



檸檬多酚及其他 生理活性成分

◎文・圖／李穎宏¹、陳正敏²、林怡如³

前言

檸檬(*Citrus limon*; 圖1)為第3大柑橘類，產量占11%(約1千4百萬噸)，主要生產國為墨西哥、阿根廷、西班牙、美國、義大利。台灣檸檬栽培面積約1,699公頃，產量約1萬8千公噸(柑橘約28,200公頃，產量約53萬噸)。中國檸檬產量8~10萬公噸(柑橘產量約2,500萬噸)。台灣檸檬品種以Eureka為主，產地以屏東縣最多約占66%、高雄次多約占16%，兩產地合計約占全國82%(依據農糧署網站農糧統計公布99年資料)。檸檬雖不是鮮食的水果，但在日常生活中卻扮演著不可或缺的「關鍵」角色，有提味、美容、清潔、去腥、除臭、製藥、減肥…等用途。近代科學研究指出，檸檬除富含維生素C外，還含有許多對人體健康有幫助的天然物質，例如：檸檬多酚、膳食纖維與檸檬精油等，而這些物質，大多存在檸檬果皮中，一般消費大眾居家自製檸檬汁時，通常未能有效榨出攝取。為能有效利用檸檬所含保健營養素，因此，目前世界檸檬加工大國(依序為阿根廷、義大利、西班牙、墨西哥、美國，以果汁產品為主)，大多積極投注檸檬榨汁後果皮渣的副產加工研發，以期能充份應用檸檬多酚及其他生理活性物質於保健產品、化妝品及製藥等高值產業。本場在2010年曾針對高品質檸檬汁

濃縮技術進行產學合作(圖2)，並於2011年順利技術移轉給喜美生技公司(圖3)；2012年更利用高級分析技術(LC-DAD-MSⁿ)成功鑑定出檸檬果皮中33種多酚成分，將為發展高附加價值檸檬副產品奠定基石。以下謹就檸檬多酚及檸檬其他功能成分略作介紹，以提供檸檬產業另一發展新思維。



圖1. 檸檬植株著果情形



圖2. 本場研發的高品質檸檬濃縮汁



圖3. 高品質檸檬汁濃縮技術在國際交易展參展情形

檸檬多酚

所謂植物多酚(polyphenol)係指植物二次代謝物，其具有一個以上 - OH 連接於苯環上的任何成分，主要經由shikimate / phenylpropanoid 或 polyketide pathways 合成，廣泛分布於日常飲食中，如蔬菜、果實、飲料(酒、可可、茶)中，依據苯環多寡及其各別間連結之結構元素，多酚可被歸類成許多類群，主要多酚群組有類黃酮、酚酸、酚醇、木脂質等。而檸檬多酚主要屬類黃酮，本場所鑑定的檸檬果皮33種多酚除了Limettin、Bergapten包括了：Lut-6,8-di-C-Glu、Ap-6,8-diC-Glu、Chry-6,8-diC-Glu、Dio-6,8-diC-Glu、聖草次苷(Eriocitrin; Erio-7-O-Rut)、Dio-8-C-Glu、Ap-7-O-Rut、橙皮苷(Hesperidin; Hes)、地奧明(Diosmin; Dio-7-O-Rut)、芸香素(Rutin)、Trihydroxyldimethoxyl flavone O-hexoside dioxalate、Trihydroxyltrimethoxyl flavone O-hexoside dioxalate、Trihydroxyltrimethoxyl flavone O-hexoside tetraoxalate等。含量較多的分別有聖草次苷(Eriodictyol 7-O-rut)、橙皮苷(Hesperidin)、Diosmetin

6,8-di-C-Glu、Chrysoeriol 6,8-di-C-Glu、Apigenin 6,8-di-C-Glu等。

其中Apigenin 6,8-di-C-Glu及Diosmetin 6,8-di-C-Glu可預防血栓所引起的動脈硬化。聖草次苷(Eriocitrin)可抑制發炎所誘發的疾病如過敏、動脈硬化、癌症等，而其苷元聖草酚(Eriodictyol)對於人類前骨髓性血癌細胞(HL-60 cells)的凋亡(apoptosis)更具效果。另外，橙皮苷(Hesperidin)、聖草次苷(Eriocitrin)對於降低脂質活性具有功能，前者對類風濕關節炎更具備有開發藥品潛力，在保護神經、骨頭功能亦有報告。學界研究顯示：2種檸檬類黃酮—橙皮苷(Hesperidin)、地奧明(Diosmin)對膀胱惡性腫瘤亦具防護作用。

檸檬其他生理活性成分

檸檬對預防肥胖、糖尿病、心血管疾病、特定癌症具有相當的功效，而在改善預防尿道疾病、精神疾病、腸胃疾病亦具有效用，並可護骨、抗菌。這些對健康的益處除部分來自於上述的檸檬多酚及維生素C外，檸檬所含的精油、膳食纖維(果膠; pectin)、檸檬酸等亦提供了相當程度的貢獻。

一、檸檬的精油

檸檬精油成分之一的檸檬烯(d-limonene)即具有預防皮膚癌、抗胃癌增生(antiangiogenic)及促凋亡(proapoptotic)的作用。檸檬醛(Citral)則對發炎誘發的皮膚癌具有防護作用，亦可增加肝的麩胺基硫轉移酶(glutathione-S-transferase)、氨基比林脫甲基酶(aminopyrine demethylase)活性及降低葡萄糖醛酸基轉移酶



(glucuronyl transferase) 活性，對護肝亦有功能，除此亦有抗病毒活性。除了各別精油成分生理活性外，其實檸檬精油各成分的協同作用，對保肝、改善睡眠及精神方面疾病都見功效。

二、檸檬的膳食纖維

檸檬果實的白皮層富含果膠，屬可溶性膳食纖維的一種。在產業應用上，果膠可作為增稠劑、穩定劑(食品)；輕瀉劑、止血劑、血漿代用品、重金屬解毒劑預防劑(醫藥)等。在生理活性功能上，檸檬果膠成分則有控制體重、防治便秘、防治結腸癌、防治糖尿病、高血壓、心臟病及動脈硬化、清除外源有害物質及其他生理功能。

三、檸檬中的檸檬酸

檸檬含有豐富的檸檬酸(5 - 6 g/100 mL)，可作為酸味劑、金屬螯合劑大量使用於食品工業。在生理功能方面，檸檬酸則可增加尿液排放量，降低鈣的飽和度，有利於尿石的解除。當食用富含檸檬酸的檸檬汁對於消除疲勞亦相當有助益。除此，含檸檬酸的檸檬功能性食品，更可促進熱量消耗(thermogenesis)以減少肥胖的罹患。



結語

現代人相當重視飲食保健，在希望藉由日常攝食具生理活性的植物化合物(phytochemicals)來改善及調整生理代謝功能的強烈需求下，更促成了近代營養基因體學(Nutrigenomics; 研究食物及組成對基因表現影響的科學，藉由確定營養素作用機制機轉或是食物療法的效果，營養基因體學試圖定義出在人類健康上，特定營養素與特定飲食之間的關係)的發展，相信在不久的未來，透過設計飲食改善人類身心健康福祉的願望，將可順利達成。而本場為開發檸檬相關產品，除積極於闡明檸檬所含可用多酚活性物質外，亦著重於檸檬各種加工型態的產品開發。目前更著眼於檸檬濃縮乾燥產品加工技術的探討(圖4)，期待技術成熟後有助於作為檸檬保健產品開發的基礎素材，以達促進國產檸檬加工產業更高利潤及照顧消費大眾身心健康之目的。

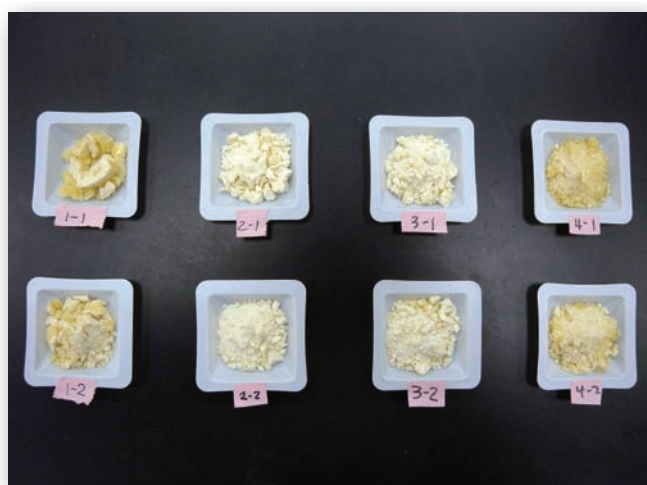


圖4. 本場研發的檸檬汁濃縮乾燥產品比較

- 1 加工研究室 副研究員 (08)7746746
- 2 加工研究室 助理研究員 (08)7746747
- 3 加工研究室 助理研究員 (08)7746748