

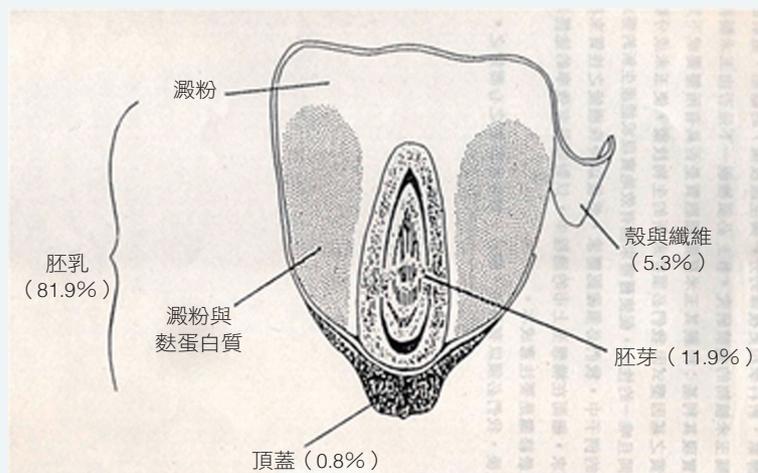
# 多用途的玉米

詹雅勛

除了做為糧食及動物飼料外，還有成千上百種加工食品及工業製品以玉米為原料。

玉米又稱玉蜀黍、番麥，原產於中南美洲，2014 年全球總產量約 10.22 億公噸，是全球產量最多的作物。

玉米營養豐富，籽粒含澱粉約 67.8 ~ 74.0%、水分 12.0 ~ 15.0%、蛋白質 8.1 ~ 11.5%、粗脂肪 3.9 ~ 5.8%、粗纖維 2.0 ~ 4.0% 及粗灰分 1.2 ~ 2.0%，可提供食物熱量來源和做為動物成長的飼料。此外，由於大規模生產成本低及利用效率高，在食品加工及工業製品上也大量利用，如玉米澱粉、食品甜味劑、發酵原料、玉米食用油、化學製品等，與我們的日常生活密不可分。



玉米籽粒的組成 (圖片來源：美國飼料穀物協會)

## 人類食用

中南美洲、非洲中部、泰國、印尼、菲律賓及大陸部分地區都以玉米為主食。例如，墨西哥每人每年平均玉米消耗量是 125 公斤，相當於我國每人每天食用 3.4 ~ 3.7 碗白飯。美國南部各州及非洲也普遍食用玉米麵包、玉米糊、玉米粥及煮玉米碎粒做為熱量來源。

台灣食用玉米可分為甜玉米、白玉米及糯玉米，蒸煮或烤熟就可做為零嘴食用。甜玉米富含  $\beta$ -胡蘿蔔素可做為蔬菜鮮食，也可脫粒製罐及冷凍外銷。玉米筍鮮嫩細緻，清甜可口，常用於料理及湯品。爆米花消費量更是逐年成長，其之所以會爆裂，是因玉米籽粒中間由軟式及粉質澱粉組成，周圍則被硬式及玻璃質澱粉包圍，當加熱後，粉質澱粉中帶有的水分子 (約 14%) 會氣化而急速膨脹，加上堅硬的玻璃質澱粉累積足夠的壓力而爆裂。

## 動物飼料

玉米有濃縮飼料之稱，因為營養價值高，含高澱粉及低纖維，提供的熱量是所有穀類飼料中被動物消化轉化成肉、奶、蛋等物質最好的，容易消化吸收且有較多的 $\beta$ -胡蘿蔔素及葉黃素。

全世界生產的玉米中約有 48.4% 用於動物飼料，在美國及其他已開發國家所占的比率更高。大致上可分為完全飼料及補充飼料（約含 19.8% 的玉米）兩種，完全飼料用於家禽及乳牛，補充飼料則以飼養肉牛及豬較多。且由於寵物眷養逐漸普遍，玉米用於寵物飼料業也逐年成長。

另外，約有 10 ~ 12% 的玉米栽培面積做為青割及青貯之用，全球年產量近 5 億公噸。青割玉米是乳牛的優良飼料，利用玉米在植株的籽粒達糊熟期至黃熟期，植株的乾物質累積達最高時，全株採收切碎，直接餵食牛隻或放置密閉槽內無氧發酵來保存芻料。因為青割或青貯比收穫乾籽粒玉米提早 14 ~ 21 天，生長季節較短，可做為短期芻料的來源。

## 玉米澱粉

玉米種子各部位主要成分含量差異很大，利用情形自然不同。胚乳主要為澱粉，可供食用及工業用。胚芽可製油，其加工副產品玉米麩粉可做為飼料蛋白質的來源。玉米澱粉是加工過程中最主要的產品，把 67 ~ 75% 的澱粉純化至 93 ~ 96%，其中約四分之一以澱粉出售，四分之三經水解成玉米糖漿。

澱粉顆粒吸水膨脹後，水溶性、黏稠性及透明性都增加。若繼續加溫則黏稠性



墨西哥人以玉米為主食，圖中是其傳統美食塔可（Taco）。

降低，冷卻時黏稠性快速恢復，但透明性減少。利用這些特性，廣泛應用於食品加工及工業製品，例如用在嬰兒食品、烘焙食品或各式甜點中，增加透明性及做為增厚劑，在造紙、紡織及製藥上，提供附著性及改善黏稠性。

由天然的玉米澱粉初步加溫的澱粉溶液具有完整且高度膨潤的粒子，但容易隨著加溫時間、溫度、濃度、攪拌及酸鹼值的改變而產生使用上的限制。因此發展出修飾處理的方法，改變天然澱粉的物理或化學特性，使符合食品或工業的需求如食品品質、包裝性、分散性、膠化性等，但仍保留了天然澱粉的原有營養價值。

常見的修飾處理有漂白、酸化、糊精化、氧化、交鏈及安定化。例如，交鏈化澱粉會比天然澱粉具有較高的黏度，烹煮濃湯時，原需使用 5% 天然澱粉，但僅使用 3.5% 的交鏈化澱粉就可達到相同的濃稠度。修飾澱粉的運用主要使食品更具美味、組織性及均一性。

## 食品甜味劑

澱粉藉由酵素的作用可以轉化成甜味劑，例如麥芽糖、葡萄糖、寡醣類及高果糖玉米糖漿。

高果糖玉米糖漿是澱粉經過酵素液化、糖化及異構化，並經過濾、脫色和濃縮而成。第 1 代高果糖玉米糖漿含 42% 的果糖及 58% 的葡萄糖，其甜度約為蔗糖的 90%。再利用色層分離，可獲得 97% 的果糖結晶，甜度則是蔗糖的 1.8 倍。果糖的好處在於它在人體內的代謝過程中不會產生乳酸，不必經由肝臟轉化，可直接由腸壁吸收，以及不易形成齒垢而引起蛀牙。

高果糖玉米糖漿的甜度與溫度、酸鹼值及濃度有關，目前以澱粉製成的高果糖玉米糖漿已廣泛應用於點心、麵包、果汁、飲料、罐頭、奶品等之中。

## 發酵原料

利用玉米澱粉做為發酵原料，在發酵過程中，酵母菌在適當的情況下把糖轉換成酒精及二氧化碳。發酵產生的混合物稱為酒膠，大約含 10% 酒精及 90% 水，這酒精經過蒸餾可得 85 ~ 95% 純度的燃料級酒精。玉米的澱粉含量約 70%，可蒸餾出約 38% 的酒精，飲料業者利用這特性釀造啤酒及蒸餾酒。

1970 ~ 1980 年代原油價格高漲，因而發展生質能源，把燃料級酒精添加在汽油中，使燃燒更完全而減少二氧化碳的排放，對於都市地區車輛廢氣的淨化有很大的幫助。



以玉米油做為食用油，不需添加抗氧化劑，香味穩定又香醇。（圖片來源：種子發）

生質酒精可直接與汽油混合，在低濃度 (< 15%) 混合的情況下，一般車輛不需修改引擎就可直接使用。例如，美國目前普遍使用摻雜 10% 生質酒精的混合汽油，稱為 E10 汽油，E 代表酒精，10 代表酒精在混合汽油中的比率。巴西自 1970 年代開始發展酒精汽油，至今全國加油站提供 E22 與 E93 酒精汽油，是目前世界上唯一不再使用純汽油的國家。台灣自 2007 年開始推動公務車使用 E3 汽油，相較於傳統石油，具有低溫室氣體排放、低爆震等優點。

## 玉米食用油

玉米胚芽體積占全籽粒的四分之一左右，脂肪含量高，一般在 34% 以上，因此可以抽製玉米油。

以玉米油做為食用油，貯藏及烹調的香味穩定，不需添加抗氧化劑，而且香醇、少油煙，不飽和脂肪酸較多，可幫助降低

現今可把玉米澱粉添加在塑膠原料中製成具生物分解性的塑膠製品，以助於解決環境汙染問題。

膽固醇。由於飽和脂肪酸可能增加膽固醇，導致高血脂及心臟病，特別是心肌梗塞及狹心症，玉米油因其飽和脂肪酸很少，日益受到消費者的重視。在美國，約 65% 用於沙拉及烹調用油，30% 用於人造奶油，約占所有人造奶油的 11%。

## 加工副產品

玉米加工除由胚乳獲得澱粉，由胚芽萃取玉米油外，尚可產生玉米浸泡液、玉米麩粉等副產品。浸泡液加以濃縮得到含有蛋白質、礦物質、色素等成分的乾物質，可做為飼料、抗生素培養基，以及氮素養分。浸泡液經過分離可獲得蛋白質含量 60% 以上的麩粉，是飼料蛋白質的來源之一。玉米麩粉富含葉黃素，對於蛋黃及膚色的著色效果很好。

還可利用真菌或細菌以玉米、玉米粉及玉米浸泡液為基質提供碳水化合物，發酵生產特殊酵素，純化後成為商品。玉米胚芽經擠壓及萃取油分，剩下的糠餅也可做為飼料，大約含有 10% 蛋白質及 6% 油分，是豬隻、反芻動物及家禽的良好飼料。

## 化學製品

玉米籽粒著生於穗軸上，平均每 100 公斤的玉米籽粒約有 8 公斤的穗軸，除了做為堆肥外，大部分的穗軸常被拋棄，但在美國已利用做為商品。

玉米穗軸主要成分是纖維素、半纖維素及木質素，收穫後乾燥至含 10% 的水分，其質地堅硬難以磨碎，木質部的顆粒可以做為清潔及去油汙、磨亮金屬及電器絕緣體之用。同時，因為具有不飛散及吸水性強的特性，可以做為殺蟲劑、肥料、維生

素的混合物，也可應用於香皂、化妝品等之中。製造菸斗是玉米穗軸最有名的用途，除去穗軸中間及外部的柔軟層，然後以石膏填充空隙，磨光表面而製成。

## 其他用途

由於環保意識抬頭，許多一次性拋棄式的材料對於生態環境可能造成的影響也應該在設計之初一併考慮，可回收及具分解性的塑膠材料因而引起重視。

現今可把玉米澱粉添加在塑膠原料中製成具生物分解性的塑膠製品，透過自然界的微生物如細菌、真菌或藻類的作用逐漸分解，像是拋棄式的包裝材料、免洗餐具、即棄式的不織布（紙尿褲、女性衛生用品、部分醫用塑膠等）、購物袋與清潔袋都適合使用具生物分解性的塑膠產品，以助於解決環境汙染問題。以聚乙烯製成的塑膠袋通常需 300 ~ 500 年才得以分解，添加玉米澱粉的生物分解性塑膠袋則只要 3 ~ 5 年，即只需百分之一的時間。

玉米是重要的雜糧作物，尤其是多元化的用途深具開發潛力，其豐富的形態與色彩，甚至可以提供裝飾、擺設及造景之用。唯一需注意的是，不論食用、飼料用或加工用，都應該選用新鮮或有良好乾燥保存無黃麴毒素的原料。

---

詹雅勛

行政院農業委員會臺南區農業改良場

---