



米糠營養及加工利用

◎文·圖／李穎宏¹、陳正敏²、林怡如³

前言

米糠是糙米碾白過程中分離出來的一種副產物，包括糙米的果皮層、種皮層、外胚乳層及部分胚乳細胞，以及大部分的米胚和少量碎米等，約占米穀的5~8%，目前大多廢棄或充作飼料。米糠約含11~15%蛋白、34~62%碳水化合物、7~11%粗纖維、7~10%灰分及15~20%脂質，其營養素及保健營養素(Nutraceutical)諸如Vitamin E (tocopherol、tocotrienol)、穀維素(γ -oryzanol)對人體健康相當有助益。其中所含Vitamin E主要為 α -tocopherol、 γ -tocotrienol及 α -tocotrienol，具有抗氧化功能，可降低癌症發生及冠狀動脈疾病，對防止阿滋海默症及過敏亦曾被報導過。穀維素(γ -oryzanol)為10種阿魏酸與三帖烯醇或植物固醇的酯化合物，可降低血膽固醇、治療神經不平衡，亦具有抗氧化功能。在米糠中的穀維素主要有cycloartenyl ferulate、24-methylene cycloartenyl ferulate、campestanol ferulate、sitosterol ferulate等。除此，米糠亦含有植物固醇(phytosterols；如 β -sitosterol、campesterol及stigmasterol)、類胡蘿蔔素(carotenoid；如 α -carotene、 β -carotene、lycopene、lutein及zeaxanthin)、必需氨基酸(essential amino acids；tryptophan、histidine、methionine、cysteine、arginine、lysine)、微量營養

(micronutrients；如magnesium、calcium、phosphorous、manganese、9 B-vitamins)等。由於米糠的各種營養素及保健營養素的協同作用，使得米糠作為人類、寵物及養禽畜保健飲食的潛力看好。為強化米糠於食品及製藥上的應用，目前米糠相關研究包括有油脂萃取技術、蛋白萃取應用技術、膳食纖維分離應用技術、米糠發酵技術、米糠保健營養素萃取應用技術及具特殊機能成分稻穀育種栽培技術等。本文主以米糠油脂及蛋白加工利用加以介紹。

米糠的油脂加工利用

米糠為天然油脂來源的一種，萃自米糠油脂(以下簡稱米油)其不飽和脂肪酸組成極高，主要有palmitic acid(C16:0；18%)、oleic acid(C18:1；42%)、linoleic acid(C18:2；37%)等，是相當優良的油脂來源，且米糠中富含Vitamin E與 γ -Oryzanol，更賦予米油優於其他食用油的特殊活性功能。但米糠亦含有高活性的脂質水解酶及氧化酶，常導致高含量的游離脂肪酸(free fatty acid, FFA)生成與氧化，使得傳統溶劑製油方法難以應用於米油提煉精製(脫酸製程Vitamin E、 γ -Oryzanol會大量流失)。因此，雖然米油其獨特的性質日益引發食品及製藥公司的高度興趣，然終究僅有小部分米油被製成食用油(據報導指出全球米穀年產量約661百

萬噸，所產生米糠概估66~74百萬噸初估可生產3至4百萬噸米油，但全球實際米油相關產品年產量仍低於0.5百萬噸，目前全球大宗米油生產國依序為印度473千噸、中國90千噸、日本65千噸、緬甸18千噸)。

米糠中油脂水解會產生的高濃度游離脂肪酸，通常當量超過10%時，即不再適合人類食用。為避免水解油耗發生，可在碾米後將米糠快速萃油或藉由將米糠穩定化處理貯存後再行萃油來達成，而以後者較適合米油的商業生產。因此，米糠的穩定化便成為發展米油產業的關鍵之一，曾有許多修飾法及改善法被提出，各有其效果。有利用130℃擠壓蒸煮米糠，使其游離脂肪酸量在30~60天貯存後，仍不致產生顯著變化。亦有藉由控制米糠pH使其從6.9~6.0降低至4.0，經59天貯存後，其游離脂肪酸量僅增加2%。最近研究則有將調濕米糠以Ohmic加熱的穩定化法，也有利用微波加熱來防止米糠貯存油脂氧化油耗的方法。本場將新鮮米糠施穩定化後(圖1)可有效抑制米糠貯存之游離脂肪酸形成，在4℃及室溫貯存63天後酸價分別到達11.0及17.8 mg KOH/g oil，而未穩定化處理者分別為25.0及100.1 mg KOH/g oil。

粗米油與其他蔬菜油的不同處，在於其具有較高的游離脂肪酸量、臘質、不可皂化成分、極性脂質及色素(圖2)。通常米油採己烷萃取，所得粗米油仍需再經一系列溶劑分離、去膠、脫色、脫酸、脫臭及冬化處理。但在去除雜質的米油精煉過程(尤其是脫酸)則會伴隨著保健營養素諸如 γ -oryzanol、tocols的大量移除。因為粗米油一般含高量游離脂肪酸，使得其脫酸

成為最困難的步驟。另外，油脂脫酸雖可藉由化學或物理精練法達成，但高酸度粗米油使用傳統加工時存在許多缺點，例如水及化學物的大量耗損、廢棄物的大量產生及能源的大量耗損，更甚的是伴隨著大量保健營養素的流失。為克服上述缺點，近年來利用薄膜脫酸的研究正熱烈進行中，特別是有機溶劑奈米過濾(organic solvent nanofiltration, OSN)被視為另類替代分子篩分離技術而引發高度注目。

至於近年米油萃取技術相關研究顯示，以二氧化碳超臨界流體萃取米糠所得米油其氣味、風味皆優於Soxhlet及n-hexane萃取者，而存在傳統萃取有關溶劑殘留、熱變及化學變化等危害亦可一併予以避免。因此，本場乃於101年度進行CO₂超臨界流體萃取米油研究，初步結果顯示：利用二氧化碳超臨界流體萃取米油時，較之利用大量Hexane於室溫下超音波長時間萃取，其米油及Oryzanol收率雖有稍低現象，但從不需加熱分離溶劑、含較少之極性磷脂質及無高度精練加工需求，仍可視為一項極具發展潛力的米油萃取技術。

米糠的蛋白加工利用

米糠蛋白是一種高品質(氨基酸組成均衡且lysine高，較之大豆蛋白、小麥蛋白、玉米蛋白及牛奶酪蛋白更佳)及低過敏原的蛋白，相當適合作為嬰兒及斷奶幼童的食品配方，亦有報告指出其具抗癌的功效。米糠蛋白在食品加工特性研究顯示：較之牛奶酪蛋白具有更高的水及油結合性，且在高鹽、高糖條件下，乳化特性十分安定，相當適合作為香腸、蛋糕、美乃滋、沙拉、飲料、冷凍甜點、whipped toppings、西點糖果等產品配方。



雖然米糠含15~17%蛋白量，且在營養及加工特性表現優良，但是真正供人類食用量則微乎其微，原因在於其製品存在有不愉悅的氣味，致目前濃縮米糠蛋白(rice bran protein concentrates)及分離米糠蛋白(rice bran protein isolates)尚無法充分商業應用。因此，為符合消費大眾接受性及增加米糠蛋白在食品的應用，其不愉悅氣味實有必要加以改善。

傳統穀類蛋白分離方法是利用強鹼抽取蛋白，再以強酸沉澱經調整pH製成。存在有破壞營養素、產生不良衍生物及環境污染等問題，因此，目前米糠蛋白研究多集中於使用酵素、物理處理方法來製取，試圖克服產品不愉悅氣味及化學製備法的缺點。在台灣米糠年產10萬噸，初估米糠

蛋白約1.5萬噸(至少需3.8萬噸大豆)，但國內對米糠蛋白相關研究並不多，其在食品的應用亦非常有限，本場為開發米糠蛋白利用，正針對去油米糠蛋白，應用物理及酵素方法萃取回收製備的條件加以研究(圖3)，以期提升國產米糧蛋白的利用性。

結語

台灣米糧消費主要以白米為主，碾米後之米糠以供應動物飼料及作物肥料用途為主，原因在於米糠食用口感不為人們喜好，但米糠中含有許多優良油脂、蛋白質及維生素亦因此一併捨去，殊為可惜！現今，由於氣候變遷將導致國內糧食及食油不足，實惠而有效解決方法之一，即在加強開發米穀糧食副產利用效能，將較不具利用價值與經濟效益之米糠利用方式，轉化成可供國人消費之高效能及高營養產品，除可降低國內食用油脂完全依賴進口油脂作物現狀外，並可就除油後之米糠所含蛋白進行回收利用，直接用於提供國人蛋白質來源，以降低對小麥及大豆進口依賴。未來，更可藉由發展各類米糠相關保健產品，使現代人最困擾的代謝症候群與腦部退化等健康問題獲得紓緩及解決。



圖1. 不同穩定化程度米糠



圖2. 商業精製米油(中)與不同精度米糠所得粗米油(右、左)

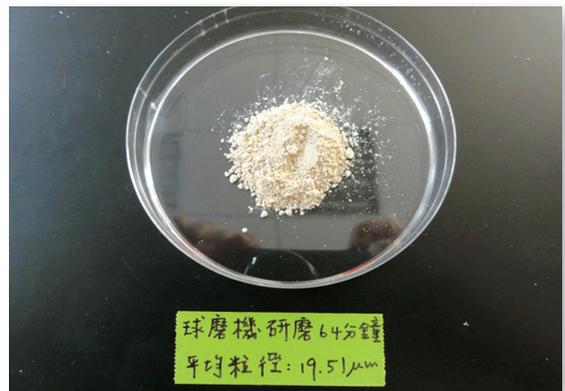


圖3. 脫脂米糠微細化