

全穀薏仁對餵與高脂高膽固醇飲食大鼠血液及肝臟脂質的影響¹

陳裕星²、洪鈺雯³、蘇致柔²、楊啟裕³

摘 要

薏仁是我國傳統藥食兩用食材，含有豐富的營養素與機能性成分。研究顯示薏仁煮食具有調節血脂、血糖之效果，本研究進一步探討加工是否會影響其功效。試驗以高脂飼料為大鼠基礎飲食，每日另管灌餵食 2 g/kg 的擠壓膨發熟化全穀薏仁漿，控制組則餵食 LabDiet 5001 飼料，8 週後比較各組大鼠血液及肝臟脂質與肝腎功能評估。結果顯示，全穀薏仁漿可顯著抑制體重增加及減少食物利用率。灌食全穀薏仁漿可顯著改善高脂飼料增加的血漿總膽固醇、三酸甘油酯、低密度脂蛋白膽固醇及粥狀動脈硬化指標，並改善高脂飼料造成的脂肪肝現象，包括增加肝臟重量、膽固醇、三酸甘油酯及肝發炎現象。血清尿素氮、尿酸及電解質鈉、鉀、氯等生理數值，於各組間無顯著差異，而高脂飼料造成的血清肌酸酐上升，可由灌食全穀薏仁漿顯著改善。整體而言，擠壓膨發加工之薏仁不僅可降低血脂，且可改善脂肪肝及肝發炎現象，故具有抗代謝症候群之潛力，可開發為護肝及降低血脂脂肪健康食品。

關鍵詞：擠壓熟化、血脂、肝發炎、安全性

前 言

薏苡為禾本科植物，學名 *Coix lacryma-jobi*，英文名為 Job's tears, adlay 等。薏苡植株的種仁稱薏苡仁，又稱薏仁、薏米、薏珠子等，為我國傳統藥食同源作物。薏苡是臺灣中部地區重要之雜糧作物，具有豐富的機能性成分，如薏苡酚酸、亞麻油酸及植物固醇⁽¹⁾；種子蛋白質含量約 13-15%，含有豐富的必須胺基酸，如甲硫胺酸、白胺酸，且優於稻米、小麥、燕麥^(2,3)。臺中區農業改良場自 71 年起開始引進日本之薏苡品種，復於 80 年代，蒙日本前岡山縣農業試驗場場長小林甲喜博士致贈日本各地區之薏苡地方品種，陸續進行品種比較試驗與雜交育種，從 84 年命名第一個國內自行選育的薏苡品種‘台中 1 號’開始⁽⁴⁾，迄今已育成 5 個薏苡品種，主要栽培地區包括臺中大雅、彰化二林、南投草屯、雲林四湖及嘉義朴子等地區^(5,6)。

¹ 臺中區農業改良場第 0977 號研究報告。

² 臺中區農業改良場副研究員、助理研究員。

³ 農業科技研究院動物科技研究所助理、資深研究員兼動物科技組組長。

臺灣目前所栽培的薏苡均屬於馬援種(*C. lacryma-jobi* var. *ma-yuen*)，種子籽粒較小而勻稱，有別於東南亞所栽培的大粒品種(*C. lacryma-jobi* var. *major*)。薏仁麩皮含有豐富的油脂及二次代謝物。東南亞進口薏仁從產地採收、集貨、貯運到臺灣需時較久，容易有油脂酸敗及麴毒素污染疑慮，因此到臺灣之後，多磨去麩皮以精白薏仁銷售。國內農民生產之薏仁，於農會或合作社收購乾燥後，均於冷藏庫冷藏保持最佳鮮度，脫殼後保留營養豐富的麩皮層(bran)故為全穀薏仁。全穀薏仁麩皮呈赭紅色，因此又稱紅薏仁以與進口精白薏仁區隔。

薏仁種子含有豐富的營養與特殊機能性成分，國內學者曾介紹薏仁對健康的效益，包括免疫調節與抗過敏、調節血糖血脂、調節內分泌助孕、抗氧化清除自由基與輔助抗癌等^(2,15,20)。楊等⁽⁷⁾針對高血脂及高血糖病患進行人體試驗，也證實每天以 100 g 煮熟薏仁或燕麥取代米飯，發現薏仁可以顯著改善病患血脂和血糖。但是燕麥對高血糖病患僅能改善血脂，同時增加血糖達 20%，顯示薏仁對改善代謝症候群具有顯著療效且勝過燕麥。

近年來食品安全與健康飲食已成為消費者關注的重要議題，而工作與生活型態的改變，對於即食食品、零食的需求也日益增加，全穀類天然食品應具有可觀的潛在市場。全穀穀物對預防肥胖與心血管疾病的功效，已經被歐盟及美加等先進國家認可，並允許在全穀食品上標示相關保健功效，應設法開發保有全穀機能性的食品。穀物除了熟飯、粥品、製粉、製麵、麵包、饅頭等加工主食之外，尚可製作沖泡米穀粉、膨發食品等代餐或零食，加工常用技術包括磨漿蒸煮熟化、爆炒及擠壓膨發熟化等。擠壓膨發熟化技術透過加壓加熱使穀物澱粉糊化熟化，可以製成條型、球型、螺旋狀等不同形狀膨鬆的食品，也可以磨粉製作即溶沖泡飲品。因為加工時間短，對食品營養破壞程度小、產率高、熟化後口感好、食用方便，是廣泛應用的加工技術。因此本研究探討擠壓膨發加工後薏仁，對於餵食高脂高膽固醇飲食小鼠之血液與肝臟脂質的影響，與前人研究成果比較，並評估肝腎功能以了解安全性。由於高血脂通常也伴隨肥胖及脂肪組織堆積，因此同時評估其是否具有不易形成體脂肪的效果，對薏仁在抗代謝症候群之功效做廣泛的評估。

材料與方法

一、薏仁原料及加工

薏仁為購自二林鎮農會之‘台中 3 號’全穀紅薏仁，委託薊園生技股份有限公司以雙軸擠壓機加工磨粉，首先將全穀紅薏仁粉碎後過篩 20 mesh，加水調濕至水分含量 17 %後，以雙軸擠壓機膨發熟化，擠壓出之全穀薏仁以烤箱溫度 120± 10°C 烘乾後磨粉過 60 mesh 篩網備用，穀物經此加工程序產率約 95%。

二、動物試驗

本研究之 SD 品系大鼠調節體脂實驗部分於農業科技研究院執行，實驗動物購自樂斯科生物科技股份有限公司，隨機分為 3 組如下：

- (一) 控制組(Control)：為購自 LabDiet 公司之 LabDiet 5001 粉狀飼料，其營養成分中粗蛋白至少 23%、粗脂肪至少 4.5%、粗纖維不超過 6.0%、灰分不超過 8.0%、水分不超過 12%之基礎飲食⁽¹³⁾。
- (二) 高脂飲食組(High Fat Diet, HFD)：飼料配方以 70% LabDiet 5001 粉狀飼料為基料，與 13%豬油、10%蛋黃粉、6%奶粉、1%膽固醇混合均勻。試驗所用飼料之營養組成參考美國農部所公布的資料^(16,17,18)，各組飼料之三大營養素組成詳如表一及表二。

表一、本實驗使用飼料營養成分表(%)

Table 1. Composition of the feeds used in experiment (%)

	LabDiet 5001	Milk powder	Egg yolk powder	Lard
Compositions of feeds				
Percent protein	24.1	26.3	33.6	
Percent fat (ether extract)	5.0	26.7	59.1	100
Percent fiber (crude)	5.2			
Carbohydrate		38.4	0.66	
Nitrogen free extract %	48.7			
Percent starch	21.9			
Percent sucrose	3.7			
Minerals-ash	6.9	6.08	3.51	
Cholesterol (ppm)	200	970	23070	
Metabolizable energy (kcal/g)	3.02	4.95	6.69	9.02

All feeds were obtained from Young Li trading Co. Taiwan.

Lab Diet 5001 ingredients: Ground corn, dehulled soybean meal, dried beet pulp, fish meal, ground oats, brewers dried yeast, cane molasses, dehydrated alfalfa, dried whey, wheat germ, porcine animal fat preserved with BHA, porcine meat meal, wheat middlings, salt, calcium carbonate, DL-methionine, choline chloride, cholecalciferol, A vitamin acetate, folic acid, menadione sodium bisulfite (source of vitamin K), pyridoxine hydrochloride, thiamin mononitrate, nicotinic acid, calcium pantothenate, dl-alpha tocopheryl acetate, vitamin B₁₂ supplement, riboflavin, ferrous sulphate, manganous oxide, zinc oxide, ferrous carbonate, copper sulfate, zinc sulfate, calcium iodate, cobal carbonate, sodium selenite. Data from Labdiet (2020).

Composition data of milk powder, egg yolk powder and lard are from USDA (2019).

- (三) 全穀薏仁漿組(HFD-J)：與 HFD 組同為高脂飲食且自由取食，另外取薏仁粉 2 g 以 10 mL 注射用水乳化為薏仁漿後，於試驗開始即每天管灌餵食，每一週隨著體重增加調整注射用量，注射劑量原則為每隻 10 mL/kg/day，控制組及高脂飲食組則餵食等量注射用水。

於實驗期間每週記錄體重及攝食量之變化，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。實驗為期 8 週，每組 10 隻，在第 8 週以 Isoflurane 氣體麻醉，採集腹腔動脈血液後犧牲並取肝臟、腎臟、腸繫膜及副睪脂肪組織進行秤重，並將肝臟組織儲存於 -80°C 待之後分析。

表二、不同組別飼料營養成分表

Table 2. Diet composition of different experiment group

	Control	HFD	HFD-J
Compositions of feeds			
Percent protein	24.1	21.8	21.8
Percent fat (ether extract)	5.0	24.0	24.0
Percent fiber (crude)	5.2	3.6	3.6
Percent carbohydrate	48.7	36.5	36.5
Cholesterol (ppm)	200	2605.2	2605.2
Job's tears (g/kg body wt./day)	-	-	2
Calories (kcal/g)	3.85	4.831	4.831

LabDiet 5001 is used for the control group. In HFD and HFD-J, the diet is composed of 70% LabDiet 5001, supplemented with 6% milk powder, 10% egg yolk powder, 13% lard and 1% cholesterol. The nutritional compositions of each group were calculated based on Table 1. Protein, fat and carbohydrate contents were 24.1%, 5% and 48.7% in control group, and 21.8%, 24% and 36.5% in high fat high cholesterol diet (HFD, HFD-J) groups, respectively.

三、血液生化與電解質分析

血液於室溫靜置約30 min 後，於4°C下以3,500 rpm 離心15 min，取上層血清於-70°C冷凍櫃保存。以全自動乾式生化分析儀(FDC4000i, FUJI)測定血清中肝功能指數之天門冬胺酸轉胺酶(AST)與丙胺酸轉胺酶(ALT)活性，以及血清中TG、TC，腎功能方面分析血清肌酸酐(CRE)、尿素氮(BUN)及尿酸(UA)，同時分析血液中血糖(Glu)、總蛋白(TP)與電解質鈉(Na)、鉀(K)、氯(Cl)離子濃度。並委託保吉生化學股份有限公司(新北市，臺灣)檢測游離脂肪酸(FFA)、低密度脂蛋白膽固醇(LDL-C)與高密度脂蛋白膽固醇(HDL-C)，並利用公式 $(TC-HDL-C)/HDL-C$ 計算動脈粥樣硬化指數(Atherogenic Index, AI-index)。

四、肝臟脂質分析

收集0.1 g 的肝臟組織，使用冰的PBS沖洗，再利用1 ml脂質萃取液I (氯仿:甲醇 = 2 : 1) 利用組織均質機(TissueLyser II, QIAGEN)研磨萃取，以3,500 rpm離心10 min，取上清液，再用脂質萃取液I定量至1 ml，再加入200 µl 0.9% 的生理食鹽水，以離心機3,500 rpm離心10 min，去除上清液，利用脂質萃取液II (氯仿:甲醇: ddH₂O = 3 : 48 : 47) 定量到1 ml，以3,500 rpm高速離心10 min，去除上層液，再以甲醇定量到900 µl，再利用脂質萃取液I定量至 1 ml，利用抽氣櫃抽氣將甲醇揮發，分別使用膽固醇商用市售試劑組(ab65359, Abcam)及三酸甘油酯商用市售試劑組(ab65336, Abcam Triglyceride Quantification Assay G)分析肝中膽固醇及三酸甘油酯含量。

五、統計分析

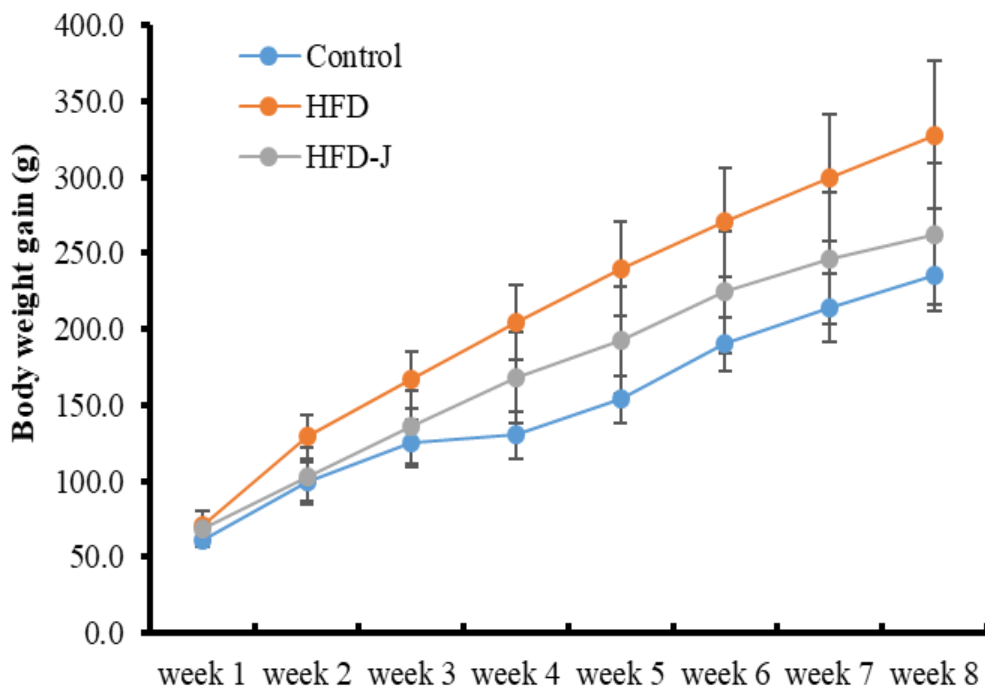
控制組、HFT 及 HFT-J 組之攝食量、體重增加量及食物利用率以 Student's t test 比較分析結果

差異；體重、組織器官重量及血液生化數值等使用 SPSS Statistic 12.0 版本軟體以單因子變異數分析 (One-way analysis of variance, ANOVA) 分析控制組、高脂飲食與介入全穀薏仁漿之影響，並以 LSD (Fisher Least Significant Difference) 進行事後檢定。所有數值以 $\text{mean} \pm \text{SD}$ 表示， $p < 0.05$ 表示具有統計上意義。

結果與討論

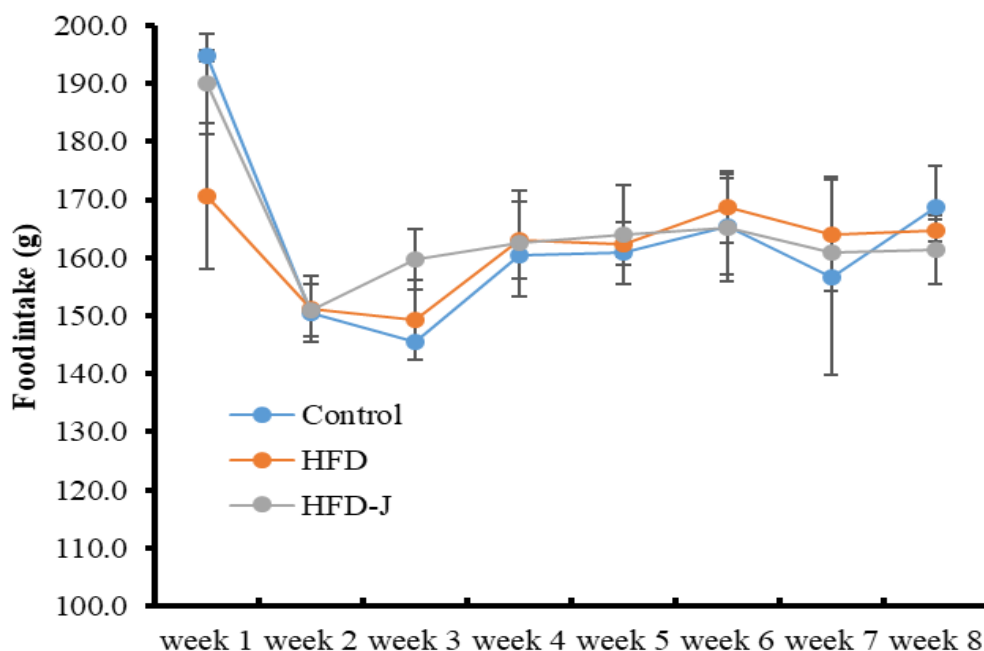
一、全穀薏仁漿對於大鼠體重、食物利用率及脂肪組織重量之影響

本試驗之基礎飼料採自由取食，試驗組則每日管灌餵食以確保動物皆攝取定量之全穀薏仁漿，HFD-J 試驗組動物因較控制組晚 5 天開始試驗，初始的體重顯著較高(表三)，但是在實驗第 1 週，體重增加量在各組間並無顯著差異，HFD 試驗組動物之體重增加迅速，第 4 週後即明顯高於控制組(圖一)。本試驗 HFD-J 組動物雖然開始試驗時體重比其他 2 組高，但是試驗結束後，體重變化量介於 HFD 組與控制組之間(圖一、表三)。各組間之平均攝食量在第 2 週之後趨於穩定，差異不顯著，第 4 週後每週攝食量約 160 g 左右(圖二)，對比體重增加量的變化趨勢，可觀察到薏仁漿有降低食物利用率(表三，Food efficiency)效果($P < 0.05$)。



圖一、實驗動物在 8 週試驗期間體重增加量變化

Fig. 1. Body weight gain in Wistar rats during 8 weeks experiment period



圖二、實驗動物在 8 週試驗期間攝食量的變化

Fig. 2. Food intake of Wistar rats during experiment period

表三、薏仁漿對高脂飲食之大鼠體重變化及食物效率之影響

Table 3. Effects of Job's tears on body weight gain and food efficiency in Wistar rats fed with HFD

Group	Control	HFD	HFD-J
Body weight			
Initial	211.67 ± 7.07	216.09 ± 12.75	264.69 ± 10.60 ^{###}
End	447.15 ± 24.09	544.06 ± 53.98 ^{***}	527.43 ± 48.75
Change (%)	111.37 ± 11.73	151.88 ± 22.33 ^{**}	99.38 ± 18.09 ^{###}
Average intake			
Food (g/d)	23.26 ± 0.50	23.11 ± 0.63	23.47 ± 0.57
Food efficiency ¹	36.45 ± 3.13	50.92 ± 5.38 ^{***}	39.68 ± 3.61 ^{##}

^{***} Statistically significant difference between control and high-fat control at p<0.05, 0.01 & 0.001.

^{###} Statistically significant difference between high-fat control and treated group at p<0.05, 0.01 & 0.001.

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

¹ Food efficiency: (body weight gain/total food intake)*100%.

由於高脂飲食會導致肝臟合成較多的 TC 與 TG，並分泌較多的極低密度脂蛋白膽固醇(VLDL)到血液中，VLDL 會逐漸形成 LDL，其中的 TG 會進入其他細胞作為熱量用途，或逐漸儲存到脂肪細胞導致肥胖。在脂肪組織重量方面，與控制組相比，高脂飼料皆造成顯著較高的脂肪組織重量，

包括腸繫膜、腎臟及副睪周圍脂肪(表四)，總脂肪重量與相對體重比值也都顯著增加。依據衛生福利部(以下簡稱衛福部) 2013 年 10 月公告「健康食品之不易形成體脂肪」辦法⁽¹⁰⁾表示，功效性評估項目結果中至少 2 項以上具有意義，其中須包括「體脂肪率」之項目，即可宣稱具有「不易形成體脂肪」之功效。薏仁漿對於上述脂肪組織的絕對重量雖略有減少的效果，但是目前試驗結果並未達顯著水準(表四)，未來可評估長期食用對降低體脂肪含量之效果。

表四、薏仁漿對高脂飲食大鼠脂肪組織重量之影響

Table 4. Effects of Job's tears on visceral fat weight in Wistar rats fed with HFD

Group	Control	HFD	HFD-J
Mesentery fat	1.43 ± 0.26	2.47 ± 0.96**	2.04±0.57
Kidneys fat	7.53 ± 2.13	12.75 ± 3.81**	10.72±3.75
Epididymis fat	5.16 ± 1.70	7.86 ± 2.17*	7.27±2.73
Total fat [#]	14.12 ± 3.33	23.09 ± 6.54**	20.03±6.45
Fat/body weight (%)	2.98 ± 0.72	4.00 ± 0.93*	3.78±1.08

*** Statistically significant difference between control and high-fat control at $p < 0.05$, 0.01.

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

#Total fat is the sum of mesentery fat, kidneys fat and epididymis fat.

二、全穀薏仁漿對於大鼠血液脂質之影響

本試驗中，在血液脂質方面 HFD 組之血漿 TC、LDL-C、LDL/HDL 比值及 AI 皆比控制組顯著增加($P < 0.001$ ，表五)，同時 HDL-C 含量減少($P < 0.05$)。由血脂計算而得的 AI 數值亦高於控制組，相對的以高脂飲食外加管灌餵食薏仁漿，可以顯著降低因 HFD 所增加的 TC、TG、LDL、LDL/HDL 以及降低 AI 數值。楊與蔡⁽⁸⁾以全穀薏仁、精白薏仁、糙米、白米、燕麥、高筋麵粉等作為 50% 飼料組成，再搭配高油及高膽固醇，配製等三大營養素與等熱量飲食，結果發現不論是全穀薏仁或是精白薏仁都可以顯著降低倉鼠的 TG、TC、LDL-C，顯示薏仁的不同成分均具有調節血脂的作用，且薏仁優於燕麥、糙米及高筋麵粉。

對比本試驗管灌餵食薏仁劑量為每公斤體重 2g，如以最後一週體重計算，攝取量約 1-1.1g，約佔平均食物攝取量的 4.5%，顯示包含完整麩皮、胚芽胚乳及種子油脂的全穀薏仁，在此較低的劑量也能達到改善血脂的效果，此外也可推論穀物擠壓膨發仍可以保持薏仁原本的保健功效。

在薏仁調節血糖與血脂的功效人體試驗評估方面，楊等⁽⁷⁾針對高血脂病患受試者男性 26 人分成 2 組，每天各攝取薏仁或燕麥片 100 g 取代部分正餐，於攝食 2 週及 4 週後分別抽血測定空腹血脂質及血糖含量。結果顯示，高血脂症病患在攝取薏仁 2 週及 4 週後，血漿總脂質、三酸甘油酯(TG)、膽固醇(TC)、低密度脂蛋白膽固醇(LDL-C)及血糖濃度皆顯著降低($p < 0.05$)，且攝取 2 週及 4 週的濃度沒有顯著差異。與燕麥組相比較，血漿 TC、LDL-C 及總脂質降幅二者之間差異不顯著，但薏仁組病患的 TG 及血糖降幅明顯大於燕麥組($p < 0.05$)，顯示薏仁在調節總膽固醇與血糖效果優於燕麥，動物試驗和人體試驗效果一致。

表五、薏仁漿對高脂飲食大鼠血脂質之影響

Table 5. Effects of Job's tears on serum lipid in Wistar rats fed with HFD

Group	Control	HFD	HFD-J
TC (mg/dL)	44.8±7.07	99.3±32.28 ^{***}	74.6±17.57 [#]
TG (mg/dL)	26.4±8.0	35.5±20.65	20.1±6.85 [#]
HDL (mg/dL)	38.9±7.67	32.4±5.76 [*]	37.9±5.84
LDL (mg/dL)	6.7±2.26	60.8±33.00 ^{***}	34.2±11.86 ^{##}
LDL/HDL	0.17±0.04	1.93±1.12 ^{***}	0.91±0.30 ^{##}
Atherogenic Index	0.16±0.06	2.12±1.09 ^{***}	0.98±0.40 ^{##}

^{*,**,*} Statistically significant difference between control and high-fat control at $p < 0.05, 0.01$ & 0.001 .

^{##} Statistically significant difference between high-fat control and treated group at $p < 0.05, 0.01$.

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

TC, total cholesterol (mg/dL); TG, triglyceride (mg/dL); HDL, high-density lipoproteins; LDL, low-density lipoproteins. AI, Atherogenic index, is calculated from (Total cholesterol - HDL-C)/HDL-C.

三、全穀薏仁漿對於大鼠肝臟脂質與肝發炎指數之影響

蔡等⁽⁹⁾以全穀薏仁、精白薏仁、糙米、白米、燕麥、高筋麵粉等作為 50%飼料組成，再搭配高油及高膽固醇，配製等三大營養素與等熱量飲食，結果發現不論是全穀薏仁或是精白薏仁都可以顯著降低倉鼠肝臟總脂質、肝臟三酸甘油酯及總膽固醇、且全穀薏仁優於其他飼料組別。

本試驗中，高脂飲食造成肝臟 TC、TG 顯著增加，肝臟重量為控制組的 2 倍，肝重/體重比顯著增加，肝發炎指數 AST、ALT 也顯著提高(表六)，脂肪肝和脂肪肝發炎的風險提高。管灌餵食薏仁漿之試驗組，可以顯著改善肝臟 TC ($P < 0.001$)、TG ($P < 0.01$)、AST ($P < 0.01$)，ALT 也相當接近顯著水準($P = 0.051$)，肝臟重量與肝重/體重比值皆顯著降低，顯示紅薏仁漿可以顯著減少肝臟脂肪堆積、減少肝臟重量，同時改善脂肪肝與脂肪肝發炎現象。對比蔡等⁽⁹⁾研究結果和本試驗一致，即糙薏仁可以顯著改善高脂高膽固醇飲食所造成的肝臟脂肪堆積與脂肪肝現象。

表六、薏仁漿對高脂飲食大鼠肝臟脂質及肝發炎指數之影響

Table 6. Effects of Job's tears on liver lipids and inflammation in Wistar rats fed with HFD

Group	Control	HFD	HFD-J
Liver weight (g)	10.31±0.56	21.81±3.54 ^{***}	18.5±2.93 ^{##}
Liver/Body weight (%)	2.17±0.11	3.78±0.32 ^{***}	3.49±0.27 [#]
TC (µg/µL)	0.41±0.09	0.73±0.12 ^{***}	0.58±0.05 ^{##}
TG (nmol/µL)	1.56±0.82	3.61±0.85 ^{***}	2.74±0.52 [#]
AST (U/L)	59.7±7.6	226.3±206.11 ^{**}	76.0±15.95 ^{##}
ALT (U/L)	24.3±3.7	143.2±194.16 [*]	40.6±8.21

^{*,**,*} Statistically significant difference between control and high-fat control at $p < 0.05, 0.01$ & 0.001 .

^{##} Statistically significant difference between high-fat control and treated group at $p < 0.05, 0.01$.

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

TC, total cholesterol (mg/dL); TG, triglyceride (mg/dL); AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase.

四、全穀薏仁漿對於大鼠一般血液生化值之評估

針對一般血液生化值評估，以血漿中 BUN、CRE 與 UA 代表腎功能的檢查項目，由試驗結果發現，高脂飼料增加 CRE，外加薏仁漿之後則回歸正常(表七)。血漿中的肌酐酸主要來自於肌肉蛋白質代謝產生，透過腎臟由尿液排出，因此如果腎功能有問題也會造成血中肌酐酸濃度上升的現象，由實驗結果顯著降低血漿中 CRE 濃度可推測，全穀紅薏仁具有改善腎功能的效果，或是透過改善各項生理指標包括血脂及肝發炎指數，達到減少腎臟負荷。BUN 與 UA 在三組處理中均無顯著差異。

另分析血糖(GLU)、血漿之總蛋白質(TP)、游離脂肪酸(FFA)及電解質鈉(Na)、鉀(K)、氯(Cl)離子，結果顯示 HFD 組的 TP 增加($P<0.05$)，FFA 減少($P<0.05$)，其餘電解質則與控制組無顯著差異。HFD-J 與控制組、HFD 組差異也不顯著(表八)，顯示薏仁漿的安全性高，無不良作用。

表七、薏仁漿對高脂飲食誘導大鼠血漿肌酸酐、尿素氮及尿酸之影響

Table 7. Effects of Job's tears on creatinine, blood urine and uric acid in Wistar rats fed with HFD

Group	Control	HFD	HFD-J	Range
CRE (mg/dL)	0.17±0.05	0.21±0.03*	0.17±0.05 [#]	0.40-0.60 ⁽¹¹⁾
BUN(mg/dL)	11.54±1.65	10.7±1.56	12.42±2.63	10.00-16.00 ⁽¹¹⁾
UA(mg/dL)	1.37±0.25	1.57±0.30	1.36±0.31	0.90-1.50 ⁽¹²⁾

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

[#] Statistically significant difference between high-fat control and treated group at $p<0.05$.

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

CRE, creatinine; BUN, blood urea nitrogen; UA, Uric acid.

表八、薏仁漿對高脂飲食誘導大鼠血液血糖、游離脂肪酸及電解質之影響

Table 8. Effects of Job's tears on blood glucose, free fatty acids and electrolytes in Wistar rats fed with HFD

Group	Control	HFD	HFD-J	Normal range
Glu (mg/dL)	151.0±18.01	144.5±18.25	169.6±20.90	121.0-197.0 ⁽¹¹⁾
TP (g/dL)	5.30±0.17	5.98±0.23*	5.90±0.31	6.00-7.10 ⁽¹¹⁾
FFA (mmol/L)	0.57±0.10	0.42±0.12*	0.54±0.08	0.33-0.47 ⁽¹⁹⁾
Na (mEq/L)	142.0±1.89	142.3±2.71	143.5±1.08	141.0-149.0 ⁽¹¹⁾
K (mEq/L)	5.10±0.52	5.17±0.56	4.64±0.31	4.60-6.10 ⁽¹¹⁾
Cl (mEq/L)	105.4±1.58	105.6±3.17	103.1±2.60	101.0-107.0 ⁽¹¹⁾

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

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

Glu, serum glucose; TP, total protein; FFA, free fatty acids.

結 論

薏仁為我國傳統藥食兩用食材，缺點為烹調需時較久，做成加工食品提高食用便利性有其必要。國內學者以薏仁進行的試驗中，不論動物或人體試驗皆證實具有降低血脂的功效^(7,8,9)。試驗材料製備方式不論是以熟飯型態給志願者食用、煮飯後乾燥磨粉餵食動物，以及本試驗以擠壓膨發熟化加工後磨粉，不同試驗材料均呈現一致效果，除了可調節高血脂之外，也可改善因高脂飼料造成的脂肪肝與肝發炎情形，以體表面積換算大鼠與人體等效劑量⁽¹⁴⁾為0.32 g/kg，以成人 60 kg 為例，換算每日需食用 19.2 g 全穀紅薏仁。

依據衛福部國人健康統計資料顯示，在 2010 年臺灣 18 歲以上男性肥胖(BMI 值超過 24)人口的比例達 50%，2007-2010 年四年間與肥胖直接相關的健保支出達 2,400 億，對國家健保支出造成極大的負擔。從本試驗與前人研究結果顯示，全穀薏仁對改善健康的效果相當全面，涵蓋減重、降血脂、降高血糖、改善脂肪肝與脂肪肝發炎等，然而多數國人對於紅薏仁的認識仍相當有限，仍侷限在消水腫、去積水、美白等傳統認知效果，未來應加強對消費者推廣溝通其抗代謝症候群效果，並開發健康食品以利行銷國產紅薏仁。

誌 謝

本研究由農委會科技計畫補助(計畫名稱：蕎麥及薏苡 DNA 條碼與生化指紋圖譜之建立，計畫編號：104 農科-9.1.4-中-D1)，特此誌謝。

參考文獻

1. 王思涓 2002 薏苡籽實中特殊生理機能性成分的定量分析與比較 國立台灣大學食品科技研究所碩士論文 台北。
2. 江文章 2009 薏仁保健功效研究和產業發展現況 「薏仁和蕎麥的育種栽培、加工利用和保健機能性研究」研討會 1 Jul 2009 論文輯 國立台灣大學食品科技研究所。
3. 黃士禮、陳瑤峰、江文章 1994 省產薏苡籽實中氨基酸、脂肪酸和一般組成份分析 食品科學 21:67-74。
4. 曾勝雄、高德錚 1995 薏苡台中 1 號之育成 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報 47: 11-22。
5. 曾勝雄、陳裕星 2007 薏苡台中 2 號之育成 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報 97: 1-11。
6. 曾勝雄、陳裕星 2009 薏苡台中 3 號之育成 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報 102: 59-69。

7. 楊莉君、陳美櫻、許文音、白永河、喻小珠、蔡敬民 1998 薏仁對高脂病患血脂質及血糖的影響 食品科學 25(6): 727-736。
8. 楊莉君、蔡敬民 1998 薏苡對倉鼠血漿脂質的影響 食品科學 25(5): 638-650。
9. 蔡敬民、楊莉君、許輝吉 1999 薏苡攝取可改善倉鼠因高油飲食所造成之肝臟脂質堆積 食品科學 26(3): 265-276。
10. 衛生福利部 2013 健康食品之不易形成體脂肪保健功效評估方法 衛署食字第 102130133 號。
11. Giknis, M. L. and C. B. Clifford. 2006. Clinical laboratory parameters for CrI: CD (SD) rats. Charles River Laboratories: 1-14.
12. Kim, C. W., J. H. Sung, J. E. Kwon, H. Y. Ryu, K. S. Song, J. K. Lee, S. R. Lee and S. C. Kang. 2019. Toxicological evaluation of *Saposhnikoviae Radix* water extract and its antihyperuricemic potential. *Toxicological research* 35(4): 371.
13. LabDiet. 2020. Laboratory Rodent Diets. St. Louis, MO, USA
https://www.labdiet.com/cs/groups/lolweb/@labdiet/documents/web_content/mdrf/mdi4/~edisp/ducm04_028021.pdf. [accessed 24 June 2020].
14. Nair, A. B. and S. Jacob. 2016. A simple practice guide for dose conversion between animals and human. *Journal of basic and clinical pharmacy* 7(2): 27.
15. Takahashi M, C. Konno, H. Hikino. 1986. Isolation and hypoglycemic activity of coixans A, B and C, glycans of *Coix lachryma-jobi* var. ma-yuen seeds. *Planta Med* 52: 64-65.
16. USDA . 2019. Egg, yolk, dried. Food Search. Food Data Central. ARS home.
<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173428/nutrients>. [accessed 24 June 2020].
17. USDA . 2019. Lard. Food Search. Food Data Central. ARS home.
<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171401/nutrients>. [accessed 24 June 2020].
18. USDA . 2019. Milk powder. Food Search. Food Data Central. ARS home.
<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/query=ndbNumber:1212>. [accessed 24 June 2020].
19. Wang, J. Q., Y. H. Zou, C. Huang, C. Lu, L. Zhang, Y. Jin, X.W. Lü, L. P. Liu and J. Li. 2012. Protective effects of tiopronin against high fat diet-induced non-alcoholic steatohepatitis in rats. *Acta pharmacologica sinica* 33(6): 791-797.
20. Yu, Y. T., T. J. Lu, M. T. Chiang and W. C. Chiang. 2005. Physicochemical properties of water-soluble polysaccharide enriched fractions of adlay and their hypolipidemic effect in hamsters. *Journal of Food and Drug Analysis* 13(4): 361-367.

Effects of Whole Grain Job's Tears (*Coix lacryma-jobi* var. *ma-yuen*) on Serum and Hepatic Lipid Profiles in Wistar Rats Fed with a High-fat-high-cholesterol Diet¹

Yu-Hsin Chen², Yu-Wen Hong³, Chih-Jou Su² and Chi-Yu Yang³

ABSTRACT

Job's tears (*Coix lacryma-jobi* var. *Ma-yuen*) is one of the traditional Chinese medicinal foods, which contains rich nutrients and functional metabolites. Previous research shows that consumption of Job's tears may ameliorate hyperlipidemia and hyperglycemia. This study further investigated whether processing of whole grain Job's tears by extrusion cooking would alter the beneficial effects on metabolic syndromes. The control group of Wistar rats were fed with LabDiet 5001, in comparison with a group fed with high-fat diet (HFD). The experiment group was fed with HFD and supplemented with Job's tear, prepared by extrusion cooking, at amount of 2 g/kg body weight. The serum and hepatic lipids, liver and kidney functions were analyzed and compared after 8 weeks. The results showed that consumption of Job's tears reduced body weight gain and food efficiency significantly. Supplement of Job's tears could ameliorate hyperlipidemia caused by HFD, the serum TC, TG, LDL and atherogenic index was all reduced significantly. HFD also result in steatosis, including the increase of hepatic weight, TC, TG and steatohepatitis. Intervention of Job's tears could reverse the above mentioned parameters. The concentrations of blood urea nitrogen, uric acid and electrolytes Na, K, and Cl, did not differ substantially among treatments. HFD resulted in increase of creatinine, and whole grain Job's tears can reverse the adverse effects. In conclusion, the extrusion cooked whole grain Job's tears can ameliorate hyperlipidemia, steatosis and steatohepatitis, indicate its potential to ameliorate metabolic syndrome and can be developed into healthy food on hepatic protection and reducing high serum lipids.

Key words: extrusion cooking, serum lipids, hepatic inflammation, safety

¹ Contribution No.0977 from Taichung DARES, COA.

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

³ Assistant researcher and senior researcher for Animal Technology Laboratories of Agricultural Technology Research Institute.