

# 臺灣高粱產業發展與展望概述

文圖 / 施俞安

## 一、前言

高粱在全球糧食生產排行為前五大作物，對於高溫、乾旱、貧瘠及鹽化田地等逆境極具耐受性，統計資料顯示全世界 80% 高粱廣泛栽種於水分取得不易或無其他合適作物栽培之地區，也因此譽有「駱駝作物」之名。現今高粱雖非臺灣主流作物，其諸多強適應性與營養特質深具開發潛力，本文著重討論高粱栽培特點與種實可開發性。

## 二、臺灣高粱產業概況

在臺灣每當提及「高粱」二字，多數人腦海中浮現的無不是醇香的高粱酒，且不論是否曾品評過風味，都能認同高粱酒是高粱此作物在臺灣的最適代表！然而臺灣栽培作物選擇多，目前高粱栽培單位面積生產價格競爭力不及水稻與玉米，在灌溉用水取得無虞的地區，並非栽培之首選。臺灣高粱栽培面積根據農林廳與行政院農業委員會農糧署統計數據顯示，雖於 73 年的稻田轉作計畫結合雜糧保價收購，使全臺栽培面積逐年自 7,753 公頃大幅提升至 27,250 公頃，主要作為釀酒用與飼料用。然而在國際玉米價格大幅降低，採用高粱作為飼料的需求減少，又因政府廢止高粱保價收購政策，僅剩「金門地區高粱

暨大、小麥保價收購辦法」，高粱栽培限縮於金門地區面積僅約 2,000 公頃，消費市場目前主要倚賴進口原料。

## 三、高粱的可利用性

高粱依植株特色及主要用途可分為：(一) 食用種實：全世界栽培高粱主要利用種實進行直接烹煮食用或提供動物作為飼料用，種實亦可磨粉後再加工成餅乾或麵包等食品，也有利用種實進行釀酒或轉化成生質能源；(二) 製糖用：俗稱為甜高粱的品種，其莖桿富含糖分，可被榨汁加工生成糖或生質能源，全株也可作為青貯飼料用；(三) 牧草用：部分品系因其纖維性質合適而應用為青刈或青貯牧草用，例如棕色中肋變異株 (brown midrib mutant) 或具光週期敏感性的品系，可將全株割刈作為芻料；(四) 掃帚用：少數將高粱穗上種實脫粒後，穗桿加工為掃帚。總體而言，國際上利用高粱種實較類似其他穀物，例如烹煮或加工磨粉，少數地區特別將高粱用於釀造酒品，例如臺灣的高粱酒，創造出高農產品附加價值。

## 四、栽培概論

被譽為駱駝作物的高粱，屬於光合作用 C<sub>4</sub> 類型的作物，相較於 C<sub>3</sub> 類型的作

物(如水稻等)具有較高水分利用力與耐旱性，在國外被栽培於不利栽種玉米之地區，以促進土地利用，其耐旱生理機制包含植株如遭遇逆境狀態會透過捲曲葉片減少陽光曝曬面積，進而促進抵抗逆境的能力；葉片與莖桿的蠟質覆蓋以避免陽光曝曬造成水分散失；高度發展的根部系統增加植株水分吸收能力。另外根據各研究顯示，高粱植株耐鹽性屬於中等耐受性，略優於水稻與玉米，雖耐鹽能力不及小麥與大麥，但結合耐高溫能力使高粱在臺灣具有栽培優勢，可開發於水源取得不穩定或遭受鹽化的部分地區進行栽培。

高粱可完全採機械化栽培，在施用基肥、整地後利用真空播種機進行條播，栽培期中一次中耕培土追肥作業，成熟時種實用的品種可使用雜糧聯合收穫機完成採收及脫粒一貫化作業，後續再進行脫水乾燥工作；牧草用品種則可結合青割玉米採收機進行收穫。可於水源取得無虞地區栽培以最大收穫量為目標，在播種期、快速生長期、孕穗期、開花期及種實充實期確保水分供給。在水源取得不易區域，則需於播種發芽期與孕穗期取得適當水分，以保證發芽勢與基本產量。

## 五、種實特色與開發潛力

高粱種實主要含有三大部分：胚、胚乳及麩皮層 (bran layer)，相對位置如圖。胚為可發育成新植株的組織，胚乳儲存大量可供胚發育的澱粉與蛋白質，屬無麩質穀物，麩皮層則含有果皮 (pericarp) 與種



△ 高粱台中 5 號種實的縱剖面

皮 (testa)。曾被視為副產物的麩皮層富含酚類化合物 (phenolic compounds)，包含簡單酚類、類黃酮及單寧酸，如食用這些酚類化合物可使人體減少氧化逆境進而預防癌症的發生。果皮與種皮中各自所含不同酚類化合物所得組合則會影響高粱種實的最終外觀表型顏色，可分為白色、黃色、紅色及褐色，而當麩皮層的酚類化合物巨量累積則使種實呈現黑色外觀。

高粱麩皮層所含多種酚類化合物中，較為特殊的是含有大量的 3- 脫氧花青素 (3-deoxyanthocyanidin) 與縮合單寧 (condensed tannins)。其中紅色或黑色高粱於果皮中富含 3- 脫氧花青素，在健康食品及食品加工開發上具有獨特的應用價值，其能使攝食者體內抗氧化能力提升，且據研究指出 3- 脫氧花青素較其他形式花青素抑制癌細胞效果更佳，另外在加工改變過程中保有高穩定度的特質，使其合適作為天然食品色素，因而抓住了國際上食品加工業的目光，數個國家也已允許可作為食

品色素。

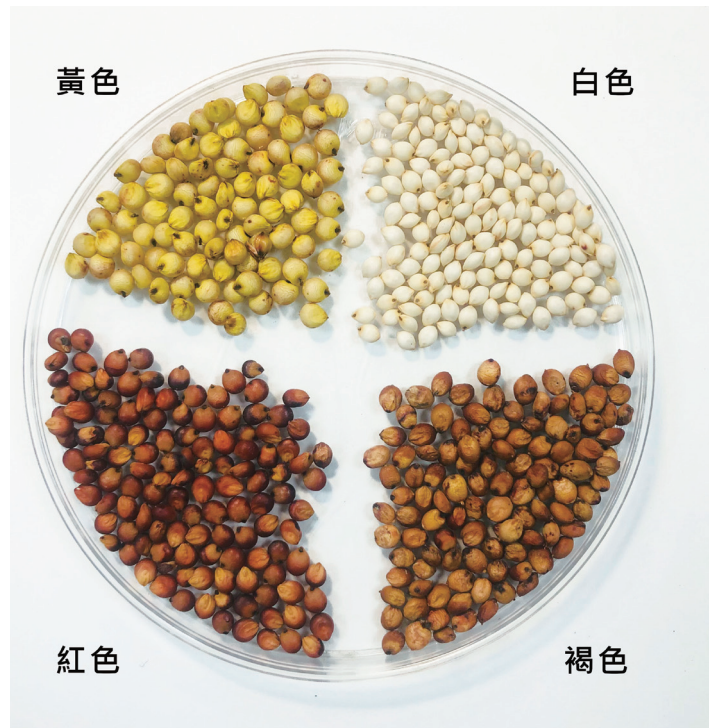
單寧 (tannins) 在高粱種實以高度聚合的縮合單寧形式儲存於種皮，因而外觀紅褐色種實不一定有單寧含量，且非紅褐色種實也不一定不含單寧，高粱單寧含量多寡則視品系差異而有不同，具有高單寧含量的高粱可以保護植株抵抗病原菌與鳥害，也因此廣泛種植於農作低開發性地區。然而其抗菌性、抗氧化能力及驅蟲性等特性，目前也被利用，結合在生物聚合物膜並作為水果與蔬菜的塗層，增加保存效期。

高粱胚乳中的澱粉顆粒、蛋白質及種皮中的縮合單寧之間的強作用力，使得高粱在所有穀物中具有最低的澱粉消化率。另一方面，高粱含有特殊蛋白質 - 高粱醇溶蛋白 (kafirin)，約占高粱全穀中蛋白質的 70%，高度聚合與大量雙硫鍵的特性使其對於消化道中的消化反應極具有抗性，加乘上高粱醇溶蛋白與澱粉及縮合單寧的強交互作用，使高粱種實蛋白質的消化率低。另一方面，單寧更會造成食品的適口性不佳，且在消化道中與蛋白質及澱粉與金屬離子結合進而阻撓攝食者的營養吸收能力。在糧食取得不易、攝食能量取得需求緊迫的地區而言，高粱種實澱粉與蛋白質的低消化率是個極為不利的特質，然而這樣的低消化率，對於罹患第 2 型糖尿病與有減肥需求等需熱量管控需求的攝食者而言反而具有利用性。

目前全世界除利用高粱種實簡單煮成粥品、動物飼料用及釀製蒸餾酒外，也有

團隊嘗試開發高粱茶，或將高粱種實磨粉添加入麵包與肉品的製造，以增進食品品質與健康益處。近年來消費市場對於飲食上注重健康導向或植物性的食品開發，再加上國外使用高粱種實製造生質能源會產生大量副產物，因此學界與食品廠也開發相關提升高粱附加價值的產品，例如：澱粉與多樣酚類化合物應用於功能性食品與食品添加上；具不溶於水但可溶於酒精的高粱醇溶蛋白則被開發作為蔬果塗層的生物膜與填裝藥物的封裝微粒。

綜合以上對於高粱種實的特性探討，可發現高粱本身含高量酚類化合物使其具有高抗氧化能力，有益人體健康，而其高聚合蛋白質特質與高量縮合單寧造成種實



△ 不同顏色外觀的高粱種實



澱粉與蛋白質的低消化力，使攝食者不易獲取預期的熱量值，此特點對於全球許多同時面臨栽培條件嚴苛與攝食熱量需求緊迫的區域而言為一大劣勢，但對於現代代謝症候群的盛行與糖尿病患者的增幅是個可利用的優勢，高粱種實可應用於健康導向產品或管控熱量食品的開發。

## 六、本場過去研發成果與現階段研發方向

臺灣各試驗單位針對高粱種實育種主要以釀酒為最終導向與目標，起初為解決中部水源取得不易地區無合適作物栽培的困境，高粱育種作業由本場自 42 年起始引種評估與雜交育種工作，並於 45 年推出抗旱、豐產又適釀酒的威士 (Westland)，更引入雄不稔系統作為創造雜種優勢的重要種原，逐步堆疊豐產、矮株及強適應性等表現型，陸續推出高粱台中 1 號、台中 2 號及台中 3 號，於 66 年進一步加強耐病蟲害耐受性育成廣泛種植的台中 5 號。

考量多年來環境變化，栽培者與市場尋求更耐旱、豐產且適釀酒的新品種，本場於 102 年重啟糯性高粱育種計畫，將豐產與糯性種實澱粉特性作為育種目標，期選育新品種以增進釀酒市場的原料自給率。再者，考量彰化縣擁有廣大畜牧業如能於當地提供牧草原料，除促進在地田地利用，更能提升牧草原料自給率，以減緩任何可能造成進口牧草不穩定供給的衝擊，因此本場於 105 年啟動牧草用高粱引種工作評估與育種作業。

## 七、展望

綜觀臺灣高粱栽培歷史，農糧政策調整顯著地影響高粱栽培面積的消長，各試驗單位陸續針對耐旱性與釀酒效能育成新品種，但受限於單一化終端目標產品與進口原料價格低廉的困境，栽培面積仍大量萎縮且成長停滯。盤點高粱獨有酚類化合物組成與環境適應性廣等特質，加上氣候變遷造成的水資源取得不穩定性，以及現有消費市場對於健康食品、次級代謝物應用及畜牧業芻料的可開發性與需求性，若為擴展國內高粱栽培與市場，可將產品開發作為首要任務，使終端目標產品多元化，再以終端產品作為市場需求拉力，結合強適應性育種，將有利於水源取得不穩定之區位進行栽培與後端銷售，並促進在地化高粱產業的扎根。