不同米穀配方對高脂高膽固醇飲食所誘導倉鼠高脂血症之影響[1]

陳容蓉[2]、陳裕星[3]、陳怡伶[4]

摘　要

稻米為國人主食，雖然糙米營養價值高於白米，但因食味不若白米，國人仍以食用白米為主。糙米碾下之米糠亦尚未廣泛利用，應可開發為營養強化之加工米穀粉，以增加營養價值，並促進國產加工米穀食品之消費。本研究利用糙米及添加米糠之糙米，透過擠壓膨發熟化米穀粉，探討此加工產品對於以高脂飲食誘導高脂血症倉鼠之影響，以了解添加米糠於加工米穀粉產品之保健潛力。糙米選用本場栽培的台中秈10號及外加米糠作為調節血脂動物實驗之材料，實驗動物分為控制組、高脂高膽固醇飼料組及試驗組取代20%高脂飼料，2組試驗組分別為100%糙米粉或添加30%米糠之糙米穀粉，飼料均調整使具有等量的碳水化合物、蛋白質及脂肪。各組動物餵食8週後犧牲進行檢驗分析，結果顯示，70%糙米+30%米糠的攝取可較高血脂飼料組降低倉鼠的體重、腹部及副睪周圍脂肪組織重量；添加米糠組動物之肝臟總膽固醇(TC)及三酸甘油脂(TG)濃度亦低於高脂飼料組；餵食100%糙米則可增加倉鼠血中高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C)之濃度，以及降低動脈粥狀硬化指數(Atherogenic coefficient, AI)。綜上所述，不論是餵食100%糙米及70%糙米+30%米糠，皆有改善及調節倉鼠高脂血症的效果。

關鍵詞：糙米、米糠、膳食纖維、高脂血症

前　言

由於生活型態的靜態化及飲食習慣的西化，使人們攝取過多能量卻減少熱量的消耗，導致肥胖症的產生；另有研究指出，睡眠不足、環境溫度變化減少、人種和人群年齡結構的重新分布，以及晚育等，會導致肥胖症發病率和患病率增高(6)。根據衛生福利部公布之2013~2014年「國民營養健康狀況變遷調查」統計(1)，我國成人過重及肥胖盛行率已達43%，其中男性比率為48.9%、女性為38.3%，國人過重和肥胖之比率與世界肥胖聯盟(World Obesity Federation, 2013)資料比較，我國成年男性及兒童肥胖比率皆為亞洲之冠，顯示肥胖在臺灣已成為嚴重之問題。肥胖會導致高脂血症、糖尿病、癌症、心血管疾病、非酒精性脂肪肝、骨關節炎、阻

[1] 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0922 號。
[2] 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究助理。
[3] 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、通訊作者。
[4] 薾園生技股份有限公司營養師。

塞型睡眠呼吸中止症等疾病，故目前亦成為全球關注之健康議題[6]。要改善肥胖，一般除了體育鍛練外，研究顯示透過調整飲食如多攝食全穀食品，提高膳食纖維攝取量可改善民眾之三高症狀，故衛福部國民健康署呼籲國人要多食用全穀食品。

根據衛生福利部國民健康署在2012年公佈「每日飲食指南」顯示，全穀食品之每日攝取量應達200 g。全穀是指小麥、玉米、稻米、燕麥、大麥、粟米等各種穀物中全部可食用的部分，由麩皮、胚乳和胚芽等3部分組成。全穀類食物的主要營養成分包括：(1)澱粉：澱粉分為直鏈澱粉與支鏈澱粉，消化分解後直接產生葡萄糖作為能量來源。(2)蛋白質：在全穀中大約含有10~15%的蛋白質，主要為種子貯存蛋白。(3)不飽和脂肪酸：主要包括油酸和亞油酸等，約佔穀物油脂的75%。(4) B群維生素：穀類的麩皮和胚芽中富含維生素B2，全穀類或粗加工穀類食物中，有效保存了B群維生素；而過度加工的糧穀類可損失70%以上的B群維生素。(5)抗氧化成分：包括生育醇、硒等。(6)植物化學成分：包括植物雌激素、酚類化合物等。(7)膳食纖維(Dietary Fiber)：可分為水溶性膳食纖維(Soluble dietary fiber, SDF)及非水溶性膳食纖維(Insoluble dietary fiber，或稱粗纖維)。研究指出全穀食品有助於人體調節血糖血脂及降膽固醇，此外，直鏈澱粉含量較高之稻米，推測其中含有較高抗性澱粉含量，有助於餐後血糖值的穩定，且直鏈澱粉與膳食纖維含量和GI值為負相關。

不同品種的糙米、胚芽米與白米的熱量相當接近，但糙米所含的維生素、礦物質及膳食纖維等營養成分卻遠高過白米(表一)。雖然一般將糙米及白米列為高GI食物[8]，Panlasigui氏等[9]以健康志願者及糖尿病患進行人體試驗，分別提供白米或糙米交叉測定餐後血糖值，發現健康者及糖尿病患食用糙米的餐後血糖值比白米可分別降低12.1%及35.6%。而依據Sun氏等之2010年報告[15]，分析197,228位美國民眾飲食習慣與健康風險，結果顯示每週攝取糙米5次以上者，發展第二型糖尿病風險的機會顯著低於每個月攝取糙米低於1次者，若對比每週攝取白米5次以上者，可以降低發生糖尿病風險達16%。糙米優於白米的保健效果可能來自於植酸、多酚、膳食纖維、生育醇(tocopherols, tocotrienols)、穀維素(oryzanol)，以及烹調時間造成的澱粉膠體變化所致[3,4,9,11]。

米糠含有豐富的營養成分，具有開發為健康食品的潛力[14]。Hundemer 氏等[4]以等量不同來源的膳食纖維，包括米糠、燕麥、大麥麩皮及黃豆等，比較其降血脂效果，發現米糠可以顯著降低血漿及肝臟的膽固醇。Kim氏等[7]以40%安定化米糠添加到飼料中，對於高脂誘導肥胖的小鼠可以減重、降血糖，脂肪組織的抗氧化酵素也較高。Justo氏等[5]添加1%的米糠萃取物到飼料中，可以降低高脂飼料導致脂肪組織的發炎，調降IL-6、IL1β發炎基因表現，回復PPAR-γ和脂聯素(Adiponectin)的濃度到健康個體的水準。高脂飲食中添加5%的米糠萃取物，也可以調降TG、TC，減少動脈細胞凋亡基因的表現[12]。Gerhart氏等[2]針對高膽固醇志願者進行人體臨床試驗，在每日飲食中添加84 g的安定化米糠加工食品，發現可以降血脂。

一般認為米糠可以降血脂的成分主要是米糠的油脂，約占12~23%的重量百分比，油脂中無法皂化的成分，包括有生育醇(tocopherols, tocotrienols)、米糠醇(oryzanol)、植物固醇等，約佔米糠總重的4.2% [14]，都是可以調節血脂的成分，並且使用脫脂米糠無法降血脂，但用米

糠油則可以[11]。其次，一般認為可溶性膳食纖維可以吸附膽鹽(bile salt)，使之無法結合膽固醇再吸收回體內，結果會促進體內低密度脂蛋白膽固醇分解，達到調節血脂的功能[2,4]。調查亦顯示在日常生活中，多攝取膳食纖維可以減少內臟脂肪堆積，並且為負相關[10]。由於米糠中脂解胸(lipase)活性相當高，會將米糠中油脂分解為游離脂肪酸，糙米在碾下米糠後，需在數小時內進行安定化處理[13]，產業上可用擠壓膨發機加熱(extrusion cooking)或微波安定化。

表一、糙米、胚芽米、白米及米糠之一般組成分*

Table 1. Proximate composition of brown rice, germ rice, white rice and rice bran*

Compositions	Per 100g	Brown rice, indica variety	TCS- 10 germ rice	TCS-10 white rice	Rice bran
Calorie	kcal	352	357	357	316.0
Moisture	g	14.4	12.3	13.0	12.0
Protein	g	7.3	8.3	7.4	15.0-18.0
Fat	g	3.2	2.1	0.7	12.0-23.0
Saturated fat	g	0.8	0.5	0.3	3.2-4.0
Ash	g	1.5	1.3	0.4	7.0-8.0
Total carbohydrate	g	73.6	76.1	78.5	50.0
Dietary fiber	g	3.3	2.8	0.6	6-14.4
Total vitamin E	mg	1.11	1.73	0.16	4.9

* The nutritional value of brown rice, germ rice and white rice are cited from Nutrition database of Taiwan, Ministry of Health and Welfare. Nutritional value of rice bran is from Saunders [14].

本研究依據衛福部建立之糙米、胚芽米及米糠的營養成分資料(表一)為基礎，以糙米及額外添加米糠的糙米穀粉，介入取代高脂飲食組成內之corn starch，並依穀物的成分調整飼料配方為等熱量及等營養的飲食組，探討不同米穀配方對改善高脂高膽固醇誘導倉鼠高脂血症的影響，以及應用國產糙米、米糠開發調節血脂保健加工食品之可能性。

材料與方法

一、糙米及米糠原料

本研究糙米原料以本場栽培的台中秈10號為主，米糠原料為國姓鄉之有機冷泉米米糠(台粳9號)，碾製後米糠原料冷藏保存寄至本場，再以熱擠壓膨發方式安定化，使用儀器為國產新迪牌SDR-1型單軸式擠壓機，儀器設定條件為溫度130℃、進料速度20~25 rpm及擠壓轉速50 rpm。

加工米穀粉之製作先將糙米原料以旋風式粉碎機粉碎至小於20 mesh，加水調濕至18%水分含量後，以上述擠壓膨發加工條件熟化，之後再磨成60 mesh以下粉末提供做為動物試驗飼料部分取代使用。糙米添加米糠組則將熟化之糙米及米糠以7:3之比例混合，添加入飼料中取代20%高脂飼料。

二、動物試驗

本研究之倉鼠調節血脂實驗部分委外至台北醫學大學進行試驗。實驗動物分為

A.控制組，以AIN-76為基礎之正常飲食。

B.高脂/高膽固醇飲食組(high fat/high cholesterol Diet, HFD)。

C.HFD含100%糙米台中秈10號飲食組，取代20%高脂飼料。

D.HFD含70%糙米台中秈10號+30%米糠飲食組，取代20%高脂飼料。

倉鼠分為4組，每組10隻動物，開始餵予以AIN-76為基礎的不同實驗飲食，各組飲食配方如表二所示，樣品的介入取代20%高脂飲食組成，並依樣品的成分調整為等熱量的飲食組成並維持等量三大營養素(醣類、蛋白質、脂肪)，並提供等量的微量營養素(礦物質及維他命)，各組營養成分差異主要為碳水化合物種類及纖維素。

實驗為期八週，在第八週以Zoletil 80 mg/kg 腹腔注射麻醉，採集腹腔動脈血液後犧牲並取肝臟、腎臟、腹部及副睪脂肪組織進行秤重，並將肝臟組織儲存於-80℃待之後分析。檢測項目包含血清生化分析(血清三酸甘油酯、總膽固醇、高密度脂蛋白膽固醇以及低密度脂蛋白膽固醇)、血清LDL分析、肝臟及糞便之三酸甘油酯及總膽固醇測定。因LDL-C/HDL-C的相對數值較個別絕對數值與心血管疾病的發生率呈現較顯著的正相關性，因此LDL-C/HDL-C的比值與動脈粥狀硬化指數 (Atherogenic coefficient, AI)=(TC-HDL)/(HDL)的影響亦被分析。

表二、實驗高脂高膽固醇飲食組成

Table 2. Compositions of experimental high fat/high cholesterol diet

	A		B		C		D	
Ingredients (g/kg dietary weight)	Control		High fat diet		Brown rice		Brown rice:Rice bran (7:3)	
	g	Kcal	g	Kcal	g	Kcal	g	Kcal
Casein	200	800	200	800	185	738	166	664
Corn oil	50	450	30	270	30	270	30	270
Lard	-	-	150	1350	146	1310	133	1193
Cholesterol	-	-	10	90	10	90	10	90
Corn starch	350	1400	210	840	59	236	73	293
Sucrose	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200
Cellulose	50	-	50	-	48	-	45	-
Mineral mix	35	-	35	-	35	-	35	-
Vitamin mix	10	-	10	-	10	-	10	-
Methionine	3	-	3	-	3	-	3	-
Choline bitartrate	2	-	2	-	2	-	2	-
Brown rice	-	-	-	-	200	-	140	-
Rice bran	-	-	-	-	-	-	60	-
Total	1000	3850	1000	4550	1028	4550	1007	4550

三、統計分析

使用SPSS Statistic 19.0版本軟體，以Student's t test分析控制組及高脂飲食組之結果差異；以單因子變異數分析(One-way analysis of variance, ANOVA)分析高脂飲食組間不同飲食介入之影響，並以LSD (Fisher Least Significant Difference)進行事後檢定。所有數值以mean±SD表示，$p<0.05$表示具有統計上意義。

結果與討論

一、不同米穀配方之熱量與膳食纖維含量

稻穀去殼後之糙米，由米糠層、胚及胚乳構成，熱量為352 kcal (表一)。雖然米糠層含油脂高於胚乳，但是膳食纖維含量也高，因此整體熱量為每百公克316 kcal，但營養成分及熱量會因糙米精白碾磨程度而異。本試驗以70%糙米混合30%米糠，熱量為每百公克341 kcal，膳食纖維含量依表一數值以14%計算為6.5%。依規定一般食品若標示「高纖」或「富含膳食纖維」，每100 g固體食品所含膳食纖維必須達到或超過6 g，以「含有膳食纖維」為營養宣稱時，每100 g固體食品必須達到或超過3 g，本試驗所用之比例配方可宣稱為高纖食品。

二、不同米穀配方對於倉鼠體重、攝食量及組織重量之影響

為了解不同米穀配方對於動物體重及一般健康的影響，本試驗以AIN-76飼料為主，以糙米或糙米+米糠組取代20%的高脂飼料，並將蛋白質、脂肪及澱粉等三大營養素調整為相同，使飼料營養成分及熱量接近以利比較(表二)。於實驗期間每週記錄體重及攝食量之變化(表三)，並於試驗結束後犧牲動物比較體重、攝食量與組織器官重量。實驗初期，各組間體重並無顯著差異，但在餵食樣品八週後，高脂飲食組動物之體重顯著高於正常飲食組動物，餵食糙米組及糙米米糠組之動物又顯著低於高脂飲食組。各組間之平均攝食量雖無顯著差異，但實驗組有減少攝食的趨勢，推測糙米及糙米+米糠組減少體重之因素包括減少食物攝取及降低食物利用率(Feed efficiency)，最後糙米+米糠組的動物體重變化率(20.61%)與控制組(20.42%)不相上下(表三)。

在臟器重量部分，與正常飲食組相比，高脂飲食組皆造成顯著較高的絕對及相對肝臟重量，較高的副睪脂肪與總脂肪重量，以及顯著較低之腎臟相對重量(表三)。不同的米穀配方與高脂高膽固醇飼料組相比，則顯著減少腎臟絕對重量，對於肝臟、腹部及副睪周圍脂肪的絕對重量也有減少的效果，但是皆未達顯著水準。整體而言，高脂飼料顯著增加肝臟重量，目前所提供的糙米及糙米+米糠飼料劑量，並無法改變形成脂肪肝的結果，解剖之動物皆呈現明顯的脂肪肝(圖一)。

三、不同米穀配方對於倉鼠血液脂質之影響

在血液脂質方面，與一般正常組相比，高脂飲食組對於血中三酸甘油脂(TG)並無顯著影響，但血漿總膽固醇(TC)、低密度脂蛋白膽固醇(LDL-C)及高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C)皆顯著增加(表四)。餵食100%糙米組與高脂飲食組相比可顯著增加血液HDL-C濃度，但是TG、TC

及LDL-C並無顯著差異。較為意外的是糙米+米糠組各項血液脂質數據與高脂飼料組皆無顯著差異，同時血漿TG比高脂飼料組增加約50%，推測原因可能為所用的米糠原料，雖然在碾米後即冷藏保存，但是並未立即安定化，使其中的游離脂肪酸增加，在本場相關研究中發現，新鮮碾製的米糠油脂，其酸價大約為7~10 mg KOH/g，若未立即加以安定化，在4℃冷藏過程中，會逐漸增加到約200 mg KOH/g。本次試驗並未妥善控制米糠品質，可能因為貯存期間酵素作用增加游離脂肪酸，使本試驗倉鼠血漿三酸甘油脂高於高脂飼料組。

表三、不同米穀配方對高脂高膽固醇飲食誘導倉鼠體重、攝食量及臟器重量之影響

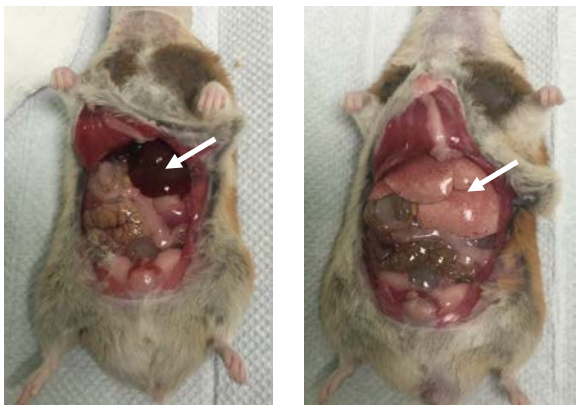
Table 3. Effects of different rice formulations on body weight, food intake, and visceral organ weights in high fat/high cholesterol-induced hamsters

Group	A	B	C	D
Body weight				
Initial (g)	101.23 ± 9.92	107.59±11.75	102.41 ± 11.38	102.32 ± 8.02
End (g)	121.36 ± 7.00	136.64 ± 9.06*	126.77 ± 12.36#	123.23 ± 9.09#
Change (%)	20.42 ± 7.44	27.76 ± 9.75*	24.32 ± 10.32	20.61 ± 6.52#
Food intake				
g/wk/hamster	57.31 ± 6.85	48.27 ±8.97	47.46 ± 7.68	44.11 ± 4.59
Feed efficiency (%)	35.63	57.51	51.24	46.72
Liver weight				
End (g)	5.15 ± 0.82	9.88 ± 0.68*	9.54 ± 0.82	9.49 ± 1.00
% of BW	4.24 ± 0.63	7.24 ± 0.44*	7.55 ± 0.60	7.70 ± 0.55
Kidney weight				
End (g)	1.15 ± 0.08	1.13±0.07	1.02 ± 0.08#	0.97 ± 0.06#
% of BW	0.95 ± 0.07	0.83 ±0.05*	0.81 ± 0.04	0.79 ± 0.06
Abdominal fat weight				
End (g)	1.33 ± 0.22	1.70±0.41	1.53 ± 0.54	1.50 ± 0.39
% of BW	1.09 ± 0.14	1.24±0.25	1.18 ± 0.33	1.21 ± 0.26
% total fat	35.96 ± 3.33	36.32±3.32	35.06 ± 4.29	37.51 ± 3.37
Epididymal fat weight				
End (g)	2.37 ± 0.36	2.94 ±0.46*	2.74 ± 0.51	2.47 ± 0.41
% of BW	1.95 ± 0.20	2.15±0.28	2.14 ± 0.22	1.99 ± 0.21
% total fat	64.04 ± 3.33	63.68±3.32	64.94 ± 4.29	62.49 ± 3.37
Total fat weight				
End (g)	3.70 ± 0.52	4.65±0.83*	4.27 ± 1.03	3.97 ± 0.77
% of BW	3.04 ± 0.27	3.39±0.49	3.33 ± 0.52	3.20 ± 0.45

* Statistically significant difference between control (A) and high-fat control (B) at $p<0.05$.

Statistically significant difference between high-fat control (B) and treated groups at $p<0.05$.

Value are expressed as mean ± SD (n=10).



圖一、高脂飼料造成倉鼠脂肪肝現象，圖中箭號所指處為肝臟。控制組倉鼠(左)肝臟呈暗紅色，高脂飼料組倉鼠(右)肝臟則呈淡粉色脂肪肝。

Fig. 1. High fat diet resulted in fatty liver in hamsters. Livers (indicated by arrow) of hamsters were dark red in control diet (left) and showed pinky fatty liver in high fat diet (right).

對於LDL-C/HDL-C的比值與動脈粥狀硬化指數(Atherogenic coefficient, AI)分析結果顯示，高脂飲食組與正常飲食組相比顯著增加，顯示高脂飲食會增加罹患心血管疾病及動脈粥狀硬化之風險。然而餵食100%糙米組可顯著增加高密度脂蛋白膽固醇，降低AI指數，具有降低動脈粥狀硬化風險之潛力。

表四、不同米穀配方對高脂高膽固醇誘導倉鼠血脂質之影響

Table 4. Effects of different rice formulations on serum lipid in high fat/high cholesterol-induced hamsters

	A	B	C	D
Triglyceride (mg/dl)	186.91 ± 76.79	212.55 ± 62.02	261.09 ± 84.72	308.82 ± 75.42
Total cholesterol(μg/dl)	145.55 ± 14.22	387.45 ± 17.48*	399.36 ± 63.74	424.18 ± 54.66
HDL-c (mg/dl)	94.05 ± 12.13	121.59 ± 12.37*	141.31 ± 10.75#	129.19 ± 16.57
LDL-c (mg/dl)	10.51 ±1.95	56.56 ± 12.28*	53.27 ±19.11	59.95 ± 16.85
LDL-c/HDL-c	0.11 ± 0.02	0.48 ± 0.14*	0.38 ± 0.13	0.46 ± 0.11
Atherogenic coefficient (AI)	0.56 ± 0.13	2.22 ± 0.43*	1.83 ± 0.42#	2.29 ± 0.30

* Statistically significant difference between control (A) and high-fat control (B) at $p<0.05$.

Statistically significant difference between high-fat control (B) and treated groups at $p<0.05$.

四、不同米穀配方對於倉鼠肝臟及糞便脂肪之影響

餵食老鼠高脂飼料八週後，其肝臟中TG及TC之含量與正常飲食組相比有顯著增加的趨勢(表五)，餵食糙米組其肝臟TC、TG改變並不明顯，但是糞便TG增加。而餵食糙米+米糠組飼料可降低肝臟TG之濃度，顯著降低肝臟內的脂質含量，但是糞便中TC及TG之含量也較少。

表五、不同米穀配方對高脂高膽固醇誘導倉鼠肝臟及糞便脂肪之影響

Table 5. Effects of different rice formulations on lipid of liver and feces in high fat/high cholesterol-induced hamsters

	A	B	C	D
Liver				
Total cholesterol (μg/g)	198.0 ± 118.1	690.4 ± 260.5*	750.4 ± 306.1	511.0 ± 275.1
Triglyceride (μg/g)	675.7 ± 172.9	1099.5 ± 239.3*	1063.2 ± 162.7	471.6 ± 72.6#
Feces				
Total cholesterol (μg/g)	97.2 ± 48.3	235.2 ± 71.2*	216.9 ± 40.5	96.4 ± 43.1#
Triglyceride (mg/g)	192.0 ± 96.8	540.1 ± 217.2*	746.1 ± 411.0	229.1 ± 128.0#

* Statistically significant difference between control (A) and high-fat control (B) at $p<0.05$.

Statistically significant difference between high-fat control (B) and treated groups at $p<0.05$.

Value are expressed as mean ± SD (n=10).

攝取高脂飲食會導致肝臟脂肪的累積，進而導致脂肪肝的形成，因此若可減少肝臟中脂肪的含量，其生成脂肪肝的機率也會降低。一般認為高纖飲食可吸附脂質並排出於糞便中，與降低血脂有關連性[4,7,10]，從本試驗結果觀察，僅糙米組可增加糞便TG，糙米+米糠組的動物糞便TC與TG皆顯著低於高脂飼料組，推測本處理組食物中的TC與TG在腸道中即被吸收回體內。

在前人的研究中，為了瞭解糙米、米糠對動物或人類健康的效益，通常添加相當高含量的米糠加工食品，例如Kim氏等的小鼠試驗，添加40%的米糠[7]取代高脂飼料，Gerhardt氏等的人體試驗中，則提供每日攝取84 g的米糠加工食品[2]，相當於每日以米糠取代16.8%的食物，在日常生活中較不容易實現。本研究中，以70%糙米+30%米糠取代20%飼料，相當於每日攝取食品中含6%的米糠，是較為可行的劑量。但是此劑量於本研究中，只有部分達到顯著改善血脂的目的。此外，本研究中所使用之米糠雖經過安定化才用於倉鼠飼料，但是並未檢測分析其品質，推測在運送及暫時貯存過程中，已經產生相當可觀的游離脂肪酸，未來需要再將米糠品質做更完善的管控。

綜合以上結果，倉鼠攝食100%糙米比高脂飼料組可以顯著減少體重、增加高密度脂蛋白膽固醇，減少動脈粥狀硬化風險，其餘指標雖有改善但是未達顯著水準。攝食70%糙米+30%米糠組倉鼠亦可以顯著減少體重，減少肝臟TG，其餘指標則未達顯著水準，兩組試驗物質都具有部分改善血脂的效益，需要提供更高食用量才能達到更好的保護效果。未來如能廣泛推廣糙米的食用，以及開發含有安定化米糠的高纖加工食品如米糠穀奶、高纖米果等，對國民健康應該會有改善的效果。

結論與建議

米糠為營養豐富但是低度利用的原料，為避免精緻飲食造成營養不均衡，美國之食品主管機構建議食品業者應將穀物麩皮加工回填至餅乾、穀物片、穀物棒等產品，以提供足夠的

膳食纖維於日常飲食中，但是在國內利用米糠的情形尚不普遍。主要原因可能包括碾米廠並無米糠安定化設備、國內加工廠商尚不清楚米糠的保健潛力或不易取得安定化米糠、慣行農法碾製米糠可能含有農藥殘留等。有鑑於米糠具備的保健潛力，可在有機米專區設置安定化設備，協助栽培有機米農戶生產安定化米糠。此外，本研究也顯示糙米加工穀粉也具有改善血脂的功效，不同品種及加工方法或許對調節血糖、血脂、腸胃功能會有助益，需要跨領域結合，探討具有保健功效的品種、加工方法與食用量範圍，開發出優質糙米及米糠加工食品，提供多元化的米穀保健食品選擇。

誌　　謝

本研究由農委會科技計畫國產機能性穀物產品之開發補助(編號105農科-16.3.1-中-D1)，在動物試驗方面承台北醫學大學保健營養系陳玉華教授協助進行，國姓鄉黃國峰農友致贈有機米糠，特此致謝。

參考文獻

1. 衛生福利部國民健康署　2016　台灣肥胖的情形嚴重嗎？　肥胖防治網　2017年12月擷取 [https://obesity.hpa.gov.tw/TC/faqContent.aspx?id=67&chk=84b32626-2bca-430c-982b-784a9b53fe69&param=pn%3D3].
2. Gerhardt, A. L. and N. B. Gallo. 1998. Full-fat rice bran and oat bran similarly reduce hypercholesterolemia in humans. The Journal of nutrition, 128(5): 865-869.
3. Heinemann, R. J. B., P. L. Fagundes, E. A. Pinto, M. V. C. Penteado and U. M. Lanfer-Marquez. 2005. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. Journal of Food Composition and Analysis. 18: 287-296.
4. Hundemer, J. K., S. P. Nabar, B. J. Shriver and L. P. Forman. 1991. Dietary fiber sources lower blood cholesterol in C57BL/6 mice. The Journal of Nutrition. 121: 1360-1365.
5. Justo, M. L., C. Claro., M. Zeyda, T. M. Stulnig, M. D. Herrera and R. Rodríguez-Rodríguez. 2016. Rice bran prevents high-fat dietinduced inflammation and macrophage content in adipose tissue. European Journal of Nutrition. p. 1-9.
6. Keith, S. W., D. T. Redden, P. T. Katzmarzyk, M. M. Boggiano, E. C. Hanlon, R. M. Benca, D. Ruden, A. Pietrobelli, J. L. Barger, K. R. Fontaine, C. Wang, L. J. Aronne, S. M. Wright, M. Baskin, N. V. Dhurandhar, M. C. Lijoi, C. M. Grilo, M. DeLuca, A. O. Westfall and D. B. Allison. 2006. Putative contributors to the secular increase in obesity: exploring the roads less traveled. Int J Obes (Lond), 30: 1585-1594.

7. Kim, J. Y., M. Shin and Y. R. Heo. 2014. Effects of Stabilized Rice Bran on Obesity and Antioxidative Enzyme Activity in High Fat Diet-induced Obese C57BL/6 Mice. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition 43: 1148-1157.
8. Miller, J. B., E. Pang and L. Bramall. 1992. Rice: a high or low glycemic index food?. The American journal of clinical nutrition, 56(6): 1034-1036.
9. Panlasigui, L. N. and L. U. Thompson. 2006. Blood glucose lowering effects of brown rice in normal and diabetic subjects. International journal of food sciences and nutrition, 57(3-4): 151-158.
10. Parikh, S., N. K. Pollock, J. Bhagatwala, D. H. Guo, B. Gutin, H. Zhu and Y. Dong. 2012. Adolescent fiber consumption is associated with visce-ral fat and inflammatory markers. J. Clin. Endocrinol. Metab. 97: 1451-1457.
11. Patel, M and S. N. Naik. 2004. Gamma-oryzanol from rice bran oil – A review. Journal of scientific and Industrial Research. 63:569-578.
12. Perez-Ternero, C., M. D. Herrera, U. Laufs, M. Alvarez de Sotomayor and C. Werner. 2017. Food supplementation with rice bran enzymatic extract prevents vascular apoptosis and atherogenesis in ApoE-/- mice. European Journal of Nutrition. p. 1-12.
13. Randall, J. M., R. N. Sayre, W. G. Schultz, R. Y. Fong, A. P. Mossman, R. E. Tribelhorn and R. M. Saunders. 1985. Rice bran stabilization by extrusion cooking for extraction of edible oil. Journal of Food Science, 50(2): 361-364.
14. Saunders, R. M. 1990. The properties of rice bran as a foodstuff. Cereal Foods World, 35(7): 632-636.
15. Sun, Q., D. Spiegelman, R. M. van Dam, M. D. Holmes, V. S. Malik, W. C. Willett and F. B. Hu. 2010. White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. Archives of internal medicine, 170(11): 961-969.

The Effects of Different Rice Formulations in High Fat and High Cholesterol Diet Induced Hyperlipidemic Hamsters[1]

Jung-Jung Chen[2], Yu-Hsin Chen[3] and Yi-Ling Chen[4]

ABSTRACT

Rice is the main staple food of Taiwan, although the nutritional value of brown rice is higher than white rice, however people consume more white rice as the palatability is better than brown rice. Rice bran is not yet utilized extensively in Taiwan, it is feasible to make fortified processed rice products to improve its nutritional value to increase the consumption of domestic rice. The aim of this study was to investigate the effect of extrusion cooked whole grain brown rice and addition of rice bran on high fat diet induced hyperlipidemia in hamsters. The rice variety Taichung Sen No. 10 was chosen, the experiment diets include the control, high fat diet, the 100% brown rice, and 70% brown rice with 30% stabilized rice bran, in which the latter 2 rice diets replace 20% of high fat diet. The nutritional values of carbohydrate, protein and fat are adjusted to equal. After 8 weeks of feeding, hamsters are sacrificed to determine weight of body, liver, kidney, abdominal and epididymal fat, and serum lipids. The results indicated that the administration of 70% brown rice plus 30% rice bran could significantly reduce body weights, reduce TG and TC level in liver and weight of total fat tissue. Besides, the administration of 100% brown rice could significantly increase HDL-c level and reduce the risk of Atherogenesis. In conclusion, 100% brown rice and 70% brown rice plus 30% rice bran can potentially prevent hyperlipidemia in hamsters fed with high fat/cholesterol diet.

Key words: Brown rice, rice bran, dietary fiber, hyperlipidemia

---

[1] Contribution No. 0922 from Taichung DARES, COA.

[2] Research Assistant of Taichung DARES, COA.

[3] Associate Researcher of Taichung DARES, COA. Corresponding Author.

[4] Nutritionist, Sweet Garden Food Co., Ltd.

台北醫學大學
實驗動物照護及使用委員會審查同意書
Affidavt of Approval of Animal Use Protocol
Taipei Medical University

同意書編號： LAC-2016-0062

計畫申請人(PI)： 陳玉華 職稱： 教授

單位： 保健營養學系

飼養/應用地點： 台北醫學大學動物中心

計畫名稱： 不同米穀配方調節血脂功效之研究

動物實驗申請表編號： LAC-2016-0062

本計畫之「動物實驗申請表」業經實驗動物照護及使用委員會或小組審查通過。

本計畫預定飼養應用之動物如下：

動物別(品系)	動物數量	計畫執行期間
倉鼠(Golden Syrian Hamster)	140	2016-03-11至2016-11-30

The animal use protocol listed below has been reviewed and approved by the institutional Animal Care and Use Committee or Panel (IACUC/IACUP)

Protocol Title: Effects of various grains on lipid profile in hamsters

IACUC Approval No: LAC-2016-0062

Period of Protocol: 2016-03-11 To 2016-11-30

Principal investigator(PI): Yue-Hwa Chen

實驗動物照護及使用委員會召集人： 黃彥華 日期： 03/25/2016

臺北醫學大學 IACUC 審核專用章 105.3.25 黃彥華

IACUC Chairman: Date: 03/25/2016

列印時間:2016-03-24 14:09:47