國產水稻新穎性加工製品及專用米穀粉開發

宋鴻宜[1,6] 林貞信[2] 蔡明原[3] 蘇梅英[3] 須文宏[4] 陳時欣[4] 江伯源[5]

摘要

國人飲食西化及對各類麵粉製品的消費興趣提升，除嚴重影響國內米食消費量，也大幅提升國內小麥及其他雜糧進口量，使得糧食自給率下降，影響我國糧食安全，小麥、飼料玉米及大豆等穀物因國內不適合栽種或生產成本偏高，大多仰賴進口，若能妥善利用國內自給率較高的稻米，透過建立新興米食製品量產技術發展多元化產品，可減少對進口穀物之依賴及減緩全球氣候變遷對我國糧食安全之衝擊。

研究重點說明

為促進國產稻米替代進口作物，以 (一) 開創新用途，(二) 提昇量產技術，及(三) 增加附加價值三大策略作為計畫執行主軸，102 年主要研究重點如下：

(一) 開創新用途：以國產米為原料，開發可與麵粉及其他進口穀物競爭，具消費潛力之新用途及其量產技術。102 年度已建立蒟蒻米產品、米速食麵產品、速食米飯品質改進量產技術。

(二) 提昇量產技術：透過辦理國際研討會，強化我國與其他亞洲地區國家（如日、韓等國）新興米食開發技術交流，於 102 年辦理一場「米食加工技術交流國際研討會－從主食到多元化」及技術交流座談會。

(三) 增加附加價值：透過建立國產稻米基礎醫學數據或發掘機能性成分及開發高產值產品，提昇國產水稻之附加價值，促進國產米食製品消費，減少對進口穀物之依賴，102 年度已完成「強化發芽稻穀應用之研究」暨「建立國產米飯升醣指數資料促進米食消費之研究」二項計畫。

分項計畫執行方法及結果討論

一、開發蒟蒻米產品

（計畫主持人：屏東科技大學林貞信）

1 農糧署糧食產業組。
2 屏東科技大學食品科學系。
3 中華穀類食品工業術研究所。
4 宜蘭大學食品科學系。
5 中興大學食品暨應用生物科學系。
6 通訊作者 電子信箱：litahung@ms2.food.gov.tw；電話：02-23937231#549。

1. 研究方法

近年來因氣候之變遷，造成國際原物料價格高漲，且受到飲食西化及速食的影響，國人稻米消費量逐年下降，為因應現況，本研究使用蒟蒻粉與米穀粉為原料，藉由擠壓加工技術製作蒟蒻米，並針對擠壓條件和樣品進行探討。

擠壓試驗前，先對實驗原料進行一般組成分分析藉以了解原料組成及特性，以便調整擠壓條件使試驗順利。本研究計畫採用複因子實驗設計，探討擠壓加工程序變數對產品理化性質之影響，設定之變數為:蒟蒻粉比例 (5−10%)、螺軸轉速 (40−60rpm) 與加熱溫度 (50−90℃)。

首先，將蒟蒻粉與米穀粉依比例混合，待加熱套筒升溫達設定溫度並調整螺軸轉速，再以自動進料方式使原料從進料套筒落下，同時由給水孔開始給水，經過擠壓機混合、揉捏、壓縮與加熱等過程，最後由模口成形。

擠出物經由模口擠出後收集，以 40−45 恆溫烘箱烘乾 8−10 小時留存備用，烘乾後水分約為 10−12%左右，與生米水分接近，便於保存與進行理化性質分析。理化性質分析包刮樣品一般組成分、色澤、糊化度、溶解度、膨潤力、水溶性指標、質地分析與感官品評等項目，所得數據再以統計軟體進行分析。

2. 結果與討論

由表 1 可知，糊化度會隨著加熱溫度及螺軸轉速上升而有增加的趨勢。由於轉速增加，會造成機械剪力增加，若在糊化過程中實施以機械性的剪切力，如攪拌等則會破壞部分的澱粉顆粒結構，有利於糊化。一般傳統的煮米方式，米與水的比例為 1:1，但經過擠壓過程及加熱後，會造成澱粉原料糊化度的提高，如此可以減少煮米所需水量，亦可縮短蒸煮時間。在溶解度與膨潤度方面，隨著蒟蒻粉比例由 5%增加至 10%，溶解度有下降的趨勢，而各組間膨潤度雖略有差異，但添加蒟蒻粉之樣品則明顯高於市售粳米，顯示添加蒟蒻粉有助於體積膨脹，期望能藉此達到食用後有飽足感之目的。

表 1. 不同擠壓條件下樣品之溶解度、膨潤度與糊化度比較

	層級	溶解度	膨潤度	糊化度
台粳 9 號		2.54	6.63	14.63
	0	8.97[a]	7.12[c]	35.98[c]
蒟蒻粉比例(%)	5	6.51[b]	8.05[a]	38.73[b]
	10	1.08[c]	7.54[b]	40.85[a]
	40	3.89[a]	7.55[b]	24.17[c]
螺軸轉速(rpm)	50	3.96[c]	7.84[a]	37.44[b]
	60	3.54[b]	7.99[a]	54.62[a]
	50,70	4.33[a]	8.37[a]	35.31[c]
加熱溫度(℃)	60,80	3.94[a]	7.83[b]	39.48[b]
	70,90	3.11[b]	7.18[c]	44.58[a]

[a,b,c] Means within the same experimental variable followed by thedifferent letters are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

另外，圖 1 為不同蒟蒻粉含量下蒟蒻米樣品的水溶性指標，水溶性指標代表澱粉分子在擠壓過程中裂解為可溶性物質的含量。由圖顯示，添加蒟蒻粉之組別其水溶性指標較空白組低，添加蒟蒻粉後可以降低水溶性指標，其原因可能是蒟蒻具有高保水能力 (high water holding capacity)，經過擠壓加工後可保持可溶性物質不流失。

3. 效益

因飲食西化與速食化影響，國內稻米的消費量逐年減低。本計畫利用蒟蒻不易消化而具有飽足感之特性，並利用擠壓加工技術具有混合、揉捏、剪切、加熱與成型等特性，開發蒟蒻米產品，有助提升稻米消費量，並活絡國內農地運用。

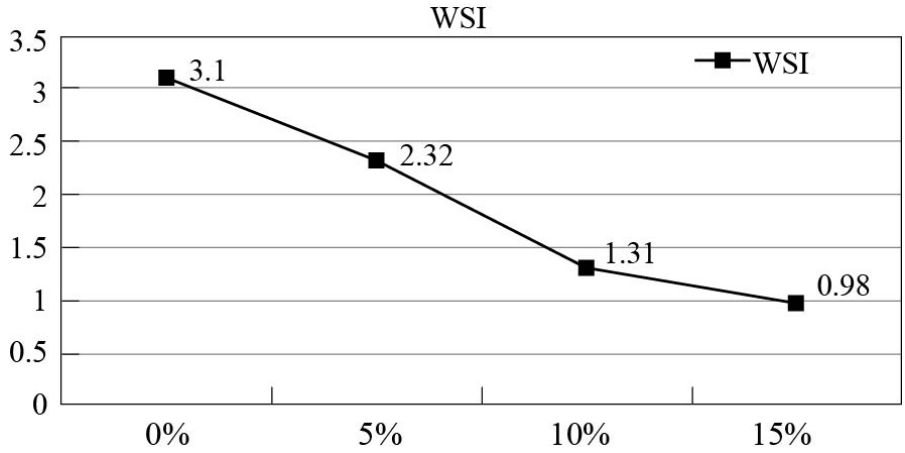


圖 1. 不同蒟蒻粉含量下蒟蒻米樣品的水溶性指標



圖 2. 蒟蒻米樣品、台粳 9 號米與日本大塚蒟蒻米之照片

二、米速食麵產品量產技術

（計畫主持人：中華穀類食品工業技術研究所蔡明原）

1. 研究方法

(1)原料選擇：國產米及公糧米(粳米及秈米)、中筋麵粉(蛋白質含量 9-11%)

(2)麵條製備

(a)復水速食麵

(b)即食點心麵

(3)吸油率、水分及水含量分析

(4)麵條烹煮特性分析

(a) 烹煮時間

(b) 泡麵質地分析

(5)感官品評

(6)試量產

(7)實驗流程圖 (圖 3)

2. 結果與討論

在麵帶製作時，添加米穀粉會增加吸水性，因此需要較多的水分製備完整麵帶，添加 10%米穀粉約需增加 1.5~2%的水分。在製程中，麵帶因為米穀粉的添加，壓延過程可明顯感受麵帶較軟，壓延厚度也變薄 (圖 4)，油炸後麵塊亦會隨著米穀粉添加越多，顏色越深 (圖 5)。

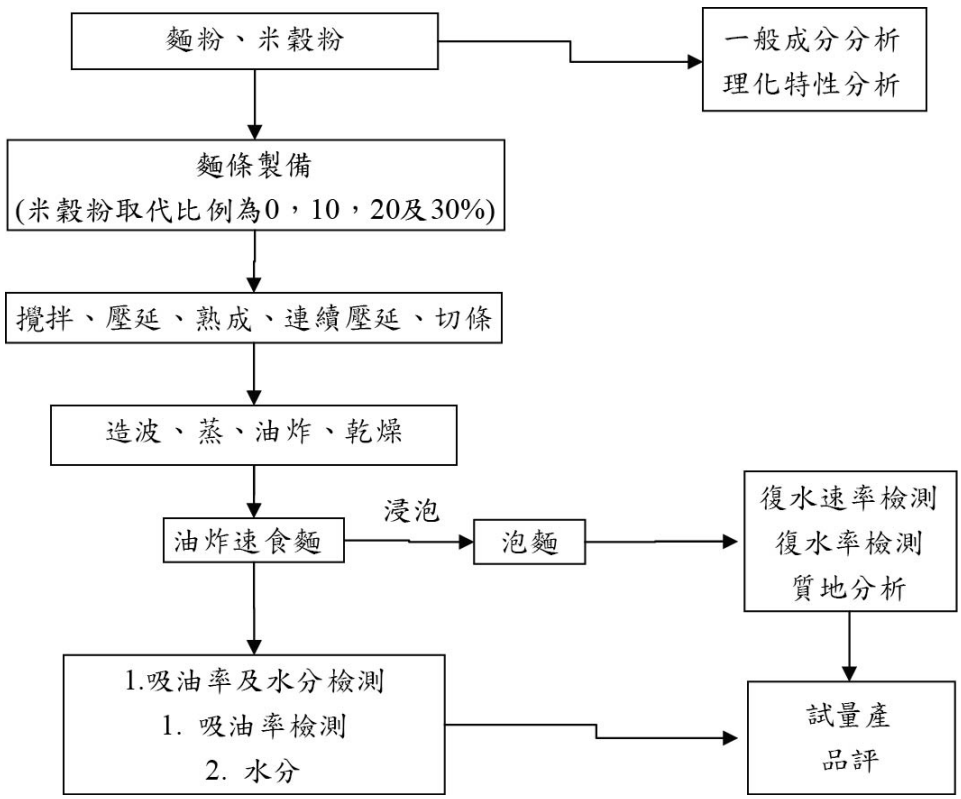


圖 3. 實驗流程圖

米穀粉取代麵粉製備米速食麵 (米點心麵) 可減少麵塊油炸後油脂含量，以速食麵為例，和未添加米穀粉的控制組比較，粗脂肪含量下降 (圖 6)，米穀粉取代度和油脂含量下降率成正相關。

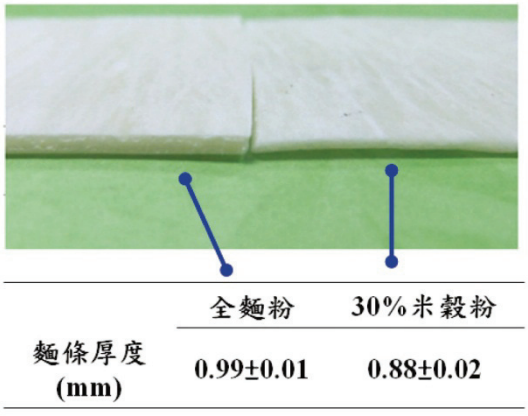
即食點心麵添加米穀粉後口感由酥脆型變硬脆型，由於不需考量復水後麵條特性，以 30%米穀粉取代度進行試量產，和市售點心麵 (科學麵、王子麵) 相比，粗脂肪含量降低 22.7~32% (市售產品粗脂肪 22~25%；30%米點心麵粗脂肪 17%)。米速食麵需考量麵條復水特性及質地，添加的米穀粉越多，復水後米速食麵硬度及拉伸強度皆下降，評估復水速率、吸油率及麵條品質結果，以 15%米穀粉取代度為試量產條件，品評結果和市售味味麵 (同一條生產線之市售品) 無差異 (圖 7)，整體分數 3.46，是評價很好的產品。

3. 效益

(1) 速食麵年產值約 104 億，米速食麵以市占率 1%粗估，可有約 1 億的產值。

(2) 以台灣每年速食麵需求量約 10 億包，每包麵塊重量約 80 克，10%米穀粉取代度來計算，每年可增加約 8000 公噸米穀粉用量，增加糧食自給率。

(3) 完成米速食麵量產技術一項。



	全麵粉	30%米穀粉
麵條厚度 (mm)	0.99±0.01	0.88±0.02

圖 4. 麵帶厚度差異

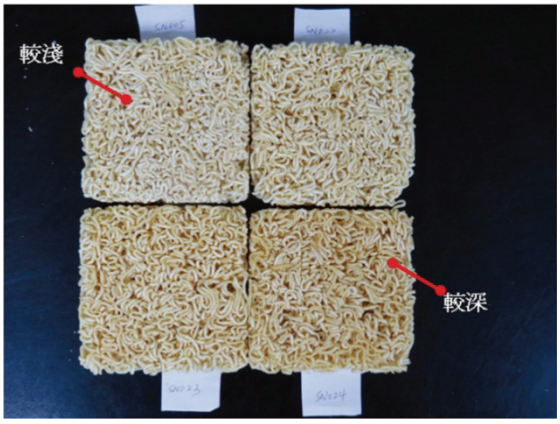


圖 5. 油炸後麵塊顏色差異

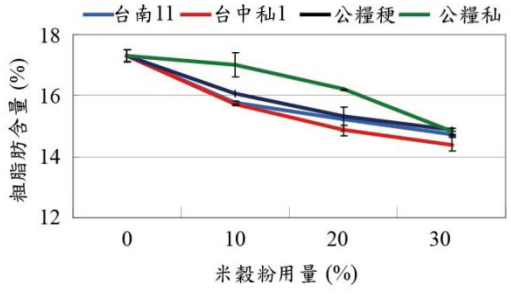


圖 6. 粗脂肪含量

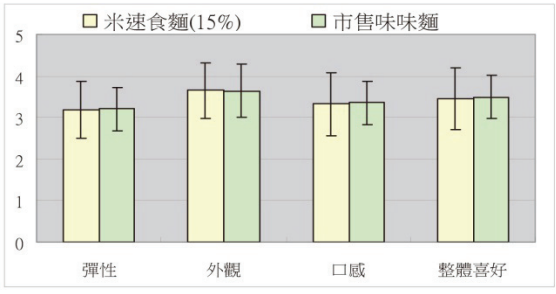


圖 7. 品評結果

三、速食米飯品質改進量產技術(圖 8)

（計畫主持人：中華穀類食品工業技術研究所蘇梅英）

1. 研究方法

(1) 一般組成分：水分、灰分、碳水化合物、粗蛋白及粗脂肪含量。

(2) 直鏈澱粉及支鏈澱粉：直鏈澱粉及支鏈澱粉:依 AACC 61-03.01 方法測定。

(3) 水活性:依水活性測定儀於 25℃下隨機取樣測定。

(4) 復水率:參考李 (2008) 之方法檢測，取 5 g 樣品於燒杯中，加入 100 ml 熱水 (95±5℃)，設定復水時間，取樣將除去速食米飯表面水分，樣品秤重 (R)。

Rehydration ratio=【R-(5 × D%)】/(5 × D%)

D%=1-W%

D%為樣品乾重

W%為水分乾重

(5) 硬度值及膠黏性：使用組織物性測定儀 (Stable Micro Systems TA-XT PLUS Texture Analysis)，參考宋及劉 (1996) 方法分析米飯物性，檢測項目為硬度值(H)及膠黏性 (-H)，並隨機取樣 9 粒米飯，採用九封格位置分佈擺放底座，利用圓形平面壓縮探頭 (probe) 進行分析，條件如下圖 9 所示。

(6) 品評試驗：將速食米飯樣品進行九分制嗜好性品評測試，品評人員為 20~30 人，評分項目分為外觀 (appearance)、口感 (mouthfeel)、整體接受 (overall)。

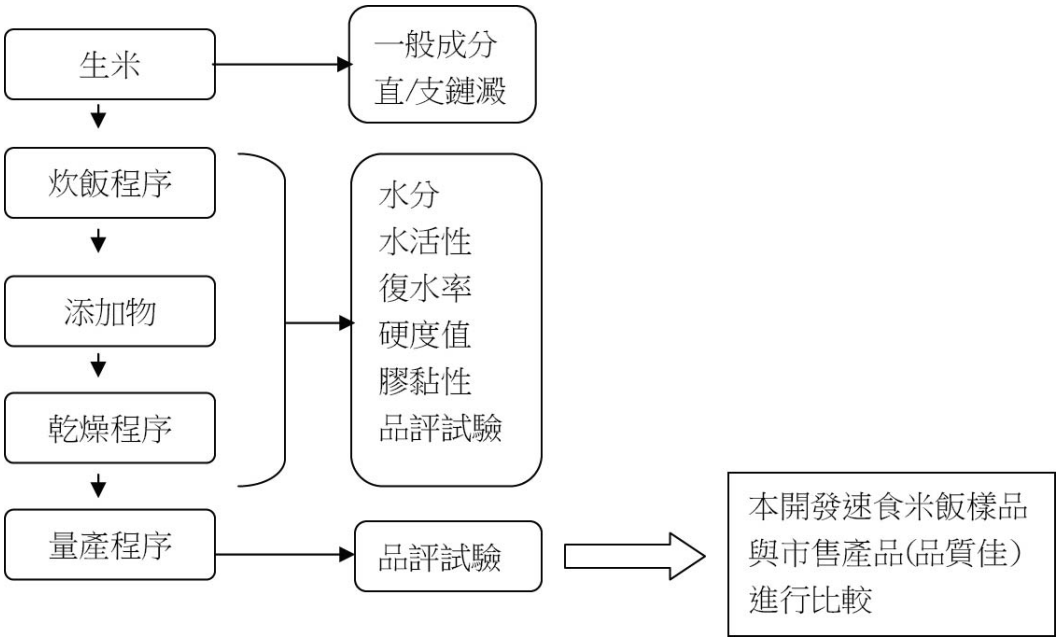


圖8. 速食米飯品質改進量產技術

Test Mode and Option：	TPA
test mode：	compression
pretest speed：	0.5 mm/sec
test speed：	0.5 mm/sec
post test speed：	10.0mm/sec
distance：	50%(strain)
trigger：	Type auto

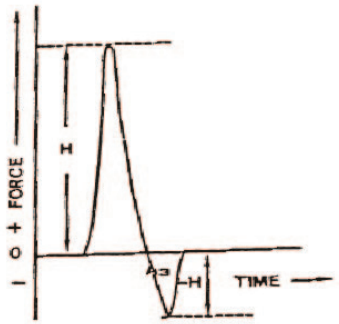


圖 9.

2. 結果與討論

本速食米飯樣品為 A、B 表示，並以不同製程條件，包含炊飯加水量、添加物及乾燥溫度等程序，以樣品控制水分 10%及水活性 0.5 為基準，並進一步建立「速食米飯量產技術」。實驗中檢測速食米飯之復水率、硬度值、膠黏性及品評試驗，對最終樣品之影響。

由實驗結果得知，經復水後米飯之復水率與硬度值呈反比 (圖 10、11)，表示復水率佳則硬度值較低，米飯口感較軟。在復水率 20 分鐘以樣品 A 為最高，相對的硬度值較低，米飯復水較佳。將樣品與市售產品之品評試驗 (圖 12)，說明樣品 A 與樣品 B 不論在外觀、口感及整體喜好比市售香積飯產品較佳，且與市售尾西產品 (品質佳) 無差異性。

本速食米飯技術開發重點為量產製程，關鍵條件控制包含炊飯加水量、添加物及二階段乾燥條件等，敘述如下：

(1) 若炊飯時加水量較低，糊化過程無足夠水分將米飯結構撐開，後續將造成乾燥後之速食米飯復水時口感較硬。

(2) 炊飯加入添加物 (膠體) 製程之速食米飯，可提高食用時之復水率。

(3) 乾燥時避開老化溫度條件，以二段式乾燥程序先進行較中低溫之乾燥條件，讓米粒中心及外層水分蒸散平衡，第二段再調高溫度進行乾燥完成，可製備出復水後品質口感較佳之速食米飯。

目前市售產品價格的 1/3 為估算為成本價 (表 2)，市售產品成本價格為尾西米飯(52 元/75g)、輕快風快煮米 (22 元/75g) 及香積飯 (29 元/75g)，其與本研究速食米飯量產樣品之成本價 (15 元/75g) 明顯差別，預估可減少 15~30%。

3. 效益

(1) 建立速食米飯製程之最適炊飯條件及二階段式量化乾燥程序，節省量產成本與工序，保留較國內外現有市售產品更佳之速食米飯復水品質與口感。

(2) 未來可導入相關新型態多元米食產品，如速食年糕、速食粿條等即食食品領域。

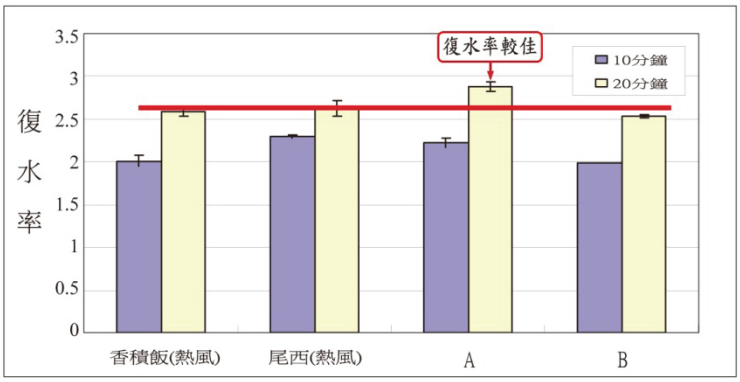


圖 10. 速食米飯之復水率

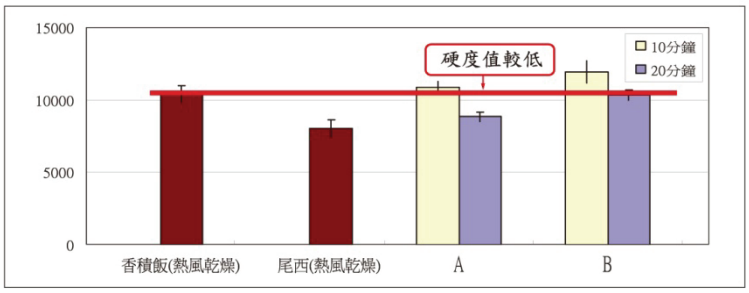


圖 11. 速食米飯之硬度值

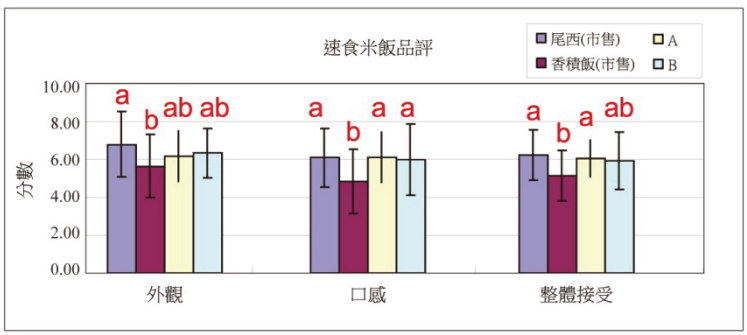


圖 12. 速食米飯之品評分析

(3) 預估速食米飯若能取代年產值 100 億元之速食麵市場 1-3%，則有約 3 億元之市場潛力，現有技術可技轉於團膳、速食食品等加工業者，所生產之速食米飯產品具儲存安定性、攜帶便利性、食用簡便性等優點，並有較速食麵蛋白質利用率高及好消化吸收之營養上優勢存在，產品並可推廣於即食食品、登山與急難救災等相關領域用途。

(4) 國產優質稻米，該量產技術開發適用於國內米食相關加工業者，可提升國產米儲存利用及攜帶便利性、並具有提昇速食米飯口感及降低成本等優勢，有助於國內外產業推廣使用，擴大國產稻米消費。

表 2. 速食米飯成本估算

市售產品	售價 (元)	成本價 (75g /元)
尾西速食米飯	207	52 元
輕快風快煮米	105	22 元
香積飯	80	29 元

項目	內容	價格 (75g/包)	備註
原料米	粳米 (14%)	4.8 元	回推水分%
設備耗能	炊飯蒸箱設備 乾燥設備	3.52 元	
包材	鋁箔夾鏈袋	5 元	含印刷
合計	速食米飯	13.32 元	直接成本

四、辦理米食加工趨勢國際研討會 -

從主食到多元化（計畫主持人：宜蘭大學須文宏）

1. 研究方法

本計畫以文獻回顧、國際研討會、專家座談會等三個面向辦理，以提供米食量產加工的新技術與新思維。

(1) 文獻回顧：請宜蘭大學食品科學系教授，分別針對主要米食加工研究重鎮，包含中國、台灣、印度、泰國、韓國、日本、美國、澳大利亞、歐洲、非洲等國家地區，進行文獻蒐集與研究，並撰寫文獻回顧 10 篇。

(2) 辦理米食加工技術交流國際研討會：邀請來自日本、韓國、與台灣的米食專家與學者進行演講。研討會同時以三機進行錄影，並邀請米食廠商及近年相關研究學者海報參展。研討會辦理完成後，針對活動演講影帶進行剪輯、後製、上字幕後，製作演講影片。

(3) 辦理米食加工技術交流專業座談會: 配合本次國際研討會辦理專業座談會，除本次邀請之國外講者外，將邀集產官學相關人士共同參與，進行更深入的技術交流座談。

2. 結果與討論

本案邀請學者撰寫 10 篇文獻回顧，針對重要國家地區的米食產品、相關研究進行分析，撰寫的篇名(及作者)分別為「米麵條的傳統與研究」(須文宏)、「中國米麵條的研究」(須文宏)、「米穀擠壓加工研究及發展」(陳輝煌)、「稻米加工副產品之利用」(陳輝煌)、「米包」(陳時欣)、「炊飯技術」(保愛貞)、「糙米食品及其加工技術」(黃俊儒)、「國人米食級主食類米食消費行為之調查研究」(江翠燕)、「速煮米」(余嚴尊)、及「發酵米製品」(余嚴尊)。

102 年 10 月 3 日舉辦的「米食加工技術交流國際研討會」於聯華實業國際會議廳舉行。會中邀請講者包含 Dr. Ken'ichi Ohtsubo(大坪研一、日本新潟大學自然科學系教授)、Dr. Malshick Shin (申末湜、韓國全南國立大學食品營養系教授)、Dr. Hiroharu

Yamada (山田博治、日本新潟大學特聘教授)、及博士(聯華實業股份有限公司研發技術總監)。他們分別以「從主食到多元化的米食加工技術開發」(大坪研一)、「以米穀粉製備無麩質產品」(申末湜)、「日本米加工產品的多元開發與推廣策略」(山田博治)、「台灣米穀粉加工現況與前瞻」(吳宗沛)，闡述日本、韓國、台灣相關米穀粉加工之研究與產業現況。本場次共計有 214 人參與。

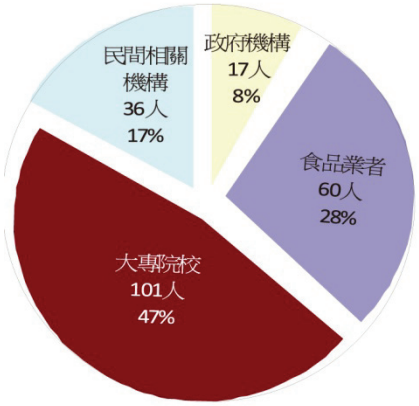
「2013 米食加工技術交流專業座談會」除上述講者外，還邀請到台灣大學食品科技研究所江文章教授與中華穀類食品工業技術研究所研發組組長蘇梅英博士共同出席，與現場參與業者與專家會談，針對米穀粉多元應用的研究與發展現況，國內及日韓米穀粉加工產業技術現況進行討論，共計有 40 人參與。

3. 效益

本案順利完成國際研討會、專家座談會之辦理，並邀請學者完成十篇米食加工與消費相關文獻匯整撰寫。本次研討會四場演講均經後製影片並上傳網路，可持續提供



米食加工技術交流國際研討會手冊封面



米食加工技術交流國際研討會參與人數與來源分析



2013 米食加工技術交流專業座談會現場

相關人士後續研究、教育、分享之目的。而十篇回顧文獻之撰寫，亦可望於來年出版成為米食專書，作為相關訊息提供重要管道。

五、強化發芽稻穀應用之研究

（計畫主持人：中興大學江伯源）

1. 研究方法

(1) 稻穀發芽生理變化-機制、構造、組成分、機能成分及酵素變化深入系列分析、了解，針對發芽的幼苗(芽)及種子(胚乳)進行機能成分萃取、濃縮、製備及加工技術研發。

(2) 稻穀發芽-高纖&葉綠素 (幼苗) 微粉製備及微膠囊化技術、新穎加工品研發。並完成組成分、機能成分及體外生理評估，未來可使產品機能化、營養化、保鍵化，追求多元化加工利用、研發基礎訊息。

(3) 稻穀發芽-酵素&機能 (種子胚乳) 微粉製備及微膠囊化技術、新穎&機能米食加工製品研發，創造新技術與應用，未來商品化潛力大，甚具市場開創力與競爭力。

2. 結果與討論

(1) 稻穀發芽酵素及機能成分萃取、製備技術

對提取發芽稻穀中的α-amylase 與各種有效成分，目前已研發萃取技術，並針對其萃取的溶劑、溫度、濃度及方法等，已找出較佳的萃取條件已可得到最高的萃取率，且對於萃取後所得的酵素及機能成分，後續的貯藏試驗及品質指標成分變化是重要的核心技術。

(2) 稻穀幼苗微(粉)化技術建立及體外生理功能評估

發芽稻穀製備、進行凍乾並微粉化處理，微粉化成不同粒徑的幼苗微 (粉)，分別為＞60、60~100、100~150、150~200、200mesh，針對不同粒徑的微粉，探討其機能成分與體外生理評估之特性，已找出營養性與理化特性最佳的條件，用以製備微膠囊及錠劑。

(3) 高纖＆葉綠素微膠囊化及新穎加工品研發

利用晶球製造器分別製作混合型及液蕊型的晶球，以稻苗萃取液作為兩種晶球的蕊材，海藻酸鈉與氯化鈣之交聯作用為製作兩種晶球的凝膠基礎，稻苗萃取液與膠體的濃度為重要因子，對晶球的外觀及凝膠特性有很大的影響。還有研發乳化的技術以改善稻苗萃取液的穩定性 (色澤、功能性等)，提高晶球的包覆率，並降低稻苗萃取液的滲漏情形。

(4) 高纖＆酵素微膠囊化及新穎加工品研發

利用晶球製造器分別製作混合型及液蕊型的晶球，以酵素(α-amylase)萃取液作為兩種晶球的蕊材，海藻酸鈉與氯化鈣之交聯作用為製作兩種晶球的凝膠基礎。

3. 效益

(1) 針對發芽稻穀，評估其生理及機能成分變化及利用：隨發芽時間延長，稻芽長度是呈正相關增加，膳食纖維、總葉綠素、類黃酮含量及抗氧化力均呈正增加。胚乳之澱粉分解酵素呈增加，受到酵素活性影響，其澱粉含量及顆粒均呈下降變化。

(2) 經發芽之稻芽可供抗氧化、膳食纖維，胚乳則可供 amylase 及 oligosaccharide 之機能素材；並可將其微粉化、微膠囊化(晶球)，提高機能成分之保護及腸道緩釋效果；本計畫未來可使發芽稻穀趨向機能化、保健化、營養化及追求多元化加工利用、研發之基礎。

六、建立國產米飯升醣指數資料促進米食消費之研究

（計畫主持人：宜蘭大學陳時欣）

1. 研究方法：

本計畫以 102 年國產一期粳米(台粳 9 號及台農 71 號)為標的物，探討期經過不同儲存條件後之酵素抗性及推算升糖指數。探討的儲存條件有隔餐飯(50^{o}C、4 hr)、隔夜飯 I (4^{o}C、24 hr)、隔夜飯 II (-18^{o}C、24 hr)、隔二夜飯 I (4^{o}C、48 hr)、隔二夜飯 II (-18^{o}C、48 hr)，對照組為新鮮烹煮米飯 (放涼至 37^{o}C)。

煮飯流程參考農委會網站加以修訂，步驟包含：洗米(使用適量的清水，快速清洗後將殘水迅速瀝乾 (重覆三次))、浸泡 (加入不同水米比的水量，浸泡 2 小時)、蒸煮(提供足夠的能量使澱粉糊化)、悶蒸 (利用鍋內餘溫燜 15 分鐘)、鬆飯 (以飯杓翻動米飯，再燜 15 分鐘讓米粒間的水份達平衡狀態)。以電鍋煮完後取出，待米飯冷卻至室溫後，進行不同條件的儲存。待測前以電鍋加熱 10 分鐘，於室溫下冷卻。

測試項目有：基本成分分析(水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗灰分、碳水化合物)及替外酵素消化實驗及分析。進行水解指數 (HI)、升糖指數 (GI)、快速消化澱粉 (RDS)、慢速消化澱粉 (SDS) 及抗解澱粉 (RS) 的計算。

2. 結果與討論

結果得知隔餐飯的平衡水解值(C_{∞})均低於新鮮米飯，表示隔餐飯的體外酵素抗性高於新鮮米飯。隔餐飯的水解曲線也明顯的和新鮮米飯具差異性。經過 4^{o}C 及-18^{o}C 保存一天後的米飯樣品間彼此差異不大。經過 4^{o}C 及-18^{o}C 保存二天後的米飯，一般說來，樣品間彼此差異與儲存一天類似，但是台粳 9 號的平衡水解值 C_{∞} 偏高。比較相同溫度下，儲存時間愈長其動力學參數 k 值愈小，表示儲存時間和動力學參數 k 具負相關性。就動力學參數來說，除新鮮米飯(37^{o}C)外，台農 71 號的 k 值均較台粳 9 號低，表示台農 71 號在水解速率上較為緩慢，較有利於於血糖穩定及調控。回歸 R^2 都大於 0.97，表示回歸曲線與實驗數據的吻合性甚佳。

表 3 與表 4 為樣品的酵素消化參數(頓號)水解指數與推算升糖指數的計算值。此處，推算升糖指數採用的是 Goni 等 (1997) 的公式。由結果得知，兩種米的 GI 值雖然

表 3. 120 分鐘下，台粳 9 號和台農 71 號之水解動力學：平衡常數、反應速率常數及水解曲線面積

	C_∞ (%)	k × 100 (min^{-1})	AUC_{exp}	R^2
Taikeng 9				
37°C (fresh)	98.96 ± 0.78[a]	4.21 ± 0.13[cd]	9539.24 ± 43.20[a]	1.00
50 °C, 4 hr	86.01 ± 0.38[c]	5.34 ± 0.13[b]	8712.29 ± 28.15[c]	0.99
4 °C, 24 hr	91.76 ± 1.06[b]	6.14 ± 0.09[a]	9517.97 ± 89.72[a]	0.99
4 °C, 48 hr	92.28 ± 1.34[b]	4.35 ± 0.06[c]	8962.40 ± 151.78[b]	0.97
-18 °C, 24 hr	92.69 ± 0.98[b]	5.26 ± 0.11[b]	9363.27 ± 87.73[a]	0.99
-18°C, 48 hr	98.17 ± 0.98[a]	4.05 ± 0.05[d]	9376.21 ± 74.05[a]	0.99
Tainung 71				
37°C (fresh)	95.71 ± 0.52[a]	5.07 ± 0.05[a]	9601.75 ± 55.20[a]	0.99
50 °C, 4 hr	87.23 ± 0.43[c]	4.92 ± 0.05[ab]	8699.22 ± 36.98[d]	0.98
4 °C, 24 hr	92.54 ± 0.81[b]	4.74 ± 0.08[b]	9157.01 ± 50.37[b]	0.99
4 °C, 48 hr	93.18 ± 0.72[b]	3.84 ± 0.06[c]	8780.61 ± 38.43[d]	0.99
-18 °C, 24 hr	95.53 ± 0.33[a]	4.82 ± 0.21[b]	9482.92 ± 85.54[a]	0.99
-18°C, 48 hr	95.45 ± 1.07[a]	3.81 ± 0.07[c]	8975.92 ± 66.71[c]	0.99

表 4. 120 分鐘下，台粳 9 號和台農 71 號之之水解指數與推算升糖指數

	HI_{the}	eGI_{the}
Taikeng 9		
37°C (fresh)	64.64 ± 0.29[a]	75.20 ± 0.16[a]
50 °C, 4 hr	59.04 ± 0.19[c]	72.12 ± 0.10[c]
4 °C, 24 hr	64.50 ± 0.61[a]	75.12 ± 0.33[a]
4 °C, 48 hr	60.73 ± 1.03[b]	73.05 ± 0.56[b]
-18 °C, 24 hr	63.45 ± 0.59[a]	74.54 ± 0.33[a]
-18°C, 48 hr	63.53 ± 0.50[a]	74.59 ± 0.28[a]
Tainung 71		
37°C (fresh)	65.06 ± 0.37[a]	75.43 ± 0.21[a]
50 °C, 4 hr	58.95 ± 0.25[d]	72.07 ± 0.14[d]
4 °C, 24 hr	62.05 ± 0.34[b]	73.78 ± 0.19[b]
4 °C, 48 hr	59.50 ± 0.26[d]	72.37 ± 0.14[d]
-18 °C, 24 hr	64.26 ± 0.58[a]	74.99 ± 0.32[a]
-18°C, 48 hr	60.82 ± 0.45[c]	73.10 ± 0.25[c]

* Values represent Mean ± SD (n = 3).

** Values in a column for each sample with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

*** $eGI_{white\ bread}$ = 39.71 + 0.549 HI by Goni *et al*. (1997).

HI_{exp} and eGI_{exp} experimental value, HI_{the} and eGI_{the} theoretical value obtained with the equation.

具有統計差異，也跟儲存條件密切相關，但是都約落在 70 到 75 之間，表示台粳 9 號和台農 71 號都滿足中 GI 食品的規範 (60 < GI < 85，以麵包當參考值)，除了新鮮米飯外，台農 71 號的 GI 值都低於台粳 9 號。新鮮米飯的 GI 值也都高於經過儲存的米飯，其中以隔餐飯的 GI 表現最佳(低)，這應該與其水分含量較低有關。實驗顯示，過低溫的存放，對於 GI 的下降影響不大。在相同儲存溫度下，存放時間愈長水解指數 HI 值也愈小，隨之推算的升糖指數也愈小。這應該和長時間的儲存，讓澱粉分子 (直鏈或支鏈) 有機會重新排列成較緊密的結構，提高其對酵素的抗性。儲存溫度高，分子動能相對較大，可以在短時間重排，所以隔餐飯的 GI 表現都比低溫存者高。

3. 效益

(1) 本研究提供國產逢萊米台粳 9 號與台農 71 號於不同儲存溫度下的體外實驗水解結果，除獲得其水解動力參數外，並獲得其推算升糖指數，提供基礎生理數據。

(2) 本研究結果發現台粳 9 號與台農 71 號米飯均為中 GI 食品，且 GI 值偏向低 GI 的界線。有助於該米種的推廣與機能性發展。

(3) 本研究獲得儲存條件有利米飯酵素抗性的表現，有助於相關米食消費的參考與應用。

102 年主要產出

1. 新穎性米食加工製品量產技術共 3 項，102 年產出技術包括：蒟蒻米量產技術 1 項，米速食麵量產技術 1 項、速食米飯儲存技術 1 項。
2. 102 年辦理國際研討會 1 場，專業技術交流座談會 1 場，產出研討會手冊 1 冊，研討會實況錄影影片剪輯搭配字幕後置於網路，提供國內產、官、學界專業技術資訊。
3. 建立稻穀發芽－高纖＆葉綠素(幼苗)微粉製備及微膠囊化技術、酵素＆機能(種子胚乳)微粉製備及微膠囊化技術，發芽稻穀機能晶球製備技術，機能微粉化微膠囊技術。
4. 已建立米麵包建立米麵包體內升糖指數的生理數據、體外水解動力學的生化參數暨國內第一條米食的體內及體外實驗回歸公式，提供國產米食製品基礎飲食數據。

研究貢獻

一、論文發表

1. 吳蕙如、林泉昱、郭知靄、馮臨惠、**陳時欣** (Nov. 29, 2013) 儲存溫度及時間對國產米飯消化性質的影響體內試驗。第 43 屆台灣食品科技學術年會。東海大學，台中市。

2. 吳孟屏、馮臨惠、**陳時欣** (Nov. 29, 2013) 儲存溫度及時間對國產米飯消化性質的影

響體外試驗。第 43 屆台灣食品科技學術年會。東海大學，台中市。

3. 戴宜汾、王威晟、林靖雯、馮臨惠、**陳時欣** (Nov. 29, 2013) 製粉程序及糊化對若干國產米穀粉消化性質的影響-體外試驗。第 43 屆台灣食品科技學術年會。東海大學，台中市。

4. 郭詠梅、宋鴻宜、**江伯源**（Jun. 27, 2013）以外觀及物性因子探討發芽稻穀之生理及微細構造變化。第 51 次台灣農業化學學會年會。臺灣大學，臺北市。

5. 郭詠梅、李建和、**江伯源**(Nov. 29, 2013) 發芽稻穀－秧苗＆胚乳機能成分變化及抗氧化特性評估。第 43 屆台灣食品科技學術年會。東海大學，台中市。

二、技術移轉

1. 101 年度開發米籽條量產技術，技術移轉予慶禾豐食品有限公司、鴻德食品有限公司，鴻德食品有限公司並於 102 年取得雲林縣國中小學營養午餐米籽條供應合約。
2. 102 年度「開發食米飯品質改進量產技術」技術移轉予甫州實業有限公司，未來將開發外銷市場。
3. 102 年度「米速食麵量產技術」於 103 年技術移轉予中華民國農會，並委託味丹食品股份有限公司量產上市，於 103 年 10 月 1 日上市，月平均銷售量約 15 萬包。

三、其他

1. 研討會手冊
   a. 101 年米食加工與營養國際研討會-從主食到保健研討會手冊
   b. 101 年米食加工與營養國際研討會-從米飯到穀粉研討會手冊
   c. 101 年因應氣候變遷及良食安全知農業創新研究計畫成果發表會
   d. 102 年米食加工技術交流國際研討會-從主食到多元化
2. 研討會剪輯影片

   101 年國際研討會剪輯影片－(102 年國際研討會影片尚在剪輯中)

   a. 加工技術對米食消化性質影響（Dr. NobuyaShirai(白井展也)：日本全國蔬菜與茶葉研究所(NIVTS,NARO)）
   影片網址－http://www.youtube.com/watch?v=mTuAPFac9yA

   b. 國內米食加工與保健營養研究發展現況（Dr. Shin Lu(盧訓)：中華穀類食品工業技術研究所所長）
   影片網址－http://www.youtube.com/watch?v=7oGqBcp6SOM

   c. 米的營養特性及保健功效（Dr. Melissa Fitzgerald：國際稻米品質網(INQR)主席、昆士蘭大學食品科學系系主任）
   影片網址－http://www.youtube.com/watch?v=Pbhkl0FjW_0

d. 米穀粉添加對烘焙及米食品營養之影響（Dr. Ken‘ichiOhtsubo(大坪研一)：日本新潟大學自然科學系教授，前日本食品綜合研究所部長(NFRI,NARO)）



影片網址－http://www.youtube.com/watch?v=NT3-3t64xOk

3. 專書

米食研究專書出版：米思、迷思－近代的稻米科學研究（須文宏主編　2013.04.10 出版一刷 ISBN : 978-986-03-5946-6）

結論

透過米穀粉及新興米食之加工用研究，提供新形態米食加工品開發量產基礎，開發具機能性、新穎性、方便性、可口性之新興米食製品，可以在不改變國人現有飲食習慣下增加多元化米食消費選擇，並創造國產水稻附加價值與競爭性，發揮在地生產與品質穩定之優勢，創造全新米食產業鏈，並減少對進口穀物之依賴，達到提升糧食安全之目標。