

# 九十七年紅藜推廣研習會專刊



時 間：中華民國九十七年五月二十三日

地 點：國立屏東科技大學迎賓館餐廳

編 輯：郭耀綸 教授

主辦單位：國立屏東科技大學森林系

補助單位：行政院農業委員會林務局

# 九十七年紅藜推廣研習會專刊

時間：中華民國九十七年五月二十三日

地點：國立屏東科技大學迎賓館餐廳

編輯：郭耀綸

主辦單位：國立屏東科技大學森林系

補助單位：行政院農業委員會林務局

國立屏東科技大學森林系 編印

中華民國九十七年五月

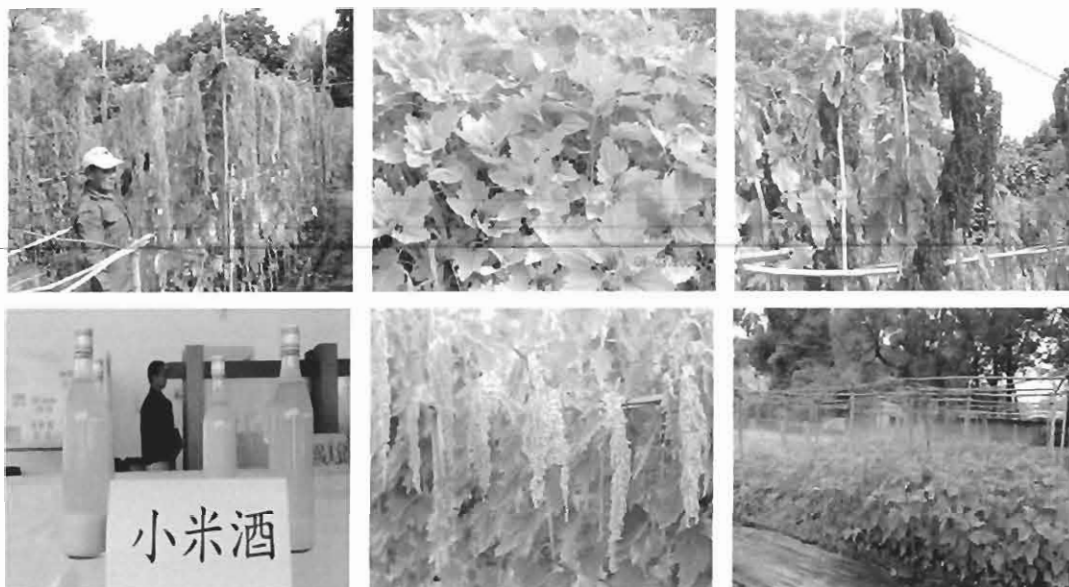
---

## 序 言

紅藜為台灣原住民族使用多年的藜科一年生植物，花穗豔麗呈現紅、橙、黃、紫各種顏色，多彩多姿，可供插花及園藝景觀用。紅藜穀粒富含蛋白質、澱粉及膳食纖維，亦有機能性礦物質硒、鋅及鍺等。傳統上紅藜可當小米酒酒麴，可釀製風味香醇之小米酒。此一傳統民族植物近年來已很少被使用，為讓民眾認識此一被忽視的生物資源，特舉辦此項推廣研習會，希望民眾及農試單位能予以重視，使紅藜能被永續利用。

屏東科技大學森林系 郭耀綸教授 謹識

中華民國九十七年五月



## 『97年紅藜推廣研習會』議程

時間	議程	主持人
09:00~09:15	貴賓致詞	
09:15~09:40	紅藜的栽培與特性介紹	郭耀綸教授
09:40~10:00	紅藜的營養價值及食品開發	蔡碧仁教授
10:00~10:20	紅藜澱粉酶在小米酒與麵包產業的應用	葛孟杰助理教授
10:20~10:40	綜合討論	郭耀綸、蔡碧仁、葛孟杰
10:40~11:30	田間參訪(森林系苗圃)	郭耀綸教授、阮金定先生
11:30~12:30	傳統與現代的紅藜製品品嚐	

## 目 錄

紅藜的栽培與特性介紹.....	郭耀綸 1
紅藜的營養價值及食品開發.....	蔡碧仁 10
紅藜澱粉酶在小米酒與麵包產業的應用.....	葛孟杰 17

# 紅藜的栽培與特性介紹

郭耀綸 教授

國立屏東科技大學森林系

## 一、緒言

紅藜是藜科(Chenopodiaceae)中的藜屬(*Chenopodium*)植物，台灣有三位研究人員曾針對此植物進行過研究，其分別以紫藜(*Chenopodium purpurascens* Jaquin)(郭能成、林萬居 1997)、食用藜(*Chenopodium* sp.)(張芳銘 1997)及赤藜(*Chenopodium album* L. var *ceutorubrum* Makino)(葉茂生 1999)稱之。本文所指的紅藜，排灣族語稱為 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，其正確的學名正由中山大學楊遠波教授研究中。赤藜、紫藜及食用藜種子可煮成乾飯或稀飯食用，種子磨粉後可製成各式糕點、主食、營養添加物，或為釀製小米酒之酒麴原料，其花穗顏色變化大，可當插花材料，嫩葉可供蔬菜食用(張芳銘 1997；葉茂生 1999；郭能成 2000)，成熟的葉片在落葉前會轉成與花穗一樣鮮豔的色彩，為排灣族婦女喜用的花環頭飾或服飾材料。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，現在應將此已被忽略的傳統作物或資源植物重新利用，發揮其潛在的文化及經濟價值。

過去曾發現此藜科植物在抗逆境上，例如適應貧瘠及乾旱土地，有非常優異的表現(李叡明 1993；葉茂生 1999)，且具生長期短，種實營養價值高的優點(李叡明 1993；張芳銘 1997；郭能成、林萬居 1997)，惟在栽培利用上仍缺乏有系統的記錄與研究。過去的研究發現，在台東地區紫藜植株發育期間很短，春作 109~112 天，夏秋作只需 98~115 天，冬季裡作需 124~131 天，而食用藜在台北其生活史約 117 天；紫藜成熟植株可長到 134~140 cm，食用藜則可達 197~285 cm；紫藜全株乾重可達 60~65 g，單株籽實重可達 16~18 g(張芳銘 1997；郭能成、林萬居 1997；郭能成 1998, 1999, 2000)。紫藜或食用藜生長速度很快，我們的研究也證實其光合作用潛力很高(王惠娟 2005)，然而在台灣南部屏東地區有關紅藜栽植季節與栽植方式的研究很少，值得針對此類植物在不同季節與不同栽植方式對紅藜生長發育及穀粒產量的影響進行深入探討。

## 二、紅藜的生活史

在 2004 年 3 月栽植於屏科大苗圃的紅藜，其營養生長期約為 54 天，生殖生長期約為 28 天，成熟期約為 21 天，整個生長週期約為 103 天(圖 1)。營養生長期又可分為營養生長前期與後期，前期是在種子發芽後第 1~30 天之間，後期是在生活史的第 30~54 天之間。植株於第 54-56 天開始孕穗，進入生殖生長期，至第 72~75 天開花，植株第 82 天之後穗開始轉色進入成熟期，在此時營養生長後期與生殖生長期所形成之葉片亦開始轉色，在成熟期紅藜穀藜成熟，到 100~103 天穀藜掉落，完成生活史。紅藜植株長度隨生育日數增加而增加，尤其抽穗時，植株長度會表現急遽增加(圖 1)，植株於生殖生長期間高度增加  $133\pm 9.9$  cm (表 1)，而當穗開始轉色進入成熟期後，植株才停止長高。所調查之 3 植株平均地徑為  $8.64\pm 0.58$  mm，穗長平均為  $66\pm 11$  cm，約佔全株植株長度的 33%，穗乾重為  $29.9\pm 3.5$  g，而穗的顏色為橘色至紅色。

表 1. 紅藜植株性狀之相關資料

項目	植株			平均±SE
	#1	#2	#3	
植株淨生長長度(cm)				
營養生長前期	30(23-53) <sup>1)</sup>	24(12-36)	31(18-49)	28±2
營養生長後期	22(53-75)	25(36-61)	25(49-74)	24±1
生殖生長期	135(75-210)	115(61-176)	149(74-223)	133±10
收穫時植株高度(cm)	142	130	139	137±4
收穫時植株長度(cm)	210	176	223	203±14
收穫時穗長(cm)	68	46	84	66±11
收穫時穗乾重(g)	30.5	35.6	23.6	29.9±3.5
收穫時地徑(mm)	8.75	7.59	9.60	8.64±0.58

<sup>1)</sup>括號內數字為紅藜植株生長量的變化範圍

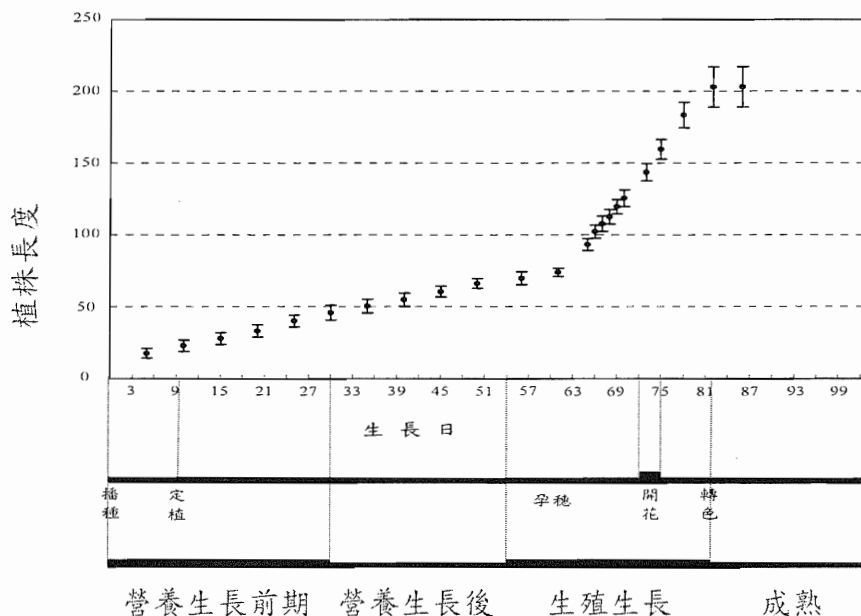


圖 1. 紅藜植株不同發育階段日數及植株長度之變化。種子於 2004 年 3 月 20 日播種，3 月 30 日定植，5 月 12 日開始孕穗，5 月 30 日開花，6 月 9 日穗轉色，6 月 30 日收穫，全部生活史 103 天。

不同栽植季節對紅藜生活史各階段發育所需日數有明顯的影響(表 2)。於 9 月播種者(秋植)之植株發育日數最短，平均 79 日花穗已開始轉色，91 日已成熟可採收。紅藜於 1 月、3 月或 5 月播種的植株，播種後約 100~105 天籽實即成熟可採收。紅藜 12 月播種，可能因生長期氣溫較低，以至於植株發育所需時間較長，屏東品系黃色與紅色穗的植株播種後 129~135 天籽實才成熟，花蓮品系(紅色穗)要 144 天才能採收，發育期間最長(表 2)。

表 2. 紅藜不同栽植季節穗轉色及收穫所需日數(行株距 25 cm, n=10)

	播種至轉色日數	轉色至收穫日數	播種至收穫日數
2006 年 9 月 5 日播種(屏東)	79±0.4 <sup>d</sup>	12±0.7 <sup>b</sup>	91±0.8 <sup>d</sup>
2006 年 12 月 1 日播種			
花蓮紅色	124±3.6 <sup>a</sup>	20±1.1 <sup>a</sup>	144±2.8 <sup>a</sup>
屏東黃色	115±1.3 <sup>b</sup>	14±1.6 <sup>b</sup>	129±1.7 <sup>b</sup>
屏東紅色	123±2.0 <sup>a</sup>	12±1.3 <sup>b</sup>	135±1.5 <sup>b</sup>
2007 年 1 月 25 日播種(屏東)	85±2.2 <sup>c</sup>	20±1.0 <sup>a</sup>	105±2.0 <sup>c</sup>
2007 年 3 月 14 日播種(屏東)	—	—	102-105
2007 年 5 月 3 日播種(屏東)	—	—	96-104

### 三、不同栽植季節對紅藜植株生長及穀粒產量的影響

冬植(12月及1月播種)的植株地上部總長度(莖長加穗長)可達250~270 cm, 3月與9月播種者植株總長降低至190~205 cm, 而5月播種者發育不良, 總長僅有135 cm(表3), 平均每株只有8.6 g的穀粒產量。冬季12月及1月栽植的紅藜雖然植株形體較高大, 但此兩月份單株穀粒產量與9月栽植者無顯著差異, 平均在21~24 g範圍。秋季9月播種的植株, 由播種至收穫只需三個月, 穀粒產量卻與冬植者相當。台灣南部在夏季與秋季是雨季, 播種後長出的紅藜幼苗易被大雨擊倒而死亡。秋植的另一項危害因子是病蟲害。屏東地區9月及10月氣溫炎熱潮濕, 易滋生蟲害及感染黴菌; 在蟲害方面以斜紋夜盜的幼蟲最嚴重, 將葉部、嫩芽及花穗啃食一空, 若不及時以藥劑控制, 則全園植株有可能被啃食盡淨。就紅藜園圃管理而言, 秋植是管理上最麻煩的季節, 所以傳統上原住民族均不在秋天種植紅藜, 多延後至12月或1月才播種, 此時天氣轉涼, 沒有病蟲害問題, 可行粗放管理。在冬季紅藜植株生長期雖需較長日數, 但可在4月或5月上旬雨季未臨前即可採收, 又有連續晴日可曬藜穀, 冬季是方便管理的紅藜栽植季節。

表3. 紅藜不同栽植季節植株總長、莖乾重及穀粒重之比較(屏東種源, 行株距25 cm, n=15)

性狀	2006年9月	2006年12月	2007年1月	2007年3月	2007年5月
植株總長(cm)	192±3.0 <sup>b</sup>	268±10.0 <sup>a</sup>	253±9.3 <sup>a</sup>	204±10.0 <sup>b</sup>	135±5.9 <sup>c</sup>
莖乾重(g)	—	—	18.8±2.4 <sup>a</sup>	—	12.4±0.8 <sup>b</sup>
穀粒重(g)	21.9±1.3 <sup>a</sup>	21.9±2.7 <sup>a</sup>	23.3±1.3 <sup>a</sup>	12.2±1.0 <sup>b</sup>	8.6±1.1 <sup>b</sup>



#### 四、不同栽植距離對紅藜植株生長及穀粒產量的影響

比較不同栽植距離對紅藜生長的影響，發現行株距 35 及 40 cm 的處理，單株穀粒產量約 30~34 g，顯著高於行株距 25~30 cm 兩種處理(21~24 g)；而行株距分別為 15 及 20 cm 的處理，穀粒收穫只有 12 及 16 g (表 4)。上述結果顯示栽植距離越小，植株密度越高的處理，單株穀粒產量會顯著降低，因為密度越高者單株間的生長空間越小，各植株地上部枝葉相互遮陰，地下部根系對水分與養分的競爭也越嚴重。然而，若進一步考慮單位面積的穀粒產量，以行株距 15、25 及 35 cm 的處理為例，每分地(0.1 公頃)分別可收穫約 510、340 及 240 kg 的帶殼穀粒，而紅藜種子佔穀粒 75% 的重量，因此上述栽植距離每分地分別可收穫 383、255 及 180 kg 的紅藜種子。若以行株距 20 cm 來栽種紅藜小苗，每分地約可收穫 400 kg 穀粒，或約 300 kg 的種子。

表 4. 紅藜不同栽植距離植株生活史、總長度及穀粒重之比較(2006 年 9 月播種，n=16)

性狀	行株距 (cm)					
	15	20	25	30	35	40
播種至轉色日數	77±0.6 <sup>c</sup>	79±0.9 <sup>a</sup>	79±0.4 <sup>ab</sup>	80±0.5 <sup>a</sup>	77±0.6 <sup>bc</sup>	80±0.6 <sup>a</sup>
轉色至採收日數	12±0.7 <sup>a</sup>	13±1.0 <sup>a</sup>	12±0.7 <sup>a</sup>	11±0.3 <sup>a</sup>	13±0.8 <sup>a</sup>	13±0.9 <sup>a</sup>
播種至採收日數	89±1.0 <sup>b</sup>	92±1.0 <sup>ab</sup>	91±0.8 <sup>ab</sup>	91±0.8 <sup>ab</sup>	90±0.9 <sup>ab</sup>	92±0.9 <sup>a</sup>
植株總長(cm)	171±5.3 <sup>b</sup>	194±2.9 <sup>a</sup>	191±3 <sup>a</sup>	193±4 <sup>a</sup>	198±4 <sup>a</sup>	189±2 <sup>a</sup>
穀粒重(g)	11.7±1.1 <sup>d</sup>	16.3±1.2 <sup>c</sup>	21.3±1.4 <sup>b</sup>	24.2±2.2 <sup>b</sup>	29.7±1.2 <sup>a</sup>	33.7±1.7 <sup>a</sup>

#### 五、遮陰對紅藜植株生長及穀粒產量的影響

2007 年 1 月對紅藜進行遮陰試驗，結果發現屏東黃色品系的紅藜培育在全光環境的植株，較培育在相對光量 24% 及 10% 者，成熟期所需日數較短，且穀粒收穫量較高(表 5)。生長環境相對光量 24% 及 10% 的植株，單株穀粒產量分別只有 3.0 g 及 0.7 g，穀粒重分別為全光處理(21.4 g) 的 14% 及 3%，尤其是遮陰較多的 10% 光量的植株，莖部無法直立，已呈匍伏狀，生長勢極為衰弱。由遮陰試驗可知紅藜生長發育需要照陽光，此結果與去年度對紅藜光合作用光反應的測定結果是一致的，即紅藜為陽性植物，在種子發芽及幼苗階段即需照強光。

表 5. 紅藜不同光量處理植株生活史、總長度、莖乾重及穀粒重之比較(2007 年 1 月播種，行株距 25 cm，n=16)

	相對光量		
	100%	24%	10%
播種至轉色日數	85±2.2 <sup>c</sup>	102±1.0 <sup>b</sup>	120±0.3 <sup>a</sup>
轉色至採收日數	20±1.0 <sup>a</sup>	20±0.4 <sup>a</sup>	9±0.3 <sup>b</sup>
播種至採收日數	109±2.0 <sup>c</sup>	123±0.0 <sup>b</sup>	129±0.0 <sup>a</sup>
植株總長(cm)	239±9 <sup>a</sup>	200±8 <sup>ab</sup>	157±31 <sup>b</sup>
莖乾重(g)	21.1±2.6 <sup>a</sup>	6.5±0.5 <sup>b</sup>	2.8±0.4 <sup>b</sup>
穀粒重(g)	21.4±1.2 <sup>a</sup>	3.0±0.4 <sup>b</sup>	0.7±0.1 <sup>c</sup>

## 六、紅藜的根系

根系發達擴張，種在地上較能發揮生長潛力，可長至 1.5~2.0 m 高。若用盆栽培育，根系伸展受限，植株長不高，生長發育受限。紅藜細根直徑僅 1 mm，對密實的土壤穿透力弱，不宜在被壓實土地栽種，需要翻鬆土壤。

## 七、紅藜的光合作用性狀

已完成紅藜光合作用光反應、溫度反應及 CO<sub>2</sub> 濃度反應，並曾測得植株不同葉序葉片的光合作用率表現。紅藜為典型陽性植物，光合作用率隨光強度而增加，光飽和點在 2000  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  以上，光飽和光合作用率在 25  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  以上，光補償點約為 40  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (圖 3)。於 CO<sub>2</sub> 濃度 380 ppm 時曾測到淨光合作用率高達 32  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。溫度反應方面，在 20~30°C 時均有極高的淨光合作用率，為廣溫型植物，在 25°C 時有最大光合作用率(圖 4)。紅藜的 CO<sub>2</sub> 飽和點約在 1500 ppm，在該條件下淨光合作用率可超過 40  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  (圖 5)。在葉序(葉齡)方面，越年輕的成熟葉有越高的淨光合作用率，表示植株最上部剛展開的葉片有最佳的光合作用生產力，葉齡越大此生產力很快降低。

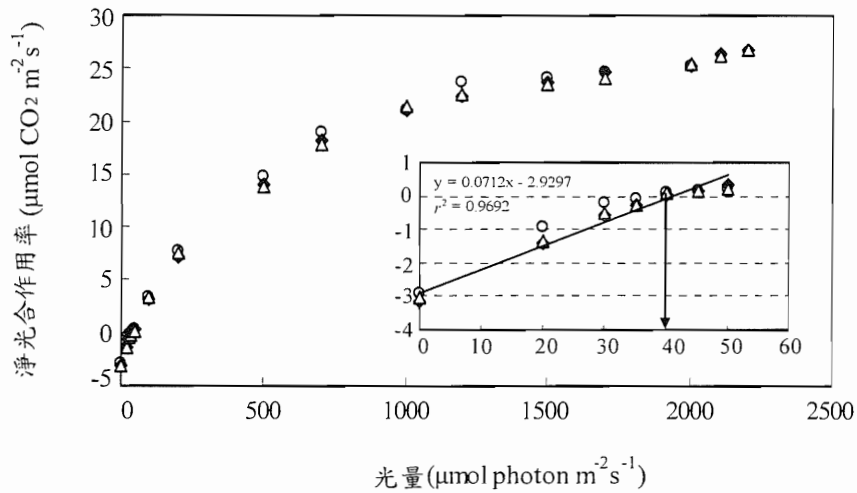


圖 3. 紅藜光合作用光反應曲線

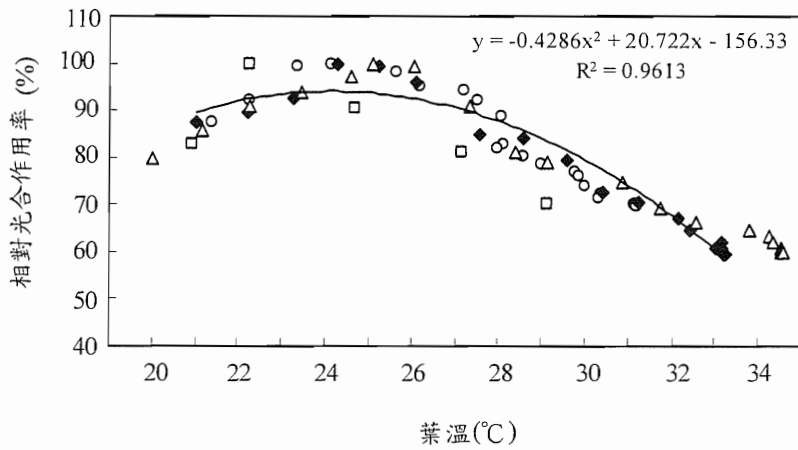


圖 4. 紅藜光合作用溫度反應曲線

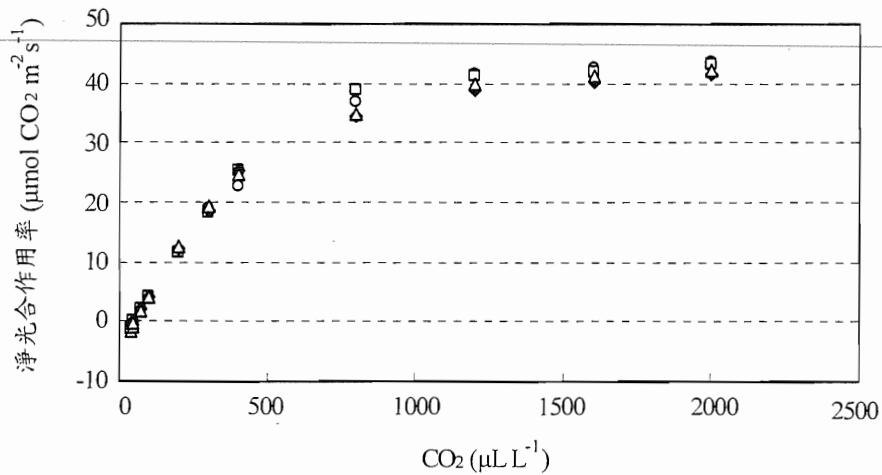


圖 5. 紅藜光合作用二氧化碳反應曲線

### 紅藜不同栽植季節生長發育情況不同



2006年9月播種



2006年12月播種



2007年3月播種

### 遮陰不利紅藜生長發育



100%



透光24%



透光10%

### 紅藜生長快速 9月初播種 12月即可收穫



95年10月10日



95年11月2日



95年12月1日

## 八、結語

紅藜為台灣原住民已使用上百年的傳統穀類作物，種子富含蛋白質，營養價值高，藜穀可供釀製小米酒之酒麴，增添風味。此外紅藜穗色鮮豔美麗，可供插花及園藝用。在栽培技術方面紅藜屏東種源生活史約 100~110 天，花蓮種源生活史較長，約 130~140 天。紅藜植株生長需要高光照，不宜遮陰。紅藜栽植密度行株距以 20~30 cm 較宜。紅藜在屏東以 11 月至 1 月播種較佳，生長期少病蟲為害，穀粒產量豐富。可在雨季來臨前收成、曬乾並收藏。秋播植株三個月即可收成，但病蟲害嚴重，管理較麻煩。

## 九、參考文獻

1. 王惠娟 (2005) 紅藜不同階段光合作用潛力及相關生理活動之變化。國立屏東科技大學森林系碩士論文。
2. 李叡明 (1993) 資源植物學：研究方法入門。淑馨出版社，215 頁。
3. 郭能成、林萬居 (1997) 民俗作物藜之利用評估—播種密度對植株生質量及籽實產量之影響(夏秋作)。雜糧作物試驗研究年報 86: 371-378。
4. 郭能成 (1998) 民俗作物藜之利用評估—播種密度對植株生質量及籽實產量之影響(冬季裡作)。雜糧作物試驗研究年報 87: 372-379。
5. 郭能成 (1999) 民俗作物藜之利用評估—播種密度對植株生質量及籽實產量之影響(春作)。雜糧作物試驗研究年報 88: 307-314。
6. 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。
7. 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。
8. 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。

# 紅藜的營養價值及食品開發

蔡碧仁 教授

國立屏東科技大學食品系

## 一、認識紅藜

紅藜(*Ghenopodium spp.*)為藜屬植物，俗稱 Djulis，原產於南美安地斯山，可於寒冷及貧瘠的土壤生長。在台灣，省產紅藜為原住民傳統五穀糧食，富含豐富的營養，有利於進一步的研究並加工製成食品提高其食用價值。

紅藜的種子粒徑約 1.5 mm 的小圓粒，為其可食用部分，含高量澱粉與蛋白質。種子粉末可用於治療喉嚨痛、或當作小孩子的驅蛔蟲藥等，是利用性甚高的民族植物。

## 二、紅藜營養成分

紅藜種實含有多量能幫助維持生命、促進生長、提供能量及調節身體機能的蛋白質，同時也含豐富的鈣、磷、鐵、鈉及鉀等。經成分分析，紅藜種實的膳食纖維頗高，並優於大部分的穀類。膳食纖維不僅可改善便秘，而且可以降低膽固醇、改善糖尿病、減少致癌物質與腸黏膜的接觸，而抑制大腸癌發生。另外也可預防心血管疾病、膽結石、肥胖，所以多食用紅藜等高膳食纖維的食品，可有效預防上述文明病的發生。最特別的是紅藜種實具有高量人體無法自行合成的必需胺基酸，例如離胺酸、纈胺酸和組胺酸等，這些胺基酸是稻米等穀類所欠缺的，所以穀類產品中可適當添加紅藜種實以彌補必需胺基酸的不足。此外，紅藜種子所含胺基酸中的精胺酸成分比其他穀類來得高，有助於提升免疫力。

紅藜的葉部、莖桿及花穗具有黃、橙、紅、紫等多種顏色，而色素主要為甜菜色素(Betainin)。文獻記載甜菜色素可治療腸胃和肝障礙、糖尿病、肝炎和腸抽筋等，也可用於治療咳嗽、支氣管疾病和氣喘。最重要的是紅藜所含的甜菜色素與多酚類一樣，具有很高的抗氧化能力及抑制腫瘤的效果。

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. 紅藜與其他穀類胺基酸成分比較

胺基酸種類	紅藜種類		其他穀類			
	紅色	黃色	小麥	大麥	米	玉米
蘇胺酸(Threonine)*	0.46	0.46	0.34	0.35	0.26	0.30
胱胺酸(Cysteine)	N.D	N.D	0.44	0.41	0.20	0.38
纈胺酸(Valine)*	0.60	0.55	0.43	0.52	0.45	0.42
甲硫胺酸(Methionine)*	0.10	0.12	0.25	0.35	0.20	0.35
異白胺酸(Isoleuine)*	0.51	0.46	0.39	0.44	0.31	0.45
白胺酸(Leucine)*	0.85	0.82	0.69	0.80	0.56	1.44
酪胺酸(Tyrosine)	0.43	0.42	1.03	0.90	0.62	0.51
苯丙胺酸(Phenylalanine)*	0.58	0.55	0.50	0.90	0.57	0.71
組胺酸(Histidine)*	0.38	0.35	0.20	0.21	0.13	0.20
離胺酸(Lysine)*	0.73	0.70	0.36	0.33	0.26	0.32
精胺酸(Arginine)	1.21	1.17	0.43	0.42	0.25	0.32

\*必需胺基酸；單位：(% of protein)

表 3. 紅藜與不同食品或油脂之脂肪酸比較

	紅藜	大豆	花生	大豆油	葵花籽油
肉豆蔻酸 (14:0)	0.31	N.D.	N.D.	—	—
棕櫚酸(16:0)	15.5	9.4	9.3	12.0	8.0
棕櫚油酸(16:1)	N.D.	N.D.	N.D.	—	—
硬脂酸(18:0)	1.12	4.4	2.0	2.0	5.0
油酸(18:1)	19.6	21.6	44.7	24.0	21.0
亞麻油酸(18:2)	48.4	55.2	35.8	54.0	66.0
次亞麻油酸(18:3)	5.03	9.4	N.D.	8.0	N.D.
Eicosaenoic acid(20:1)	0.77.	N.D.	4.2	—	—
Docosanoic acid (22:1)	N.D.	N.D.	3.4	—	—
Tetracosanoic acid(24:0)	N.D.	N.D.	1.9	—	—

N.D.: 未測得; 單位:(%)

表 4. 紅藜與其他食品多酚類抗氧化成分比較

食品種類	紅藜	大麥	玉米	稻米	高粱
多酚類含量 (mg/100g 乾重)	800~1000	1200~1500	30	8.6	540~1200
食品種類	蘋果	葡萄	柑桔	葡萄柚	番茄
多酚類含量 (mg/100g 鮮重)	27~298	50~490	50~100	50	85~130
食品種類	綠茶	紅茶	啤酒	紅酒	白酒
多酚類含量 (mg/100g 乾重)	20~35	22~3	60~80	1000~4000 (mg/L)	200~300 (mg/L)



### 三、不同季節紅藜抗氧化特性

紅藜的抗氧化成分以酚類(類黃酮、總酚)及甜菜色素為主。酚類廣泛地存在植物體中，特別是葉、花、果實組織中，是植物二次代謝的產物，最受矚目為抗氧化作用，然而，植物採收部位、生長季節、成長階段都會影響酚類含量和抗氧化活性。在季節方面，經研究後發現，抗氧化成分或甜菜色素含量皆以冬季採收者含量較高。抗氧化力方面，黃色品種的還原力大於紅色品種，冬季採收者的還原力又高於夏季採收者，此可能是由於冬季採收者含有較高的總酚、類黃酮及甜菜色素所致。

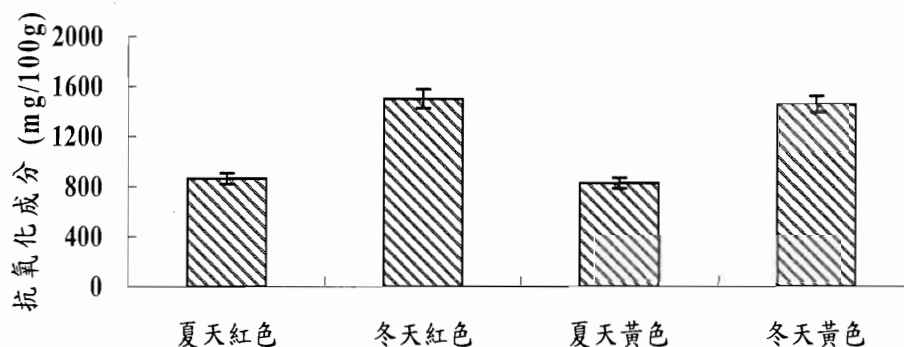


圖 1. 不同品種、季節紅藜水萃液抗氧化成分之比較

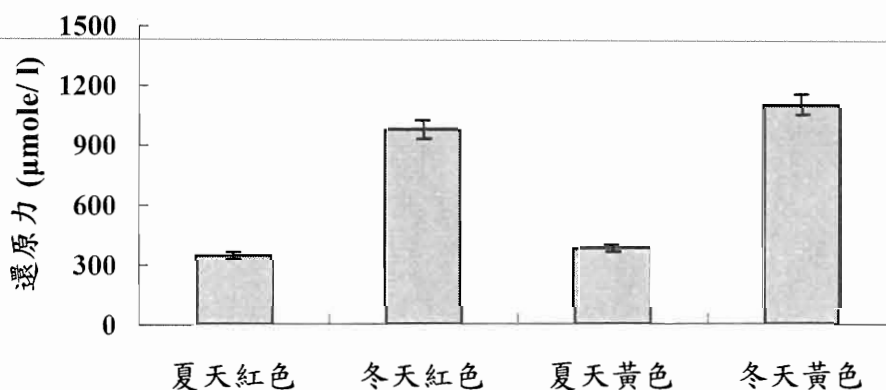
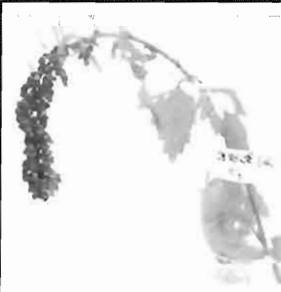

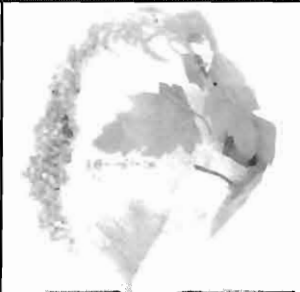


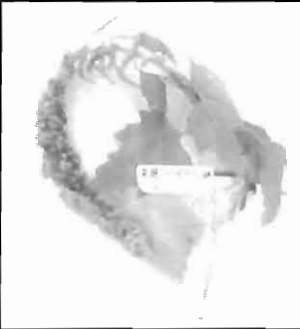
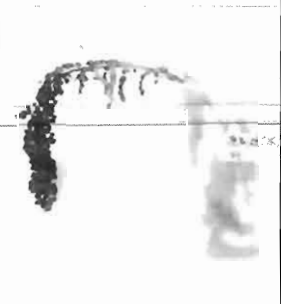




圖 2. 不同品種及季節紅藜水萃液還原力之變化

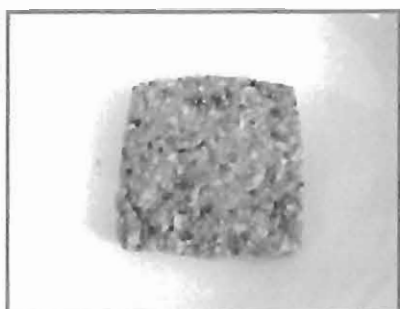
#### 四、紅藜切花保鮮技術

紅藜花穗色彩鮮豔多變，具有應用於切花藝術的價值，但紅藜切花保鮮期極短，約採收後三至四天即已枯萎，故切花市場上極為少見。利用適當的保鮮劑及包裝方法，可提高紅藜切花一倍的瓶插壽命。

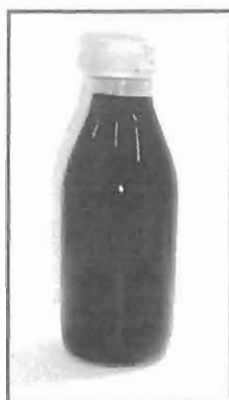
處理 天數	控制組(水)	保鮮劑	保鮮劑+包裝
0 天			
4 天			
7 天			

## 五、紅藜加工與利用

由於紅藜營養豐富，相較於一般蔬菜或種子作物，更可對人類可提供營養與醫藥用途。目前紅藜最主要的利用方式為煮成稀粥或作為酒類發酵提高風味之用。經過研究，在紅藜食品利用方面，已可經由不同加工方式(蒸煮、微波、烤、炸及擠壓膨發)，開發出各式各樣的紅藜產品，例如：紅藜燕麥脆餅、紅藜微波米、紅藜蒸飯、紅藜炸薯球、紅藜香鬆、及紅藜米香等產品。紅藜飲料也已開發成功，具有與番茄汁或綠茶相似的還原能力或自由基清除能力。



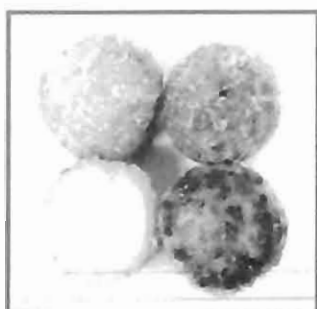
紅藜燕麥脆餅



紅藜飲品



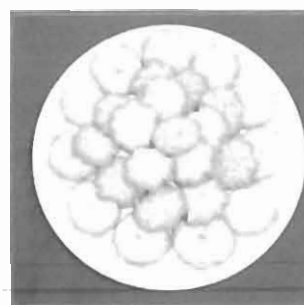
紅藜米香



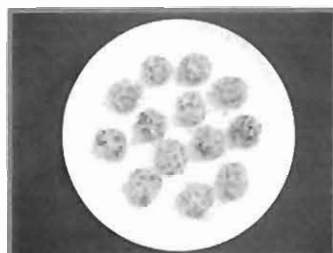
紅藜炸薯球



紅藜飯糰



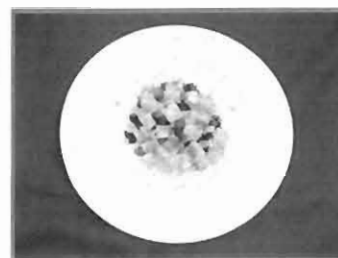
丹麥小西餅



紅藜珍珠丸子



紅藜台式月餅



華爾道夫沙拉

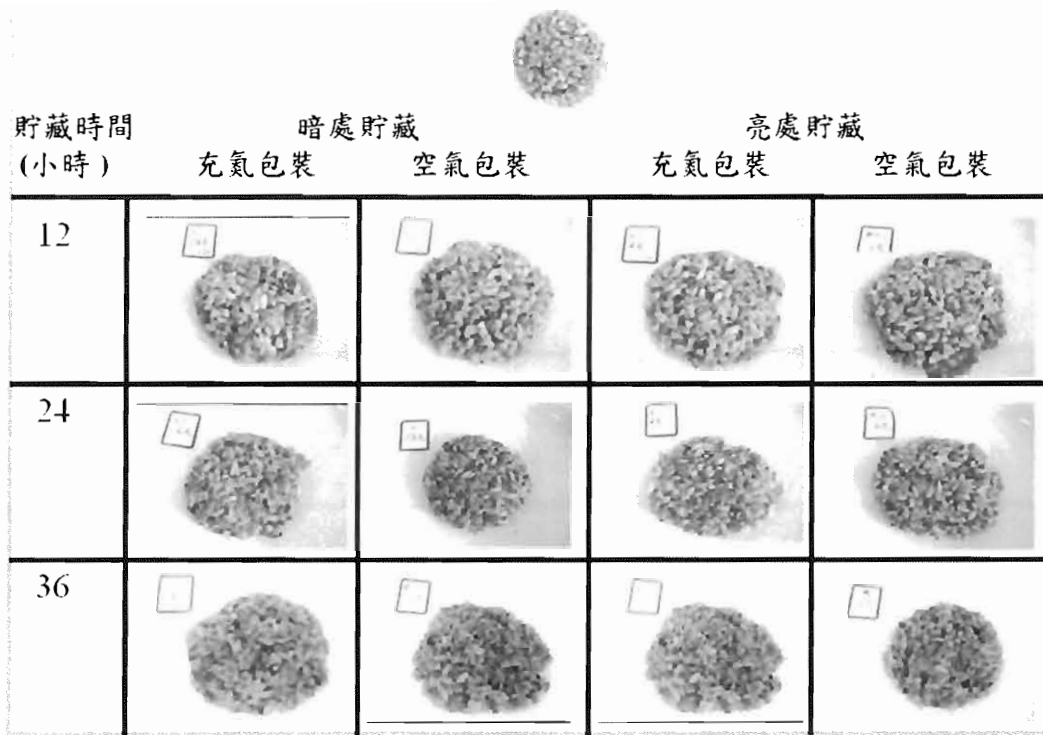


圖 4. 紅藜加工品貯藏之變化

相關產品進行儲存試驗，經由品質及抗氧化力分析顯示，添加紅藜可明顯保持產品較佳抗氧化品質，而避光及充氮包裝有利於紅藜微波米或紅藜飯糰色澤與抗氧化性之保持。因此只要配合適當之方式與條件，省產紅藜值得永續利用與推廣。

## 六、紅藜永續利用與發展

由於紅藜的高營養價值，目前有些國家如美國、日本、丹麥及加拿大等，均鼓勵學者研究，擬使紅藜開發成為新的糧食作物。也有許多學者擬針對其驅蟲特性，研究將其開發為趨蚊蟲劑。此外，紅藜亦被美國國家航空暨太空總署的 CELSS (Controlled Ecological Life Support System)，視為有潛力的「新」作物。故紅藜所附加的經濟價值，值得進一步開發利用並推廣。

# 紅藜澱粉酶在小米酒與麵包產業的應用

葛孟杰

國立高雄大學生命科學系

## 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  $\text{CO}_2$  氣體， $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ ，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。紅藜已經是原住民傳統的糧食作物，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行之方案。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

# 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



(一) 小米選種



(二) 小米搗碎去殼



(三) 搓揉成形



(四) 揉好的小米團用香蕉葉包起，再用月桃莖綁好後，放入蒸鍋中蒸熟。



(五) 蒸熟後的小米糕

## 排灣族小米酒傳統的釀造過程-1

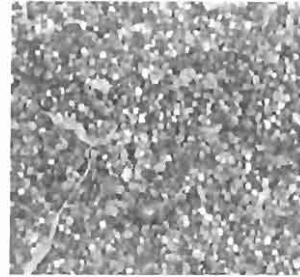
## 紅藜粉末配製



1. 採收紅藜



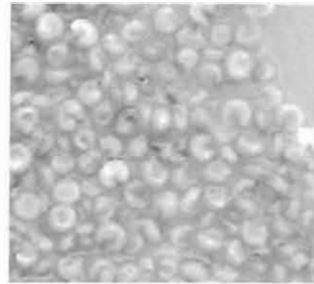
2. 太陽下曬至乾燥為止



3. 用手將子跟莖分離，只留下子



4. 紅藜搗碎去殼



5. 去殼後的紅藜

## 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



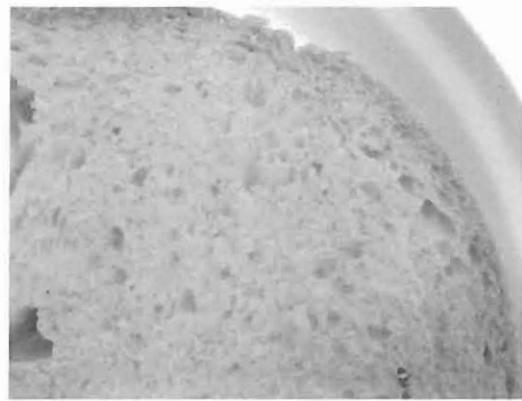
12.2 cm，較普通麵包的 11.5 cm 高了約 0.7 cm，紅藜麵包確實較普通麵包大。將麵包切開觀察，發現紅藜麵包的孔隙雖然不如預測的較普通麵包的孔徑大，但孔隙卻較多且排列緊密。用解剖顯微鏡觀察更細部的結構，可以清楚的看到，普通麵包的孔洞較疏散；而紅藜麵包的孔洞是一個連著一個的。另外我們將紅藜煮過，使澱粉酶失活後用來製作麵包，以了解是紅藜的澱粉酶或是醣類使麵包發酵較佳。測量大小後發現，無澱粉酶活性的紅藜麵包，大小與普通麵包並沒有明顯的差異；而觀察麵包切面，看到其孔隙只較普通麵包稍細密。確定紅藜的澱粉酶在麵包發酵的效果後，我們將砂糖從材料中去除，觀察無糖環境下普通麵包和紅藜麵包發酵的狀況。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，在麵包中添加紅藜粉，確實能使酵母菌產生更多的 CO<sub>2</sub> 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  $\alpha$ -澱粉酶、 $\beta$ -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  $\beta$ -澱粉酶，而  $\alpha$ -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糖類，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糖類，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，更可利用其所含有之澱粉酶，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。



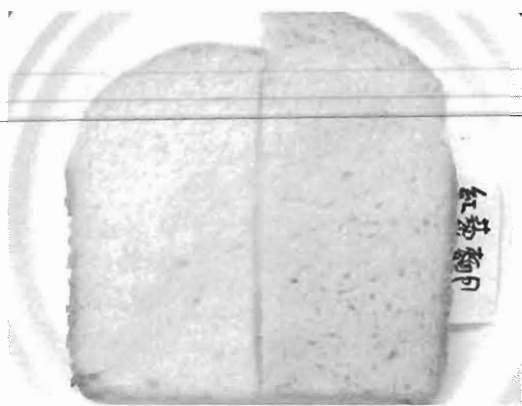
有糖紅藜麵包外觀



有糖紅藜麵包孔隙較多且排列緊密



普通麵包(左)與紅藜麵包(右)孔隙分布比較



普通麵包(左)與紅藜麵包(右)外觀比較

#### 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。
6. 伊藤寬 (1994) 酒麴製造。日釀協誌 89(12): 948-953。
7. 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。
8. 歐陽港生 (1999) 中式白酒之儲存、陳化與促熟。製酒類科技專論彙編, 公賣局專刊, pp.49-88。
9. 林仁吾、徐明國、黃雋、黃及時與彭文正 (2000) 小米酒汁研製。台灣省酒廠研究年報, p107-122。
10. 王惠娟 (2005) 紅藜不同階段光合作用潛力及相關生理活動之變化。國立屏東科技大學森林系碩士論文。
11. Antonelli, A., Castellari, L., Zambonelli, C. and Carnacini, (1999) A., Yeast influence on volatile composition of wines. J. Agri. Food Chem. 47(3): 1139-1144.
12. Chandler JW, Apel K, Melzer S (2001) A novel putative $\beta$ -amylase gene and AT $\beta$ -Amy from *Arabidopsis thaliana* are circadian regulated. Plant Sci. 161: 1019-1024.
13. Dreier W, Schnarrenberger C, Borner T (1995) Light and stress-dependent enhancement of amylolytic activities in white and green barley leaves:  $\beta$ -amylases are stress-induced proteins. Journal of Plant Physiology 145: 342-348.
14. Diaz-Reganon, D.H., Salinas, R., Masoud, T. and Alonso, G., (1998) Adsorption-thermal desorption-gas chromatography applied to volatile compounds of Madrid region wines. J. Food Composition & Analysis .11(1):

54-69.

15. Johnson, D. L. (1990) New grains and pseudograins. p.122-127. In:Janick, J., and J. E. Simon (eds). *Advances in New Crops*. Timber Press. Portland.
16. Kampfenkel K, Montagu MV, Inzé D (1995) *Analytic Biochem* 225: 165-167.
17. Kaplan F, Guy CL (2004) beta-Amylase induction and the protective role of maltose during temperature shock. *Plant Physiol.* 135:1674-84.
18. Lin CC, Kao CH (1995) NaCl stress in rice seedlings: starch mobilization and the influence of gibberellic acid on seedling growth. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 36: 169-173.
19. Nakamura K, Ohto M, Yoshida N, Nakamura K (1991) Sucrose-induced accumulation of  $\beta$ -amylase occurs concomitant with the accumulation of starch and sporamin in leaf-petiole cuttings of sweet potato. *Plant Physiol.* 96: 902-909.
20. Nielsen TH, Deiting U, Stitt M (1997) A  $\beta$ -amylase in potato tubers is induced by storage at low temperature. *Plant Physiol.* 113: 503-510.
21. Teotia S, Khare S.K, Gupta M. N (2001) An efficient purification process for sweet potato b-amylase by affinity precipitation with alginate. *Enzyme Microb. Technol.* 28: 792-795.