

馬鈴薯產生之天然植物鹼— 茄鹼的生成與食用安全上的影響

農試所嘉義分所 黃哲倫 賴永昌

鳳山分所 王三太

一、前言

馬鈴薯 (*Solanum tuberosum*) 是原產於南美安地斯山脈，茄科茄屬的一年生作物，由於馬鈴薯澱粉含量高、營養豐富、生長快速、適應性廣和低投入等特性，迅速的傳播到世界各地，在17世紀成為歐美國家的主要糧食之一，根據國際糧農組織 (FAO) 的統計報告，2012年馬鈴薯全球總產量約為3億7千萬公噸，為全球第四大的糧食作物。茄科作物，包括馬鈴薯、蕃茄、茄子等都含有天然合成的固醇類糖苷生物鹼，此類植物鹼統稱為茄鹼(Glycoalkaloids)。不同種類的茄科作物所含的茄鹼種類不同，並具有不同程度的毒性，對食用安全造成很大的疑慮，尤其馬鈴薯是世界上重要的糧

食作物，其茄鹼的影響更顯得重要。本文主要目的在整理馬鈴薯茄鹼的生成、危害以及如何避免含量升高等相關資訊，提供農民與消費者參考。

二、影響茄鹼生成之因素

在馬鈴薯植株中，不同的部位其茄鹼含量也相異，以花、果實和芽為最高，塊莖中則以外皮部分含量較高，薯肉含量較少，馬鈴薯中茄鹼的種類有十餘種以上，而主要的種類是 α -chaconine 和 α -solanine，這兩種約占了茄鹼總含量的95%，因此馬鈴薯中的茄鹼含量多以這兩種茄鹼含量為代表。影響茄鹼含量的調控因子有許多，主要分為兩種，第一種是在生長期間影響茄鹼含量的調控因子，第二種則是收穫後處理影響茄鹼含量生成的調控因子。在生長期間影響茄鹼含量的因子包含了品種、栽培環境以及病蟲害等，Bejarano等學者針對不同馬鈴薯品種進行不同灌溉處理，分析其茄鹼含量，結果發現沒有灌溉處理之6個品種中有4個品種茄鹼都有極顯著的上升，

作者：黃哲倫助理研究員
連絡電話：05-2753191

而相同處理的不同品種間茄鹼含量也有顯著差異，此結果顯示遭遇乾旱逆境促使大部分馬鈴薯品種的茄鹼大幅上升，而且茄鹼含量在品種間也有差異存在。另外Lafta and Lorenzen (2000)，以不同溫度處理進行馬鈴薯栽培，分析馬鈴薯塊莖中茄鹼之含量，結果高溫逆境處理較對照組茄鹼含量上升約3倍，顯示生長期間遭遇高溫逆境也會使馬鈴薯中茄鹼含量大幅上升。其在馬鈴薯生長期間，若是遭遇病蟲害等其他逆境，也會促使茄鹼的含量上升，例如美國遭科羅拉多瓢蟲危害的馬鈴薯植株茄鹼也有顯著上升的情況。

收穫後處理影響茄鹼含量之調控因子包含有照光、發芽、高溫及儲藏條件等，而影響茄鹼含量最大的兩個因子是照光與發芽。根據Grunenfelder等學者，以不同品種馬鈴薯經照光後依其綠化程度之不同，分析與茄鹼含量之關係，結果顯示照光後其綠化程度越高，其茄鹼

含量也越高，表示其照光後的綠化程度與茄鹼含量有顯著的相關，造成綠化的原因是葉綠體的形成，但同時會促進茄鹼含量的上升，所以綠化程度能做為茄鹼含量上升的指標（圖一）。而不同光源或波長同樣對茄鹼含量有不同的影響，Percival and Dixon 以光源照射馬鈴薯塊莖，有螢光、水銀燈與鈉燈3種處理，分析其茄鹼含量，結果3種光源都使茄鹼顯著上升許多，螢光及鈉燈照射13天使茄鹼含量上升5倍，而水銀燈僅上升1.5倍，顯示照光會誘導馬鈴薯塊莖中的茄鹼含量上升，而使用水銀燈光源能大幅減少因照光造成的茄鹼含量上升。Wang等學者的報告中指出，照光會使馬鈴薯中茄鹼含量顯著增加，而又以紅光影響最大，而藍光次之。照光不只是收穫後處理會遇到的問題，在栽培過程中，若是中耕覆土的深度不夠，使成長中的薯球照射到光線，也同樣會造成表皮綠化的現象。而除了照光外，其他的因子包括



圖一、(A)照光後，表皮變綠，茄鹼含量升高；(B)發芽後，茄鹼含量升高。

收穫時或收穫後的物理性傷害、收穫後的癒傷處理、發芽、高溫、及未成熟薯等也都會造成茄鹼含量升高。

三、茄鹼對馬鈴薯品質及食用安全上的影響

茄鹼的毒性對人類健康的影響主要分為兩方面，第一種是對腸胃系統的毒害，由於固醇類的茄鹼，其結構與極性和構成腸胃細胞膜細胞中的固醇類似，因此茄鹼在進入腸胃系統後，能插入腸胃細胞的胞膜上，並且進而吸引極性相近的固醇類，而排斥另一胞膜結構成分-磷脂膽鹼，使腸胃細胞形成圓形凸起，破壞細胞膜的完整性，影響腸胃系統功能，會造成腹瀉、腹痛等症狀。而另一方面則是影響神經傳導系統方面，茄鹼會抑制神經傳導系統中的乙醯膽鹼酯酶活性，而乙醯膽鹼酯酶是代謝神經傳導物質乙醯膽鹼的重要酵素，乙醯膽鹼酯酶被抑制會使得乙醯膽鹼累積，造成神經系統功能混亂，造成毒害，可能造成的症狀，輕微的會有發汗、心悸、噁心、嘔吐、頭暈、頭痛等，嚴重的會造成休克，甚至是死亡。所以茄鹼不僅會影響食用品質，還對人體健康有重大的影響，國際上一般以馬鈴薯每公斤鮮重含200mg以下的茄鹼，當作食用的安全標準。

常有人認為馬鈴薯的茄鹼在烹煮過後就不會影響食用安全，但是根據Takagi等學者不同的加工烹調試驗中，包括水煮、烤箱、微波、低溫及高溫油炸等方式，結果發現一般家庭使用的烹煮方式，並不會減少茄鹼含量，以微波和高

溫210度油炸則減少茄鹼含量15~40%，顯示茄鹼經加工或烹煮後不易降低其含量，仍然對食品安全有影響。

四、結語與建議

馬鈴薯發芽會產生毒素已經是一種常識，那是由於馬鈴薯發芽會產生一種植物鹼，稱為茄鹼(Glycoalkaloid)，馬鈴薯全株含有此種天然毒性物質，但是在發芽以及表皮變綠的情況下，含量會升高許多，尤其是發芽的附近部位及變綠的表皮部位。其他因素像是品種與生長期間高溫、乾旱、病蟲害等逆境，以及收穫後處理中遭遇機械性傷害、照光和癒傷處理，都可能會造成馬鈴薯塊莖中茄鹼含量的升高。若是食用茄鹼含量過高的馬鈴薯，會引發中毒的情況，而且一般的加工烹煮過程，對茄鹼含量的降低有限，並非經過加工烹煮便會破壞茄鹼。但是一般在沒有發芽或變綠的情況下，茄鹼含量大多不會超過安全標準，而若是吃到含量較高的馬鈴薯，會先感到喉嚨的不適與灼熱感，會停止食用，所以一般不易有食用過量的情形，如果食用含過量茄鹼馬鈴薯，應立即停止食用，並多喝水、休息，讓身體自然代謝毒素。為了防止茄鹼的含量升高，除了消費者購買時，注意有沒有發芽、變綠的情形外，在購買以後若能以避光冷藏的方式進行儲放，便能延後馬鈴薯發芽的時間，並避免表皮變綠；廠商販售馬鈴薯時，若是能採用水銀燈照明，也能大幅降低因照光造成的茄鹼上升情況；而農民在栽種的時候，要注意中耕培土的深度，

倘若培土深度不夠也容易讓馬鈴薯表皮綠化，並且注意栽培管理，避免遭遇生理逆境，使茄鹼含量上升。

五、參考文獻

- Bejarano, L., E. Mignolet, A. Devaux, N. Espinola, E. Carrasco, and Y. Larond elle. 2000. Glycoalkaloids in potato tubers: the effect of variety and drought stress on α -solanine and α -chaconine contents of potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:2096-2100.
- Ginzberg, I., J. G. Tokuhisa, and R. E. Veilleux. 2009. Potato steroidal glycoalkaloids: biosynthesis and genetic manipulation. *Potato Research* 52:1-15.
- Grunenfelder, L. A., L. O. Knowles, L. K. Hiller, and N. R. Knowles. 2006. Glycoalkaloid development during greening of fresh market. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54:5847-5854.
- Keukens, E. A. J., T. de Vrije, C. van den Boom, P. de Waard, H. H. Plasman, F. Thiel, V. Chupin, W. M. F. Jongen, B. de Kruijff. 1995. Molecular basis of glycoalkaloid induced membrane disruption. *Biochimica et Biophysica Acta* 1240:216-228.
- Lafta, A. M., and J. H. Lorenzen. 2000. Influence of high temperature and reduced irradiance on glycoalkaloid levels in potato leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125:563-566.
- Percival, G., and G. Dixon. 1994. Glycoalkaloid concentration of potato tubers following continuous illumination. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 66:193-144.
- Takagi, K., M. Toyoda, Y. Fujiyama, and Y. Saito. 1990. Effect of cooking on the contents of α -chaconine and α -solanine of potatoes. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan* 31:67-73.
- Wang, W. T., J. W. Zhang, D. Wang, S. H. Tao, Y. L. Ji, and B. Wu. 2010. Relation between light qualities and accumulation of steroidal glycoalkaloids as well as signal molecule in cell in potato tubers. *Acta Agronomica Sinica* 36:629-635.