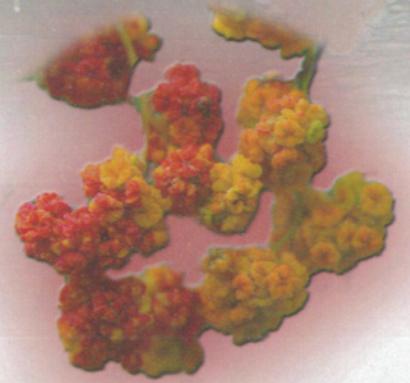


紅藜推廣手冊



補助單位：行政院農業委員
主辦單位：國立屏東科技大學
協辦單位：國立中山大學、國立高雄大學
召集人：郭耀綸 教授
著者：郭耀綸、楊遠波、蔡碧仁、葛孟杰
出版時間：中華民國九十七年十二月



目錄

- 2 紅藜系統分類及親緣地理研究 楊遠波
- 4 紅藜的生長特性與栽培方法 郭耀綸
- 8 紅藜之營養與利用 蔡碧仁
- 12 紅藜澱粉酶在小米酒與麵包產業的應用 葛孟杰



序

甚麼是紅藜？一般人幾乎沒有聽說過，這是台灣原住民已利用上百年的傳統穀類作物。但是，就現今的狀態來說，知道紅藜的原住民也不多，更遑論它的利用了。早年生活困苦的時候，原住民想要吃白米飯，是不可能的，紅藜就成了主食之一。獵人入山打獵時，長途跋涉體力負荷極重，質輕而富營養的紅藜種子，便於攜帶，也就成了最好的食物來源。近年來在屏東科技大學相關研究人員的大力推動下，該校鄰近的三地門鄉也意識到紅藜在文化傳承上的珍貴性，因此這兩年舉辦了以紅藜繽紛色彩的葉片及花穗為裝飾的「紅藜公主」選拔，以紅藜為應景盆飾的「紅藜耶誕」，並鼓勵家家戶戶在庭院及道路沿線栽種紅藜，成為原住民社區的特色。以紅藜為酒麴釀製的傳統小米酒，更是傳承不斷的重要原住民文化之一，將紅藜穀粒灑在「奇那富」裡面，也是頗受歡迎的原民傳統美食。經過我們的研究，知道紅藜含有豐富的澱粉、蛋白質、膳食纖維，以及多量的鈣、磷、鐵、鈉、鉀等礦物元素，可將紅藜微細粉末當做重要食品原料，添加在各種食品中，成為具有賣點訴求的保健食品，如紅藜麵食、紅藜冰淇淋、紅藜糕餅等。將來並可開發各種萃取技術，將紅藜機能性成分，如芸香苷多酚、甜菜色素、皂素等萃取出來，除了食品外，也可應用在化妝品或藥皂等，未來的利用層面十分廣泛。隨著紅藜知名度的提高，相信在園藝觀賞、新興食品及特色菜餚等方面都會有各式各樣的開發。因此，從栽種到加工利用，形成上、中、下游完整又多樣化的產業，可帶動一個新興作物的產業經濟。

目前全世界人類所食用的主要糧食作物只限於稻米、小麥、大麥、馬鈴薯、玉米、番薯等少數十幾種，這些主要糧食作物一旦面臨異常的天候，或有嚴重的病蟲害而減產，對各地人民的生活及生存都可能難以想像的危害。因此2006年在墨西哥Oaxaca市召開的國際生物多樣性委員會(DIVERSITAS)第一屆全球科學會議，即有一項主題呼籲世界各國要重視那些曾經被先民使用，但長久以來一直被忽略的作物，它們在遺傳上、營養上及經濟上的價值應加以研究，永續的利用。在國際上，與紅藜親緣的一些藜屬植物(Chenopodium spp.)，例如原產南美安地斯山的quinoa，因為具有極高的營養價值，近年來已受美國、日本、丹麥及加拿大等國重視，不但已進入市場成為重要的營養食品與糧食作物，美國國家航空暨太空總署(NASA)也將它列為CELSS (Controlled Ecological Life Support System)計畫可能運用的「維生」作物。由此可見原產台灣的紅藜，也有很大機會可進軍國際市場，成為新興的高營養價值穀物。

台灣原生的紅藜，過去在原住民部落裏雖然只是配角食物，但在1918年台灣遭遇前所未見的旱災及寒害，原住民部落主要糧食作物極度欠收，引起大飢荒，紅藜在台灣南部曾扮演救命糧食的角色。今後若能將這個有潛力的作物予以廣泛利用，無論是以糧食、食品副原料，或是以機能性成分保健品的型式流通到市場上，對原住民社區或台灣整體農業體系及食品加工業都會有很大的經濟利益。期待紅藜能成為你我日常食品的一份子。

民族植物紅藜永續利用計畫 召集人

郭耀綸

中華民國九十七年十二月

紅藜系統分類及親緣地理研究



國立中山大學生物科學系 楊遠波 教授

一、緒言

世界藜科植物 Goosefoot Family (Chenopodiaceae Vent. 1799)，分成 11 族，共約 110 屬，1500 種左右，其中 (*Chenopodium* L.) 是本科的代表屬，也是藜族 (*Chenopodieae* C. A. Mey.) 中最原始的屬，約有 120 種左右。從屬的數量及系統演化的多樣性來看，中亞地區應該是現存藜科植物的分佈中心。此外，歐亞大陸藜科植物的古老性，顯示本區是藜科植物的起源中心。台灣藜科植物為一年生或多年生草本植物，計 3 屬，包括鹼蓬屬 *Suaeda* Forsk. (1 種)、濱藜屬 *Atriplex* L. (2 種)、藜屬 *Chenopodium* L. (6 種)，合計 9 種。

本研究之紅藜報導，始見於日據時期，日本人對於桃園角板山地區，泰雅族人的食用植物資源調查報告。其後，日人山田金治進行排灣族釀酒植物調查時，亦見報導。有關分類的處理問題，相關之學名報導計有紫藜 (*Chenopodium purpurascens* Jaquin) (郭能成、林萬居，1997)、食用藜 (*Chenopodium* sp.) (張芳銘，1997)、赤藜 (*Chenopodium album* L. var *centrorubrum* Makino) (葉茂生，1999) 及紅藜 (*Chenopodium* sp.) (林志忠，2003) 等，但仍未見充份之系統分類研究。究其原因，在於該物種無法於天然情況下，於野外擴展族群，並加以更新繁衍，僅倚賴早期各地之原住民族依其農時播種，致該物種被視為引進之栽培種，致未能引起太多的注意。本研究旨在透過傳統的田野調查，進行標本之採集，以記錄該物種之分佈及種源保存現況，提供未來保育措施之擬訂；同時，利用外部型態記錄及分子生物之分析，試圖解決該物種之系統分類問題。



二、分類

(一) 種名

綜合英國 KEW 標本館、美國 Missouri 標本館、印度國家標本館及日本京都大學總合博物館查閱標本的結果顯示，目前台灣產的紅藜中文名可修正為台灣藜，模式標本館藏於日本京都標本館(圖1)。經測量台灣地區所產之台灣藜標本特徵後，顯示台灣各地目前所採集之標本極為相似，應屬同一種。

經比較藜屬類親緣相近之種類及台灣各地所產之紅藜植株之特徵觀察，台灣地區之紅藜分類處理如下：

Chenopodium formosanum Koidz. in Acta Phytotax. Geobot. 9:75. 1940. 台灣藜
-Type: Formosa. Taito: Kinko, Taito-gun. Cultivated., Feb. 6, 1940, M. Tagawa 2939, 2940 (syntype: KYO!)

一年生木質草本，高 2.5 m。莖直立，強韌，多分枝，常具紅色縱向條紋。葉互生，卵形至三角菱形，葉柄長 3-10 cm，葉身長 6-20 cm，寬 4-7 cm；先端鈍至銳尖；基部鈍至截形；葉緣粗重鋸齒至齒牙狀；幼葉及老葉帶紅色。由叢集狀的團繖花序為單位形成頂生下垂狀圓錐花序，長 8-25 cm。團繖花序單位，具 1 窄披針形苞片，通常由 1 朵兩性花及 7-14 朵雌花組成，雌花具有退化雄蕊；花被 5，倒卵形，長約 1mm，綠色，具稜；雄蕊(或退化雄蕊) 5。胞果壓扁狀球形。種子直生或橫生，熟時深褐色。



圖1. 台灣藜之模式標本。

(二) 相似種

依據本計畫對於美國哈佛大學標本館、紐約植物園標本館、史密松標本館、英國皇家植物園標本館、荷蘭萊登大學標本館、印度國家植物園標本館及經濟植物標本館等標本館檢視之36分類群之相似藜屬植物，確認相近之*C. centrorubrum*、*C. album*、*C. giganteum*，與台灣產之台灣藜並不吻合。但發現其中以杖藜(*C. giganteum* D. Don)與台灣藜之外部特徵最為接近，經與該種之模式標本比對特徵後，發現兩者之差異如下：

1. 台灣藜與杖藜之間團繖花序特徵的差異：台灣藜於每個團繖花序中，僅中央1朵為兩性花，其餘皆為雌花；杖藜則每個團繖花序中有1朵以上的兩性花。(圖2)
2. 台灣藜與杖藜之種子差異：台灣藜可發現直立與水平的果實；而杖藜僅有水平的果實。



圖2. 台灣藜(左)與杖藜之團繖花序示意圖。

三、民族植物採集及地理普查

(一) 民族植物採集：

三個年度標本採集量合計604份，採集地點主要在屏東及台東兩縣。全台417個山地村，採集到台灣藜之地點計33處。目前調查顯示，屏東仍為台灣藜數量及分佈最多地區，以三地門鄉、霧臺鄉、瑪家鄉、泰武鄉四個鄉。全台台灣藜種源保有者，合計105人，泰雅族7人、賽夏族5人、布農族8人、魯凱族38人、排灣族47人。

(二) 地理分佈：

全台紅藜之高度分佈，最高海拔在1500公尺以下，原因在於舊部落多已荒廢，早已停止農業生產行為，無台灣藜之發現。台灣藜之水平地理分佈，經3年度計畫調查地點的分佈，仍以環繞大母山、霧頭山及北大武山區系統之周邊村莊，為目前全台主要的環狀分佈集中區，行政地理區包括屏東縣瑪家鄉、三地門鄉及霧台鄉及泰武鄉四鄉，台東縣金峰鄉、太麻里鄉兩處，此六鄉分佈之海拔高度介於350~950公尺之間。

四、參考文獻

1. 朱格麟 (1995) 藜科植物的起源、分化和地理分布。植物分類學報34：486-504。
2. 郭能成 (2000) 藜高產性狀之探討。雜糧作物試驗研究年報89：288-295。
3. 張芳銘 (1997) 台灣食用藜之研究。台灣大學農藝學研究所碩士論文，83頁。
4. 葉茂生 (1999) 台灣山地作物資源彩色圖鑑。台灣省政府農林廳編，217頁。
5. 山田金治 (1922) パイワン蕃族利用植物。臺灣總督府中央研究所林業部彙報1: 1- 64。



紅藜的生長特性與栽培方法

國立屏東科技大學 郭耀綸 教授

一、緒言

紅藜 (*Chenopodium formosanum*) 是台灣特有的植物，為台灣原住民族使用百年以上的傳統糧食作物。排灣族語稱紅藜為djulis，為屏東縣三地鄉、瑪家鄉、泰武鄉、來義鄉及春日鄉之排灣族人所通稱。紅藜生長期約只有四個月，雖屬草本植物，但植株莖部表面木質化，內有髓心，可直立生長，高度可達2公尺以上。紅藜目前在台灣南部的排灣族與魯凱族仍有栽植，但栽種人數及面積都很少，一般人都不知道這種民族植物，甚至農業專家也不知道有這種傳統農作物。紅藜種子營養價值比白米高，可煮成稀飯或少量添加在白米中煮成乾飯食用；種子磨粉後可當做副食品營養添加物，混合麵粉或糯米粉，製成各式麵包、餅乾、糕點、麵食，饅頭、麻糬等製品，或為釀製小米酒之酒麴原料。紅藜嫩葉可供蔬菜食用，成熟果穗與莖部顏色鮮豔，不同植株紅、橙、黃、紫色彩繽紛，各不相同，可當插花材料；成熟葉片在落葉前呈現與果穗一樣的鮮豔色彩，為排灣族婦女喜用的頭飾或服飾材料。對此實用價值甚高的民族植物，過去農業及學術界甚少關注，民間也少有種植，希望透過我們的研究能獲得社會大眾的重視，將這個長期被忽視的原住民傳統農作物重新利用，開創新的產業，提高原住民社區的經濟收益。

二、紅藜形態

本植物莖直立而無分枝或分枝數少，莖五稜具縱走細長條紋，與穗同色，莖外皮堅硬，內有髓心似蘆草，植株高度可達2公尺以上。葉互生具多型性，由寬葉至窄葉，從葉緣鋸齒波浪至葉緣平滑，變異很大。植株基部葉片呈三角菱形葉，葉緣鋸齒，葉柄與葉身約等長，葉片於幼苗期為紫紅色，隨葉齡之生長而轉為綠色，且

葉片萌發初期在葉表有一些具短柄、無色或有色的水狀囊胞存在，使葉表的外觀呈現銀色或碎粉狀，此水狀囊胞會隨葉齡的增長而消失。營養生長期後期長出的葉片單葉面積較大，可達70平方公分，葉壽命約55天。紅藜花為兩性花，雄蕊五枚，雌蕊一枚，花序屬穗狀圓錐花序，頂生或腋生，花序彎曲下垂，長度由20-60公分不等。花序在花期初始時為淡綠色，花穗成熟後由綠色轉變成鮮豔的顏色，不同植株的穗具有桃紅，粉紅、大紅、橙紅、金黃、深紫等許多顏色變化，同一穗也可能混雜二、三種顏色。抽穗時植株長度會急遽增加，在15天內能增長80 cm以上，而抽穗完成後籽實開始生長，植株即停止長高。果實包在宿存之花被中，圓形或橢圓形，直徑約1.5公釐(mm)。果實為瘦果(achene)，通常稱為籽實(grain)，種皮光滑堅硬呈土黃色，種子圓而扁平，約1公釐寬。種子屬正儲型種子(orthodox seed)，不具休眠性，新鮮收穫的種子於室溫條件下，在24小時內發芽率達100%。紅藜根系為淺根性，鬚根細緻而旺盛，長度可達40公分，在堅硬的土壤或體積狹小的盆栽容器內，根系發育受抑制，植株會生長不良。

三、紅藜栽植技術

(一) 栽植季節

紅藜的生活史可分為營養生長期與生殖生長期兩階段，由種子發芽到孕穗前稱為營養生長期；由孕穗、開花、結實、果穗轉色、籽實(帶有外殼的種子)成熟掉落，這段期間稱為生殖生長期。在屏東平原，紅藜由播種到籽實成熟掉落，通常只需95~125天，培育所需時間長短及成熟時的植株高度會因季節而異。在冬季栽植時因氣溫較低，需要較長的時間生長，營養生長期加長，植株高度也會較高。

傳統上排灣族人是在12月~2月播種，此為冬植，紅藜的營養生長期約為80天，較其它季節增加15~25天，植株高度可達200~250公分，種實在播種後四個月可採收。春季(3~4月)播種紅藜，營養生長期約只需65天，之後的生殖生長期在30~40天內完成，由播種到採收約只需95~105天，採收時植株高度約為150~180公分。夏季(5月~9月中旬)播種紅藜，約在85~95天即可採收。因為此期間溫度較高，營養生長期縮短，約只有50~65天，籽實成熟時植株高度約只有80~100公分，植株矮小，種實收穫量不到其他季節的一半量，且易遭病蟲及大雨危害。秋季(9月下旬~11月)播種紅藜，約95~110天可採收籽實，採收時植株高度約在160~220公分範圍，結實品質甚佳。上述不同栽植季節對紅藜生長及生活史過程的比較，是以植株栽植距離25公分的空間為基準，如果栽植距離減小，植株生長空間縮小，則成熟植株的高度會減小。此外，我們也發現紅藜採自花蓮玉里的品系，由播種至採收所需日數，比採自屏東的品系多出20-30日，其營養生長期較屏東品系長，因此植株高度較前者高出50~80公分，冬季播種者需145天才能採收。至於不同季節栽植對紅藜籽實產量的影響，本研究發現秋季及冬季播種的紅藜，單株籽實曬乾重量在18~25公克範圍，春播的籽實收穫重量降低至8~15公克。過去兩年曾嘗試在夏季培育紅藜，但種子發芽後幼嫩小苗往往被大雨擊倒，致全數失敗。為避免豪雨打擊紅藜幼苗，於2008年7月上旬，在屏科大森林系苗圃搭建透明塑膠遮雨棚，高200公分，四面亦遮以塑膠布，仔細保護小苗成長，植株得以抽穗進入生殖生長期。然而在此過程因氣溫與溼度都很高，大部分植株均感染病原真菌，致花穗長黴受損枯死，其後葉部又有其它病原危害，呈銀白細斑點，植株逐漸枯死。另一項夏季栽植的例子，是在2008年8月26日播種，於9月時連續遭遇3個颱風侵襲，有一半的植株失敗，播種後100天種實成熟予以採收，單穗籽實收穫

量約只有5公克。上述例子說明紅藜生活史僅約4個月，在台灣南部雖然一年四季都可栽種，但夏季常出現的大雨或豪雨對紅藜植株有嚴重的機械傷害，尤其是幼苗階段，且夏季高溫高濕的條件易引起病原感染，不利紅藜生長發育。因此，紅藜不宜在高溫潮濕的雨季培育，在10月上旬至3月上旬這5個月播種，是較適宜的栽植季節。

(二) 育苗及栽植方法

紅藜經曬乾的帶殼籽實，可先播在容器中培育，長出幼苗後再定植到田間，或可藉直播方式播在田間。紅藜籽實播種後應覆蓋一層薄土，以細孔灑水器澆水，太大的水滴會沖失種子。紅藜籽實吸水後數小時內即可發芽，約在第3天帶有2片狹長型子葉的上胚軸即可伸出地表，高度約1公分，在冬季幼苗出土較晚，約在第5天。種子發芽後不必遮陰，可直接照射陽光，但需保持土壤濕潤。發芽後的一個月內幼苗地上部生長緩慢，但此期間該植株是在發展根系。幼苗出土後一個月至二個月期間是紅藜快速生長的階段，一個月內可長高100公分以上。根據我們的栽培經驗，在田間以穴播的方式每穴播種子10~20粒，待幼苗生長至2-3公分高時疏苗，每穴留存一株，可獲較佳的生長。因為紅藜根系生長旺盛，若先將種子播在田間再挖出定植，在挖掘過程會讓幼苗根系受到嚴重損傷，成長會延緩。若將種子播在穴盤再定植，需掌握時間移苗，否則因穴盤體積有限，致植株根系發育受阻，大約在小苗長到約3公分高時即要移出定植。紅藜為陽性植物，生長過程不需遮陰，照光越多生長越好，遮陰會使植株生長衰弱，結實量變少。紅藜植株在幼年期有睡眠運動，植株上半部在夜間會下垂，待黎明時再挺直。

栽植距離方面，行株距10-20公分的植株，單株曬乾籽實(連殼)可收穫10~17公克，行株距25~30公分的植株，單株可收

穫20~25公克籽實，行株距35~40公分者可收得30~35公克籽實，生長空間越大單株籽實產量越高。若栽植距離達100公分，單株可收成80~100公克的籽實，這是因為植株可長出眾多分枝，每個分枝前端都可長出花穗而增加籽實產量。若栽植距離在30公分以下，不同單株葉部會有相互遮陰的現象，植株只在最上方形成花穗，側方並不會長出分枝。較大的空間雖有較大的單株結實量，但以單位土地面積的總收穫量來看，栽植距離較小，密度較高者總收穫量會較高。以行株距15、25及35公分的栽植距離比較，單株結實量分別為12、21及30公克；但以單位面積來計算，上述3種距離每分地(0.1公頃)的總產量分別為510、340及240公斤，顯然栽植距離較小者可有較高的收穫量。若考量植株的發育，我們建議以20~25公分的行株距來栽植紅藜較佳。

(三) 籽實採收處理

紅藜花穗在成熟之前，外種皮會由綠色轉變為鮮豔的紅、橙、黃或紫色，依品系而異，也有同一花穗不同部位混有二種以上的顏色。由孕穗開始到結實、轉色約需25~30天，之後的10~15天，成熟的籽實外表顏色變成黑褐色。同一穗的眾多籽實並非同時成熟，而是漸進式逐一成熟。在穗上有少部分籽實轉黑成熟時，即可將全穗剪下收穫。若未及時採收，先成熟的籽實會掉落，或在碰觸時大量脫落，待此時才採收會損失部分籽實。在籽實轉色後但尚未成熟轉黑之前，若適逢幾天降雨，籽實會在穗上直接發芽長出胚根，此時已無法採收。因此，採收時機的經驗法則為：穗轉色後約兩週即可採收。即可收藏。一般而言，新採的果穗大約要在陽光下晒3天籽實才會完全乾燥，以手碰觸時會有脆脆的感覺，此時籽實會很容易與穗分離，以手搓揉或用棒輕輕敲打均可將籽實打落，之後藉篩網將籽實與其它雜物分離後即可收藏。

(四) 紅藜種實的儲藏

紅藜籽實成熟後，在陽光下曝曬3天乾燥後即可收藏。在不同條件下紅藜籽實收藏一段時間後發芽率會降低。新鮮採收經晒乾的未去殼籽實發芽率多在98%以上，有些樣本發芽率可達100%。曾於2004年1月採收屏東縣瑪家鄉的紅藜籽實，晒乾後立即裝在密封的培養皿中，置於家庭用冰箱冷藏(溫度約6°C)，經過4年取出進行發芽試驗，結果發芽率可高達98%。然而紅藜籽實採收晒乾後若在室內存放幾個月再予以冷藏，該籽實的發芽率即會顯著降低。例如在室內分別存放7個月及1年，再置於冰箱冷藏1年，發芽率分別降至52及32%。曾有一批紅藜籽實晒乾後裝在有蓋之塑膠瓶中，置於防潮乾燥箱內2年，再將瓶子移入冰箱1年，該批種實的發芽率降低至44%。若將籽實置於室內櫃子內，沒有冷藏處理，則2年後完全喪失發芽能力。我們曾提供一批紅藜籽實給林業試驗所簡慶德博士，進行種子儲藏及發芽試驗。根據他們的研究，認為紅藜種子的儲藏性質為乾儲型，亦即種實經過乾燥降低含水率後，置於防水的鋁箔袋內可低溫儲藏，在-196°C、-20°C、5°C、15°C及室溫下儲藏8個月後，發芽率均可達80~90%。此結果表示紅藜籽實儲藏時應阻隔水氣，在乾燥情況下可保有良好的發芽率。過去3年我們在儲藏紅藜晒乾籽實時，多是放在有封口的PE夾鏈袋內，此塑膠袋阻隔水氣的能力並不佳，以致於存放一年後多不能發芽。目前我們是將紅藜籽實裝在塑膠瓶內，再置於冰箱冷藏，如此可確保發芽率不會嚴重喪失。收穫後的籽實若要供將來播種之用，應將籽實裝於容器置於冰箱冷藏，經過4年仍可保有95%以上的發芽率。晒乾後的籽實若要供食用，則不必先去除外種皮，可連殼收藏在乾燥之處，但半年之後原本鮮豔的外種皮會褪色，表示其色素-甜菜色素已消失。要供食用的紅藜最好也是存放在冰箱冷藏保鮮。

(五) 紅藜植株矮化

春植與秋植的紅藜植株，高度可達150~180公分，而冬植的植株在採收時更可長至200~250公分高。紅藜結穗後穗會下垂，除非是栽植距離50公分以上的植株其莖部較粗大，植株不會傾斜。以本研究常用的25公分行株距所栽種的紅藜，在花穗形成時即需以繩索固定，否則植株有倒伏之虞，尤其是降雨後枝葉果穗吸水後更易傾倒。為解決此管理上的困難，我們曾嘗試以摘心的方法促進其分枝，並減低其高度。試驗後發現在苗高30公分時，將頂芽分生組織摘除，會使原本直立無分枝的莖頂長出約3個分枝，未摘心的植株成熟後離地高度為165公分，摘心處理的植株僅為130公分，高度顯著下降，然而兩處理籽實產量並無顯著差異。另一項降低植株高度的方法，是延遲小苗移植日數。若以播種床培育紅藜小苗，我們慣常在小苗出土後二週，高度約3公分時即移苗定植。如果將小苗留在苗床更久的時間，例如在發芽後一個月再移苗定植，則移苗時會傷到植株根系，定植後植株的高生長會暫時停頓，待根系重新建立後植株才明顯長高。然而我們發現這些延後移植的植株，高度雖然較矮，但其孕穗時間與較早定植的植株是一樣的，表示孕穗結實時間沒有明顯受營養生長期體型大小的影響。這些高度較矮的植株可減少因過高而傾倒的風險。



紅藜之營養與利用

國立屏東科技大學食品系 蔡碧仁 教授

一、緒言

省產紅藜是台灣原住民的雜糧植物，由於富含澱粉酵素，傳統上使用於小米酒釀製時，將澱粉轉化成糖，以利酵母菌酒精發酵。經由一些美洲藜的資料顯示，省產紅藜應該也具有豐富的營養成分。然紅藜花穗未經脫殼前，粗礪而苦澀味甚重，且不具特殊風味，適口性差，並非廣受民眾喜愛的食物，故在食品利用上一直缺乏相關資訊，尤其對其營養成分、加工適性或應用注意事項，更是完全沒有資料。若欲推廣，必須建立基本資料。本研究即針對省產紅藜，三年來在農委會林務局經費支援下，由其營養成分、機能性及食品應用三大方向著手探討，希望能對其營養相關價值多方了解，並開發出具現代養生觀念的產品，以提高其永續利用與經濟價值。研究結果中除了一般營養成分(澱粉、蛋白質、胺基酸、脂肪酸、膳食纖維、礦物元素)、抗氧化成分(色素、多酚)及抗氧化力外，並就不同品種(紅色與黃色)、季節(夏季與冬季)對於各營養與機能性成分之影響加以介紹。

二、紅藜的一般營養成份

經過研究結果顯示，省產紅藜與目前市面上一些機能性食品相較之下，具有特別豐富的之基本營養成分，例如含有約50%的澱粉，優質蛋白質大約14%。該蛋白質含量與小麥的蛋白質含量相近，故紅藜可以取代麵食，亦可以當素食者基本糧食來源。同時，紅藜具有豐富的必需胺基酸，例如離胺酸、纈胺酸和組胺酸等，這些胺基酸是大多數穀類所欠缺的，且為人體所無法自行合成。所以米製品中若添加紅藜，可以彌補必需胺基酸的不足，此部分在日本已有類似之應用。將食用藜以小包裝的真空袋販賣，鼓勵消費者與稻米一起煮食，銷售熱烈，省產紅藜應該也有如

此的契機。紅藜也含有極高量的膳食纖維，達14%，目前似乎還找不到與其可以相比的食物。故食用紅藜不僅可改善便秘，而且具有降低膽固醇、抑制大腸癌發生等文明病的功能。顯然地，紅藜不僅具機能性營養成分，也具有豐富澱粉與優質蛋白質可充當糧食來源，就今日全世界糧荒嚴重情形下，可考慮為替代性糧食來源。紅藜脂肪含量雖不高，但其不飽和脂肪酸與黃豆相似，佔七成以上，其中的多不飽和脂肪酸就佔有五成，故其脂肪酸的分佈很有利於人體健康。

無機礦物元素是人體許多生理活性的必要因子，本研究分析也顯示，紅藜含有豐富的鈣、磷、鐵、鈉、鋅、鎂及鉀等礦物元素，其數值皆比其他常見的穀類來的高。尤其鉀、鈣與鎂的含量別高，例如鉀為燕麥的100倍，香蕉的12倍；鈣各是米與燕麥的50倍與7倍，均較黃豆還多，故可以充當植物性鈣質之一重要來源，而鐵與鋅之含量則與黃豆類似，各為燕麥的17倍與10倍。至於可以強化免疫力的稀有元素如硒(Se)或鍍(Ge)，在紅藜中也可測得，前者為一般亞洲人所缺乏，後者則為靈芝的重要機能性成分，故食用紅藜得以補充人體重要的微量元素。故紅藜可以說是吾人全方位營養之良好來源。

三、紅藜的機能性成份

除了豐富的營養成份外，紅藜也含有高量優質的機能性成分。根據本研究分析，紅藜機能性成分乃以酚類及甜菜色素為主。甜菜色素一般以來自甜菜根為主，具有強大的抗氧化力，故有抗癌消炎等功效，尤其黑色腫瘤之抑制，效果更是卓著。紅藜的甜菜色素正是其絢麗色彩的來源，且含量極為豐富。不同品種之主要色素不同，紅色品種以紅色素為主，黃色品種以黃色素為主。

此外，多酚類具有許多抗氧化功效如：

1. 抑菌,抗發炎,預防尿道感染,例如蔓越莓,藍莓,洛神等。
2. 抑制動脈硬化及血栓症。
3. 延緩LDL氧化:綠茶,巧克力,松皮。
4. 降血壓,保護血管壁膠原蛋白與彈性纖維蛋白。
5. 減緩胰島細胞受傷及促進胰島素分泌。
6. 防癌,保護細胞膜與遺傳物質,抑制癌細胞增生。一般而言,每日食用茶或巧克力就可以提供身體相當的酚類含量。本研究中發現,紅藜為茶與巧克力外,另一豐富多酚的來源。在紅藜的酚類當中以蘆丁(rutin, 芸香苷)含量最高,約佔70%,可以維持血管彈性,也有抗過敏,消炎抑菌與抗癌的作用。紅藜的蘆丁成分含量比蕎麥還高,因此紅藜為良好的植物性多酚來源,食用紅藜可得到豐富的功能性多酚成分。

四、影響紅藜成份的因子

如前述,紅藜的營養價值及抗氧化力頗為豐富,相關機能性成分包括總酚、類黃酮及甜菜色素等。但這些植物成分通常會受栽培季節或品種影響,因此在第二年以不同季節、品種之紅藜,測定其水萃液之色澤、色素吸光值、總酚、類黃酮含量及抗氧化力,並進行各測定值之相關性分析,以了解季節對其抗氧化力、色澤與營養成分之影響。結果發現,不論季節(二月或五月採收)或品種(紅或黃色),紅藜種子皆含豐富的營養,如醣類、蛋白質、脂質、及礦物質等。澱粉含量約為50~60%,膳食纖維約14-20%、粗蛋白約14~20%。機能性成份中,總酚約0.8-1.5%,甜菜色素則各樣品相差頗大。整體而言,紅藜不論在基本營養成分或機能性成分,不論是何時採收的任一品種,皆是很好的膳食補充來源。

為去除苦澀味及不良口感,一般民眾使用紅藜前,通常會先去殼再使用。而

由於紅藜一年二收,天氣適合時,花穗盛產,穀物豐收,產量太大無法及時消耗,通常就在室溫風乾後,就地貯存,並未刻意就其貯存條件或環境對紅藜品質的影響加以探討。但以加工貯存的角度觀察,紅藜經脫殼或貯存,很可能會對其營養或機能性成分產生影響,進而影響其營養與機能特性。但本研究發現,即使脫殼或貯存之後,紅藜仍有很高的營養成分。僅有抗氧化力不論是自由基清除能力或還原力則皆大幅的下降,色素與類黃酮含量亦有相同減少趨勢。故建議,若欲攝取豐富具氧化的機能性成分,應該連殼一起食用,而不是如目前原住民先脫殼再使用。也儘可能使用新鮮的原料,風乾後儘早食用,而不要任其堆放。

五、紅藜食品之開發

一般紅藜若帶種殼煮食後,顏色變成黑褐色,外觀賣相很差,無法引起消費者興趣。此乃因為其所含艷麗的甜菜色素,極易受到溫度與光的破壞而失去色澤,甚至產生褐變。此也是該色素在食品工業上之應用受到限制的主要原因之一。本研究在紅藜新加工食品之開發方面,利用不同加工方式(蒸煮、微波、烤、炸及膨發),製造飯糰、餅乾、薯球及米香等產品,也萃取機能性成分製成紅藜飲料。由於加工產品的色澤不穩定,因此要特別注意加工時溫度與時間的控制,貯存時則要留意包裝與貯存條件。

此外,為強化紅藜的可利用性,本研究在第三年將紅藜研磨成粉。如此一來,紅藜可應用的範圍更廣。除了與米或麵粉混合,製成麻糬,泡芙,鬆餅外,也研發出調配營養沖泡包,以及強化營養的全方位保健膠囊。研究並發現,若將紅藜研磨至奈米等級後,可明顯增加部分營養成分的萃取,例如粗蛋白、鐵、鎂、鋅、等一般成份,均略有增加(約一成以下)。而胺基酸含量也有提高的現象,約增為原來的

1.2倍，但澱粉及膳食纖維則會減少。比較特別的是，奈米化紅藜穀粉之抗氧化成分會顯著提高，例如甜菜色素、總酚等，可增加為原穀粒的2倍左右。因此將紅藜研磨成粉末可大為提高機能性成分的利用率，若能萃取濃縮，將會增加紅藜產品之多元化。

六、結論

紅藜富含澱粉能源，又有高量可與小麥媲美的蛋白質、優質之必需胺基酸、高

量不飽和脂肪酸、以及豐富的礦物元素及稀有礦物元素等，故具備完備的基本營養價值。至於其機能性，則是具有比燕麥高數倍的膳食纖維，比蕎麥高的蘆丁(類黃酮)含量，遠超過目前所熟知的穀類作物的多酚含量，以及具有豐富優質抗氧化的甜菜色素。故紅藜原料與一般市面上的保健食品相比較，不但具機能性且多了完整的營養性，因此值得進一步加工製成全方位的現代保健食品，提高其經濟價值，並推廣給國人食用。

表1. 紅藜與其他食品營養成分之比較

營養成分	紅藜	地瓜	小麥	米	燕麥	大豆	牛肉
澱粉(%)	50.3	28.6	68.4	77.2	66.2	25.3	—
膳食纖維(%)	14	2.4	11.3	0.3	5.1	13	—
蛋白質(%)	14.4	1.0	14	7.5	11.5	36.8	19.6
鈣(ppm)	2523	340	290	50	390	1710	90
鐵(ppm)	55.6	5	28	2	3.2	57	30
鎂(ppm)	2523	280	1380	190	112	2120	190
鈉(ppm)	238	440	20	20	5	220	650
鉀(ppm)	35280	2900	3350	860	295	15700	3390
磷(ppm)	4607	530	1600	550	160	3960	2050
鋅(ppm)	24.5	3	26	11	2.2	20	61
脂質(g)	0.91	3	1.6	0.5	10.1	18.0	21.1

表2. 紅藜胺基酸與脂肪酸成分分析

胺基酸	含量	脂肪酸	含量
蘇胺酸*	0.46	肉豆蔻酸(14:0)	0.31
麩胺酸	3.48	棕櫚酸(16:0)	15.5
胱胺酸	N.D.	棕櫚油酸(16:1)	N.D.
纈胺酸*	0.60	硬脂酸(18:0)	1.12
甲硫胺酸*	0.10	油酸(18:1)	19.6
異白胺酸*	0.51	亞麻油酸(18:2)	48.4
白胺酸*	0.85	次亞麻油酸(18:3)	5.03
酪胺酸	0.43		
苯丙胺酸*	0.58		
組胺酸*	0.38		
離胺酸*	0.73		
精胺酸	1.21		

*必需胺基酸; 單位: %蛋白質; N.D.: 未測得; 脂肪酸單位: %脂肪酸

七、研發之紅藜加工品



紅藜飲品



紅藜米香



紅藜炸薯球



紅藜飯糰



紅藜沖泡包



紅藜鬆餅



紅藜膠囊



紅藜泡芙

紅藜澱粉酶在小米酒與麵包產業的應用

國立高雄大學生命科學系 葛孟杰 助理教授



一、緒言

藜屬植物已被視為重要民族植物，其富含蛋白質及多種必須胺基酸。全球藜科植物共約130屬，自史前時代至今供應人類蔬菜及糧食食用。國內紅藜之記錄首見於山田金治(1922)對於角板山地區泰雅族人的採集調查報告，郭(1998~2000)針對該物種之農藝生產進行田間試驗研究，對於該物種之學名及種源出處，未見分類處理。紅藜在排灣族稱之為「rulis」，其正確的學名有待進一步進行亞洲地區的系統分類研究，本文暫以較為接近的 *Chenopodium quinoa* 命名之。本種係一溫帶型之穀粒作物，世界主要分佈地以南美的厄爾瓜多、秘魯、玻利維亞到智利北部地區為主要的中心，種植的海拔平均2,500~4,000公尺。其它地區包括喜馬拉雅山周邊國家，主要是印度一帶，台灣早期也是種植的地區之一。

二、紅藜與傳統小米酒釀製與紅藜

小米及傳統釀製的小米酒為台灣原住民重要的傳統產業，然由於傳統的釀造方式因種源、製作者及製程之不同，致全台各地之小米酒及衍生的產品品質難以維持穩定。而市售小米酒與傳統小米酒之風味差異甚大，價格亦低落許多；其原因可能在於所使用的小米品系不同及酒麴的來源。傳統酒麴製造原料主要為紅藜種子加上多種原生植物製成，此原生植物種類與利用之多樣性可能為影響風味之原因。傳統米糧釀酒係以阿米洛法(amylo method)釀造，此法是將米糧糖化後再加入酵母菌發酵而成。釀造過程中麴餅的添加是成敗的關鍵，麴餅會影響所生產之酒類風味與品質。小米酒在原住民日常生活與重要節慶是不可或缺的飲料及祭品。不同原住民族之間釀造小米酒的方法有些許差異，我們將排灣族傳統釀造小米酒的過程分述如下：

- (一) 小米選種：以成串的小米穗選種。不同品種之小米所釀造出之小米酒會有風味上的差異，例如在來種所釀出之小米酒風味偏酸。
- (二) 脫粒去殼：以竹編工具去除小米種殼。
- (三) 搓揉成形：加入一點水分，以手搓揉形成

團狀約一個嬰兒頭部大小。

1. 上一季小米：香蕉葉包裹，再以月桃莖所製成之繩子十字包裹。
 2. 本季新米：白匏子葉包裹，再以月桃莖所製成之繩子十字包裹。
- (四) 靜置陰乾：放在陰涼處約3~4天。以鐵鍋加水煮熟米團後陰乾冷卻。
- (五) 製作紅藜粉：
1. 採收紅藜，並於太陽下曬乾。
 2. 用手將紅藜種子採收，並在木臼中搗碎去殼。用口吹氣將種殼去除，磨成紅藜粉末。
- (六) 混合小米團與紅藜粉末：一小米團約加一碗紅藜粉，手洗淨沾水開始搓揉。過程中不時將手沾冷水，搓揉至成糊狀開始起細泡即可停止。
- (七) 甕前消毒：以龍眼葉放入甕中，再以之前煮小米團的鐵鍋中熱水澆入(本項工作與製造紅藜粉同時進行)。
- (八) 入甕：將上述糊狀物(小米團與紅藜粉末混合物)加入甕中，並加水至八分滿。以香蕉葉覆蓋，再以月桃葉包紮。
- (九) 熟成：將酒甕至於陰涼通風處，一般約5~7天可以釀成小米酒。夏天時不可曬到太陽，冬天時要保暖(可放在灶邊)。釀造過程時不可搖晃酒甕；要記得旋轉酒甕，使酒甕各部分均可受熱。

三、紅藜與麵包的製作

隨著國人生活方式越來越西方化，麵包也成為我們的主食之一。酵母菌在麵包的製作上扮演著重要的角色：在有氧的環境下，酵母菌代謝葡萄糖來產生能量，這個反應會放出CO₂氣體，CO₂氣體分佈在麵糰的麵筋網絡中。在烘培時麵糰受熱膨脹，撐大麵筋網絡的孔隙，使麵包體積增加。然而，麵粉中可直接提供酵母菌發酵用的單醣和雙醣只占麵粉總重的0.5，所以一般製作麵包時會直接加入蔗糖，以產生足夠的CO₂，或者是額外添加澱粉酶，使麵粉中的澱粉加速分解，形成酵母菌可直接利用的醣類形式。市面上有許多工業用澱粉酶是利用微生物合成的，但由微生物

合成酵素(澱粉酶)的成本較高，而且還需顧慮微生物本身是否具有毒素。紅藜已經原居民傳統的糧食作物，食用安全、種植容易，且含有多種必需胺基酸及豐富的澱粉與醣類，營養價值高，更重要的是紅藜種子中富含澱粉酶活性。因此將紅藜澱粉酶應用在麵包產業上是一可之方案。經由我們的實驗證實，紅藜澱粉酶的添加，的確可增加麵包的體積與口感。測量傳統製作的麵包與紅藜麵包的高度，發現紅藜麵包的高度為12.2 cm，較普通麵包的11.5 cm高了約0.7 cm，紅藜麵包確實較普通麵包大。將麵包切開觀察，發現紅藜麵包的孔隙雖然不如預測的較普通麵包的孔隙大，但孔隙卻較多且排列緊密。用解剖顯微鏡觀察更細部的結構，可以清楚的看到，普通麵包的孔洞較疏散；而紅藜麵包的孔洞是一個連著一個的。另外我們將紅藜煮過，使澱粉酶失活後用來製作麵包，以了解是紅藜的澱粉酶或是醣類使麵包發酵較佳。測量大小後發現，無澱粉酶活性的紅藜麵包，大小與普通麵包並沒有明顯的差異；而觀察麵包切面，看到的孔隙只較普通麵包稍細密。確定紅藜的澱粉酶在麵包發酵的效果後，我們將砂糖從材料中去除，觀察無糖環境下普通麵包和紅藜麵包發酵的狀況。從麵包外型我們發現，無糖的普通麵包發酵效果差，其發酵的程度無法達到麵包鍋的長度和寬度，且高度只有10.25 cm；而無糖紅藜麵包的發酵程度卻足以達到麵包鍋的長度和寬度，其高度也有11 cm，逼近有糖普通麵包的大小。另外將麵包做切面觀察，很明顯的，無糖普通麵包的孔洞小且疏散；而無糖紅藜麵包的孔洞明顯多很多，且孔隙較大，排列也較緊密。由以上結果我們得知，在麵包中增加紅藜粉，確實能使酵母菌產生更多的CO₂氣體以撐大麵筋網絡孔隙，增加麵包體積。造成此結果的主要原因，在於紅藜的amylase加速澱粉水解，提供酵母菌足夠的原料進行發酵，而紅藜中的醣類對發酵作用的影響並不明顯。另外在麵包製作完成後，我們隨機找了18個人來進行試吃，比較有糖紅藜麵包和有糖普通麵包之口感、

風味及受歡迎的程度。問卷調查結果顯示，63%的人認為紅藜麵包的口感較佳，且較密實。在甜度的方面差異不大，但大部分的人都認為紅藜麵包有一種特殊的香氣，會讓人想一吃再吃；也有部分的人無法接受紅藜的特殊氣味。

在我們過去的研究中發現紅藜種子富含澱粉、葡萄糖及蔗糖，而種子中也含有澱粉酶酵素活性。因此如何利用紅藜的特性來開發出新的產品成為一個重要的課題。在食品工業中的釀酒業及麵包業都需要使用到澱粉及澱粉酶。以麵包業為例，為維持酵母的發酵，產生足夠的二氧化碳氣體，可直接加入蔗糖、或高DE值的糖漿。另外也可藉著加入澱粉水解酵素，如 α -澱粉酶、 β -澱粉酶等，將大分子的碳水化合物分解為可利用的小分子醣類。在完整、未發芽小麥磨製的麵粉中，含有多量的 β -澱粉酶，而 α -澱粉酶則需另外補充。從本實驗可以看到，將紅藜運用在麵包製作上，可以有效提高發酵程度，且紅藜本身所含的營養物質，使紅藜麵包能做為一個良好的健康食品。另外我們在無糖紅藜麵包的實驗中觀察到，其發酵程度與有糖的普通麵包相近，但無糖麵包的口感及風味不佳，若能以少量的蔗糖配合紅藜使用，便能使酵母菌有效率的利用麵粉發酵，減少蔗糖的添加量，開發出低糖且風味特殊的健康麵包。此外，中研院植物所曾透過基因工程技術在水稻中表現細菌澱粉水解酶，可事先將水稻中所含之澱粉分解成醣類，所以煮出之米飯較為香甜。依照上述之策略，紅藜也有相似應用之潛力。紅藜種子富含蛋白質及醣類，其中更有水稻所缺乏的胺基酸。如果可將紅藜開發成米飯之營養添加物，不但可以補充稻米中所缺乏之胺基酸及微量元素，更可利用其所含之澱粉酶，分解稻米所含之澱粉以增加甜味，而且沒有基因改良作物食用上的安全問題。紅藜富含醣類及多種必需胺基酸，且食用安全，在做為食品添加物方面有相當大的潛能。



小米酒製造流程

小米浸泡蒸煮



液化：用食品級鹽酸或液化酵素使其水解成糊精。



糖化：利用amylase水解澱粉形成葡萄糖。糊精不為一般酵母所利用，故加糖化酵素，水解成葡萄糖。



發酵：酵母能將葡萄糖發酵成酒精。



裝瓶

排灣族傳統釀造小米酒的過程



1. 小米糕加紅藜粉一起搓揉



2. 搓揉均勻後，放入玻璃瓶內



3. 放入瓶中後加水



4. 蓋子蓋起完成



5. 釀造中的小米酒