

國產全穀與雜糧應用及推動

賴喜美^{1*}

摘要

國產穀物雜糧雖以稻米為大宗，但近年來，包括農政單位調整耕作制度，鼓勵稻田雜糧轉作以達到糧食安全與提高自給率之施政方針，及國民健康署致力於推動國人全穀食品攝取，以維護健康之飲食習慣養成的政策推動下，國產穀物雜糧原料之應用與全穀產品多元開發與產業推動，更顯其重要性與迫切性。本文將說明全球目前對「全穀 (whole grain)」及「全穀食品 (whole grain food)」之定義與技術規範；全穀物及全穀食品與人體健康相關研究與科學證據；穀物雜糧原料特性及全穀產品開發技術；全球全穀產品現行標章及規範；全穀雜糧產品推廣與挑戰等主題進行整理。在國內全穀產品推動工作方面，臺灣穀物產業發展協會已於 2023 年 8 月啟動國內全穀食品標章驗證業務，受理「全穀 100」、「全穀 51+」及「含 25%+ 全穀」三種標章之驗證工作與產品標章核定。目前，已有多家食品業者申請驗證，並於 2023 年 12 月 27 日審核通過國內第一支全穀產品，取得「全穀 100」之標章並得以標示於產品包裝上，讓消費者清楚辨識產品中之全穀含量。期望，不久的未來，市面上有愈來愈多印有上述標章的全穀相關產品，能夠取得消費者的信任與易於辨識、購買與食用，藉此推動國人對全穀食品認知與攝取量得提升，達到健康維護之目的。

關鍵字：全穀 (whole grain)、全穀食品 (whole grain food)、健康促進 (health promotion)、標章 (logo)

1. 國立臺灣大學農業化學系

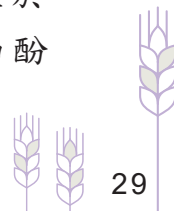
*通訊作者(hmlai@ntu.edu.tw)

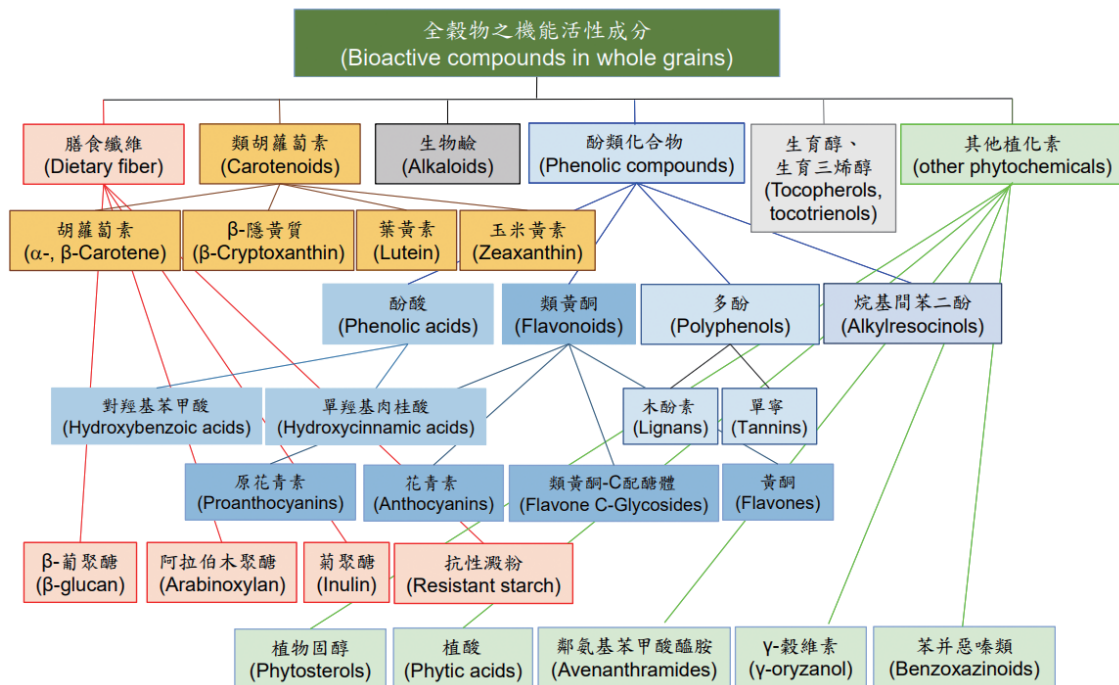


前言

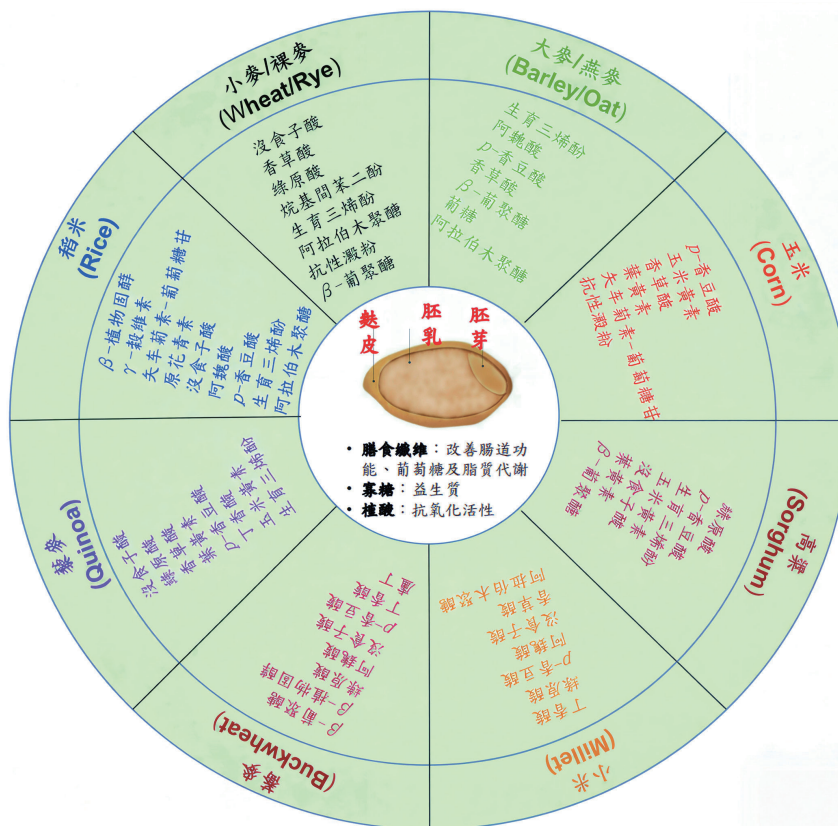
穀物 (Cereals) 泛指可以食用的穀粒 (grain)，屬於單子葉 (monocotyledons) 禾本科 (Poaceae) 中被廣泛栽培，主要作為人類日常主食，提供碳水化合物來源；部分穀物亦為重要的禽畜動物飼料來源。穀物可食用之籽粒又稱種實、籽實，在植物學上稱之為穎果 (caryopsis)，即每枚穎果中僅有一枚種子，果實發育成熟後，穎果的果皮不開裂且與種皮緊密癒合，難以分離，而不易分開的果皮和種皮，在應用上則稱為「麩皮 (bran)」。穀粒籽實由胚乳 (endosperm)、胚芽 (germ) 和麩皮組成。在全穀物原料與全穀產品之定義上，主要包括兩大來源：(一) 真穀物 (true cereal)，包括：稻米、小麥、玉米、燕麥、大麥、高粱、小米等；(二) 假穀物 (pseudo-cereal)，或稱擬穀物、準穀物，此乃指來自雙子葉 (dicotyledons) 作物的小籽粒種子，例如：台灣藜 (*Chenopodium formosanum* Koidz.)、藜麥 (*Chenopodium quinoa*)、莧籽 (*Amaranthus caudatus*)、蕎麥 (*Fagopyrum* spp.) 等，因其種子之主要營養素組成 (澱粉、蛋白質、礦物質等) 與穀物類似外，其一般食用方式 (磨粉或整粒) 亦與穀物相似，因而被視為全穀物原料來源。在臺灣，因稻米為國人主食也是主要農業耕種作物，但其他穀物則因種植面積較小，產量少，因而在作物畫分上，則與部分乾豆類 (pulses)，例如：大豆、紅豆、綠豆、扁豆等，總稱為雜糧作物 (multigrain crops)。但是，一般所稱之豆類，即是豆科 (legume) 植物中可食用的種子，則因其主要營養成分組成 (蛋白質或脂質) 與穀物差異較大，而未被考慮納入全穀物原料或全穀產品之使用範圍。

遠古時代因加工技術較為缺乏，穀物雜糧的食用方式較為粗放，因而常稱為粗糧或粗食 (coarse meal)；但是也是因為未將穀粒精緻化以去除麩皮與胚芽，而保留更多的營養成分，例如膳食纖維 (dietary gfiber, DF)、維生素、礦物質等，同時保留存在於麩皮上的多種機能性物質 (bioactive compounds)(圖一)，例如酚





圖一、全穀物機能活性成分之分類



圖二、常見全穀物中之機能活性成分



類化合物 (phenolic compounds)、酚酸 (phenolic acids)、黃酮類 (flavonoids)、木酚素 (lignans) 等對人體生理與健康有益之植物性化合物 (phytochemicals)，簡稱植化物（圖二）。但自 19 世紀起，因磨粉技術及碾磨設備的精步，已可以將穀粒依照種子主要結構或部位劃分成麩皮、糊粉層（胚乳最外層細胞）、胚芽、澱粉質胚乳等，其中又以澱粉質胚乳部位最受喜愛，不僅是研磨時收量最高，更因去除富含纖維的麩皮後，其精白穀粉或精白籽粒所製備的食品在外觀、口感上較為美觀、可口。因此，在長久飲食習慣養成下，大部分的人，在食物選擇上雖然趨於精緻化，卻也造成對人體健康的威脅。

全穀與全穀食品的定義

基於科學研究之一致性與準確性及推廣時之正確溝通目的，建立全穀與全穀食品的一致定義與共識深具必要性與迫切性。因此，經過 20 多年來全球各穀物相關團體，包括 International Association for Cereal Science and Technology (ICC)、American Association of Cereal Chemists international (AACCI) 現已改名為 Cereal & Grain Association 及 EU Healthgrain Forum，號召全球各界人士，包括政策制定者、決策者、國民健康主管機關及各相關組織共同努力，針對「全穀原料」及「全穀食品」進行溝通、討論與共識建立。終於，在 2018 年由全球全穀倡議 (Whole Grain Initiative, WGI) 對全球公布「全穀」的定義 (van der Kamp et al., 2022)。定義中針對穀粒結構與組成營養素、安全性與實際加工應用面，提出「全穀 (Whole Grain)」作為食品原料的定義與規範，也就是技術規範。其內容適用於真全穀物 (true cereal) 及假穀物 (pseudo-cereal)，其組成必須保留胚乳、胚芽及麩皮（含糊粉層）之原比例。穀物去除不可食部分後，型態可為原型 (intact)、磨碎 (ground)、破碎 (cracked)、片狀 (flaked) 或其他加工型態。無論穀物來源是否為同一批或經重新組合，只要最後維持原來比例，以確保營養組成不改變即可。



另外，若依安全及品質標準，亦可接受加工中不可避免的小量損失（例如小麥穀粒 2%，約麩皮 10%），但不得去除原膳食纖維含量的 10% 以上。為提高相關產品開發的彈性與多樣性，若穀物經發酵或發芽製程，則只要發芽未超過穀粒的長度且維持原來的營養素，亦可視為全穀。此外，良好製造作業規範（Good Manufacturing Practice, GMP）也是全穀原料生產與製備過程所要求的。

表一、全球各國對國民膳食中全穀物消費建議的指導方針

國家	頒布機構(年)	年齡範圍	全穀物建議攝取量	定性陳述建議
美國	美國商務部健康與人類服務 / 美國農業部 (2015)	≥ 2歲之人民	≥ 3 oz-eq ¹ /2000 卡	攝取至少一半穀物為全穀物
英國	英國公共衛生部 (2018)	全民	無	選擇全穀物種類及產品
巴西	巴西衛生部 (2014)	≥ 2歲之人民	無	選擇自然或最小化加工食品
法國	法國公共衛生部 (2019)	成年人	至少一種全穀澱粉 (無對應全穀量)	澱粉類可以每天食用，建議選用額骨產品，包括：全麥麵包、糙米飯、全穀麵條等
印度	印度國家營養研究所 (2011)	全民	無	使用全穀豆組合食物，提高全穀物的攝取量
加拿大	加拿大衛生部 (2019)	≥ 2歲之人民	無	經常性食用全穀，大量攝取全穀食物，選擇全穀食品
丹麥	獸醫及食品部 (2013)	全民	≥ 75 克/天	優先選擇全穀食品；購買時，請尋找有全穀標章的食品
挪威	挪威健康理事會 (2014)	≥ 1歲之人民	70–90 克/天	每天吃全穀食品
瑞典	瑞典食品機構 (2015)	≥ 2歲之人民	女性：70 克/天 男性：90 克/天	選擇以全穀物製作之義大利麵、麵包、穀物和米飯

¹ 1 oz-eq = 1 份 ≈ 16 g 全穀原料。

相對於「全穀」作為食品原料的定義，「全穀食品」的定義，則因各地飲食文化與習慣、食品種類與樣態各有所不同，因此目前嚴重缺乏一致性，且普遍未有明確的規範，導致民眾在全穀物攝取量的計算上有很大的落差，也造成在制定膳食建議量時的困難。同時，也說明在進行全穀物攝取量對人體健康效益評估與機制探討等科學研究上不確定性與困擾來源，而導致各國主管單位遲遲無法在全穀物建議攝取量上有所共識。表一為全球各國對國民膳食中全穀



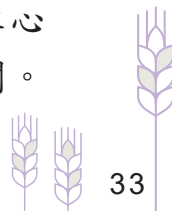
物消費建議的指導方針。

目前，全穀倡議（WGI）提出「全穀食品（Whole-Grain Food）」的重點包括：（一）全穀食品應含有至少 50% 的全穀成分（以乾重計）；符合此定義者，可以在包裝正面（front-of-pack）標示「全穀食品」。（二）若食品中含有至少 25% 的全穀成分且至少 8 公克 / 份者，則可以聲稱「含有全穀」，但不能有「全穀食品」的宣稱。WGI 亦希望能向各國主管機關建議，應在包裝正面標示全穀的含量，且包裝上標示為「全穀食品」者，應是屬於健康的食品，也就是不宜為高油、高糖及高鈉者。若為「全穀食品」，依乾重計，全穀應是食品成分標示的首要成分，而「含有全穀」者至少必須含有 25% 以上的全穀，此時全穀的量大約為每份 8 公克，此量也是被廣泛認為是食品中的全穀具有健康效益的最低量。目前，ICC 已向國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）的次級組織「食品產品之穀物和豆類小組」提出有關全穀定義的提案，並已於 2022 年 6 月的委員會議上，決定將全穀的定義納入 ISO 系統中，設置「全穀」工作小組，用以確認「全穀原料」及「全穀食品」專有名詞、定義、技術標準、規格、標示和宣稱等。

臺灣衛福部食藥署亦於民國 99 年訂定全穀產品宣稱及標示原則，並於民國 102 年微幅修改。目前定義為：固體產品所含全穀成分（乾基總重）佔配方總重量（乾基）百分比 51%（含）以上，始可以「全穀產品」宣稱，若產品中單一穀類佔配方總重量百分比 51% 以上者，則可以以該穀類名稱進行產品命名。若產品中所含全穀成分未達配方總重量百分比 51%（含）以上者，不得宣稱為全穀產品，僅能以「本產品部分原料使用全穀物原料製作」，或「本產品含部分全穀物」等方式宣稱。

全穀物與人體健康

1970 年初的研究發現，在膳食中攝取植物來源食物的量與心血管疾病罹患率有關，其中又與膳食纖維（DF）攝取量呈負相關。



自此，膳食纖維的攝取建議便成為許多國家的重要膳食指南指標之一，其建議攝取量介於 25-38 克 / 天。雖然蔬果亦可以提供膳食纖維，但因其水分含量高，若為了能攝食到足夠的膳食纖維量，則容易導致最終因攝食過量的蔬果而營養不均衡或是糖量過高等問題。

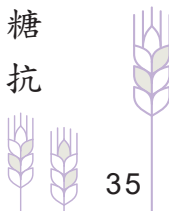
精製穀物與全穀物最大區別在於後者除了眾所周知的可提供 DF 外，還含有較高含量的植化物。越來越多的流行病學證據顯示，高全穀物攝取量有益於心血管疾病之預防及降低肥胖和糖尿病的風險（Guoa et al., 2021）；經常攝入全穀物可以降低慢性病的風險並對人體健康達到顯著的改善效果（GBD, 2017）。臨床試驗結果則指出，攝取全脂的飲食試驗中，全穀物可以改善罹病的風險因子，包括餐後血糖和胰島素濃度、血壓、身體脂肪量和炎症標誌物，以及血液中的血脂種類與分布，例如血漿膽固醇的空腹濃度、低密度脂蛋白膽固醇和三酸甘油酯之含量（Barrett et al., 2019, 2020; Ray & Beck, 2020）。在全球多個國家的臨床試驗統計結果顯示，低全穀物飲食者罹患心血管疾病之風險僅次於高鈉飲食者（GBD, 2017）。整合分析（Meta analysis）結果亦顯示，與低全穀物攝取者相比，高全穀物攝取者之全因死亡率（all-cause mortality）及癌症致死率均較低，並指出全穀物攝取量低是失能調整生命年（Disability Adjusted Life Year, DALY）的主要飲食風險因子（Reynolds et al., 2019）。

雖然，目前的研究結果已可以建立「全穀有益於人體健康、有利於公共衛生及生活品質，更可以大幅降低醫療財政支出」的科學共識，但對此因果關係則存在著不同的說法。少數的人認為「全穀」對健康有益，但仍有大多數的人仍認為是全穀中的「纖維」對健康有益。但由 Seal 等人（2021）的報告指出，當以兩個推估模型（線性和曲線模型）探討死亡率與致死因子對應關係時，得到以下的結論：25 公克纖維可降低致死率 15%，而全穀需 35-50 公克，才具相同的效益，但是 50 公克的全穀，僅含有 6 公克纖維。同樣的，對第 2 型糖尿病而言，25 公克纖維和 35 公克全穀均能降低 20% 的風險，但 35 公克全穀僅含 4 公克纖維；25 公克纖維對大腸癌風險降



低率為 10%，而 16 公克的全穀（僅含 2 公克纖維）也有同樣的效果。因此，若以相近的效益而言，雖然全穀物的攝取量須高於纖維的攝取量，但實質上，全穀中的纖維量則較低，且低於許多國家的建議攝取量（20-35 公克 / 天）。因此，可以假設是全穀物中的膳食纖維和其所有含有之生物活性成分，共同造成之人體健康效益。由每天至少 25 公克的膳食纖維有助於通便和降低非傳染性疾病（non-communicable diseases, NCD）的風險，推估全穀的建議攝取量每天至少需要 48 公克。由諸多研究顯示，48 公克全麥粉中約含有 6 公克纖維，但全麥粉中的 6 公克纖維卻能與 25 公克純纖維具有相同的健康益處，所以再次驗證應該是全穀中所有成分都扮演者重要的角色，而不是只有纖維，也就是全穀中所有成分的協同作用有助於健康效益的提升。

全穀物對人體健康的作用機制及全穀物攝取量的建議，雖然目前尚未有定論，但科學證據則支持（一）全穀物可以藉由提供低或不易消化的碳水化合物（例如：纖維）及植化素，有利於有益腸道菌（益生菌，probiotics）的生長，恢復腸道菌群多樣性，且腸道菌可將水溶性纖維發酵產生短鏈脂肪酸（包括醋酸及丙酸），可以降低結腸周邊的 pH 值，避免腐敗菌生長，減少發炎及降低癌症發生的機率；（二）全穀物中的緩慢消化澱粉及抗性澱粉，可以調節血糖和脂質代謝，從而改善肥胖、緩解心腦血管疾病、糖尿病和其他慢性代謝疾病；（三）植化素，例如：小麥與裸麥種皮中的烷基間苯二酚（alkylresorcinol）、鄰氨基苯甲酸醯胺（avenanthramides）等，具有抗氧化活性及氧自由基清除能力，可避免氧化壓力對細胞粒線體造成的損傷（Guoa et al., 2021; Prasadi & Joye, 2020）。除此之外，全穀物中的植化素因生物可用率低，較難於小腸中被吸收利用，但在大腸中多酚類可因微生物的轉化，產生具不同生物活性物質，其具有類似傳統認知的益生質（prebiotic），例如可溶性纖維、寡醣類（果寡糖（Fructooligosaccharide, FOS）、半乳寡糖（Galactooligosaccharides, GOS））等的作用，可促使免疫調節、抗



氧化和抗發炎等。因此，全穀物中的多酚類可被視為潛在的益生質，在健康維護上可能發揮重要的作用（Aravind et al., 2021），這也可以解釋為何僅需要攝取較少全穀纖維的量，但配合穀物基質中的植化物，共同發揮作用下便有很好的健康效益。

由於穀物是提供人體熱量的主要來源，一般建議每人每天熱量來源需有 55-65% 來自於複雜的碳水化合物（complex carbohydrate），也就是澱粉類食物。因此，在攝取穀物澱粉時若能食用全穀物，必能同時攝取到相當量的膳食纖維，以維護人體健康。美國 FDA 也基於研究結果，提出每 1000 卡熱量中含有 14 克膳食纖維者，可顯著降低其心血管疾病罹患風險之基準，在 2020 年 7 月 1 日則將每人每天膳食纖維的建議攝取量由 25 公克提高為 28 公克（每人每天熱量以 2000 卡計）；同時，在其膳食建議的穀物主食類中應盡可能的選擇全穀物，其建議攝取量為每份至少 8 克全穀，相當於每天 48 公克全穀以上。如此，不僅可以攝入膳食纖維，同時亦可攝取到存在於麩皮與胚芽中的礦物質、維生素、植化素等。在丹麥，則建議每天攝取至少 75 公克全穀物 /10 mega-joule（相當於 2390 卡熱量），而瑞典則建議女性和男性分別攝取 70 和 90 公克全穀物（Miller, 2020）。

穀物雜糧原料特性及全穀產品開發技術

穀物長久以來一直都是人類的主食，主要作為能量與營養的來源，穀物加工技術因而成熟與精進，市面上也有許多種類及型態的穀物原料，例如完整粒、碎粒、壓片、粉狀等，因應其用途，此類穀物原料可經過物理、化學、生物等方式加以修飾，改質，以適用於加工程序、生產條件及符合終產品品質之要求，進而造就市面上多樣化的穀物相關產品。近年諸多科學證據顯示，膳食中攝入高量含有生物活性物質的全穀物，有助於預防許多慢性疾病，造就全穀食品的需求日益增加。然而，多數國家人民全穀攝取量仍遠低於建議攝取量。推究其原因，不外乎高纖維含量之全穀食品，其組織質



地較為粗糙、風味與口感與精緻食品不同，導致消費者接受度低。此外，穀粒麩皮中一般存在有抗營養因子，例如單寧（tannin）、植酸鹽（phytate）、凝集素（lectin）等，也易造成消費者對此類產品的排斥。事實上，只要了解全穀物的結構、組成與特性，便有許多可行的加工方式可以克服或排除全穀物及全穀食品在適口性與營養（消化率、吸收率）上所帶來的問題與阻礙。但是，有些加工處理也可能會抵消全穀提供的好處，例如：過度研磨、熟化、發酵、發芽等，可能導致澱粉降解成單糖或雙糖，提高吸收率及提高血糖，或是生合成有害物質。以下簡述常用之物理性加工處理方式於全穀物原料或全穀食品之多元開發應用。

(1) 全穀粉研磨及超微細粉碎（ultrafine grinding）

穀物為食品加工非常重要的原料，研磨成穀粉更是最為普遍的應用型態，例如：將小麥研磨成小麥粉（麵粉），用以製作烘焙產品與中式麵食製品。而目前商業磨粉方式，主要是以連續式多座輥輪輥磨系統搭配大量篩分系統，以製備精緻麵粉（胚乳部位）為主之高效率、高產能的乾式磨粉製程。但當要製備全穀粉時，由於是全穀粒各部位均不得流失與營養組成不得改變，因此，首要考量的是：（一）麩皮的粒徑大小對配方、製程條件、終產品品質的影響，及（二）當富含油脂之胚芽與酵素（糊粉層為主要存在部位）被破壞及混合所造成全穀粉及產品易因油脂氧化酸敗，導致保存期限短。當麩皮粒徑太大時，雖然不至於對麵團操作性及流變性質有太大的影響，但可能會對產品熟製後之口感造成嚴重影響，尤其是烘烤的產品，因而導致消費者抱怨，包括：粗糙、乾澀、難吞嚥、苦澀、割喉等。但當麩皮粒徑磨製成與胚乳粉粒相近時，則可能因粒徑變小，粉粒表面積大幅增加，導致吸水量大幅提高、麵筋稀釋嚴重，而必須調整配方與製程，才得以製備出消費者可以接受的產品。為克服此問題，實際操作上可以利用不同的研磨設備，磨製出不同粒徑大小的粉粒及麩皮，以供不同產品之應用。例如：Hammer Mill



可將麩皮研磨至 400 微米左右；麩皮切割機則可經由細篩網將其切成薄片並使其粒徑降至大約 50~200 微米；若需要非常細的麩皮，則可以考慮以高速研磨分離機將穀粒研磨到粒徑 100~150 微米之全穀粉。至於全穀粉之貯藏安定性及貨架期，則是全穀粉製備時需要特別小心並克服的關鍵技術。穀粒破壞或研磨前，盡可能將籽粒的內源性酵素活性失活，同時降低全穀粉的水分含量，也需要使用阻隔性佳的包裝材質進行包裝，並於低溫貯藏，此即是目前磨製全穀粉最好的方法。即便是如此，全麥粉的保存期限，一般也僅設定在 3 個月左右，遠短於精緻麵粉的 9-12 個月。

超微細化研磨為 1980 年左右發展出來的一種新型加工方法，目前已被許多產業應用。食品領域應用之目的為細碎化，以達到打破細胞壁，釋放出組成分，以利後續物質釋出或進行分離，達到可依組成分劃分或是機能成分釋放之目的。由於超微細化研磨為利用物理方式使物質粒子間的作用力破壞，造成粒子破碎，形成更細小的體積。目前較常應用於穀物原料超微細化研磨之機械與加工技術包括球磨、介質研磨、氣流粉碎等。在研磨時，若添加介質使其與物質碰撞而細小化則屬於介質研磨；若以高壓空氣經由噴嘴進入粉碎室，形成高速氣流，並使同時進入的原料粉末受到衝擊，藉由原料粉粒間互相碰撞及摩擦，進而達到粉碎效果，則屬氣流粉碎。前者可選擇與擬碾碎物質硬度相近材質及適當大小之介質，例如：玻璃珠、瑪瑙珠、氧化鋁球珠等，以達到預定粒徑大小之分離。後者則因不需使用介質，產率較高，亦不易造成殘留、汙染。其中，空氣分級超微粉碎機則可以將粉碎、分級兩大功能集於一機，當原料送進粉碎室，經過粉碎盤高速離心力碰撞到環狀排列刀片而粉碎，再以氣流通過導流環的外側送到分級室分級，過細的粉體通過分級葉片到集塵機收集，其餘粗粉則從導流環的內側再回到粉碎室繼續粉碎。經由分級葉片轉速的調整可得到粒度分佈範圍集中的粉體，在研磨時又因使用大風量通過粉碎室，粉碎溫度可以被有效控制，尤其適用於不耐熱物質，例如含高油脂之燕麥、玉米全穀粉、有色米



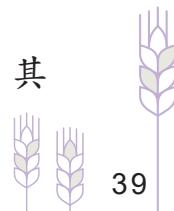
穀粉之製備；研磨過程因為大量風送系統，水分易揮發，產品水分含量低，貯存安定性則較高。超微細化研磨技術雖可提高產品之適口性，但粒徑減小則有利於腸道酵素的作用，澱粉消化吸收率相對提高，因此，不排除抵消健康全穀提供好處的可能性，例如延緩血糖快速增加之訴求。

吳（2011），將發芽之國產有色米以行星式球磨機進行濕式超微細化研磨，並以此製備有色米米漿與米布丁，其視黏度與膠體強度穩定性高，具良好產品特性且深受消費者喜愛，不僅可提高國產有色米之應用範疇，更具有作為高機能性全穀產品開發的潛力。

（2）濕熱處理（Hydrothermal treatment）

在澱粉及穀粉的改質方面，濕熱處理（heat-moisture treatment）為一種物理修飾，相較於以化學試劑添加反應之化學修飾更為天然、安全，在成品包裝標示或宣稱上，無需特別標示說明。一般而言，濕熱處理係指以低水分含量於高溫環境進行加熱，常用水分含量設定範圍在 10-35%，而溫度設定範圍在 90-120℃，時間範圍可為 15 分鐘至 16 小時，主要目的在水分含量不足以使澱粉糊化、蛋白質變性，但卻可以促使澱粉分子鏈段移動與重排。經由濕熱處理的澱粉，常見之物理性質改變，包括：水合率降低、直鏈澱粉與支鏈澱粉交互作用、分子內鍵結增強、直鏈澱粉與脂質形成複合物、澱粉的結晶區發生重排、結晶度增加等。而對穀粉進行濕熱處理後，除了所含之澱粉性質改變外，也會影響穀粉之加工性質，例如：糊液黏度之糊化溫度上升、最高黏度下降、崩解黏度與回凝黏度顯著降低。如此一來，將導致成品之質地、口感與消化率改變。段（2015）之研究指出，將紅糯米與黑糯米經濕熱處理後，米穀粉中澱粉分子內部發生重排，因此，糊化溫度提高。當濕熱處理 15 分鐘以上，因米穀粉中內源性酵素失活，導致有色米全穀粉之最高黏度與最終黏度均有提升之趨勢。

穀粒濕熱處理最典型的例子即是蒸穀米（parboiled rice），其



處理程序包括：浸泡、蒸煮和乾燥等步驟。以有色米為例，因麩皮富含植化素，具有機能性，若以稻穀方式預蒸煮，則有助於水溶性抗氧化物之保留，亦可使麩皮上的植化素、維生素等往穀粒內部移動，確保保有游離態酚類化合物與營養素。段（2015）以稻穀形式進行有色米濕熱處理，會提高全穀粉糊化溫度且因部分糊化，使其糊液黏度特性與純小麥麵粉最為接近，有利於用以製作含全穀之有色米麵條。當以稻穀形式進行濕熱處理 15 分鐘之紅米全穀粉（51%）與小麥麵粉（49%）配粉，並添加 8.8% 活性麵筋，則可以製得成糰性佳之米麵糰，所製得之紅米全穀麵條的外觀、口感接受性均高。

謝（2016）將碾磨前之玉米籽粒先以 150°C 熱處理 30 分鐘，可有效降低玉米全穀粉之油脂酸價及保有適當之抗氧化能力，貯藏安定性佳。黃（2018）則指出，以濕熱（95°C /30 min）處理之玉米籽粒，經乾燥後再磨粉，所製得之玉米全穀粉並不會對色澤、風味與糊液黏度造成顯著影響，且能保留其機能性成分（總黃色色素、葉黃素、玉米黃質及總酚類化合物）。經濕熱處理之高直鏈澱粉玉米全穀粉，其澱粉消化性質均可獲得改善，包括降低快速消化澱粉、增加慢速消化澱粉及抗性澱粉之含量，及有較低的預估升糖指數（estimated glycemic index, eGI）。

（3）擠壓蒸煮（Extrusion cooking）

擠壓是一種集混合、揉捻、烹煮、成形於一機的連續加工單元，穀粒及穀粉是其主要加工原料之一。常見的穀物擠壓加工產品包括預糊化穀粉或即時沖泡穀粉、早餐穀物脆片、膨發點心產品等。擠壓製程除了速率快、產率高、廢棄物量低之優點外，經由原料配方組合調配、進料水分調整、多段套筒溫度設定、螺桿轉速及螺軸組態等操作參數調整，再搭配擠出模板（die plate）上模孔的設計，可以生產出多變化的產品；此不僅在外觀上有大小、形狀的不同，口感上亦可以依需求而有硬脆、鬆脆、軟彈等的差別。除此之外，適當的擠壓製程會改變全穀物原料的理化性質，包括膳食纖維的水溶



性、澱粉分子的糊化與回凝程度、蛋白質的交聯等。這些作用除了可熟化全穀物產生風味、增加礦物質和酚酸的釋出，提高產品之生物利用率、蛋白質消化率等，快速高溫加工步驟更可以有效殺死可能存在於麩皮上的微生物及使內源性酵素（尤其是脂解酶）失活，因而，抑制全穀物原料及全穀食品的油脂氧化，達到延長全穀原料及全穀產品的貯藏安定性。

實際上，擠壓技術亦可於麩皮或胚芽安定化處理，以製得安定化麩皮與胚芽，再依組成比例回添至胚乳部位；此作法即是將穀粒中較不安定的部位進行安定化後再回添，用以組合符合全穀原料規範之產品，以確保其營養與機能性均能達到最穩定化。此技術也適合將研磨後的全穀粉立即以擠壓機熱處理，製備安定化全穀粉，並依其熟化程度之不同，可直接用以製備產品食用或製備成符合規範之全穀原料粉，以供開發更多元的全穀產品。

詹（2020）以擠壓技術量化處理玉米全穀粉，不僅可以得到貯藏性質佳之全玉米穀粉，亦可藉由擠壓參數的設定，製備糊化度、糊液黏度、風味不同之全穀粉，作為全穀食品之加工原料或素材；例如：以雙軸擠壓機製作全玉米擠壓脆片及膨發點心產品。當以優質蛋白玉米（quality protein maize, QPM）全穀粉為膨發點心產品製作之唯一原料時，進料水分含量降低或套筒溫度提高時，產品直徑變大、長度變短，顏色由橘黃轉為淺黃色且具光澤及玉米香味。當以高直鏈澱粉玉米（high amylose maize, HAM）及 QPM 混合（1:1）之玉米全穀粉製成之玉米脆片則有較高的慢速消化澱粉及抗性澱粉含量，消化速率較慢。

吳（2021）利用國產優質蛋白玉米（QPM）為主原料，分別混合 0、10 及 20% 國產高直鏈澱粉玉米（HAM），以雙軸擠壓機製作具高膳食纖維、機能性成分、抗性澱粉及較佳蛋白質組成之無麵筋類西式玉米全穀麵條（gluten-free pasta-like whole corn product），此麵條不含小麥麵筋，可供乳糜瀉症患者食用，其高營養價值也適合做為一般人之平常主食。此類西式全穀麵條產品除玉米全穀粉



外，不含任何添加物，因此，符合潔淨標章（clean label）之規範。此產品亦含有高膳食纖維（11.94-16.71%，db）、高機能成分（葉黃素 2.57-4.48 $\mu\text{g/g}$, db、玉米黃素 4.73-7.72 $\mu\text{g/g}$, db 及總酚含量 6.43-9.53 mg ferulic acid equiv/g, db）、良好澱粉消化特性（慢速消化及抗性澱粉含量佔總澱粉含量之 71-74%）以及較低預估升糖指數（eGI=68-70）；此產品之營養機能性均較市售小麥麵條及國外類似玉米麵條為佳。

鄭（2014）以全穀物利用之概念，選用國產稻米、苦蕎及黃豆為主原料，以雙軸擠壓機開發三種適合冷凍貯藏運送之類西式米麵條產品（pasta-like rice product），其分別為糙米麵、多穀麵（糙米 - 苦蕎）及穀豆麵（糙米 - 黃豆）。多穀麵（糙米 - 苦蕎）中含有 15% 之帶殼苦蕎粉，預估升糖指數低。雖然，經過擠壓過程，麵條之總酚化合物、維生素 E 及米糠醇含量有下降趨勢，但多穀麵中因苦蕎中蘆丁含量豐富，經擠壓過程蘆丁受酵素作用轉化為槲皮素，使得產品之抗氧化能力大為提高。此三種全穀物類西式米麵條均富含膳食纖維（2.6-6.4%），可作為日常膳食之主食，提供良好的膳食纖維來源。

全穀物雜糧食品推廣與挑戰

雖然全穀的好處已有相當多的報導，促進人體健康之科學證據也越來越明確，但在大部分國家，全穀食品的攝取量還是比建議量低了許多，台灣便是其中之一。究其原因，在全穀攝取推動上遇到的瓶頸包括：

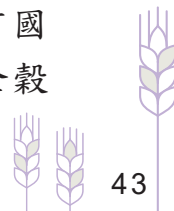
（一）穀物相關負面污名化。例如：穀物中的澱粉是導致肥胖的主因、穀物易引起過敏或不耐症等，因此，誤信在日常膳食中，應排除所有穀物來源的食物。事實上，這樣的膳食型態，對人體健康是非常不利的。因為，穀物中的澱粉是人體重要的熱量來源，而攝食全穀，在提供熱量的同時，也得以攝取足量的膳食纖維，營養素及植化素的攝取也較為完整。



(二) 全穀原料安全性顧慮。由於穀粒大多以乾磨方式製粉，在研磨前，通常僅以物理方式乾式清潔。而穀物籽粒表面的麩皮易有金屬元素的污染與累積、農藥殘留、黴菌毒素產生等風險，造成民眾對全穀攝取可能導致的食安風險的擔憂。因此，全穀原料來源應選擇來自良好作物管理規範（Good Agricultural Practices, GAP）生產、良好倉儲及健全供應鏈之乾淨穀物。在穀物原料之儲存和配送過程，要特別注意三個問題：蟲害、分層和保存期限。一旦穀粒經破碎與研磨後，全穀粉原料建議小量完整包裝、低溫避光儲存以延緩酸敗、避免蟲害發生和縮短運送時間，盡速使用完畢。

(三) 全穀食品定義及標示內容不清楚、不一致。由於全球對「全穀食品」的定義或標準各不相同，許多產品的標示資訊也不夠清楚、明確，導致市面上標示「全穀」之食品，並非均含有相同或足夠含量的全穀。因此，為確保全穀食品內容物清楚一致的資訊傳遞，應盡速訂定清楚明確的「全穀食品」定義與規範，以供加工業者在產品開發與生產時之依循，尤其是食品中的全穀含量（全穀克數/份）、全穀成分含量宣稱，更應訂定業界使用指引來做為標示食品中全穀含量的依據，以利管理。

(四) 全穀食品市場貨架辨識度不高。市面貨架上食品品項繁多，如何清楚辨識「全穀原料」與「全穀食品」，最有效的方法莫過於在包裝上有易於辨識的「全穀驗證標章」。凡有此標章之產品，便可確保全穀內容清楚一致的資訊傳遞。更進一步，若能在流通市場上設有「全穀」專櫃，並善用各式媒體工具，教育及傳輸「全穀」正確知識，推廣具有營養及健康促進的「全穀食品」，其成效應是可以被預期的。臺灣穀物產業發展協會（簡稱：臺灣穀協）已於2023年8月向經濟部智慧財產局提出「全穀100」、「全穀51+」及「含25%+全穀」三種標章之註冊申請，並已經智財局審核通過（圖三）。持續受理相關產品之驗證（委由中華穀類食品工業研究所）與產品標章核定核發（臺灣穀協）工作。截至2025年7月，已有國內10家食品業者申請核定，計有「全穀100」產品十八支、「全穀



51+」產品七支及「含 25%+ 全穀」產品六支，共計三十一支全穀相關產品（臺灣穀協網頁；https://www.tgia.org.tw/?page_id=10830）。由於越來越多的教育傳播與媒體介紹，消費大眾對全穀的健康效益認知與全穀產品的需求日漸提升，導引食品業者對全穀產品驗證申請的動機增強。期望，未來的不久，市面上有眾多印有上述標章的全穀相關產品可供民眾選擇。

表二、臺灣穀物產業發展協會之「全穀 100」、「全穀 51+」及「含全穀 25%+」全穀標章

類別	全穀標章樣式		驗證標準原則
全穀100			<ol style="list-style-type: none"> 1.全穀原料乾重達產品乾重 100%。 2.重組原料須符合胚芽、麩皮及胚乳之原來比例。 3. 固體產品。 4.應另行標示每份產品之全穀含量。
全穀51+			<ol style="list-style-type: none"> 1.全穀原料乾重達產品乾重 51%(含)以上。 2. 固體產品。 3.應另行標示每份產品之全穀含量。 4. 得另行標示全穀含量百分比(以乾重計)。
含25%+全穀			<ol style="list-style-type: none"> 1.全穀原料乾重達產品乾重 51%(含)以上。 2.應另行標示每份產品之全穀含量。 3. 得另行標示全穀含量百分比(以乾重計)。

（五）全穀食品口感差、品項少，選擇性低。食品加工技術日新月異，開發全穀相關產品，並非難事。穀物原料生產者應致力於提供新鮮、安全的原料，食品加工業者則應針對全穀原料的特性，適度調整配方、製程參數，以開發符合定義與規範的全穀相關產品，提供民眾全穀含量更高、口感與質地俱佳的新產品，並於包裝上提供依規定之明確且與符合產品的標示，擔負起行銷和溝通的責任。

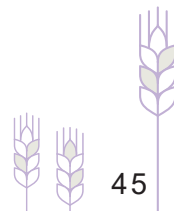


結論

全穀食品攝取推動是刻不容緩的工作，在台灣，提高全穀的攝取量對人體健康有直接且絕對的益處，也能間接地提升人民生活品質、減少個人及國家醫療財政支出，並能落實農地活化與作物多樣性的農政推動政策。但如何達成此目標？除了農民、加工業者的努力外，更需要政府的持續支持，舉動贊助與推廣活動，並提供合理、可負擔的產品價格；在群眾教育方面，更須對各年齡層的消費大眾進行清楚、易懂的相關知識傳播，並推廣全穀健康的益處、清除與全穀食品相關的負面與錯誤訊息。假以時日，我們相信，國人可以養成選擇全穀作為日常膳食重要品項之習慣，並藉由提高全穀的攝取量，達到促進健康之目的。

參考文獻

- 吳松晏。2021。無麵筋類西式玉米全穀麵條之研發。臺灣大學農業化學系碩士論文。
- 吳秀蘭。2011。國產有色米加工處理對機能物質之影響。臺灣大學農業化學系碩士論文。
- 段以南。2015。以國產富機能性有色米穀粉開發新穎式中式麵條。臺灣大學農業化學系碩士論文。
- 詹芷瑄。2020。以高直鏈澱粉玉米與硬質玉米開發具機能性之擠壓膨發與沖泡粉產品。臺灣大學農業化學系碩士論文。
- 黃永融。2018。臺灣高直鏈澱粉玉米及硬質玉米全穀粉之安定化。臺灣大學農業化學系碩士論文。
- 鄭博謙。2014。國產全穀物西式麵條之研發。臺灣大學農業化學系碩士論文。
- 謝一民。2016。國產硬質玉米之澱粉理化性質及全玉米穀粉之碾製。臺灣大學農業化學系碩士論文。



社團法人臺灣穀物產業發展協會網站 (https://www.tgia.org.tw/?page_id=10830)。20250804) 取得資料。

Aravind, S. M., Wichienchot, S., Ramakrishnand, R. T. S., Chakkaravarthi, S. 2021. Role of dietary polyphenols on gut microbiota, their metabolites and health benefits. *Food Research International* 142:110189.

GBD 2017 Diet Collaborators. 2019. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet* 393:1958-1972.

Guoa, H., Wub, H., Sajida, A., Li, Z. 2021. Whole grain cereals: the potential roles of functional components in human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 20:1-16.

van der Kamp, J. W., Jones, J. M., Miller, K. B., Ross, A. B., Seal, C. J., Tan, B., Beck, E. J. 2022. Consensus, global definitions of whole grain as a food ingredient and whole-grain foods presented on behalf of the whole grain initiative. *Nutrients* 14:138.

Miller, K. B. 2020. Review of whole grain and dietary fiber recommendations and intake levels in different countries. *Nutrition Reviews* 78(S1):29-36.

Prasadi, N., Joye, I. J. 2020. Dietary Fibre from Whole Grains and Their Benefits on Metabolic Health. *Nutrients* 12:3045.

Ray, S., Beck, E. J. 2020. Whole grain intake compared with cereal fiber intake in association to CVD risk factors: a cross-sectional analysis of the National Diet and Nutrition Survey (UK). *Public Health Nutr.* 23(8):1392-1403.

Reynolds, A., Mann, J., Cummings, J., Winter, N., Mete, E., Morenga, L. T. 2019. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet* 393(10170):434-445.



Seal, C. J., Courtin, C. M., Venema, K., de Vries, J. 2021. Health benefits of whole grain: effects on dietary carbohydrate quality, the gut microbiome, and consequences of processing. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 20:2742–2768.

作者聲明：本文部分內容節錄自賴喜美著之從健康到好「穀」力標章—全穀物應用與推廣（上）及（下），食品資訊 2023，4/5 月號 (pp. 32-36) 及 6/7 月號 (pp. 34-38)。

