	4.57±0.16 ab	3570.2±295.8 a	15.12±2.19 b
TC197	4.63±0.18 a	3435.8±250.8 ab	11.48±1.43 c
TC200	4.16±0.14 d	3257.2±431.8 b	16.89±1.76 a
TK9	4.48±0.10 b	3616.0±344.9 a	13.89±2.50 b
TN71	4.35±0.07 c	3674.2±342.1 a	16.99±2.37 a
KH147	4.15±0.11 d	3490.3±361.6 ab	16.96±3.24 a

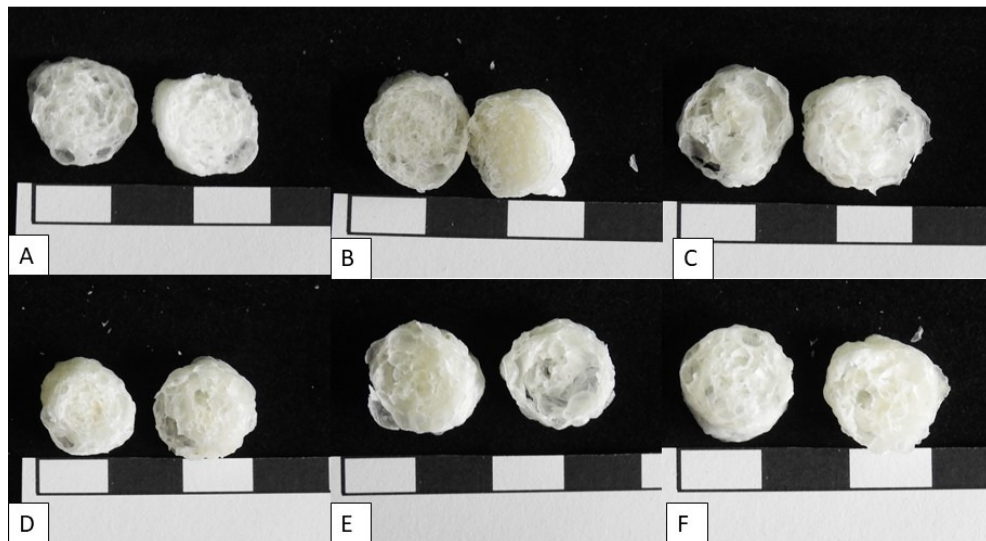
Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $P \leq 0.05$.



圖一、不同品種白米於相同擠壓條件下之膨發成品外觀。

(A)TC194 (B)TC197 (C)TC200 (D)TNG71 (E) TK9 (F)KH147.

Fig. 1. The puffed products of rice with different variety by single-screw extruder.



圖二、不同品種白米於相同擠壓條件下之膨發成品型態。

(A)TC194 (B)TC197 (C)TC200 (D)TNG71 (E)TK9 (F)KH147.

Fig. 2. The puffed products of rice with different variety by single-screw extruder.

表三、不同品種白米膨發成品之水活性、水分分析

Table 3. Water activity and moisture content of rice with different variety

Varieties	Water activity(Aw)	Moisture content(%)
TC194	0.29±0.02 b	6.13±0.30 b
TC197	0.30±0.00 b	5.41±0.14 e
TC200	0.33±0.00 a	6.34±0.10 a
TK9	0.34±0.03 a	5.89±0.08 c
TN71	0.26±0.01 c	5.58±0.06 d
KH147	0.31±0.01 b	5.96±0.07 c

Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $P \leq 0.05$.

三、不同品種白米膨發成品之顏色之影響

原料組成成分及加工過程溫度會影響外觀顏色，多因非酵素褐化(梅納反應與焦糖化)以及色素降解致使膨發成品產生褐色⁽⁸⁾，而影響消費者選購意願。Saha 與 Roy(2022)膨發槍試驗中，發現水分、粗蛋白質含量可作為膨發米感官接受度與色差的參考指標，粗蛋白質含量高之白米膨發成品，具較低 L*值，較高 a*與 b*值之特性⁽¹⁴⁾。本試驗中具有較高粗蛋白質含量的 TC197 及 TC200，其膨發成品 L*值表現較低，a*較高，具有較低粗蛋白質含量的 TK9 及 TC194，其膨發成品 L*值較高，a*與 b*值較低，但蛋白質含量高低與顏色變化趨勢不完全相符，可能除蛋白質含量外仍有其他因素影響膨發成品的外觀顏色。

表四、不同品種白米膨發成品之顏色分析

Table 4. Color of rice with different variety

Varieties	L*	a*	b*
TC194	87.44±0.27 a	0.50±0.07 c	10.36±0.17 e
TC197	85.03±0.92 d	1.46±0.32 a	12.58±0.24 b
TC200	86.29±0.53 c	0.80±0.05 b	12.26±0.39 c
TK9	87.25±0.42 ab	0.31±0.08 d	11.60±0.36 d
TN71	86.86±0.57 b	0.92±0.04 b	12.29±0.20 c
KH147	86.75±0.32 bc	1.34±0.11 a	12.94±0.25 a

Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $P \leq 0.05$.

結 論

擠壓膨發應用性廣，與其他食品加工製程比較相對節省能源，使用的原料特性與機具的參數設定密切影響膨發成品物性。本試驗結果顯示，不同品種白米的膨發成品水活性落在 0.26-0.34 區間，直鏈澱粉與粗蛋白含量影響膨發成品孔隙、膨發率及明亮度，以高直鏈澱粉含量品種 TC197 製成之膨發成品具有高膨發率、低密度且膨發成品孔隙分布較為緻密；以低直鏈澱粉含量品種 TC200 製成之膨發成品孔隙較大、膨發率及硬度較低且口感較佳。國內水稻一年有兩期作，氣象條件不同連帶影響產出稻米的物化性質。不同品種白米、不同收穫期作試驗材料在膨發製程中，應先了解該原料物化性質，以利調整膨發機操作設定參數，使膨發成品更臻完善。

參考文獻

1. 王柏蓉、鄭佳綺、吳東鴻 2019 初步建構國內水稻品種米質及澱粉特性相關指標資料平台 臺中區農業改良場研究彙報 143: 35-48。
2. 行政院農業委員會統計資料庫 <https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx> (下載日期：110.12.12)。
3. 洪梅珠 2003 米飯食味品質與澱粉特性間相關之研究(二) 臺中區農業改良場研究彙報 79: 41-50。
4. 洪梅珠、許志聖、陳隆澤、陳素娥、林國清、李超運、邱運全、黃秋蘭 2002 臺灣硬稻新品系之米質 臺中區農業改良場研究彙報 74: 25-43。
5. 宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 臺灣稻米品質之研究 臺中區農業改良場特刊第 24 號。
6. 陳旅揚 2015 不同膨發加工條件對米餅物理性質的影響 國立宜蘭大學生物資源學院食品科學系碩士論文 宜蘭縣，臺灣。
7. 詹依屏 2011 以加工模式系統-探討沖泡即食米穀粉理化性質及其品質修飾效果 國立中興大學食品暨應用生物科技學系碩士論文 臺中市，臺灣。
8. Dalbhat, C. G., D. K. Mahato and H. N. Mishra. 2019. Effect of extrusion processing on physicochemical, functional and nutritional characteristics of rice and rice-based products: A review. *Trends in Food Sci. & Tech.* (85): 226-240.
9. Ding, Q.B., P. Ainsworth., G. Tucker and H. Marson. 2005. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. *Journal of food engineering.* 66(3): 283-289.
10. Gu, B., R. J. Kowalski and G. M. Ganjyal. 2017. Food extrusion processing: An overview. *Wsu Ext.* 1-7.

11. Lu, S. 2016. Rice: Chinese Food Uses. Encyclopedia of food grains. 3: 110-115.
12. Panlasigui, L.N., Thompson, L.U., Juliano, B.O., Perez, C.M., Jenkins, D.J.A. and Yiu, S.H. 1992. Extruded rice noodles: starch digestibility and glyceric response of healthy and diabetic subjects with different habitual diets. Nutrition Research. 2: 1195-1204
13. Patindol, J., G. Xiaofang and Y. J. Wang. 2009. Chemometric Analysis of the Gelatinization and Pasting Properties of long-grain rice starches in relation to fine structure. Starch. 61(1): 3-11.
14. Saha, S. and A. Roy. 2022. Selecting high amylose rice variety for puffing: A correlation between physicochemical parameters and sensory preferences. Measurement Food. 5(2022): 100021.
15. Shelar, G. A. and Gaikwad. S. T. 2019. Extrusion in food Processing: An overview. The Pharma Innovation. 7(1): 2-13
16. Singh, S., S. Gamlath and L. Wakeling. 2007. Nutritional aspects of food extrusion: a review. Int. Jour. of Food Sci. and Tech. 24: 916-929.
17. Yun, S. H. and Matheson, N. K. 1990. Estimation of amylose content of starches after precipitation of amylopectin by concanavalin-A. Starch. 42(8): 302-305.

The Study on the Product of Rice with Different Variety by Using Single-screw Extruder¹

Yi-Chun Chen ² and Chih-Jou Su ^{2*}

ABSTRACT

Rice is the staple food in Taiwan, but the change in dietary habits make the consumption of domestic rice decreased seriously in recent years. Therefore, it is imperative to develop rice processing products. The study used different varieties of rice as materials to produce extrusion products by single-screw extruder. The effects of different varieties of rice materials on extruded properties were investigated. It is hoped that the advantages of rich in domestic rice varieties can be brought into play and add value to rice products. The results showed that TC197 contained the highest amount of amylose (32.9%) and protein (7.29%), and the extruded product of TC197 had the highest puffed rate (4.63%) and the lowest bulk density (11.48g/ml). The extruded product of low amylose variety TC200 had a low puffed rate (4.16%) and low hardness (3257.2 g). In conclusion, the different varieties of rice have effects on extruded properties, which can be used as a reference for grain extrusion products.

Keywords: rice, extrusion, amylose

¹Contribution No.1058 from Taichung DARES, COA.

²Research assistant and Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.