

從馬鈴薯栽培與貯藏談-配醣生物鹼(Glycoalkaloids)及其影響因子

王至正、劉宛妮

一、前言

配醣生物鹼(glycoalkaloids)為植物之二次代謝物，也是一種天然植物抗菌素，主要存在於茄科植物中，具有殺蟲及殺菌活性，能幫助植物抵抗動物、昆蟲及真菌危害。雖然番茄、茄子等蔬菜作物都跟馬鈴薯一樣同屬於茄科植物，但在茄子及番茄中僅有微量配醣生物鹼，對人體無影響，而殘留在馬鈴薯中的配醣生物鹼則持續受到重視。

在馬鈴薯植株中，配醣生物鹼存在於塊莖、莖部、葉片、花及芽體等部位，馬鈴薯剛萌芽時，會有少量配醣生物鹼存在於薯球表皮。Phillips 等人(1996)發現雖然葉片中配醣生物鹼濃度遠高於薯球，但在同一植株上不同葉片配醣生物鹼濃度仍有很大差異。Friedman 和 Dao(1992)調查數種溫室中種植的馬鈴薯，葉片中配醣生物鹼濃度高於薯球 10 倍，而芽體內配醣生物鹼濃度更高於薯球 68 倍。在馬鈴薯塊莖中，表皮之配醣生物鹼含量遠高於塊莖內部，而配醣生物鹼含量愈高，風味就愈苦。

目前在不同馬鈴薯品種之中已被鑑定出超過 80 種的配醣生物鹼，其中以 α -chaconine 及 α -solanine 最為普遍，佔約 95% 比例，這兩者中以 α -solanine(α -茄鹼)所佔比例較高，並具有較毒活性。其他還有低含量之 β -、 γ -solanines、chaconines、leptines、tomatine 等配醣生物鹼。

二、飲食風險

在一般鮮食馬鈴薯中，配醣生物鹼含量約為 20-130 mg/kg(鮮重)，根據美國農部(U.S. Department of Agriculture)針對配醣生物鹼所訂之建議值，食品安全標準應在 200 mg/kg 以下。當 α -solanine 含量高於 140 mg/kg，嚐起來就會有苦味，當含量超過 200 mg/kg 就可能造成口腔及喉嚨燒灼感。

Solanine 為一種神經性毒，主要影響神經系統，心跳、脈搏及呼吸速率。濃度過高會引起包括噁心、嘔吐、腹瀉、腹絞痛、頭痛、發燒、脈搏不穩、呼吸急促等中毒症狀，嚴重時甚至產生幻覺及昏迷。根據以老鼠進行之動物試驗，體內配醣生物鹼含量會在攝取後 6 至 14 小時內達到高峰。人體試驗方面，Hellanäs 等人(1992)根據受測者體重，給予食用含配醣生物鹼之馬鈴薯，7 名受測者中有 6 名感受到口腔灼熱及噁心症狀，其中一名受測者有輕微腹瀉，症狀反應大致在食用含配醣生物鹼馬鈴薯後 30 分鐘至 4 小時內發生。

然而，FAO/WHO 食品添加劑專家委員會(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)認為目前所有之動物試驗證據，仍不足以證明低濃度之配醣生物鹼就會對人體造成毒害，該會並表示一般馬鈴薯中 α -chaconine 及 α -solanine 含量不高，對人體並無毒害風險。但 JECFA 仍持續關注於未去皮的馬鈴薯加工產品中配醣生物鹼含量，以薯片來說，相較於正常馬鈴薯薯片中配醣生

物鹼很少超過 150 mg/kg，但在綠皮的馬鈴薯產品中含量可能高達 720 mg/kg。此外，無論是 α -chaconine 及 α -solanine 在高溫下都能維持穩定狀態，不易因煮食、冷凍、脫水或油炸等加工步驟破壞，只有在溫度高達 230~280°C 才會被熱分解。

三、影響馬鈴薯中配醣生物鹼含量因子

雖然馬鈴薯植株中會自然生成配醣生物鹼，但含量仍會受到外在環境因子影響而產生變化。在馬鈴薯中，影響配醣生物鹼含量的因子包括品種、成熟度、光照、碰撞傷、切傷、真細菌汙染及其他機械傷害等。

(一)成熟度：

相較於成熟之馬鈴薯，未完全成熟薯球因代謝活性較高，所以配醣生物鹼含量也較高。植株中高濃度配醣生物鹼通常位於代謝活性高之部位，例如花、幼葉、芽體、表皮、芽眼周圍等，而未成熟之馬鈴薯因塊莖仍在發育階段，代謝活性較高，配醣生物鹼含量也較高。

(二)暴露在照光環境：

暴露在照光環境下會顯著影響配醣生物鹼濃度。在田間栽培期，未被土壤覆蓋之馬鈴薯會受到光線照射，使馬鈴薯表皮變綠，導致濃度增加並產生苦味。而在銷售時期，陳列在日光燈下馬鈴薯同樣也會造成配醣生物鹼增加，根據模擬零售櫥架陳列環境試驗，在 30W 日光燈下 1 呎陳列架上之馬鈴薯，24 小時後配醣生物鹼含量就會快速增加，陳列在 7°C 下生成量是原先兩倍，16 °C 下生成量是原先 4 倍，在 24°C 下更提升至原先 9 倍(Marita,1996)，但另有研究指出，陳列在水銀燈泡下配醣生物鹼含量反而降低。

(三)栽培及貯藏溫度：

雖然低溫貯藏能延緩馬鈴薯發芽，增加貯藏期限，然而貯藏在過低或過高溫環境都可能導致逆境產生，使配醣生物鹼累積。以栽培在溫室中馬鈴薯來做比較，溫度較高環境產出之馬鈴薯其配醣生物鹼含量會較高。

(四)傷害：

因配醣生物鹼為天然植物防禦機制，在馬鈴薯採收後，無論是病蟲害侵染或不適當處理所造成之傷害，都會刺激配醣生物鹼產生。Lachman 等人(2001)研究發現，受傷之馬鈴薯內配醣生物鹼含量高於未受傷馬鈴薯 89%，在不適當環境貯藏下配醣生物鹼含量會比正常高出 71%。

(五)品種：

一般市售馬鈴薯配醣生物鹼含量平均約在 75 mg/kg，然在美國及加拿大地區曾發生因‘Lenape’品種馬鈴薯中配醣生物鹼含量過高而停止商業生產。在瑞典，1986 年曾因‘Magnum Bonum’品種馬鈴薯含毒量過高而被禁止銷售。

四、降低馬鈴薯中配醣生物鹼之方式。

為避免馬鈴薯中配醣生物鹼危害人體健康，栽培時就應選擇種植低配醣生物鹼含量之馬鈴薯品種，並在栽培期多施用鉀肥，Zarzecka (2013)等人研究發現栽

培時多施用鉀肥，可減少塊莖中還原糖含量，進一步降低配醣生物鹼之生合成。此外，採施時間避免過早，可減少採收到未成熟之馬鈴薯，並於採收後將馬鈴薯貯藏在低溫黑暗環境，銷售期間使用不透明塑膠袋包裝，確保馬鈴薯不會因照射到光線而變質 (Marita,1996)。

五、結語

對於一般消費者而言，選購外觀正常，表皮無變綠或發芽之馬鈴薯就可避免誤食到配醣生物鹼。在馬鈴薯塊莖中，配醣生物鹼僅存在於表皮以下 1.5 mm 範圍內，食用前削皮就能減少馬鈴薯中 65% - 95% 之配醣生物鹼。此外，培育出塊莖中配醣生物鹼含量低，地上部植株含量高之馬鈴薯品種，不僅可增加馬鈴薯品種病蟲害抗性，對於食品安全也有保障，為馬鈴薯研究人員所共同追求之目標。

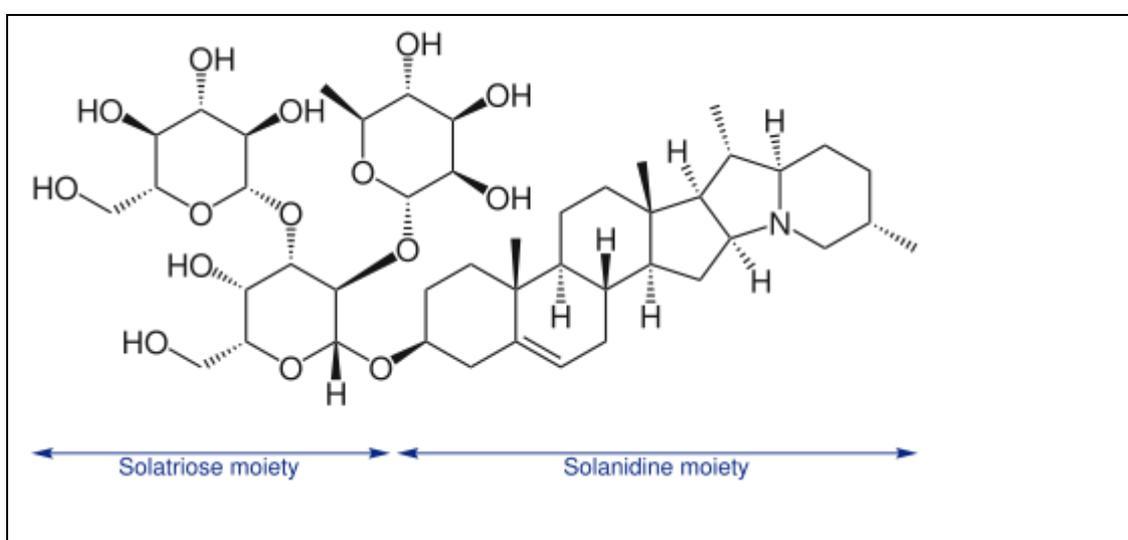


圖 1、 α -solanine 之化學結構式，可分為醣及生物鹼部位(圖片引用自 wiki 百科)



圖 2、表皮變綠或發芽之馬鈴薯中配醣生物鹼含量較高