



陸稻機能性成分 — 鐵、鋅含量分析

文/圖 侯雅玲

前言

稻米經收穫乾燥後之稻穀脫去稻殼（所謂的粗糠）的糙米，是人們可以食用的部分，糙米中營養成分主要為澱粉，其次是蛋白質，礦物質含量並不高且多集中在糠層及糙米外層，精米後（去除米糠層）的白米礦物質含量僅剩下3成。白米及糙米為國人的主食之一，除了提供澱粉及蛋白質外，亦可提供微量元素供人體吸收利用。

人體每日需求量低於100毫克的礦物質稱為微量元素，其中包含鐵、鋅、硒、銅、錳、鈷、碘、鉻、鎳、鎳等19種，微量元素無法由人體自行合成，必須藉由食物攝取獲得。雖然可以藉由保健品或營養添加劑來補充人體內微量元素之不足，但以每日攝取量最多的主食中獲得微量元素的方式，相對具有低成本、普及性及持續性等優點。所有作物之中，稻米具有最高的食物產量及能量，所以即使是增加稻米中些微的營養價值，其代表的意義是較健康的人類。稻米在眾多第三世界國家可能是唯一的食物能量來源，因此這些國家面臨各種營養不良缺乏症的極大威脅，尤其明顯的是

缺鐵(Fe)、缺鋅(Zn)及 β -胡蘿蔔素等症狀。生物強化(biofortication)是指利用傳統育種、栽培操作或是生物技術的方法，讓作物（主要針對水稻、小麥、樹薯等糧食作物）在田間生長過程中就能提升作物可食用部位的營養成分與價值，而不是透過後續以人工額外添加的手段來攝取微量元素、維生素等營養。因此，高鋅、高鐵質水稻育種操作，首先要選擇高鐵質含量的水稻作為雜交親本材料，才有提高水稻元素含量的潛力。本場為了尋找合適的育種親本，因此分析陸稻地方品系鐵、鋅元素含量的多寡，以作為未來雜交育種之參考。

鐵、鋅元素的作用

鐵質在血紅素構造中扮演重要的角色，鐵能夠與氧分子結合，將氧氣運送到各細胞與組織，鐵也和賀爾蒙、神經傳導、膠原蛋白合成、免疫系統維護有關。鐵提供補血與活力，當人體缺鐵時，會導致貧血、細胞老化、免疫力降低、精神不濟等症狀。臺灣貧血盛行多集中於年長者、婦女



或相關慢性病患，在前人的研究中顯示，臺東海岸線地區因為經濟狀況低落、營養條件、醫療資源不足等原因，在1,434筆個案中男性及女性的貧血盛行率分別為38.5%及34.5%，均高於全球及臺灣各地區之數據。鋅元素在人體內提供抗氧化力、精力及免疫力的重要功能，孕婦及嬰幼兒、兒童和青少年，生長發育速度較快，對鋅營養的需求量很高，缺鋅症狀包含胎兒早產、生長停滯、生殖功能受阻、免疫力降低及認知行為異常等。

國際稻米研究所 (International Rice Research Institute, IRRI) 在1992年開始研究土壤性質與穀粒中鐵及鋅含量的關係，分析1,138個種原的鐵及鋅元素含量，包含推廣品種、傳統秈稻品種、陸稻、香米、有色米及野生稻等材料，結果發現，種原間糙米的鐵、鋅含量的變異很大，具有選拔的潛力，鐵質含量在6.3~24.4ppm，鋅含量在13.5~58.4ppm之間，一般栽培水稻品種的鐵、鋅含量為12及25ppm，而在香米及地方傳統品種有較高鐵、鋅元素含量的趨勢，中國亦有類似的研究報告 (曾亞文, 2003)，而楊嘉凌 (2011) 的研究顯示鐵元素含量在日本型比印度型水稻高；糯稻比非糯稻高的差異存在。

提升水稻鐵、鋅元素含量與提升品質兩者並不相衝突，IRRI從高產的IR72水稻品種與印度傳統的ZawaBonday雜交後代中找到一個優良香米品系IR68144-3B-2-2-3，糙

米含有21 ppm高含量的鐵質，也同時具有耐貧瘠土壤及米質佳的優良特性。

結果與討論

本場於2015年2期作種植15個稻米品種 (系)，包含14個陸稻品種 (系) 及對照品種臺東33號，陸稻品種 (系) 依米質可分為三群，依序為5個稈稻—東陸1號、東陸2號、東陸3號、卑南及達仁地方品系，5個糯稻—賓朗、東河、泰源、大武及海端地方品系，以及4個有色米秈稻—關山、紅葉、富里及光復地方品系 (圖1)。每品種 (系) 種植3行20株，行株距30 × 21公分，依一般水稻栽培進行管理，每個品系成熟收穫後進行乾燥，各取穀粒、糙米及白米10克裝於牛皮紙袋備用。各樣品研磨成粉末後，先以強酸前處理，再用感應耦合電漿光譜分析儀 (ICP, Ultima2)，分析各樣品的微量元素含量。

陸稻鐵質元素分析結果顯示，稻穀鐵質含量平均為48.2ppm，糙米中平均含量為24.4ppm (圖2)，稻穀碾糙後的糙米鐵質含量減少一半。進一步將糙米鐵質含量分成稈稻、糯稻及有色米秈稻三群 (表一)，糯稻平均鐵質含量為36.3ppm，有色米秈稻為18.0ppm，稈稻為16.8ppm。

陸稻鋅元素分析結果如圖3，稻穀鋅含量平均為36.1ppm，糙米中平均含量為26.7ppm，稻穀碾糙後的糙米鋅含量減少3成。進一步將糙米鋅含量分成稈稻、糯稻及秈稻有色米三



A. 東陸1號



B. 東陸2號



C. 東陸3號



D. 卑南



E. 達仁



F. 賓朗



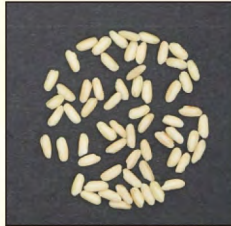
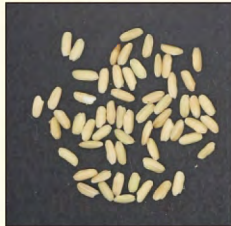
G. 東河



H. 泰源



I. 大武



J. 海端



K. 關山



L. 紅葉



M. 富里



N. 光復



O. 臺東33號



圖1. 陸稻地方品系之糙米及精米後外觀。各品種(系)之上圖為糙米，下圖為精米。A~E為粳稻；F~J是糯稻，K~N是秈稻有色米，O為對照品種臺東33號。

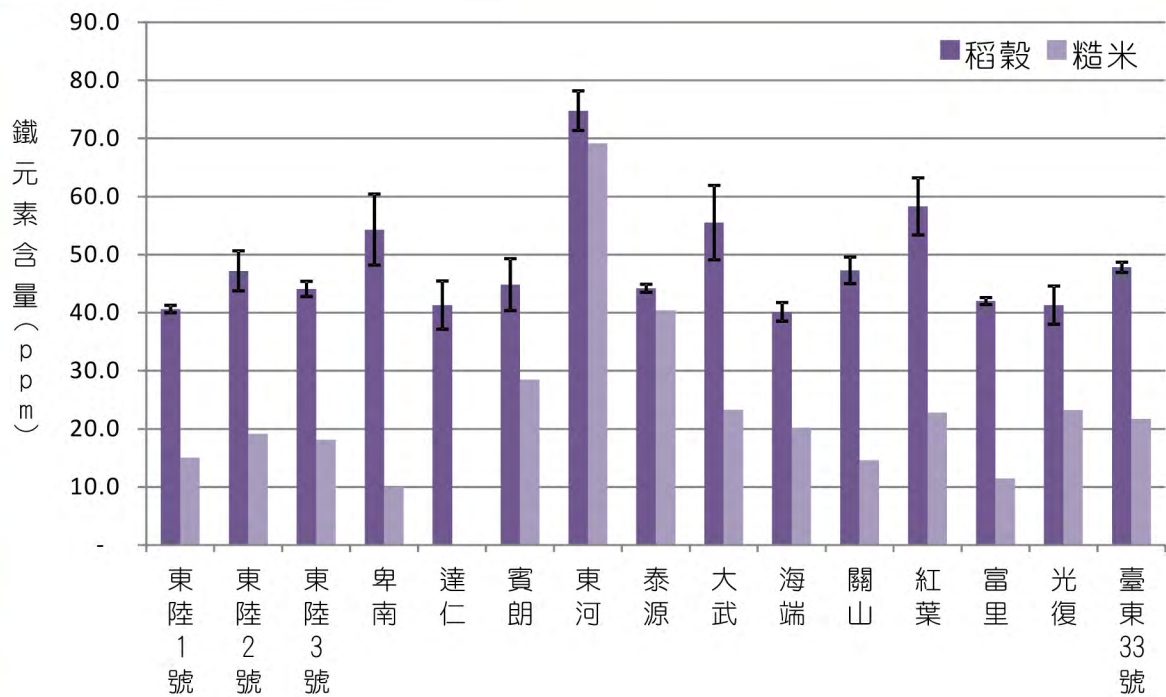


圖2. 2015年2期作陸稻地方品系之稻穀及糙米鐵元素含量分析結果

表1. 陸稻地方品系依米質分群之糙米鐵、鋅元素含量

分群	鐵 (ppm)	鋅 (ppm)
稈稻	16.80	26.26
糯稻	36.30	38.57
有色米秈稻	18.02	28.53

類，糯稻平均鋅含量為38.6 ppm，有色米秈稻為28.5 ppm，稈稻為26.3 ppm（表一）。由分析結果可以看出，陸稻品種（系）間糙米鐵質含量差異較大（變異係數為62.3%），屬於糯稻的東河、泰源、賓朗、大武及海端地方品系糙米鐵質含量皆比稈稻或秈稻有色米高，秈稻有色米的紅葉及光復地方品系糙米鐵質含量較稈稻地方品種（系）高。而陸稻品種

（系）間的糙米鋅質含量差異較小（變異係數為13.7%），其中以大武地方品系較高，糙米鋅質含量為38.9 ppm，東陸3號品種較低，糙米鋅質含量為23.6 ppm。

了解可利用的高鐵及高鋅含量稻米種原後，後續針對不同遺傳特性來調整適合的選育策略。不同外表性狀遺傳到子代的強度不同，例如紫色莖桿顏色的遺傳力強，子代是紫色莖桿

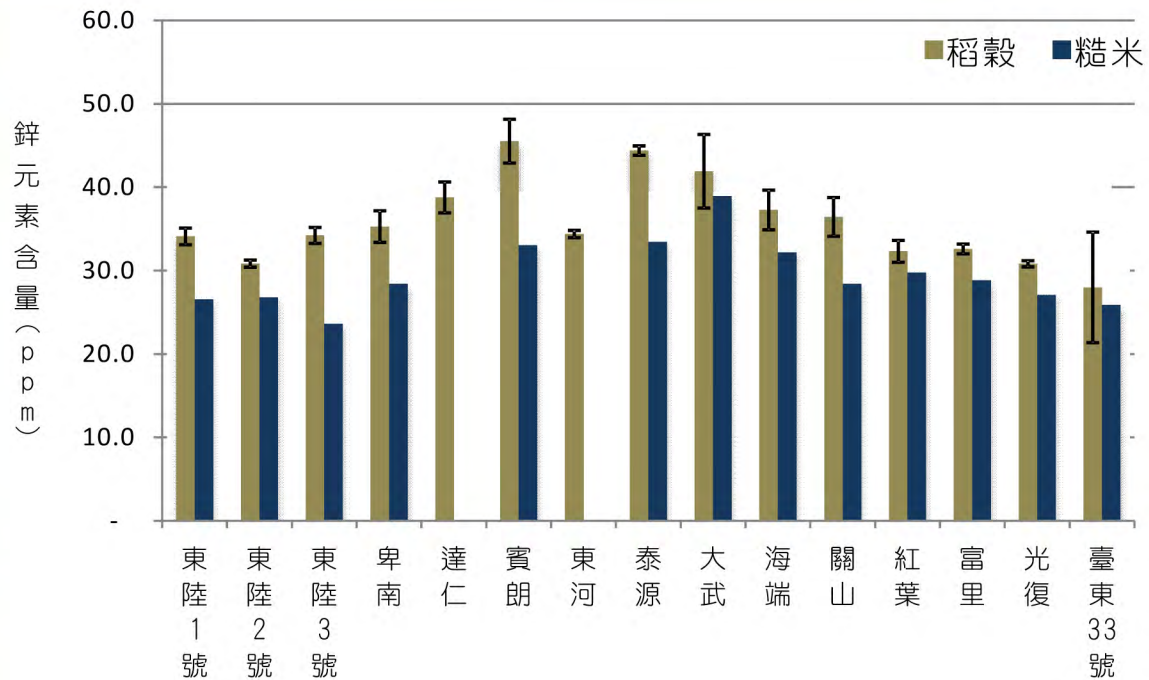


圖3. 2015年2期作陸稻地方品系之稻穀及糙米鋅元素含量分析結果

的比例很高，鐵、鋅含量表現的遺傳力較低，除了受到親本本身的遺傳作用外，基因間交感以及基因與環境的交感作用也會影響含量表現，因此比較不同種原的礦物元素含量時，需在相同環境條件下作試驗，並考慮不同期作、不同土壤性質等影響。鐵質含量的狹義遺傳略低（IRRI研究中約43%），早期世代可以混合法（Bulk method）方式推進，直到晚期世代再進行元素含量分析及選拔，不僅可以減少試驗人力，並可提高選拔的效率。

結語

陸稻栽植的歷史悠久，用途因地制宜，中國陸稻用於產婦及病人食用，用來滋補營養，臺灣目前陸稻種植面積極少，一般用於原民祭典及生活的需要。本文初步探討陸稻地方品系的鐵及鋅元素含量，發現陸稻地方品系仍保有高鐵及高鋅含量的營養特性，未來將進一步利用此優良特性，增進現有水稻品種的營養價值。