

淺談辣椒種原 (*Capsicum spp.*) 和辣味

農試所生技組 王昭月

農試所應動組 林鳳琪

一、前言

辣椒 (hot pepper, chili pepper) 是有辣味的番椒 (*Capsicum spp.*)；番椒依據果實內類辣椒素 (capsaicinoids) 成分，區分為甜椒和辣椒兩大類。

辣椒的用途廣泛，包含：(1) 新鮮炒食；(2) 鮮果加工 (fresh processing：醃製辣椒、辣椒醬或辣椒糊等 (圖一))；(3) 乾燥辣椒調味料 (dried spice：辣椒乾、辣椒粉等)；(4) 食品或保健產品 (industrial extracts：辣椒紅油 (paprika oleoresin)、類辣椒素 (capsaicinoids)、類胡蘿蔔素 (carotenoids) 等特定成分的產品)；(5) 觀賞用：如五彩辣椒等。

二、六千年的種植歷史

辣椒的種植歷史久遠，依據裴利 (Perry, 2011) 記載，考古學家從番椒種原中心-南美洲的「厄瓜多」挖掘出土的化石，證實六千年前就有辣椒果實和種子。但不具有辣味的大果形甜椒 (sweet pepper 或稱 bell pepper)，僅始見於500年

前的前哥倫布時期 (1492-1504 年)，最初分布於墨西哥地區 (Andrews, 1984)。

依據前植物家的研究 (McLeod *et al.* 1982；Andrews, 1984) 以及卡夫 (Kraft, 2013) 在中、南美洲的野生種採集紀錄，推論目前四個重要的番椒馴化栽培種 (*C. annuum*、*C. chinese*、*C. frutescens*、*C. baccatum*)，其中三個 *C. annuum*、*C. chinese*、*C. frutescens*，可能來自相同的辣椒野生種祖先 (*C. frutescens*，俗稱為鳥椒)；*C. baccatum* 的祖先則不相同。近代學者沃爾什 (Walsh, 2001) 利用分子生物技術，分析辣椒石蠟標本上的葉綠體基因 *atpB-rbcL* spacer，經核酸解序取得的演化樹分類結果，與前人蛋白質層級的同功異構酶 (isozyme) 分析結果一致，皆支持安德魯斯等學者的推論。



圖一、*Capsicum chinense*代表品種 'HABANERO' 所製成的辣椒醬。

作者：王昭月助理研究員
連絡電話：04-23317335

三、辣椒種原和代表性品種

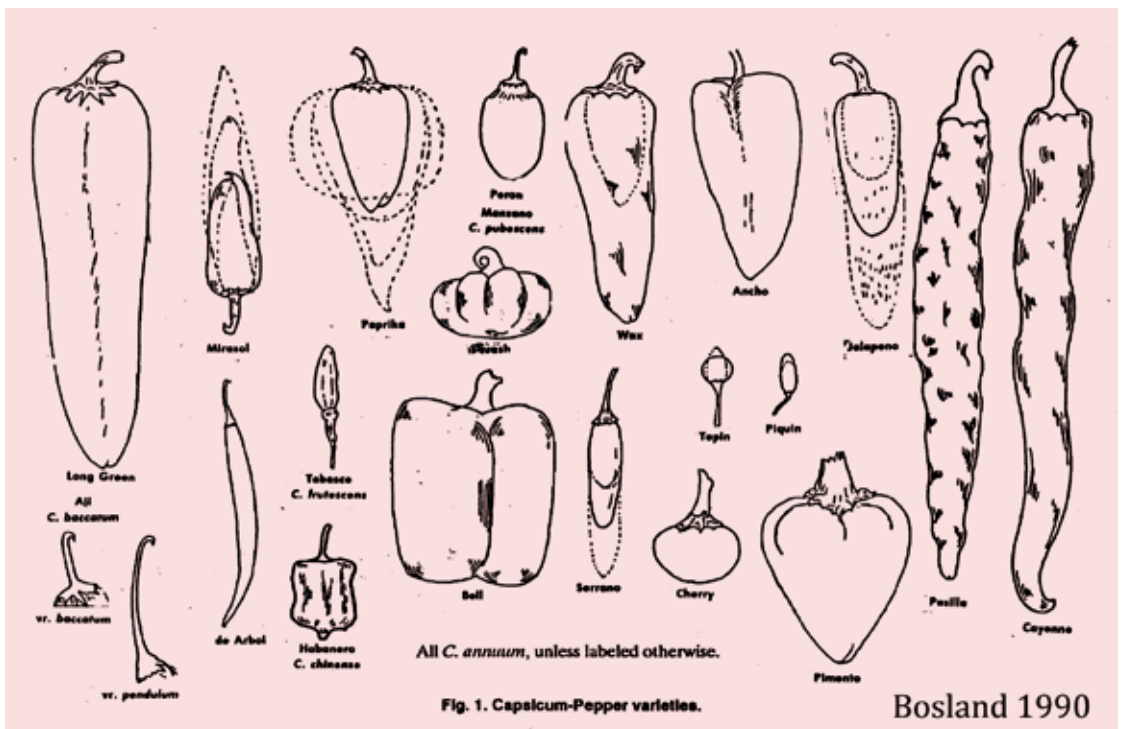
針對全球性栽培或育種利用最多的四個番椒馴化種 (*C. annuum*、*C. frutescens*、*C. chinense* 與 *C. baccatum*) 的分布和代表性辣椒種類，分述如下。

(1) *C. annuum* 辣椒種原源自墨西哥地區的野生種 *C. annuum* var. *glabriusculum* (也俗稱為鳥椒)，後馴化栽培成為全球性最大宗也最廣泛的經濟種。*C. annuum* 種原數量龐大，以美國農業部國家種原系統 (National Plant Germplasm System, NPGS) 而言，番椒種原總數為6,194份收集系，其 *C. annuum* 為4,028份 (約佔65%)。而亞蔬-世界蔬菜研究發展中心的種原庫 (AVRDC genebank)，則是目前番椒種原保存數量最多的單位，其番椒

收集系為 8,165份，約佔全球11%，其中 *C. annuum* 為5,537份 (約佔66%)；因此 *C. annuum* 堪稱番椒最大種。

C. annuum 涵蓋所有的甜椒品種和絕多數經濟栽培的辣椒品種，它的果型變化很大 (果長0.5 cm至20 cm，果重1g至250 g)；果形有圓形、南瓜形、錐形、長形、鐘形等。*C. annuum* 辣椒依照果形或特定野生種而有專屬的名稱，如 cayenne pepper、cherry pepper、long (green) pepper、pimento pepper、aji、jalapeno、pasilla、piquin、serrano bird pepper (*C. annuum* var. *glabriusculum*) 等(圖二)。

(2) *C. frutescence*：辣椒原種分布於哥倫比亞、厄瓜多至薩爾瓦多等低海拔的熱帶美洲。中文俗稱為朝天



圖二、番椒 (*Capsicum* spp.) 依據果形的英文通稱或代表性變種名。

椒，代表品種是以墨西哥辣椒醬聞名的‘Tabasco’。朝天椒的果實偏小，多數為圓形或長橢圓形(圖三)。*C. frutescence* 絕多數是辣椒，除了極少數因辣味基因變異而不辣。*C. frutescence* 英文俗名為bird pepper、或Tabasco pepper。

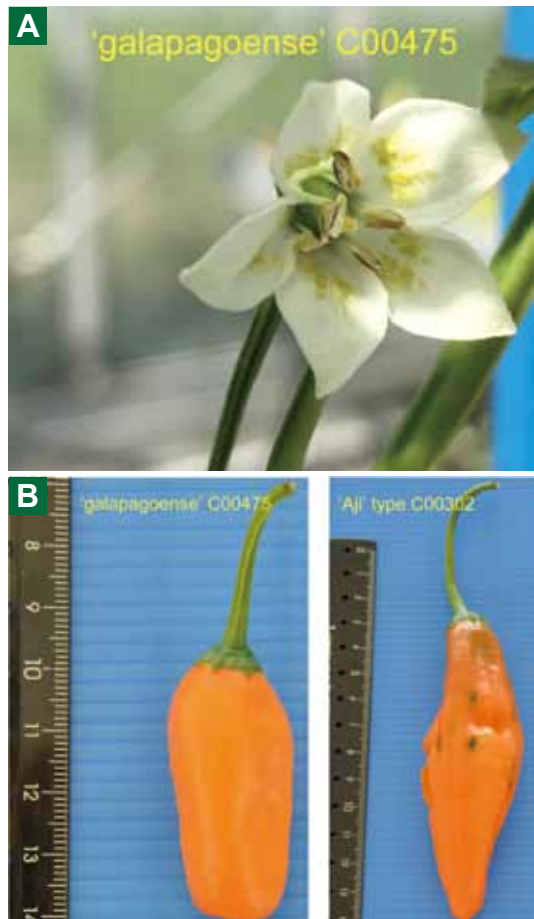
(3) *C. chinense* 辣椒種原分布於亞馬遜地區，中文俗稱為燈籠椒，顧名思義它的果實呈現燈籠形。燈籠椒以“辣”而著稱，‘habanero’是經典品種；但以極度辣而聞名的斷魂椒(Bhut jolokia)則是*C. chinense* 和 *C. frutescens* 的種間雜交

種。*C. chinense* 是製作高辣度、風味辣椒醬的絕佳原料。燈籠椒的代表性名稱為bonnet pepper、habanero pepper、rocotillo等。

(4) *C. baccatum* 辣椒種原分布於玻利維亞、巴西、祕魯、烏拉圭至阿根廷。*C. baccatum* 的花冠具有黃色或綠色的斑點，很容易和其他辣椒種識別(圖四)。*C. baccatum* 的果皮皺褶明顯，小果(<10 g)之果形為圓形或長橢圓形，稍大果(>25 g)的果形則為長墜子形(或木瓜型)。*C. baccatum* 果實有獨特香氣，辣度由微辣



圖三、*Capsicum frutescens* var. Tabasco栽培種的花(A)和果實(B)。



圖四、*Capsicum baccatum* var. ‘galapagoense’馴化栽培種的花(A)和果實(B)。

到極辣；代表品種為‘Aji’，它的果形為墜飾形。*C. baccatum* 辣椒的代表性名稱還有bishop's-hat 或 Christmas bell 等。

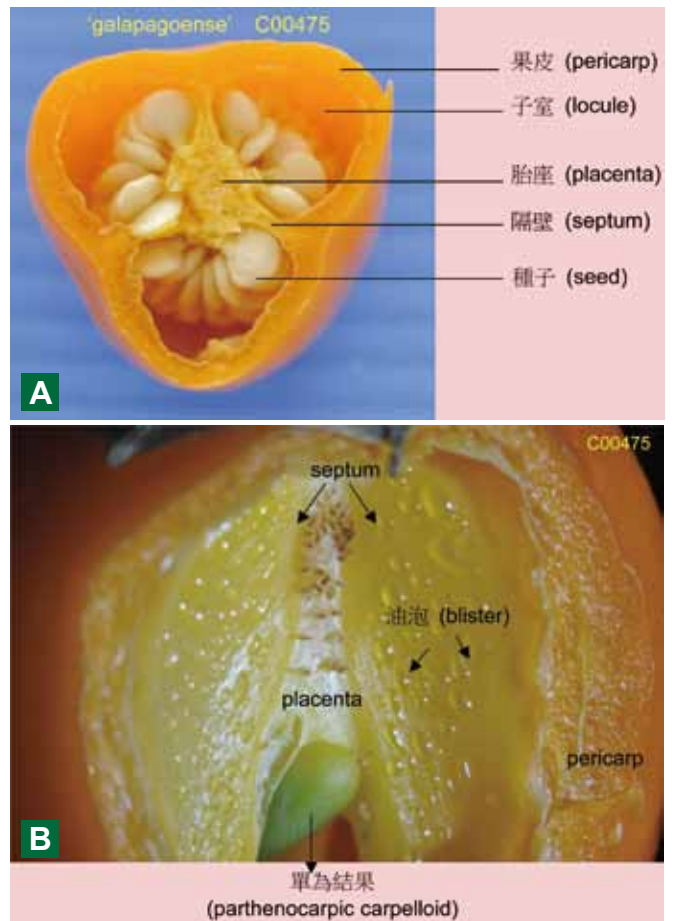
四、辣椒的辣味素和最辣部位

辣椒的辣味成分 - 類辣椒素 (capsacinoids) 至少包含10種以上的異構物，其中以辣椒素 (capsaicin 簡稱 CAP) 與二氫辣椒素 (dihydrocapsaicin 簡稱 DHCAP) 是辣味表現的主要成分，約佔總體辣椒素類的90% (Cesar *et al.* 2011; Keyhaninejad *et al.* 2014)。辣椒素 (capsaicin) 的生合成包含2個主要的代謝途徑，其一為苯丙氨酸 (phenylalanine) 代謝，是生成香蘭素的前驅物質；另一途徑的前驅物質是纈氨酸 (valine)，用來生成側鏈脂肪酸(8-甲基-6 壬醯基輔酶A)。前兩者經由辣椒素合成酶 (capsaicin synthase, CS) 催化進而合成辣椒素 (Stewart *et al.* 2007; Mazourek *et al.* 2009; Keyhaninejad *et al.* 2014)。

辣味主成分-辣椒素與二氫辣椒素，都是無色、無氣味的化合物，特定存在著生種子的胎座 (placenta) 之上表皮-隔壁 (septum)，並以油泡 (vesicles 或 blister) 形式貯藏這類辣味物質 (Stewart *et al.* 2007)。因此，果實胎座旁的白色隔膜是辣椒最辣的部位；想減輕辣味的食用方式就是小心除去近白色的隔

壁 (septum 或稱 placenta dissepiment)，食用鮮豔的果肉部分 (圖五)。

近代有多位醫藥學家針對類辣椒素 (capsacinoids) 的保健潛力進行研究 (Mazourek *et al.* 2009; Luo *et al.* 2011)，已驗證它具有抗發炎 (Spiller *et al.* 2008) 或止痛 (Robbin, 2000) 等特殊效用。Yang 等人 (2010) 在泌尿科 SCI 期刊曾報導 CAP 具有抗膀胱癌的潛力。關於高辣味的類辣椒素 (CAP 或 DHCAP)，或低辣性的辣椒素酯類物質 (capsinoids) 的保健用途，仍持續進行藥理與臨床實驗中。



圖五、*Capsicum baccatum* var. 'galapagoense' 的果實剖面(A)與油泡(B)。

五、結語

辣椒是番椒屬 (*Capsicum*) 重要的香辛或蔬菜作物。番椒屬包含38個種以上，其中四個主要馴化栽培種分別為 *Capsicum annuum*、*C. frutescence*、*C. chinense* 和 *C. baccatum* 涵蓋多數經濟生產的辣椒。*C. frutescence* 的中文俗稱為朝天椒，經典的辣椒品種是‘Tabasco’；*C. chinense* 俗稱燈籠椒，代表性辣椒品種為哈瓦那 (*habanero*)。*C. annuum* 代表性的辣椒品種為墨西哥辣椒 (*jalapeno*) 或羊角辣椒 (*cayenne pepper*)。

辣椒辣味的關鍵成分-辣椒素類 (capsaicinoids) 之生合成，由一對顯性基因 *Pun 1* 控制 (Stewart *et al.* 2005, 2007；Han *et al.* 2013)。*Pun 1* 位於2號染色體上，目前證實 *Pun 1* 編碼的醯基轉化酶 (acyltransferase) *At 3* 是調控辣味表現的關鍵基因 (Stewart *et al.* 2005；Stellari *et al.* 2010)。但類辣椒素多寡為數量遺傳性狀 (Ben Chaim *et al.* 2001；Gureng *et al.* 2011)，容易受環境影響 (如夏季高溫或高光照可能提高辣度)。辣味物質-類辣椒素在開花後20天的果實才能顯著累積並表現出辣味 (Stewart *et al.* 2007；Keyhaninejad *et al.* 2014)。此外，類辣椒素僅在果實特定部位大量表現，就是著生種子的胎座 (placenta) 之上表皮-隔壁 (septum)，並以油泡 (vesicles或blister) 形式貯存辣味物質 (圖五)。想減輕辣味的食用方式就是『小心除去近白色的隔壁 (septum)』，食用鮮豔的果肉。但嗜辣人士則要食用完整的果實，並以接近上半部果實的辣味最強。

六、參考文獻

- Andrews, J. 1984. Peppers - the Domesticated *Capsicums*. University of Texas Press, Texas.
- Ben Chaim, A., I. Paran, R. C. Grube, M. Jahn, R. van Wijk and J. Peleman. 2001. QTL mapping of fruit-related traits in pepper (*Capsicum annuum*). Theor. Appl. Genet. 102:1016–1028.
- Bosland' P. W. 1990. Capsicum Peppers Varieties and Classification. New Mexico State University.
- Cesar, A., G. N. Hector and O. Neftali. 2011. Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum* spp.). Plant Cell Rep. 30:695–706.
- Gurung, T., S. Techawongstien, B. Suriharn and S. Techawongstien. 2011. Impact of environments on the accumulation of capsaicinoids in *Capsicum* spp.. HortScience 46(12):1576–1581.
- Han, K., H. Jeong, J. Sung, Y. S. Keum, M. Cho, J. Kim, J. Kwon, B. Kim and B. Kang. 2013. Biosynthesis of capsinoid is controlled by the *Pun1* locus in pepper. Mol. Breeding 31:537–548.
- Keyhaninejad, N' J. Curry, J. Romero and MA. O' Connell. 2014. Fruit specific variability in capsaicinoid accumulation and transcription of structural and regulatory genes in *Capsicum* fruit. Plant Sci. 215–216:59–68.
- Kraft, K. H., J. J. Luna-Rui' z and P. Gepts.

2013. A new collection of wild populations of *Capsicum* in Mexico and the southern United States. *Genet. Resour. Crop Evol.* 60:225–232.
- Luo, X., J. Peng and Y. Li. 2011. Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. *Eur. J. Pharmacol.* 650:1–7.
- McLeod, M. J., S. I. Guttman and W. H. Eshbaugh. 1982. Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). *Econ. Bot.* 36:361–368.
- Mazourek, M., A. Pujar, Y. Brovsky and I. Paran. 2009. A dynamic interface for capsaicinoids systems biology. *Plant Physiol.* 150:1806–1821.
- Perry, L. 2011. Ethnobotany. In: Russo, V. M. (ed.) *Peppers : botany, production and uses*. CABI, Cambridge, pp.1-13.
- Robbins, W. 2000. Clinical applications of capsaicinoids. *Clin. J. Pain* 16:S86–S89.
- Spiller, F., M. K. Alve, S. M. Vieira, T. A. Carvalho, C. E. Leite, A. Lunardelli, J. A. Poloni, F. Q. Cunha and J. R. de Oliveira. 2008. Anti-inflammatory effects of red pepper (*Capsicum baccatum*) on carrageenan and antigen-induced inflammation. *J. Pharm. Pharmacol.* 60:473–478.
- Stellari, G. M., M. Mazourek and M. M. Jahn. 2010. Contrasting modes for loss of pungency between cultivated and wild species of *Capsicum*. *Heredity* 104:460–471.
- Stewart, C. J., B. C. Kang, K. Liu, M. Mazourek, S. L. Moore, E. Y. Yoo, B. D. Kim, I. Paran and M. M. Jahn. 2005. The *Pun1* gene for pungency in pepper encodes a putative acryltransferase. *Plant J.* 42:675–688.
- Stewart, C. J., M. Mazourek, G. M. Stellari, M. O'Connell and M. Jahn. 2007. Genetic control of pungency in *C. chinense* via the *Pun1* locus. *J. Exp. Bot.* 58:979–991.
- Walsh, B.M. and S. B. Hoot. 2001. Phylogenetic relationships of *Capsicum* (*Solanaceae*) using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast *atpB-rbcL* spacer region and nuclear waxy introns. *Int. J. Plant Sci.* 162: 1409–1418.
- Yang, Z. H., X. H. Wang, H. P. Wang, L. Q. Hu, X. M. Zheng and S. W. Li. 2010. Capsain mediates cell death in bladder cancer T24 cell through reactive oxygen species production and mitochondrial depolarization. *Urology* 75:735–741.