

國產穀物雜糧之保健功效與產業化推動

陳裕星^{(1)*} 蘇致柔⁽²⁾ 唐愷良⁽²⁾

摘要

本研究旨在探討國產水稻及大豆、蕎麥、紅薏仁等雜糧之營養價值與生理活性，並透過人體臨床研究驗證其在預防慢性代謝疾病上之保健功效，以提升國人對國產農產品之購買意願並推動產業加值。研究方法結合了全球飲食與肥胖率之大數據分析，以及與醫療機構合作之臨床試驗，針對高血脂、高血糖及肥胖患者進行為期 14 天至 8 週的食療介入觀察等。研究結果顯示，稻米攝取量與肥胖及缺血性心臟病呈顯著負相關；人體試驗證實，連續 8 週攝取白米飯或雜糧糙米飯，能顯著降低總膽固醇 (TC) 及低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C)。在雜糧部分，國產大豆「台中 1 號」具高蛋白特性，經發芽處理可提升 GABA 與游離胺基酸含量，具保健潛力；蕎麥內含之芸香苷則可有效調節第二型糖尿病小鼠之血糖；而紅薏仁更展現保護肝臟、改善脂肪肝、降低三酸甘油酯及調控血糖等多重效益。國產穀物雜糧具備優異之預防醫學價值，以米飯搭配雜糧作為主食，並非造成代謝症候群之主因，反有助於體重控制與血脂調節。未來可強化食農教育，建立國產米飯及雜糧健康論述，並透過精準加工技術開發多元化機能產品，以強化我國糧食自給率並促進農業永續發展。

關鍵詞：國產雜糧、稻米、紅薏仁、蕎麥、代謝症候群、臨床試驗

(1) 農業部台中區農業改良場 研究員

(2) 農業部台中區農業改良場 助理研究員

*通訊作者 (ychen@tcdares.gov.tw)

前言

稻米是台灣農業的「核心」與「基石」，水稻不僅是全台第一大作物，更是保障糧食安全、維持景觀生態與穩定農民收入的關鍵作物。水稻田兼具生產、生態與生活功能，對台灣農業有不可替代的地位。然而因國人飲食西化，小麥與肉類消費大幅增加，加上經貿自由化進口稻米的影響，水稻栽培面積縮減，政府轉向推動「大糧倉計畫」，鼓勵原本種稻的農民轉作如大豆、玉米、高粱、花生等雜糧，以活化休耕地並設法提高台灣的整體糧食自給率，然而雜糧同樣面臨國際市場的價格競爭，除了從支持國產農業、連結在地農業生產與永續消費觀點著手，是否能從消費者所關注的飲食與健康層面進行研究，開發具有特定保健功能之國產穀物雜糧，提高國人購買國產水稻雜糧的意願，並充實食農教育中有關飲食與健康的論述，是值得嘗試的方向。

米食與健康的探討

一、國人飲食與營養健康狀況的變遷

過去 40 年來，台灣的稻米產業面臨巨大挑戰，國人飲食習慣西化導致稻米消費量持續下降，人均稻米年消費量已降至約 42.1 公斤，目前已成為亞洲主要國家中年均稻米消費量最低的國家，連帶大幅減少水稻栽培面積。更嚴峻的挑戰在於，網路風向中常將米飯與「熱量」、「肥胖」、「高升糖指數」畫上等號，使得米飯承受了不公平的負面標籤。

從 1984 年至 2024 年，國人的稻米人均年消費量從 84.4 公斤幾乎腰斬至 42.1 公斤，而小麥消費量則穩定上升至 36.5 公斤，國人肉類（豬、雞、牛）的人均消費量大幅攀升至 87.5 公斤，已是吃米量的兩倍之多。在米飯消費量驟降的這 40 年間，衛服部國人健康狀況調查顯示，國人成人過重及肥胖盛行率卻從約 20-25% 飆升至目前的 50.3%，高血脂盛行率也從 10-13% 倍增至約 26-28%。由以上數據顯示，攝取米飯並非造成國人肥胖的主因，由飲食結構的轉變推測，肉類與飽和脂肪酸攝取大增、精緻小麥製品取代米食，以及隱性糖分的攝取，才是導致代謝症候群與肥胖快速飆升的主因。

二、米飯與健康的大數據分析

相對於小麥、玉米、馬鈴薯等不同的主食當中，米飯的低升糖指數相對較低，並且攝取時維持米粒完整，咀嚼消化較慢可維持較久的飽足感，是最健康的選擇。日本學者今井朋子 (Imai, 2019) 比較了多個全球性的資料庫，包括聯合國糧農組織、聯合國統計資料庫、世界衛生組織資料庫等，篩選全球 132 個人口高於 100 萬人的國家為研究對象，取得每日食品供給量 (g/day/capita) 和熱量攝取量 (kcal/day/capita) 及全球各國肥胖盛行率資料；同時從「2015 年全球疾病、傷害與

風險因子研究」(Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2015 database) 資料庫取得缺血性心臟病、健康生活型態 (Healthy life expectancy, HALE) 與抽菸率資料；並分析世界銀行資料庫取得國民生產毛額 GDP、65 歲以上老年人口比例與健保支出等資料。在主要的飲食因子中，以米飯為主食的國家民眾肥胖程度較低，且米飯的攝取和肥胖呈負相關 ($\beta \pm SE$; 0.70 ± 0.19 , $P < 0.001$)，和缺血性心臟病亦呈負相關 (-19.4 ± 4.3 , $P < 0.001$)，該學者進一步推算只要每人每天多吃 50 公克米飯，全球的肥胖人口就可以減少 1%。

加拿大學者 Yu 氏等 (2022) 由 PubMed、EMBASE 及 Cochrane database 等三大資料庫中，以大數據分析白米、糙米與第二型糖尿病的風險，該研究篩選 19 個嚴謹控制的臨床試驗報告，其中 8 個為超過 1 年期之前瞻世代研究 (Prospective cohort study)，分析之白米及糙米個體數分別為 577,426 及 197,228；另外 11 個為隨機對照試驗 (Randomized controlled trial, RCT)，個體數 1,034。在 19 個研究中，15 個為包含白米的試驗，將所有數據混合後，發現攝取白米的綜合相對風險值 (Pooled relative risk, RR) 為 1.16 (95% Confidence interval (CI): 1.02-1.32)，增加 16% 的風險。但是如果將攝取量納入計算，則可以發現每天攝取一份 (158g) 的風險值為 0.97 (95% CI: 0.92-1.02)，也就是攝取白米反而降低糖尿病風險，而 $158\text{g} \times 365\text{天} = 57670\text{g} = 57\text{公斤}$ 。當每日攝取 300 公克以上白米時，每增加一份份量 (158 公克) 才會增加 13% 罹患第二型糖尿病的風險。相較之下，糙米攝入降低相關綜合風險 11% (95% CI: 0.81-0.97)，如果每天增加 50 公克的糙米攝入量，第二型糖尿病風險可下降 13% (95% CI: 0.80-0.94)，未來應設法推廣糙米之食用。

三、米食對高血脂及代謝症候群人體試驗研究結果

為了瞭解米飯主食在連續攝取後，對高血脂病患的健康影響，本場於 2018 年委託國泰醫院進行人體試驗研究，依據成人每日營養及熱量需求計算，由營養師調配午餐及晚餐便當，針對高血脂病患每天於午、晚餐提供便當試驗產品連續 8 週，比較 3 種試食米飯 (白飯 WR、蕎麥糙米飯 BBR、薏仁糙米飯 JBR) 2 個月後各變數基線改變百分比 (% change)，結果白米飯主食便當顯著降低總膽固醇 (TC) 及低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C) ($P < 0.001$) (表 3)，同時顯著漸少血液肌酸酐 ($P < 0.05$)，並略減輕體重 (-0.8kg , $P = 0.0532$)。

該實驗納入條件包括年齡大於等於 20 歲、具有高膽固醇血症 (血漿總膽固醇 (TC) $> 200\text{ mg/dL}$) 或為混合型高脂血症 (血漿總膽固醇 (TC) $> 200\text{ mg/dL}$ 或三酸甘油酯 (TG) $> 200\text{ mg/dL}$)，且無其他肝臟疾病者。本試驗執行共計 24 週，20 位受試者平均 49 歲，女性比例 68%，自納入本試驗起，於進行試驗前的穩定期觀察連續 3 天以評估血脂質基線，接續試食期每天於午、晚餐使用試驗產品連續 8 週，隨後停止攝取試驗產品執行恢復期 1 週。

本場於 2023 年另委託台大醫院環境醫學部蘇大成教授執行「國產紅薏仁降膽固醇及血糖的健康效應評估」人體試驗研究，以白米飯為紅薏仁飯之對照，在不大

幅改變病患脂飲食習慣下，僅要求病患每日必須攝取 90g 之預熟白米飯一盒連續 14 日，其餘飲食依照原先習慣自行調整攝取量。結果顯示醣化血色素顯著降低了 0.07 mg/dL ($P<0.001$)，以及空腹血糖邊緣下降 2.33 mg/dL，平均血球容積 (MCV) 下降 0.4% ($P<0.05$)。

該研究招募 60 位自願受試者。60 位受試者實際年齡範圍最小為 38 歲至最大為 78 歲，平均年齡 66.0 ± 7.6 歲，平均 BMI 為 23.9 ± 3.2 kg/m²，患有高膽固醇血症有 16 人，比例為 26.7%，患有高三酸甘油酯症有 18 人，比例為 30.0%，患有高血糖有 40 人，比例為 66.7%，患有低密度膽固醇血症有 31 人，比例為 51.7%，高密度膽固醇過低者有 9 人，比例為 15.0%，患有糖尿病有 26 人，比例為 43.3%。

由以上 2 個人體臨床試驗研究顯示，以白米飯為主食對於高血脂、高血糖病患並無不良之副作用，試驗後針對部分受試者訪談表示，在試驗期間飲食盡量遵循指示，減少糕點、油炸食物等攝取，自然達成降血脂或降血糖的效果。

國產雜糧營養與保健研究

一、大豆

大豆是國人飲食中不可或缺的一環，台灣每年進口約 250-260 萬噸，以榨油及飼料用為大宗，其中約有 30 萬噸進入食品供應鏈，直接製作成國人飲食中的各種豆製品，是國人蛋白質的重要來源。

國內各種豆類飲食製品中，以豆乾、豆腐類最為主要，約佔 45-50%，豆漿、豆乳類約 30-35%，隨著健康意識抬頭，超商與早餐店的豆漿銷量極大。近年來，高蛋白質濃度的豆乳產品在健身族群中也大受歡迎。其他加工品則包括醬油、豆豉、腐竹、味噌、納豆以及素肉（組織化植物蛋白）等。

大豆「台中 1 號」是由臺中農改場於 2021 年育成的優質國產黃豆，具高蛋白（約 40%）、小粒型（百粒重約 11.5g）、耐病蟲害（紫斑病）及耐機械採收不裂莢的優點。因生長勢強，可延後至 9 月中旬播種，適合豆芽、醬油及植物肉加工，為省工省肥的優良品種。本品種因具有高蛋白特性，磨去種皮與榨油之後，乾燥粉碎為蛋白粉後，蛋白質含量即高於 50%，可用於生產結構化植物蛋白，在育成之後隨即技轉 3 家業者，並獲食品大廠採用作為植物肉原料使用，部分取代進口的大豆粉。

國產大豆具有新鮮之優勢，本場建立發芽大豆生產流程，以大豆「台中 1 號」為材料，透過精準調控發芽時間，使 GABA 含量提升 2 至 4 倍、游離胺基酸增加 2 至 10 倍，去醣基異黃酮苷素含量亦提高近 4 倍，顯著提升營養價值。經動物試驗驗證，在更年期動物模式小鼠中，發芽大豆產物可有效逆轉骨小樑密度下降並抑制皮質骨變薄（圖 1），同時透過降低骨吸收指標及提升骨生成指標濃度，展現良好的骨質保健潛力。大豆發芽加工之後，可開發多元加工產品，包括具高營養價值與

特殊鮮甜風味之發芽豆漿，作為素食者與乳糖不耐症族群之牛奶替代選項，以及適合製作沖泡飲品與調味粉、可增添天然鮮味的發芽豆粉，提供消費者更多在地、高品質的國產大豆加工產品選擇。

二、蕎麥

蕎麥為蓼科蕎麥屬一年生草本植物，自古即為重要糧食與藥食兼用植物。早在唐代《千金方》、《食治》等書已有蕎麥藥用記載，《本草綱目》亦記載其「性屬甘味降氣、寬腸沉積、泄痢帶濁」。蕎麥快速生長、百日內可收穫，適合冬季作物輪作，亦能用於有機農業間作以抑制雜草，並為優良蜜源。隨著功能性食品研究的發展，蕎麥的營養與機能性成分，受到廣泛關注。蕎麥蛋白質含量約 10-13%，屬高水溶性且不含麩質 (gluten-free)，適合製作無麩質產品，亦適合減肥者食用。蕎麥胺基酸組成均衡，含有多種必需胺基酸如離胺酸 (lysine) (Kreft *et al.*, 2006)，其胺基酸值與藜麥 (quinoa) 同樣為 1，高於小麥 (0.47) 及稻米 (0.53)，是營養與保健兼具的優良作物。本場育成蕎麥台中 2 號、3 號、5 號、6 號、7 號，其中台中 2 號及 7 號為苦蕎，目前全台栽培面積超過 1,100 公頃。

蕎麥含有重要的黃酮類化合物，包括芸香苷 (rutin) 與槲皮素 (quercetin)，具有 β -glucosidase 抑制活性，分別為藥物阿卡波糖 (acarbose) 的 0.5 倍及 3 倍 (Inglett *et al.*, 2011)，能延緩碳水化合物分解、減緩餐後血糖上升，具備發展為輔助調節血糖產品的潛力。芸香苷具有預防在心血管疾病 (CVD) 的功效，包括抗氧化，可提升 GSH/GSSG 比值與超氧化物歧化酶 (SOD) 活性，降低脂質過氧化產物 MDA，維持血管內皮功能。

芸香苷在神經退化疾病也可能扮演重要角色，在轉基因小鼠中，芸香苷可減少腦內 β -澱粉樣蛋白 (A β) 寡聚體，提升空間記憶能力，並抑制神經發炎及膠質細胞活化 (Xu *et al.*, 2014)。於實驗性失智模型中，以 STZ 誘導大鼠產生糖尿病，芸香苷可顯著降低氧化壓力與發炎反應，改善學習記憶 (Javed *et al.*, 2012)。芸香苷可作用於大腦杏仁核 GABAA 受體，展現抗焦慮效果，且未觀察到副作用 (Hernandez-Leon *et al.*, 2017)。

本場自樂斯科實驗動物中心購買 8 週齡之 Wistar 品系雄性大鼠，體重 240-280 g 購，將大鼠分為 6 組每組 4 隻，分別為正常對照組、糖尿病對照組及糖尿病試驗組餵食 4 種測試物質 (TK9、TCS10、TCS10-TB、TCS10-B)。試驗物質為發芽糙米，或以 70%:30% 比例的發芽糙米混搭苦蕎 (TB) 或蕎麥 (B)，混和均勻後以家庭用電子鍋煮熟再於 50°C 下烘乾磨粉。試驗飼料配方動物試驗以 AIN76 為基礎飼料，試驗組則以不同配方的米穀粉取代 50% 之 AIN76 飼料，以自由取食方式投予受試物共 28 天。結果發現以發芽糙米、發芽糙米蕎麥等全穀飲食皆可改善空腹血糖值及葡萄糖耐受性，添加苦蕎或蕎麥組皆可顯著改善 ($P < 0.001$ 、 $P < 0.05$) (表 3)。

本場進一步與國家中醫藥研究所合作，探討苦蕎及芸香苷對糖尿病鼠的影響，研究採用高脂肪飲食結合 STC 注射，建立第二型糖尿病 (T2D) 小鼠模型。糖尿病

小鼠被餵食含有 3%、10% 苦蕎或 0.1% 芸香苷的飲食，為期 4 週。機轉研究則運用了二肽基肽酶-4 (DPP-4) 活性檢測、分泌素腫瘤細胞株 (STC-1) 以及 GLP-1 受體基因剔除 (GLP-1R KO) 小鼠。

研究結果顯示，飲食中添加 10% 苦蕎與 0.1% 芸香苷具有顯著益處，包括：降低血糖值與糖化血色素 (HbA1c)、提升胰島 β 細胞功能指標 (HOMA-B%)、改善葡萄糖耐受性與丙酮酸耐受性。在實驗結束時，血清中的 GLP-1、飢餓素 (Ghrelin)、瘦素 (Leptin) 及脂聯素 (Adiponectin) 含量均有所增加。GLP-1 濃度的提升與 β 細胞功能的改善，與觀察到的降血糖效果密切相關。值得注意的是，在糖尿病 GLP-1 受體剔除小鼠中，蕎麥與芸香苷補充劑的降血糖效果完全消失。推論苦蕎及芸香苷能帶來健康益處的主因在於其具有調節第二型糖尿病小鼠體內源性 GLP-1 濃度的能力 (Lee *et al.*, 2021)。

三、紅薏仁

薏仁屬於禾本科植物，種仁含有 13–16% 蛋白質，高於稻米與小麥，並含有豐富的必需胺基酸。國產薏仁因保留麩皮層，顏色為赭紅色，成分較進口精白薏仁更為完整，為與進口薏仁區隔市場，國內全穀薏仁皆以紅薏仁稱之。

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 (陳等, 2019)。從多項人體試食試驗中顯示，攝取全穀薏仁對於高血壓動物具有調節血糖與血脂之功效，可以降低高血壓症倉鼠血漿膽固醇、血漿總脂質、三酸甘油脂、降低密度脂蛋白膽固醇及血糖濃度，也可增加血漿高密度脂蛋白膽固醇濃度 (楊及蔡, 1998; 蔡等, 1999)。楊等針對高血壓及高血糖病患進行人體試驗，也證實每天以 100g 煮熟薏仁或燕麥取代米飯，可以顯著改善病患血脂和血糖 (楊等, 1998)。相對的燕麥雖然可以降低高血壓病患的血脂，但同時卻增加血糖達 20%，顯示薏仁對改善代謝症候群具有顯著療效且勝過燕麥。

紅薏仁萃取物能夠顯著改善高脂飲食誘發的脂肪肝，其作用機制與 AMPK (AMP-activated protein kinase) 的活化有關。以人類肝細胞株進行試驗，添加薏仁萃取物可活化 AMPK，促進 AMPK 與 ACC 酵素磷酸化，抑制 SREBP-1C 與 FAS 基因表現，抑制脂質及膽固醇合成。同時活化 PPAR- α 、PPAR- δ 基因表現，進一步促進脂肪酸 β -氧化 (Chiang *et al.*, 2020)。同樣的萃取物在高脂高膽固醇誘導肥胖的小鼠試驗中，可降低血脂及肝臟中總膽固醇與三酸甘油酯堆積，改善肝臟損傷反應，並進一步調控血糖代謝，減輕胰島素阻抗。

本場與國內大專院校合作的研究顯示，薏苡多醣能作為益生質 (prebiotic)，促進次世代益生菌如艾克曼嗜黏菌 (*Akkermansia muciniphila*) 之生長，並抑制有害菌如腸道困難梭菌 (*Clostridioides difficile*)。此外，薏仁多醣還能增強腸道屏障功能，促進緊密連結蛋白與黏液分泌，進一步維持腸道健康 (Lee *et al.*, 2023)。此外，薏仁萃取物也有助於改善發炎性腸炎 (Lo *et al.*, 2022)。以全穀薏仁搭配益生菌，對於

改善血脂與脂肪肝，有顯著的效果，對餵食高脂高膽固醇的小鼠誘導脂肪肝之後，可以減少體脂肪重量、降低血脂、改善脂肪肝、脂肪肝發炎、具有減重效果、可改善腸道好菌/壞菌比例，增加腸道菌豐富度，改善腎功能且效果優於藥物 simvastatin (Chiou *et al.*, 2021)。

為了解攝取紅薏仁對人體之保健效果，本場委託國泰醫院進行高血脂病患攝取雜糧糙米飯之人體臨床研究，結果顯示連續 2 個月攝取紅薏仁糙米飯可顯著改善病患之三酸甘油酯，LDL-C 雖然變化不顯著，但平均值降到正常範圍內 (表 3)。在肝腎功能方面，紅薏仁糙米飯組對於 AST、ALT 數值有明顯改善效果 ($P<0.05$ 、 $P<0.01$)，下降幅度分別為 21.1%、35.5%。特別的是脂肪肝的改善，三組受試者數值均高於正常值範圍 (220 dB/m) 有脂肪肝現象，在食用不同米飯處理後，均有改善之情形，其中薏仁組改善幅度達極顯著水準 ($P<0.01$)，其平均值在受試前、後分別為 280.89、259.74。其次，三組受試者的肝纖維化數值在受試前後均在正常範圍內 ($E<7.0$ kPa)，白米組和蕎麥組在試驗前後差別較小，薏仁組則從 5.5 減為 4.67，降低 15%，雖然幅度未達顯著水準 ($P=0.07$)，但是也相當可觀 (表 4)(陳等 2020)。

本場於 2023 年委託台大醫院環境醫學部蘇大成教授執行「國產紅薏仁降膽固醇及血糖的健康效應評估」人體試驗研究，以紅薏仁熟飯為試驗材料，熟飯委託南僑集團華強實業公司生產，每盒含有紅薏仁 36g，白米飯 54g (乾重)，煮熟後封裝之即食之薏仁飯重量約 200g，相同重量之白米飯為對照。在不大幅改變病患脂飲食習慣下，僅要求病患每日必須攝取 90g 之預熟薏仁飯一盒連續 14 日，其餘飲食依照原先習慣自行調整攝取量。

在實驗組接受 2 星期紅薏仁米飯的食療介入後，血脂肪共四項的數據之中有三項都有明顯下降的效果，其中包含：三酸甘油脂 (TG) 降低了 12.23 mg/dL (7.50%)、高密度脂蛋白膽固醇 (HDL-C) 降低 2.35 mg/dL (4.81%) 以及總膽固醇 (T-CHO) 降低 5.33 mg/dL (3.12%)。而在血糖的部分在統計上都有明顯的差異，胰島素抵抗指數 (HOMA-IR) 降低了 0.45 (14.47%)、空腹血糖 (Glucose AC) 降低了 6.23 mg/dL (5.29%) 以及糖化血色素 (HbA1c) 降低了 0.07 mg/dL (1.10%)。血脂肪中的低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C) 有降低了 1.93 mg/dL 的趨勢，但在統計上無任何差異。

在全血球與分類檢查中，結果顯示食用紅薏仁米飯的實驗組的血球比容值 (Hct) 下降了 0.57% (1.3%) 及平均血球容積 (MCV) 下降了 0.87fL (0.9%)；在食用白米飯的對照組中則僅有平均血球容積 (MCV) 下降 0.4%。其他檢測數值並無任何差異，實驗組及對照組兩組前後差值之比較也無任何差別。值得一提的是過敏重要指標嗜伊紅球 (EOS%) 減少比例約為 13% (2.87%-2.50%)，雖然未達顯著，但也相當可觀，印證了薏仁有抗過敏的效果。這些結果顯示紅薏仁具有保護肝臟、降低血脂及調控血糖的多重健康效益。

結論

綜合國際研究之大數據分析、本場委託動物實驗及人體臨床研究結果，證實國產水稻與特色雜糧（如紅薏仁、蕎麥、大豆）對於調節現代代謝性疾病具有顯著的保健功效。研究打破了「米食導致肥胖」的迷思，顯示攝取完整米粒的白米飯或雜糧飯，能有效降低血脂（TC、LDL-C、TG）並協助體重管理，且對肝腎功能與血糖調控具有正面影響。此外，透過精準加工技術（如發芽大豆）與科學品種選育，國產農產品展現出優於進口產品的機能活性與新鮮度。未來產業推動應結合「食農教育」與「預防醫學」論述，翻轉國人飲食結構中過度西化的傾向，並透過產學合作開發多元機能性加工產品，不僅能提升國產穀物之附加價值與農民收益，更是活化休耕地、提高我國糧食自給率並達成農業永續發展的關鍵戰略。

誌謝

感謝台北醫學大學、輔仁大學、國立陽明交通大學、國泰醫院及台大醫院環境醫學部等機構之研發團隊接受本場委託執行動物試驗或人體臨床研究。

參考文獻

- 郭菁芳。2021。109 年我國糧食供需統計結果。農政與農情。110 年 12 月，354: 75-78。
- 陳依純、陳裕星*、劉惠菱、楊啟裕。2021。發芽糙米與蕎麥對誘導第二型糖尿病大鼠調節血糖之影響。臺中區農業改良場研究彙報，153: 59-74。
- 陳裕星、洪鈺雯、蘇致柔、楊啟裕。2019。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。行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報，145: 65-76。
- 陳裕星、徐翠文、汪志雄、李雅琳、洪子桓。2020。雜糧糙米飯對高血脂病患保健功效之評估。「2020 臺加全穀豆類營養保健與創新加工國際研討會論文輯」臺中區農業改良場特刊第 146 號，p.67-87。
- 楊莉君、陳美櫻、許文音、白永河、喻小珠、蔡敬民。1998。薏仁對高血脂病患血脂質及血糖的影響。食品科學，25(6): 727-736。
- 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。
- 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。
- 衛生福利部國民健康署。2019。國民營養健康狀況變遷調查成果報告 2013-2016 年。
- 衛生福利部國民健康署。2022。國民營養健康狀況變遷調查成果報告 2017-2020 年。
- 衛生福利部國民健康署。2022。國人膳食營養素參考攝取量第八版。
- 蘇大成。2023。國產紅薏仁降膽固醇及血糖的健康效應評估台中區農業改良場 112 年度『特色雜糧產銷加值鏈結及產業擴大發展』勞務採購案期末報告。

- Chiang, H., Lu, H. F., Chen, J. C., Chen, Y. H., Sun, H. T., ... and Huang, H. C. 2020. Adlay Seed (*Coix lacryma-jobi* L.) Extracts Exhibit a Prophylactic Effect on Diet-Induced Metabolic Dysfunction and Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Mice. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* (1): 9519625
- Chiou, W. C., Chang, B. H., Tien, H. H., Cai, Y. L., Fan, Y. C., Chen, W. J., ... and Huang, C. 2021. Synbiotic intervention with an adlay-based prebiotic and probiotics improved diet-induced metabolic disturbance in mice by modulation of the gut microbiota. *Nutrients*. 13 (9): 3161.
- Hernandez-Leon, A., González-Trujano, M. E., and Fernández-Guasti, A. 2017. The anxiolytic-like effect of rutin in rats involves GABAA receptors in the basolateral amygdala. *Behav. Pharmacol.* 28(4): 303-312.
- Imai, T., Miyamoto, K., Sezaki, A., Kawase, F., Shirai, Y., Abe, C., ... and Shimokata, H. 2019. Traditional Japanese diet score-association with obesity, incidence of ischemic heart disease, and healthy life expectancy in a global comparative study. *J. Nutr. Health Aging*. 23: 717-724.
- Inglett, G. E., Chen, D., Berhow, M., and Lee, S. 2011. Antioxidant activity of commercial buckwheat flours and their free and bound phenolic compositions. *Food Chem.* 125(3): 923-929.
- Javed, H., Khan, M. M., Ahmad, A., Vaibhav, K., Ahmad, M. E., Khan, A., ... and Safhi, M. M. 2012. Rutin prevents cognitive impairments by ameliorating oxidative stress and neuroinflammation in rat model of sporadic dementia of Alzheimer type. *Neuroscience*. 210: 340-352.
- Kreft, I., Fabjan, N., and Yasumoto, K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chem.* 98(3), 508-512.
- Lee, B. H., Huang, S. C., Hou, C. Y., Chen, Y. Z., Chen, Y. H., Hazeena, S. H., and Hsu, W. H. 2023. Effect of polysaccharide derived from dehulled adlay on regulating gut microbiota and inhibiting *Clostridioides difficile* in an *in vitro* colonic fermentation model. *Food Chem.* 135410.
- Lee, L. C., Hou, Y. C., Hsieh, Y. Y., Chen, Y. H., Shen, Y. C., Lee, I. J., ... and Liu, H. K. 2021. Dietary supplementation of rutin and rutin-rich buckwheat elevates endogenous glucagon-like peptide 1 levels to facilitate glycemic control in type 2 diabetic mice. *J. Funct. Foods*. 85: 104653.
- Lee, J. S., Sreenivasulu, N., Hamilton, R. S., and Kohli, A. 2019. Brown rice, a diet rich in health promoting properties. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 65 (Supplement): S26-S28.
- Lo, H. C., Chen, Y. H. and Wu, W. T. 2022. Ethanol Extracts of Rice Bran and Whole Grain Adlay Seeds Mitigate Colonic Inflammation and Damage in Mice with Colitis. *Nutrients*: 14, 3877.
- Marin, T. L., Gongol, B., Zhang, F., Martin, M., Johnson, D. A., Xiao, H., ... and Shyy, J. Y. J. 2017. AMPK promotes mitochondrial biogenesis and function by phosphorylating the epigenetic factors DNMT1, RBBP7, and HAT1. *Sci. Signal.* 10: eaaf7478.
- Sun, Q., Spiegelman, D., Van Dam, R. M., Holmes, M. D., Malik, V. S., Willett, W. C., and Hu, F. B. 2010. White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Arch. Med.* 170: 961-969.
- Yu, J., Balaji, B., Tinajero, M., Jarvis, S., Khan, T., Vasudevan, S., ... and Malik, V. S. 2022. White rice, brown rice and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 12: e065426.

表 1、國人 1984 年迄今水稻、小麥及肉類人均年消費量變化表 (單位：公斤/人)。

年份	稻米消費量 (kg)	小麥消費量 (kg)	稻米及小麥 攝取量合計 (kg)	肉類 (豬、雞、 牛) 消費量 (kg)	水稻、小麥及 肉類攝取量合計 (kg)
1984 年	84.4	23	107.4	48	155.4
1994 年	60.7	28.5	89.2	68.5	157.7
2004 年	48.6	34	82.6	75.8	158.4
2014 年	45.1	36.8	81.9	78.4	160.3
2024 年	42	36.5	78.5	87.5	166

表 2、我國成人過重肥胖 (BMI ≥ 24)及高血脂 (總膽固醇 ≥ 200 mg/dL 或三酸甘油酯異常)盛行率。

時期	肥胖及過重盛行率	高血脂盛行率
1980 - 1990	20% - 25%	10% - 13%
1990 - 2000	33% - 35%	15% - 18%
2000 - 2010	38% - 43%	20% - 22%
2010 - 2020	45% - 48%	23% - 25%
2021 - 2022	50.30%	26% - 28%

資料來源：衛福部國人國民營養健康狀況變遷調查成果 (2019, 2022)

表 3、不同試驗組別受試者在試食 3 種不同米飯主食 2 個月後對血脂影響。

Table 3. Effects of 3 different test meals on serum lipids by groups after serving 2 months.

組別 Groups	白米組 (V1-V3) WR		蕎麥組 (V1-V3) BBR		紅薏仁組 (V1-V3) JBR	
項目 Item	change	P value	change	P value	change	P value
三酸甘油酯 TG (mg/dL)	7.47	0.624	-6.1	0.690	-16.47	0.023*
總膽固醇 TC (mg/dL)	-17.68	0.0005***	-11.05	0.048*	-8.26	0.331
高密度脂蛋白膽固 醇 HDL (mg/dL)	-2.16	0.239	-1.9	0.232	-0.3684	0.766
低密度脂蛋白膽固 醇 LDL (mg/dL)	-16.17	0.0007***	-7.3	0.073	-10.47	0.208

表 4、不同試驗組別受試者在試食米飯 2 個月後對肝腎功能影響。

Table 4. Effects of 3 different test meals on liver and kidney function by groups after serving 2 months.

組別 Groups	白米組 (V1-V3)		蕎麥組 (V1-V3)		紅薏仁組 (V1-V3)	
項目 Item	WR		BBR		JBR	
	change	<i>P</i> value	change	<i>P</i> value	change	<i>P</i> value
AST (GOT) (IU/L)	-4.105	0.084	-0.4	0.878	-5.210	0.019*
ALT (GPT) (IU/L)	-2.473	0.160	-3.5	0.2241	-10.053	0.001**
脂肪肝指數 Liver fat scores (dB/m)	-6.25	0.4018	-13.44	0.1539	-21.30	0.004**
肝纖維化 Liver fibrosis (KPa)	-0.10	0.7259	0.20	0.5565	-0.82	0.070
尿素氮 BUN (mg/dL)	-1.263	0.158	-0.1	0.878	-0.579	0.4842
肌酸酐 creatinine (mg/dL)	-0.026	0.022*	-0.050	0.000***	-0.0395	0.121
腎絲球濾過率 eGFR (ml/min/1.73m ²)	3.332	0.054	8.295	0.000***	6.0	0.026*
空腹血糖值 (mg/dL) Fasting glucose	0.05	0.7028	-2.17	0.1641	-2.50	0.24
糖化血色素 HbA1c (%)	-0.015	0.7066	0.4	0.3166	0.0762	0.43
體重變化 Weight change (kg)	-0.82	0.0532	-1.05	0.0346*	-2.17	0.0001***

表 5、試驗動物於誘導糖尿病後，攝取發芽糙米或含蕎麥飲食 1 個月後之空腹血糖值。

Table 5. The fasting blood glucose of induced DMII rats before and after taking 1 month germinated brown rice and buckwheat diet.

Groups	Fasting glucose (mg/dL)		<i>p</i> value
	Before experiment	After experiment	
Control	106.0 ± 14.9	174.8 ± 24.6	0.028 *
DM II	302.3 ± 114.1	448.5 ± 112.7	0.413
TK9	301.3 ± 88.0	207.0 ± 58.8	0.125
TCS10	356.3 ± 94.7	241.0 ± 221.4	0.375
TCS10-TB	442.5 ± 115.2	196.3 ± 42.7	0.007 ***
TCS10-B	413.0 ± 157.3	178.3 ± 48.0	0.029 *

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

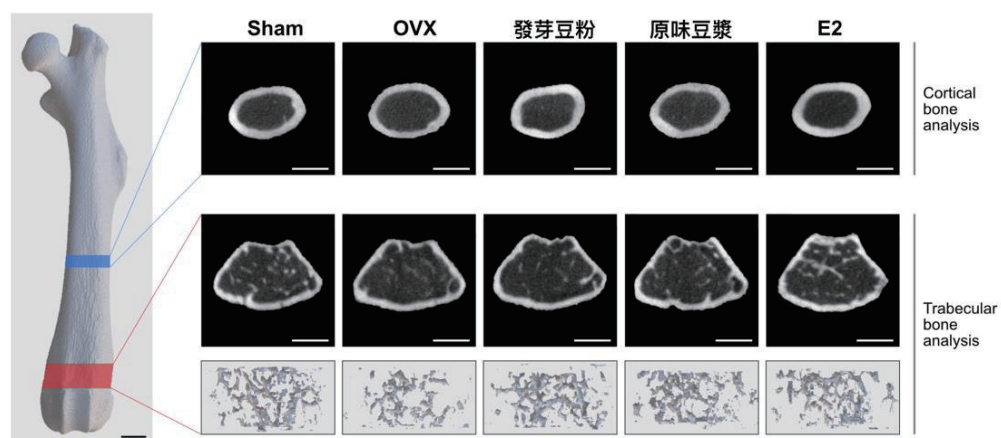


圖 1、小鼠股骨皮質骨與骨小樑之顯微電腦斷層影像分析。

Health Benefits and Industrial Promotion of Domestic Cereals and Grains

Chen, Yuhsin ^{(1)*} Chih-Jou Su ⁽²⁾ Kai-Liang Tang ⁽²⁾

Abstract

This study aims to explore the nutritional value and physiological activities of domestic rice and various grains, including soybeans, buckwheat, and adlay. Through human clinical trials, the health benefits of these crops in preventing chronic metabolic diseases were verified to increase consumer preference for domestic agricultural products and promote industrial value-added development. The research methodology combines global big data analysis of diet and obesity rates with clinical interventions conducted in collaboration with medical institutions, targeting patients with hyperlipidemia, hyperglycemia, and obesity over periods ranging from 14 days to 8 weeks. The results indicate that rice consumption is significantly negatively correlated with obesity and ischemic heart disease. Human clinical research confirmed that continuous intake of white rice or whole-grain rice for 8 weeks significantly reduces total cholesterol (TC) and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C). Regarding domestic grains, the "Taichung No. 1" soybean variety, characterized by high protein content, showed enhanced levels of GABA and free amino acids through germination, demonstrating significant health potential. Furthermore, rutin found in buckwheat effectively regulated blood glucose in type 2 diabetic mice, while adlay exhibited multiple health benefits, including hepatoprotection, improvement of fatty liver, reduction of triglycerides, and glucose regulation. In conclusion, domestic cereals and grains possess excellent preventive medicinal value. Utilizing rice combined with miscellaneous grains as a staple diet is not the primary cause of metabolic syndrome; on the contrary, it aids in weight control and lipid regulation. Future efforts should focus on strengthening food and agricultural education, establishing a health-oriented discourse for domestic grains, and developing diverse functional products through precision processing to enhance national food self-sufficiency and promote sustainable agricultural development.

Keywords: Rice, Adlay, Buckwheat, Metabolic syndrome, Clinical trials



-
- (1) Researcher, Taichung District Agriculture Research and Extension Station, Ministry of Agriculture.
 - (2) Assistant researcher, Taichung District Agriculture Research and Extension Station, Ministry of Agriculture.
- *Corresponding author (ychen@tcdares.gov.tw)

