

# 米食與健康之研究

陳裕星\*、李誠紘

行政院農業委員會臺中區農業改良場

## 摘要

稻米為國人主食，然而因飲食選擇多樣化影響，稻米消費量逐年減少，又國人肥胖率逐年增加，顯示食用稻米並非導致國人肥胖的主要因子，有必要了解稻米主食與健康之關係。在稻米的健康研究顯示，糙米包含米糠層、胚乳及胚芽完整穀粒，營養與機能成分較為完整，其中米糠醇等成分，具降低血脂、減重、降血糖及增強抗氧化酵素等功能；黑米、紫米及紅米等有色米富含酚類、類黃酮及花青素等成分，在抗氧化預防肥胖與癌症等方面也相當有潛力。在升糖指數 (Glycemic index, GI) 方面，白米、糙米及預熟米的 GI 值皆顯著低於白麵包，較白麵包有利於血糖控制，其中預熟米為中-低 GI 值，受品種及製備方式影響，未來可開發糖尿病患及減重專用食品。本場與國泰醫院參考衛生福利部公布之國人飲食指南，設計營養均衡控制之白米飯主食餐盒，在連續食用 8 週後，受試者總膽固醇及低密度脂蛋白膽固醇皆顯著減少，體重亦呈現下降趨勢。大數據研究顯示米飯攝取量與肥胖呈負相關，長期 (>1 年) 前瞻研究顯示，每日攝取 300 公克以下之米飯不會增加糖尿病風險，每日增加 50 公克糙米的攝取量，可以降低 16% 第二型糖尿病之風險，由各種臨床試驗研究顯示，稻米為健康之食品，未來應持續推動米食以促進國人健康。

**關鍵字：**肥胖、糖尿病、多酚、預熟米。

## Exploring the Health Benefits of Rice

Yu-Hsin Chen\*, Cheng-Hong Li

Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Changhua County, Taiwan, 515008 Taiwan R. O. C.

### ABSTRACT

Rice serves as the staple food for Taiwanese citizens, with the diversified

dietary habits, Taiwan's annual rice consumption per capita has been decreasing gradually. This trend contradicts the concurrent increase in obesity rates, suggesting that rice consumption is not a principal factor contributing to obesity in Taiwan. Brown rice contains bran, embryo, and endosperm, therefore keeping the integrity of nutrients and functional metabolites. In the realm of health-related rice research over the past two decades, it has been discovered that active components

\* 通訊作者，Corresponding email: [ychen@tdais.gov.tw](mailto:ychen@tdais.gov.tw)

such as gamma-oryzanol are noted for their capacity to reduce serum lipids, promote weight loss, lower blood sugar, and enhance antioxidant enzymes. Colored rice varieties, including black, purple, and red rice, are rich in phenolic compounds, flavonoids, and anthocyanins, playing a significant role in antioxidation and preventing obesity and cancer. When considering the glycemic index, various types of rice, such as polished rice, brown rice, and parboiled rice, all present a noticeably lower value than white bread. Parboiled rice is a medium-low GI food, depending on the varieties and processing conditions, and can be developed for T2D patients and weight control. Following the food pyramid guideline published by the Ministry of Health and Welfare, the intervention of designed nutrition-balanced meals with white rice as staple food were served to hyperlipidemia patients. The meals were administered twice daily, 5 days a week for 8 weeks. The results showed that total cholesterol and LDL-cholesterol are significantly reduced ( $P<0.001$ ), and participants' body weight showed a decreasing trend. Long-term (>1 year) prospective clinical studies have indicated that a daily intake of 300g of white rice does not increase the risk of type II diabetes mellitus (T2D), intake of 50g of brown rice daily can reduce 16% risk of T2D. They echo the findings of extensive data studies suggesting a negative correlation between rice consumption and obesity. All this ev-

idence suggests rice is a healthy food option and should be promoted to improve people's health.

**Keywords:** Obesity, Diabetes, Polyphenols, Parboiled rice.

## 前言

根據聯合國糧食及農業組織 (FAO) 的統計資料，全球稻米栽培面積在 2021 年約為 1.62 億公頃，根據世界糧食計畫署 (WFP) 的資料，全球約有半數人口以稻米為主食，包括亞洲、非洲、中東和拉丁美洲等地區。稻米亦為國人之主食，然而由於人口結構及國人飲食習性變遷、家庭外食比例提高及飲食選擇多樣化的影響，每人每年稻米消費量逐年下滑。根據農委會統計資訊，在 1986-2016 年期間，國人年均稻米消費量陸續由 76 公斤降至 43-44 公斤。台灣也是亞洲國家中，人均消費米食最低的國家，對比日本的人均稻米年消費量，同時期皆比台灣高約 6-10 公斤 (郭，2021)。

米飯在一般民眾認知中，可能與澱粉及肥胖有關聯，然而根據衛福部執行的國民營養健康狀況變遷調查，我國的成人過重及肥胖率在 1996 年為 33.2%，到 2016 年則增加到 45.4% (表 1；衛生福利部，2019、2022)，也成為亞洲肥胖率最高的國家。國人稻米消費量日益減少，肥胖率卻逐年增加，可見得吃米飯並不是造成肥胖的主要原因。然而因為民眾常將米飯與澱粉及肥胖畫上等號，也影響到國人吃飯的意願。因此本文從營養保健的觀點切入，以稻米及健康為關鍵字 (Rice AND Health)，檢索公共醫學資料庫

(PubMed) 中，有關稻米機能性成分與健康之生物醫學研究文獻，從中篩選高引用次數或發表數量豐富的主題，包括多元酚 (Polyphenols)、米糠醇 (Oryzanol) 等，另外則是搭配米食與健康的大數據關聯分析、以白米、糙米為受試材料的人體試驗結果，探討米飯對健康的效益，做為未來推廣米食的參考。

## 米食的營養與機能性成分

### 一、稻米的營養成分

稻米的營養成分包括醣類、蛋白質、脂質、維生素、礦物質、膳食纖維與植化素 (Phytochemicals) 等，許多營養與機能性成分存在於糠層 (Bran) 或是糊粉層 (Aleurone layer) 中，因此糙米精製碾成白米後，會損失部分的營養成分，根據衛生福利部公布的台灣食品營養成分資料庫 (衛生福利部食品藥物管理署，2016)，糙米和白米與其他穀物的主要營養成分整理如表 2。

#### 1. 澱粉

澱粉包括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。另有一類是抗性澱粉 (Resistant starch, RS)，是指一種無法被人體內的消化酵素分解，但可在結腸中被微生物發酵的澱粉或澱粉水解產物，具有類似膳食纖維的生理功能，有利於餐後的血糖控制，調節血脂代謝、促進腸道健康等效果，糙米和白米中的總碳水化合物分別為 76.6、78.2%，比例大致相當。

#### 2. 蛋白質

在稻米中大約含有 6-8%的蛋白質，蛋白質是構成細胞的主要成分，可以建造新的組織，也具有修復功能，可調節生理機能如維持身體酸鹼平衡及水的平衡、幫助免疫、營養素的運輸與大腦運作等。

#### 3. 脂質

包括脂肪與脂肪酸，脂質主要的功能在提供生長及維持皮膚健康所必需的必需脂肪酸、儲存能量、構成細胞膜以及膜的訊息傳導等，脂溶性維生素 A、D、E、K 也必須溶解在脂質中才能吸收。稻米的脂質主要存在糊粉層中，糙米脂質占重量之 2.3%，碾成白米後僅存 0.6% (表 2)。

#### 4. 維生素

維生素又稱維他命，包括脂溶性維生素 A、D、E、K 及水溶性維生素 B 群及維生素 C，是維持人體健康不可缺少的元素。糙米中維生素 E 總量約為 3.98 mg/100g，高於小麥及燕麥，但是精製白米中僅存 0.17mg。維生素 B1、B2、B6、菸鹼酸及葉酸等水溶性維生素，在糙米中含量加總約 39.75 mg/100g，加工精製後約損失 65%的水溶性維生素 (表 3)。

#### 5. 膳食纖維與植化素

膳食纖維包括植物的細胞壁與果膠等多醣體，其中可溶性纖維約佔 1/3，其餘是不溶性纖維。全穀的膳食纖維中含有豐富的自由型或結合型酚酸、阿魏酸、植物固醇、木質素等各種植化素，糙米中含有 4.5%的膳食纖維，精製為白米後約剩 0.6%的膳食纖維。

根據學校午餐食物內容及營養基準，國小 4-6 年級午餐熱量需求為 720-830 大卡，國中為 800-930 大卡，其中 50-65%熱量建議來自碳水化合物(衛

生福利部國民健康署，2022)，如果每餐提供 100 公克乾重之米飯（註：100 公克乾重之白米，視添加水量烹煮後為 200-220 公克，約 1.5-2 碗飯），可提供 50%約 400 大卡之熱量。依據國人膳食營養素參考攝取量 (Dietary reference intakes, DRIs)，19-50 歲之成人每日熱量需求男女分別為 2400 及 1900 大卡，國民健康署同樣建議 50-65%的熱量來自碳水化合物，如果國人以米飯提供 50-65%之熱量，則每日可攝取 250-325 公克乾重稻米。如果以每日攝取 250 公克米飯計算，換算全年人均消費量可達 91 公斤，然目前為 43-44 公斤，僅占熱量來源 48%，顯示米飯已經不是國人飲食主要熱量來源。

有愈來愈多的國際研究顯示，多食用全穀食物包括糙米可預防心血管疾病和第二型糖尿病、預防肥胖及特定癌症如大腸直腸癌等 (Lee *et al.* 2019)，對人體營養與保健有正向的幫助，因此在衛福部國民健康署的國人飲食指南中，呼籲國人每天應該食用 1.5-4 碗的全穀根莖類食品。全穀糙米在加工碾白精製成白米之後，會損失許多的營養成分，如何維持米飯良好口感並保持糙米的營養是待解決的課題。

稻米與健康的議題在近 20 年受到相當大的關注，以稻米和健康 (Rice AND Health) 為關鍵字檢索 PubMed 資料庫，在 2000 年後即快速成長，2022 年全年達 2,281 篇 (圖 1)。內容主題包括稻米加工與升糖指數關係、多元酚、米糠醇、品種與機能性成分含量、以育種或加工達到營養強化等主題，當然也包含環境汙染如砷、鎘、汞之風險評估等，其中以米糠醇與黑米之多元酚

發表數量較高，其他如預熟米及發芽米也受到相當多的關注，本章節以發表相對豐富之米糠醇、黑米進行之細胞與動物試驗效果進行說明。

### 1. 米糠與保健研究

米糠含有豐富的營養成分，具有開發為健康食品的潛力。Hundemer 氏等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 (Hundemer *et al.* 1991)。Kim 氏等以 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 (Kim *et al.* 2014)。(Justo 氏等添加 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、IL1 $\beta$  發炎基因表現，回復 PPAR- $\gamma$  和脂聯素 (Adiponectin) 的濃度到健康個體的水準 (Justo *et al.* 2016)。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 (Perez-Tenero *et al.* 2017)。Gerhart 氏等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 84g 的安定化米糠加工食品，發現可以降血脂 (Gerhardt *et al.* 1998)。

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 ( $\gamma$ -oryzanol)、植物固醇等約佔米糠總重的 4.2%，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 (Patel *et al.* 2004)。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，表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(Gerhardt *et al.* 1998; Panlasigui *et al.* 2006)。由於米糠中脂解酶 (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 (Perez-Tenero *et al.* 2017)，產業上可用擠壓膨發機加熱 (Extrusion cooking) 或微波安定化。

米糠醇是極具保健潛力的機能成分，米糠醇是阿魏酸與不同植物固醇或三萜的酯化物，根據日本學者的研究 (Masuzaki *et al.* 2019)，米糠醇具有分子伴侶 (Molecular chaperone) 的功用，可抑制下視丘內質網壓力，減弱對動物脂肪的強烈偏好。在高脂飲食誘導和 STZ 誘導的糖尿病小鼠，米糠醇也可作用在胰島細胞改善內質網壓力，並保護  $\beta$  細胞免受細胞凋亡的影響。值得注意的是，米糠醇在小鼠的大腦獎賞系統 (基底核) 中，可作為去氧核糖核酸甲基轉移酶抑制劑，從而通過修飾細胞基因表現，減輕對高脂飲食的偏好。

## 2. 稻米多元酚與保健研究

稻米是許多亞洲國家人民的主要飲食，除了白米之外，不同顏色的米如黑米、紫米、紅米等也時常作為主食，這些含有色素的米除了提供碳水化合物、膳食纖維、脂質與蛋白質等營養素，也含有額外豐富的植化素如酚類、類黃酮、花青素等。稻米中的酚類包括羥基苯甲酸 (Hydroxybenzoic)、羥基肉桂酸類 (Hydroxycinnamic acids) 以及類黃酮 (Flavonoids)，常見的類黃酮包

括黃酮醇 (Flavonols)、黃烷醇 (Flavanols)、黃酮類 (Flavones)、異黃酮 (Isoflavones) 及花青素 (Anthocyanins) 等，常見的成分如芸香苷 (Rutin)、楊梅素 (Myricetin)、槲皮素 (Quercetin)、矢車菊素衍生物 (Cyanidin derivatives) 如 Cyanidin-3-glucoside、芍藥花素衍生物 (Peonidin derivatives) 等 (Ciulu *et al.* 2018; Hao *et al.* 2015)，常與黑米之保健功效相連結。許多研究顯示黑米在抗氧化、抗發炎、免疫調節、預防癌症與阿茲海默症均扮演重要角色 (Chen *et al.* 2015; Jang *et al.* 2012; Li *et al.* 2023; Liu *et al.* 2020)。國內學者以花蓮及彰化的黑米為材料，以 3T3-L1 細胞試驗，添加黑米的醇萃取物具有抑制脂質堆積的效果，可顯著提升 pAMPK/AMPK 和 pACC/ACC 蛋白質表現，抑制脂肪酸的合成，具有抗肥胖的效果 (Feng *et al.* 2022)。

第二型糖尿病為身體細胞對胰島素敏感度降低，產生「胰島素阻抗」使血糖無法被細胞正常吸收，因此改善胰島素阻抗是治療糖尿病重要的方向。據估計大約 75% 的餐後血糖由肌肉吸收，其中 GLUT4 蛋白促進血糖吸收轉運至肌肉，被認為是治療 T2D 的重要標的 (Sutandar *et al.* 2023)。在 C2C12 肌肉細胞試驗中加入黑米萃取物，可以促進細胞生長以及葡萄糖吸收，同時透過調節蛋白質的磷酸化如 pIRS-1/IRS-1、pAMPK/AMPK、pAkt/Akt、pERK/ERK 並導引 GLUT4 等來調節葡萄糖代謝 (Feng *et al.* 2022)。

AMPK (5'-Adenosine monophosphate activated protein kinase) 是真核生物細胞能量恆定之關鍵調節酵素，

當細胞消耗 ATP 導致 AMP 含量增加，此時 AMP 可活化 AMPK 使之磷酸化，改變細胞代謝的途徑轉為偏好代謝分解 (Martin *et al.* 2017)。AMPK 是相當上游的調控基因，受到 AMPK 磷酸化調節的作用包括促進葡萄糖吸收、糖解作用及分解代謝產生 ATP，並減少肝醣生合成；脂質代謝方面也會促進脂肪酸氧化分解  $\beta$ -oxidation，抑制脂肪酸與膽固醇合成；同時會促進粒線體生合成，以順利進行葡萄糖與脂質的氧化磷酸化代謝。在進行粒線體生成過程，也會進行細胞基因複製的稽核，促進錯誤的粒線體凋亡及自我吞噬 (Autophagy) 重新生產製造，由於因為 AMPK 磷酸化可以促進 ATP 的產生，作為細胞代謝及修復能量所需，一直以來都是糖尿病與癌症研究的熱點區域，黑米及其他色素米的保健功效非常值得深入探討。

## 預熟米升糖指數及米飯調節高血壓病患之人體試食試驗

### 一、預熟米及其升糖指數人體試驗

預熟米一種預先將稻穀或糙米蒸煮熟化加工的模式，具有許多優點，包括：先蒸熟可殺死蟲卵避免倉貯期之蟲害、破壞酯解酶 (Lipase) 活性減少品質劣變，蒸煮過程使澱粉糊化，降溫時澱粉回凝產生抗性澱粉使升糖指數降低，浸泡過程中，水分由外擴散至米粒內部，使米粒胚芽、麩皮和外殼中的營養成分轉移到米粒內部，使其更為營養豐富。同時，預熟米的製程也可以使米粒更堅硬，不易煮爛或變得黏稠。

全球糖尿病盛行率於 2019 年已達

10%，一般建議糖尿病患應避免食用高升糖指數 (Glycemic index, GI) 與高升糖負荷 (Glycemic load, GL) 食品 (Saeedi *et al.* 2019)，白米飯及糙米飯 GI 值約 80-90、50-60。長粒秈米因直鏈澱粉含量較高，消化速度慢，GI 低於粳米，糙米因保有較高的膳食纖維，GI 值也顯著低於白米飯，此外預熟米因加工程序於蒸熟冷卻過程會產生澱粉老化回凝成為抗性澱粉，使其 GI 降低，也是具有潛力的低 GI 米飯食品。

第二型糖尿病病患 (type II diabetes mellitus, T2DM) 因胰島素阻抗，其移除血糖的能力較健康的受試者低，因此有必要以糖尿病患進行不同食品的 GI 試驗。Wolever 氏等(1986)招募 18 名糖尿病患，其中 5 名為胰島素依賴型患者 (Insulin dependent diabetes mellitus, IDDM)，另外 13 名為非胰島素依賴型 (Non-Insulin dependent diabetes mellitus, NIDDM) 患者，比較了以不同方式加工和不同煮熟時間米飯的血糖反應。試驗以白麵包為控制組，GI 定為 100，普通長粒白米的平均 GI 為 83，顯著低於白麵包 (100,  $P < 0.01$ )，顯著高於同品種預熟米之 67 ( $P < 0.01$ )，並且所有糖尿病患者對米飯的升糖反應一致。

Larsen 氏等(2000)進一步探討預熟米加工過程澱粉結構的變化，以及對 T2DM 病患血糖及胰島素反應的影響。該研究納入 9 名 T2DM 病患，提供 4 種測試食品包括：白麵包 (WB) 和 3 個相同品種的米飯，分別是未預熟米 (NP)、傳統輕度預熟米 (TP) 及高壓預熟米 (PP)。受試者在隔夜禁食後分別攝入含 50 公克碳水化合物化合物的測試餐，三種米飯樣本的餐後血糖反應

均低於白麵包 (Mean±SEM; WB: 626±80; NP: 335±43; TP: 274±53; PP: 231±37mmol/1\*180mi;  $P<0.001$ )。換算成 GI 值，NP 為 55、TP 為 46、PP 為 39，且 PP 顯著低於 NP ( $P<0.05$ )。進一步以差示掃描熱量計 (Differential scanning calorimetry, DSC) 分析顯示，所有米飯樣本中均存在澱粉-脂質複合物，PP 中還存在老化回凝 (Retrtogration) 的支鏈澱粉 (Amylopectin)，但是在任何米飯樣本中都未檢測到老化回凝的直鏈澱粉 (Amylose)，此研究結果暗示了粳米或許為開發低 GI 預熟米的首選，因為含有較高比例的支鏈澱粉，在蒸熟回凝過程可產生更豐富的抗性澱粉。

## 二、米飯對高血脂病患調節血脂功效試驗

依據 2017-2020 年國民營養健康狀況變遷調查結果顯示，18 歲以上國人三高盛行率為：高血壓 27%、高血糖 11%、高血脂 26%。另依國民健康署 107 年研究結果顯示，高血壓、高血糖、高血脂個案後續發生中風或心臟病的風險分別是 1.72 及 1.78 倍、1.43 及 1.47 倍、1.36 及 1.43 倍，國民健康署呼籲國人應該均衡飲食、規律運動及定期檢查以預防三高及相關風險。為了解白米飯、蕎麥糙米飯及紅薏仁糙米飯等 3 種穀物主食，在連續攝取後對高血壓病患調節血脂的影響，農委會臺中區農業改良場及農業試驗所於 2018 年委託財團法人國泰醫院進行米飯及雜糧糙米飯對高血壓病患保健功效之評估，血脂異常病患納入條件為具有高膽固醇血症 (血漿總膽固醇 (TC) > 200mg/dL) 或為混合型高脂血症

(TC > 200mg/dl 且三酸甘油酯 (TG) > 200mg/dL)，並依據衛福部公告之「健康食品之調節血脂功能評估方法」進行試食評估。

此試食試驗為單一中心、前瞻性、隨機分配、三臂組的研究，58 名試驗受試者以 1:1:1 的比例進行隨機分配於「白米飯 (WR)」、「蕎麥糙米飯 (BBR)」及「紅薏仁糙米飯 (JBR)」三個組別，試驗物質由合格餐飲機構烹調製作午餐及晚餐餐盒，每盒均提供 100g 之熟飯主食，依試驗規劃分為白米飯 (WR)、蕎麥糙米飯 (BBR) 或紅薏仁糙米飯 (JBR) 等 3 組。佐餐之蔬菜肉類種類與份量均由營養師調配等量，產品食材均經品質檢驗及具生產履歷，製作過程依據 HACCP 驗證之標準作業，並以宅配送至醫院，由專門的人員發送，每天提供午、晚餐，每週 5 天共持續 8 週。在試驗的第 0、4、8 週 (Visit 1, 2 and 3) 為病患抽血檢驗生化數值，受試者於試驗期間除接受電話訪問了解關於研究用產品之問題及遵從性，並盡量維持良好的生活作息。

有關本試驗中雜糧糙米飯對高血壓病患保健效果評估，雜糧飯之效果已於 2020 臺加雙邊米穀豆類營養保健與創新加工研討會中發表，本文特別擷取該試驗中尚完全發表之白米組之檢驗數值做比較，在第 0 周與第 8 周時，白米組之 TC、低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C)、肌酸酐 (Creatinine) 具顯著差異，TC 平均降低 17.7 mg/dl ( $P<0.001$ )、LDL-C 平均降低 16.2 mg/dl ( $P<0.001$ )、Creatinine 平均降低 0.03 mg/dl ( $P<0.05$ ；表 4；圖 2)。

另一方面，在肝發炎指數、腎功能、脂肪肝及肝纖維化指數，白米組受

試者的 AST、腎絲球過濾率、體重及 BMI 均呈現下降趨勢，雖然未達顯著水準 ( $P<0.1$ )，但可視為略有改善作用。其他數值在試驗前後均無顯著差異，並都在正常範圍內 (表 4)。值得一提的是，在接受指定的試驗飲食 2 個月期間，白米飯組受試者體重平均減少 0.82 公斤，雖然未達顯著水準但也相當可觀。

## 米食與健康大數據之關聯分析

### 一、傳統日本式飲食及米飯對肥胖與缺血性心臟病的關係

日本學者今井朋子教授為了瞭解飲食與健康的關係，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；其中飲食因子包括米、魚類、黃豆、蔬菜、小麥、牛奶、紅肉及海帶等。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。在比對分析後發現以接近傳統日本飲食 (米、魚類、黃豆) 為主食的國家，人民的肥胖率及缺血性心臟病發生的比例皆較低，且與飲食狀況顯著相關 (Imai *et al.* 2019)。

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 ( $\beta\pm SE$ ;  $-0.70\pm 0.19$ ,  $P<0.001$ )，和缺血性心臟病亦呈負相關 ( $-19.4\pm 4.3$ ,  $P<0.001$ )，與健康生活型態則為正相關。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%。這項研究在 2019 年歐洲肥胖研究大會中發表，相關研究成果也已經刊登在 2019 年的「營養、健康與老化」期刊中 (Imai *et al.* 2019)。今井教授說明，米飯為低脂食品，並含有抗性澱粉，因此為健康的食物。

### 二、白米、糙米與第二型糖尿病之風險

依國際糖尿病聯盟 (International Diabetes Federation, IDF) 發佈的新數據顯示，全球糖尿病發病率正以驚人的速度增長，2019 年全球約有 4.63 億成年人患有糖尿病 (Saeedi *et al.* 2019)。根據「2019 台灣糖尿病年鑑」，臺灣糖尿病罹病率為 9.3%，約有 220 萬人罹患此病。有鑑於稻米在亞洲主食中佔有主導地位，白米及糙米對健康的影響也格外受到矚目。

由於糙米是完整的穀物，保留了穀粒的糠皮、胚芽以及其中的纖維、維生素和礦物質，此外糙米中含有較高的膳食纖維和較慢的吸收速度，使其相較於白米 GI 較低，因此如果能將白米全部或部份取代為糙米，對於預防第二型糖尿病應能發揮重要作用。

依據 Sun 氏等 (2010) 分析美國超過 19.6 萬民眾飲食、生活型態與慢性疾病發生的 3 個健康調查資料庫顯示，每週攝取 5 次白米以上，有較高的



罹患糖尿病風險，相對地每週攝取 2 次以上糙米對比每個月攝取低於 1 次糙米，可以顯著減少第二型糖尿病風險，並且估計如果每天攝取 50g 糙米可減少罹患第二型糖尿病風險達 16%。

Yu 氏等 (2022) 更進一步以大數據分析白米、糙米與第二型糖尿病的風險，該研究由 PubMed、EMBASE 及 Cochrane database 等三大資料庫中，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 300 公克白米時並無風險，每天攝取一份 (158g) 的風險值為 0.97 (95% CI: 0.92-1.02)。每日攝取 300 公克以上白米時，每增加一份份量 (158 公克) 則會增加 13% 罹患第二型糖尿病的風險。相較之下，糙米攝入與第二型糖尿病風險降低相關綜合風險 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。

## 結語

由日本學者比對聯合國及世界衛生組織資料庫結果可知，白米作為主

食相對於其他類型主食較為健康，每天食用 300 公克白米並不會增加罹患糖尿病風險，只有過量食用才會增加。以目前國人每年消費米量 44 公斤計算，平均每天僅食用 120 公克，如果能增加到 150 公克則年均消費量約可增加到 54 公斤，與日本人均年消費量相當。在 GI 試驗中常將白麵包 GI 值訂為 100，精白米飯 GI 值約為 80-90，糙米則為 60-80，顯示米質皆為相對低 GI 的主食，此外米飯在烹調時維持原本的米粒結構，烹調後降溫過程的澱粉膠體變化，可使米飯消化較慢較有飽足感，相對於麵包是較為健康的食用模式，對比國人的稻米消費不斷下降而肥胖率逐年上升，米飯為主的飲食或許值得注意與推動。

如果能在每日主食中加入 50 公克糙米，罹患糖尿病風險可減少 13%，以目前國人的食用習慣而言，如能適度增加糙米在米飯中的比例達 25-50%，應可維持米飯口感並增進國人健康，可再探討適合的烹調方式並推廣之。針對國內及全球約 10% 的糖尿病患者而言，預熟米應是低 GI 主食最佳的選擇，以不同米種粳米或秈米生產具有穩定低 GI 之米產品，應有極大的市場空間。在一般糙米之外，黑米是極具保健潛力的米種，值得國內米穀公司注意生產與試驗推廣。

國人的肥胖率逐年上升，稻米消費量則反向逐年減少，顯示攝取米飯並非造成肥胖的主因，是取代的飲食內容及總熱量攝取增加所造成的影響，本現象值得政府部門探討以米飯為主食對國人健康的影響，並應與營養主管機關及學校加強溝通，推動健康米食以促進國人健康。

## 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。
- 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。
- 衛生福利部食品藥物管理署。2016。食品營養成分資料庫。 <https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>。 Accessed: May 17, 2023.
- Chen XY, J Zhou, LP Luo, B Han, F Li, JY Chen, YF Zhu, W Chen, XP Yu (2015) Black rice anthocyanins suppress metastasis of breast cancer cells by targeting RAS/RAF/MAPK pathway. **Biomed. Res. Int.** 414250.
- Ciulu, M., Cádiz-Gurrea, M. D. L. L., & Segura-Carretero, A. (2018). Extraction and analysis of phenolic compounds in rice: a review. **Molecules**, 23(11), 2890.
- Feng SY, SJ Wu, YC Chang, LT Ng, SJ Chang (2022) Stimulation of GLUT4 glucose uptake by anthocyanin-rich extract from black rice (*Oryza sativa* L.) via PI3K/Akt and AMPK/p38 MAPK Signaling in C2C12 Cells. **Metabolites**. 12: 856.
- Gerhardt AL, NB Gallo (1998) Full-fat rice bran and oat bran similarly reduce hypercholesterolemia in humans. **J. Nutr.** 128: 865-869.
- Hao J, H Zhu, ZQ Zhang, SL Yang, HR Li (2015) Identification of anthocyanins in black rice (*Oryza sativa* L.) by UPLC/Q-TOF-MS and their *in vitro* and *in vivo* antioxidant activities. **J. Cereal Sci.** 64: 92-99.
- Hundemer JK, SP Nabar, BJ Shriver, LP Forman (1991) Dietary fiber sources lower blood cholesterol in C57BL/6 mice. **J. Nutr.** 121: 1360-1365.
- Imai T, K Miyamoto, A Sezaki, F Kawase, Y Shirai, C Abe, A Fukaya, T Kato, M Sanada, H Shimokata (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.
- Jang HH, MY Park, HW Kim, YM Lee, KA Hwang, JH Park, DS Park, O Kwon (2012) Black rice (*Oryza sativa* L.) extract attenuates hepatic steatosis in C57BL/6 J mice fed a high-fat diet via fatty acid oxidation. **Nutr. Metab.** 9: 27.
- Kim JY, M Shin, YR Heo (2014) Effects of stabilized rice bran on obesity and antioxidative enzyme activity in high fat diet-induced obese C57BL/6 mice. **J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.** 43: 1148-1157.
- Kolahdouzan M, H Khosravi-Boroujeni, B Nikkar, E Zakizadeh, B Abedi, N Ghazavi, N Ayoobi, M Vatankhah

- (2013) The association between dietary intake of white rice and central obesity in obese adults. **ARYA Atheroscler.** 9: 140-144.
- Larsen HN, OW Rasmussen, PH Rasmussen, KK Alstrup, SK Biswas, I Tetens, SH Thilsted, K Hermansen (2000) Glycaemic index of parboiled rice depends on the severity of processing: study in type 2 diabetic subjects. **Eur. J. Clin. Nutr.** 54: 380-5.
- Lee JS, N Sreenivasulu, RS Hamilton, A Kohli (2019) Brown rice, a diet rich in health promoting properties. **J. Nutr. Sci. Vitaminol.** (Tokyo) 65 (Supplement): S26-S28.
- Justo ML, C Claro, M Zeyda, TM Stulnig, MD Herrera, R Rodríguez-Rodríguez (2016) Rice bran prevents high-fat diet-induced inflammation and macrophage content in adipose tissue. **Eur. J. Nutr.** 55: 2011-2019.
- Li X, Y Du, C Zhang, L Wang (2023) Black rice regulates lipid metabolism, liver injury, oxidative stress and adipose accumulation in high-fat/cholesterol diet mice based on gut microbiota and untargeted metabolomics. **J. Nutr. Biochem.** 109320.
- Liu D, Y Ji, J Zhao, H Wang, Y Guo, H Wang (2020) Black rice (*Oryza sativa* L.) reduces obesity and improves lipid metabolism in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. **J. Funct. Foods.** 64: 103605.
- Marin TL, B Gongol, F Zhang, M Martin, DA Johnson, H Xiao, Y Wang, S Subramaniam, S Chien, JYJ Shyy (2017) AMPK promotes mitochondrial biogenesis and function by phosphorylating the epigenetic factors DNMT1, RBBP7, and HAT1. **Sci. Signal.** 10: eaaf7478.
- Masuzaki H, C Kozuka, S Okamoto, M Yonamine, H Tanaka, M Shimabukuro (2019) Brown rice-specific  $\gamma$ -oryzanol as a promising prophylactic avenue to protect against diabetes mellitus and obesity in humans. **J. Diabetes Investig.** 10: 18-25.
- Panlasigui LN, LU Thompson (2006) Blood glucose lowering effects of brown rice in normal and diabetic subjects. **Int. J. Food Sci. Nutr.** 57: 151-158.
- Patel, M and S. N. Naik. 2004. Gamma-oryzanol from rice bran oil – A review. **J. Sci. Indus. Res.** 63:569-578.
- Perez-Ternero C, MD Herrera, U Laufs, M Alvarez de Sotomayor, C Werner (2017) Food supplementation with rice bran enzymatic extract prevents vascular apoptosis and atherogenesis in ApoE<sup>-/-</sup> mice. **Eur. J. Nutr.** 56: 1-12.
- Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., ... & IDF Diabetes Atlas Committee. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International

Diabetes Federation Diabetes Atlas. **Diabetes Res. Clin. Prac.**, 157, 107843.

Sun Q, D Spiegelman, RM van Dam, MD Holmes, VS Malik, WC Willett, FB Hu (2010) White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. **Arch. Med.** 170: 961-969.

Sutandar VH, MI Saleh, Z Maritska (2023) GLUT4 as a protein target for T2DM therapy with natural compounds. **Biol. Med. Nat. Prod. Chem.** 12: 289-293.

Wolever T, D Jenkins, J Kalmusky, A Jenkins, C Giordano, S Giudici, R Josse, G Wong (1986) Comparison of regular and parboiled rices: explanation of discrepancies between reported glycemic responses to rice. **Nutr. Res.** 6: 349-357.

Yu J, B Balaji, M Tinajero, S Jarvis, T Khan, S Vasudevan, V Ranawana, A Poobalan, S Bhupathiraju, Q Sun, W Willett, FB Hu, DJA Jenkins, V Mohan, VS Malik (2022) White rice, brown rice and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open** 12: e065426.

表 1. 1993-2016 年期間國人肥胖增加情形及主食稻米及小麥消費量變化

年度 Year	過重 over weight	肥胖 Obesity	稻米及小麥每人每年消費量 (kg) Consumption of rice and wheat per capita per year (kg)	
	24 ≤ BMI ≤ 27	BMI ≥ 27	稻米 Rice	小麥 Wheat
1993-1996	21.5%	11.8%	60-59	30
2005-2008	25.5%	17.9%	50-49	37-38
2013-2016	22.8%	23.0%	45	37-38

資料來源：農糧署統計資料及國健署「國民營養健康狀況變遷調查」。

表 2. 不同穀物主要營養成分與礦物質之比較 (資料來源：衛生福利部台灣食品營養成分資料庫，2016N5 版)

營養成分 (每 100 公克)	糙米 (台梗 9 號)	白米 (台梗 9 號)	蕎麥	糙薏仁	燕麥	小麥
熱量 (kcal)	364	353	361	387	406	362
修正熱量 (kcal)	355	352	353	379	388	338
水分 (g)	12.5	14.3	13.2	11.0	10.0	12.6
粗蛋白 (g)	7.4	6.6	11.0	13.7	10.9	14.1
粗脂肪 (g)	2.3	0.6	2.9	7.4	10.2	2.6
飽和脂肪 (g)	0.6	0.2	0.6	1.1	1.9	0.5
灰分 (g)	1.1	0.3	1.6	2.0	1.5	1.5
總碳水化合物 (g)	76.6	78.2	71.3	65.9	67.4	69.2
膳食纖維 (g)	4.5	0.6	3.5	3.8	8.5	11.3

表 3. 不同穀物維生素含量之比較 (資料來源：衛福部台灣食品營養成分資料庫，2016N5 版)

營養成分 (每 100 公克)	糙米- 益全香米	白米- 台梗 9 號	蕎麥	糙薏仁	燕麥	小麥
維生素 E						
維生素 E 總量	3.98	0.17	3.25	3.21	3.69	3.50
$\alpha$ -維生素 E 當量	1.68	0.14	1.05	0.36	1.55	1.65
$\alpha$ -生育醇	1.51	0.14	0.81	0.02	1.30	1.27
$\beta$ -生育醇	0.08	0.00	0.02	0.11	0.24	0.56
$\gamma$ -生育醇	1.36	0.03	2.30	2.87	1.46	1.60
$\delta$ -生育醇	1.04	0.00	0.12	0.20	0.69	0.07
維生素 B 群&C						
維生素 B1	0.33	0.06	0.53	0.43	0.50	0.41
維生素 B2	0.05	0.02	0.11	0.13	0.07	0.10
菸鹼素	5.43	1.05	4.49	4.97	0.83	5.39
維生素 B6	0.14	0.12	0.42	0.22	0.09	0.27
葉酸	27.1	12.3	69.1	62.2	61.1	73.3
維生素 C	0.1	0.0	5.0	0.0	11.9	5.1

單位為 mg/100g

表 4. 白米組受試者在穩定期(visit 1)、試食 4 週及 8 週(visit 2、3)後各項檢驗數  
值之統計

白米組之數值	穩定期	第四週	第八週	P value
Test results at base line and following visit	Visit 1	Visit 2	Visit 3	Visit 1-3
	平均值 Mean			
糖化血色素分析 HbA1c (%)	5.96	5.9	5.93	0.4108
三酸甘油酯 TG (mg/dL)	149.58	155.37	157.05	0.6237
總膽固醇 TC(mg/dL)	228.74	215.47	211.05	0.0005
高密度脂蛋白膽固醇 HDL-C(mg/dL)	60.16	57.16	58	0.2387
低密度脂蛋白膽固醇 LDL-C(mg/dL)	149	136.32	134	0.0007
尿素氮 BUN(mg/dL)	13.74	13.63	12.47	0.1582
肌酸酐 Creatinine(mg/dL)	0.78	0.77	0.76	0.0218
天冬氨酸氨基轉移酶 AST(IU/L)	25.16	22.68	21.05	0.0836
谷氨酸丙酮酸轉氨酶 ALT(IU/L)	22.63	20.95	20.16	0.1597
體重 BODY WEIGHT (kg)	66.83	65.98	66.12	0.0950
身體質量指數 BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.4	25.09	25.14	0.0920
空腹血糖 AC (mg/dL)	98.47	96.58	98.63	0.9105
腎絲球過濾率 eGFR (ml/min/1.73m <sup>2</sup> )	89.23	91.65	92.56	0.0539
收縮壓 systolic blood pressure (mmHg)	129.74	127.37	127.79	0.4702
舒張壓 diastolic blood pressure(mmHg)	80.0	77.79	77.16	0.2236
脂肪肝指數 CAP (dB/m)	266.68	--	261.37	0.4942
肝纖維化 Liver fibrosis index (kPa)	4.86	--	4.89	0.8941

Abbreviations: AC: fasting blood glucose; ALT: alanine aminotransferase; AST : aspartate aminotransferase; BMI : body mass index; BUN: blood urea nitrogen; CAP : controlled attenuation parameter; CI: confidence interval; eGFR: estimated Glomerular filtration rate; HbA1c: glycosylated hemoglobin; HDL: high density lipoprotein; LDL: low density lipoprotein; LFS: liver fat score; TC: total cholesterol; TG: triglycerides.

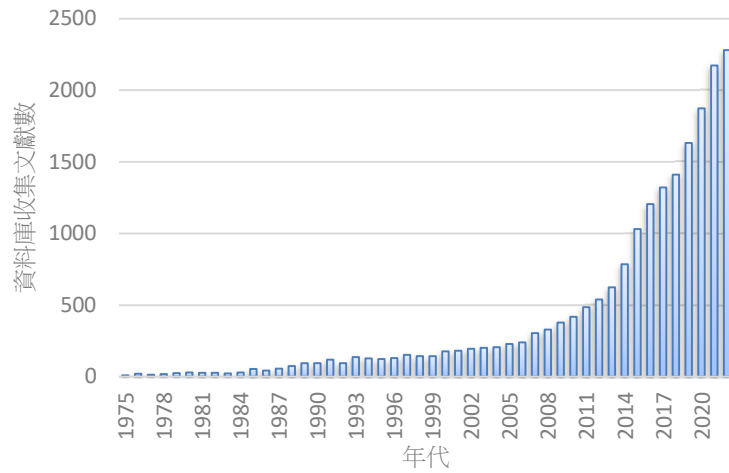


圖 1. 以「稻米和健康」為關鍵詞檢索 PubMed 資料庫之論文發表趨勢

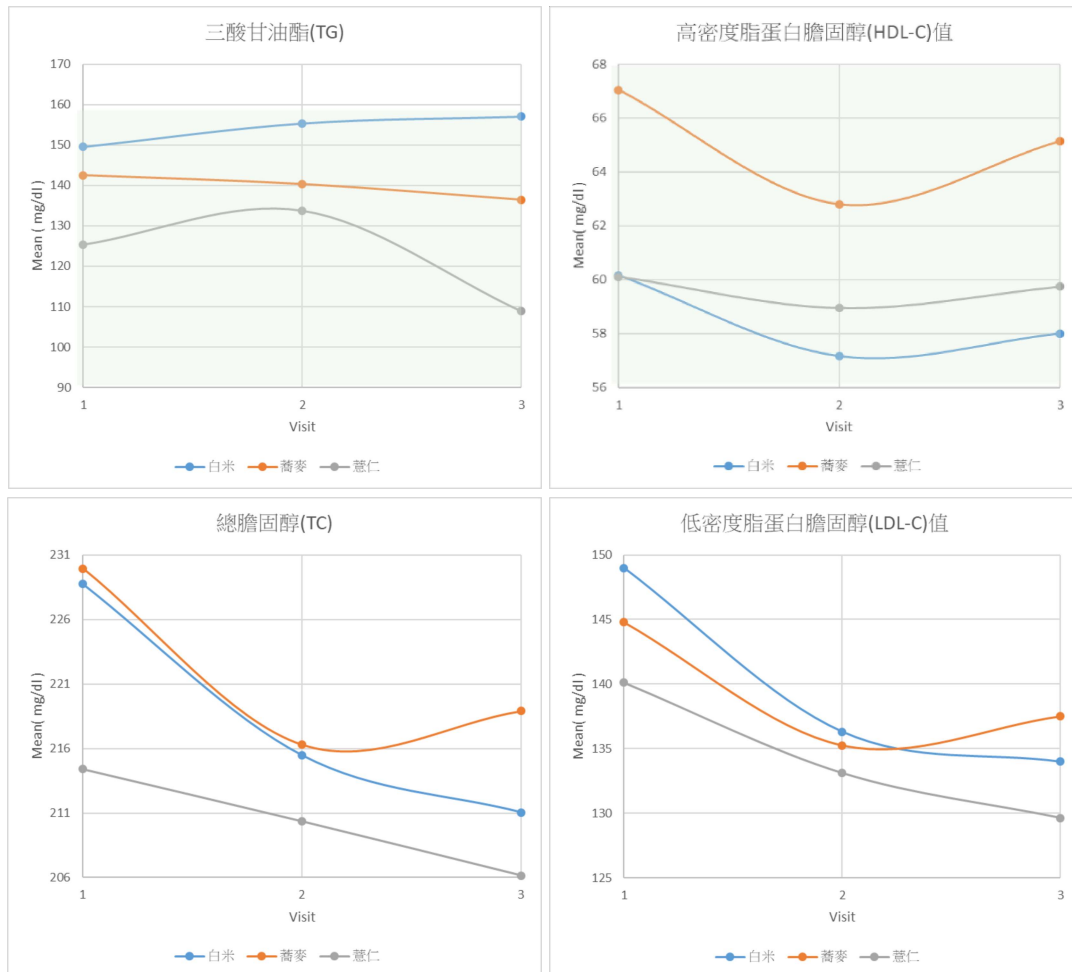


圖 2. 「白米飯(WR)」、「蕎麥糙米飯(BBR)」及「紅薏仁糙米飯(JBR)」，三個組別受試者在穩定期及試食 4 週、8 週後血脂變化的情形