新知專欄

稻米礦物元素的功用與展望

文／楊嘉凌

稻穀是由稻殼及糙米所組成，前者約佔稻穀重的20%，後者則爲稻穀脫殼後的穎果，是屬於人們可食用的部分。糙米是由果皮、種皮及珠心等構成的外層與胚及胚乳組成，胚由糊粉層包覆著，胚乳則由糊粉層、次糊粉層及澱粉胚乳所組成。米粒中最主要的營養成分爲澱粉約占90%，蛋白質次之約6-8%，礦物質含量並不高且多集中於糙米外層或是米糠部分，其中有52%在糠層、10%在胚中、10%在初次碾白的拋光層以及28%在精白米之中。糙米的主要礦物元素是磷及鉀，其含量分別介於2,500-4,000及1,200-3,400 mg kg^{-1}；其它如鎂、鈣、錳、鋅及鐵等元素含量，分別介於380-1,400、65-400、13-42、15-22及7-54 mg kg^{-1}。

人體需要22種以上的礦物元素以維持基本生理機能，當攝取不足時容易造成身體功能上的障礙。有些需要量大的元素，譬如鈣、鎂、鉀及磷等，或有些需要量較少的微量元素如鐵、鋅、銅及錳等，不僅對人體具有重要性，同時也是植物基因-酶的重要成分及植物生理生化反應的關鍵因子。有關礦物元素攝取不足或吸收不良而產生的營養問題，不僅僅只是發生在貧窮的發展中國家，例如普遍缺鐵或缺鋅造成致病或死亡；即使在富裕的已發展國家，亦有普遍好發在老年族群缺鈣的骨質疏鬆等問題。本文即分別介紹4個微量元素及4個大量礦物元素等功能如下：

鐵：是合成氧氣運輸蛋白（譬如血紅蛋白與肌紅蛋白），組成原血紅素及其它帶鐵酵素的原料。各種含鐵蛋白參與代謝過程之生理功能反應，包括氧氣輸送與利用、電子傳遞鏈與能量代謝以及多種氧化還原反應。鐵如果吸收不足，首先造成貯存性鐵流失或耗盡，須運送到骨髓進行造血的鐵供應量不足，最後降低血紅蛋白的量而造成貧血。人體缺鐵即表示血液的攜氧能力降低，影響有關肌肉生理和能量代謝的勞動力表現，亦影響免疫功能導致抵抗感染的能力降低。尤其是發展中國家普遍發生缺鐵性貧血的嬰幼兒、學齡前孩童、青少年以及孕婦等族群，孩童的心智、運動、認知及行爲等方面的發展因此受阻，懷孕和分娩的婦女及嬰兒增加罹病率與死亡風險。我國缺鐵現象以女性較男性明顯，65歲以上老年人兩性的缺鐵率均高。男性缺鐵率最高的是13-18歲，與青春期快速成長有關；女性從13-64歲都有9%以上的缺鐵率，以30-50歲有14.2%最高，成長與月經皆具有重要影響。

鋅：大約有300個已知酵素的活動需要鋅的參與，有關DNA合成、細胞分化及蛋白質的合成亦與鋅有密切關係。人體中大部分的鋅存在骨頭及骨骼肌，是形成細胞膜及細胞成分結構的安定劑，也是與醣類及脂質的合成和降解有關酵素的基本成分。缺鋅症狀包括生長遲滯、生殖功能受阻、毛髮脫落、味覺遲鈍、免疫力低落、認知行爲異常等等，研究指出施加鋅補充劑於嬰幼兒與學齡前孩童，其生長發育較佳，且可減少痢疾及呼吸病症的現象。

銅：與血紅素的造成有關，可幫助鐵元素的運用，缺銅症狀曾在早產嬰兒、僅餵食牛奶的嬰兒以及吸收不良等情況下發現。富含銅的食物來源包括肝、腎、甲殼魚貝、全穀類及堅果類等。

錳：對內分泌活動、酵素運用及碳酸鈣的新陳代謝有關，含錳的酵素精氨酸酶（arginase）負責尿素代謝的循環，含錳的超氧化物歧化酶（superoxide dismutase）可催化對人體有害的超氧自由基轉換成過氧化氫。缺錳導致生長受損、骨骼發育不全、生殖功能降低以及醣類與脂質代謝的缺陷，嬰兒族群可能常發生缺錳，主要因爲人類母奶中錳含量較低的緣故。錳元素在穀類、黑麪包、堅果類、薑及茶葉中的含量較高，動物組織存在的錳含量非常少。

鈣：人體內99%的鈣存在骨骼與牙齒，控制神經傳導、肌肉的興奮與收縮、血液凝固、細胞膜滲透與選擇以及控制心肌的正常功能等。人體骨量約至20歲發展至高峰並穩定至男子50歲或婦女更年期，之後鈣平衡爲負方向即骨質開始流失。青春期如攝取足夠，對於達到骨質高峰及減緩老化的骨質流失相當重要，骨質疏鬆（osteoporosis）就是骨量減少及骨組織微細結構退化的症狀，骨質流失不會痛也沒有感覺，直到發生骨折或測量骨質密度時才發現骨骼已變疏鬆。鈣多存在蛋、奶類、魚類、深綠色蔬菜及豆類等食物之中。

鎂：廣泛存在於動植物的食物中，尤其堅果、豆類、綠葉蔬菜及穀類等存量頗豐，飲用硬水亦有豐富的鎂含量。鎂是維持骨骼結構及功能的重要元素，也是人體超過300種以上酵素作用的輔助因子，亦可調節鈣的恆定，維持神經、肌肉的正常功能，此外也參與蛋白質的合成及影響細胞分裂等。一般人不容易缺鎂，而多發生於酗酒者、營養吸收不良、急性胰臟炎以及長期下痢或腹瀉者等族群。此外，缺鎂與有些慢性疾病有關，譬如補充鎂可改善停經婦女骨質疏鬆、冠狀動脈心血管疾病及高血壓等情況。

鉀：多存在於瘦肉、內臟及穀類食物之中，爲細胞重要的陽離子，其一般重要的營養功能，譬如維持人體內水分的滲透壓、維持體內pH值的穩定、調節神經與肌肉的刺激感覺，如果體內缺鉀可使人生長停滯。

磷：廣泛存在各種食物之中，人體內85%的磷存在骨骼之中，是相當重要的營養元素。磷與結構、代謝、調節等生理生化功能有關，例如核酸DNA主要由五碳糖的磷酸酯鍵所建構，醣類、脂肪酸、胺基酸、核苷酸及維生素等代謝通常需磷酸化反應以活化基質，磷酸化或去磷酸化作用可控制蛋白質的生理活性等。人們單純由飲食而來的磷缺乏較少見，因嚴重營養不良的缺磷會減緩成長，長期缺磷造成骨骼礦質化不足而發生軟骨症、肌肉萎縮、橫紋肌溶解、代謝性酸中毒、大腦中樞神經功能障礙等損害。

上述有關鐵、鋅等8個礦物元素對人體生理功能具有相當重要性，然而，稻米中有關這些礦物元素的生物利用效率並不高，主要是這些礦物元素多與植酸結合，植酸又稱肌醇六磷酸（*myo*-inositol,1,2,3,4,5,6 hexa*kis*phosphate（Ins P6））容易與礦物陽離子結合形成植酸鹽（phytate），造成礦物元素不易被人體吸收。因此，植酸常被營養學家稱爲反營養物（anti-nutrient），尤其大部分僅以稻米爲主食及營養來源的開發中國家，普遍發生微量元素缺乏症，造成貧血、流產及免疫系統障礙等問題。近年來，利用植物育種及生物技術增進稻米中的微量元素含量，以解決營養不良症候的「生物強化」策略，對於全球長期以來爲解決隱藏性飢餓問題的展望，具有相當振奮人心的效果。就此而言，即使僅增加些微的營養價值，對人類健康可說是具有相當大的助益。