

2024 年「科學探究競賽-這樣教我就懂」延續性作品說明書

本屆參展作品為延續已發表過之研究內容再進行延伸研究者，須檢附此說明書

【須一併檢附最近一次已參展研究作品說明書或海報】。

參加組別：技高組

學生姓名：戴苡亘、馮毓驊、林均叡、楊立源

就讀學校：臺北市立松山高級工農職業學校

作品名稱：膨發食品與台灣藜應用

之前研究作品參賽年(屆)次/作品名稱/參展名稱/獲獎紀錄(相關參展紀錄請逐一列出)

參賽年(屆)次：2023 年、1121015 梯次

參展名稱：第 1121015 梯次全國高級中等學校小論文競賽

作品名稱：「發」自內心喜歡「藜」-探討台灣藜製作膨發食品之可行性

獲獎紀錄：甲等

參賽年(屆)次：2024 年

參展名稱：全國高級中等學校專業群科 113 年專題實作及創意競賽

作品名稱：「糟」點「發」現「藜」真棒

獲獎紀錄：無

參賽年(屆)次：2024 年、1130315 梯次

參展名稱：第 1130315 梯次全國高級中等學校小論文競賽

作品名稱：「糟」點「發」現「藜」真棒

獲獎紀錄：無

備註：1.校內競賽不需填寫。

2.當屆地方、分區科學展覽會競賽紀錄不需填寫。

請依下列各項，列出此次參展之作品內容，與先前已完成之研究作品不同之處。

更新項目確認 (請勾選)	項目	本屆參展作品之更新要點 (有勾選之項目需於此欄說明)
✓	題目名稱	膨發食品與台灣藜應用
✓	探究題目與動機	刪除台灣藜紅糟醬之探究題目與動機
✓	探究目的與假設	刪除台灣藜紅糟醬之探究目的與假設
✓	探究方法與驗證步驟	刪除台灣藜紅糟醬之探究方法與驗證步驟 新增擠壓膨發示意圖
✓	結論與生活應用	新增台灣藜產品 SWOT 分析表、Logo 設計、台灣藜米果營養標示、修改感官品評數據
✓	參考資料	新增參考文獻
	其他更新	

附件：

■ 最近一次已參展研究作品說明書及海報(2024 年)

作者本人及指導教師皆**確認據實**填寫上述各項內容，並僅將未參展或發表過的後續研究內容發表於**作品說明書**或**展示海報**上，以前年度之研究內容已據實列為參考資料，並明顯標示。

學生簽名 戴苡旦、馮毓華、林均勳、楊立源

指導教師簽名 李晏雯

日期：113.4.1

填寫完後請掃描本文件，並 mail 至 sciexplore.tw@gmail.com

全國高級中等學校專業群科 113 年專題實作及創意競賽

「專題組」作品說明書

群 類：食品群

參賽作品名稱：「糟」點「發」現「藜」真棒

關 鍵 詞：台灣藜、米果、紅糟醬



目錄

摘要.....	1
壹、 研究動機.....	1
一、 動機.....	1
二、 研究目的.....	1
貳、 主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	1
一、 健康飲食概念.....	2
二、 藜麥簡介.....	3
三、 膨發食品簡介.....	4
四、 發酵食品簡介.....	5
參、 研究方法.....	6
一、 研究架構.....	6
二、 實驗器材與藥品.....	6
三、 (實驗一) 以不同比例台灣藜混合糙米製作台灣藜米果.....	7
四、 (實驗二) 台灣藜米果水活性測定.....	7
五、 (實驗三) 台灣藜米果色澤測定.....	7
六、 (實驗四) 台灣藜米果感官品評.....	8
七、 (實驗五) 20%台灣藜米果添加不同水份測定膨發度.....	8
八、 (實驗六) 台灣藜紅糟醬製作.....	8
九、 (實驗七) 台灣藜紅糟醬測定之 pH 值.....	9
十、 (實驗八) 台灣藜紅糟醬之糖度測定.....	9
十一、 (實驗九) 台灣藜紅糟醬之酸度測定.....	9
十二、 (實驗十) 台灣藜紅糟醬之酒精度測定.....	9
肆、 研究結果.....	9
一、 台灣藜米果.....	9
二、 台灣藜紅糟醬.....	12
伍、 討論.....	15
一、 米果穀物的選擇.....	15
二、 台灣藜米果的添加最適條件.....	16

三、	台灣藜米果成品總分析	16
四、	台灣藜紅糟醬成品總分析	16
五、	台灣藜產品 SWOT 之分析	17
六、	台灣藜米果與台灣藜紅糟醬包裝設計及營養標示	17
陸、	結論	18
一、	添加 20% 台灣藜與 2% 水份調濕結合出最適膨發度	18
二、	符合低醣飲食及全營養利用	18
三、	低水活性且保存性佳之食品	18
四、	以台灣藜發酵紅糟醬之相乘功效	18
五、	認識台灣藜及未來展望	18
柒、	參考資料	19

表目錄

表 1、	比較全穀物與精緻穀物差異	2
表 2、	台灣藜與進口藜麥、稻米一般成分之比較	3
表 3、	低水活性可保存之加工食品	5
表 4、	不同來源原料與菌醃製得之發酵食品	5
表 5、	市售常見紅麴發酵產品	5
表 6、	台灣藜米果之製作步驟	7
表 7、	台灣藜米果水活性測定	7
表 8、	台灣藜米果色澤測定步驟	8
表 9、	紅糟配方	8
表 10、	成品直徑及橫切面	10
表 11、	台灣藜米果水活性值測結果	10
表 12、	台灣藜米果樣品編號	11
表 13、	20% 台灣藜米果添加水份膨發度、水活性	12
表 14、	台灣藜產品 SWOT 之分析	17

圖目錄

圖 1、	水活性與食品劣變反應	4
圖 2、	台灣藜米果之色差	10
圖 3、	香氣及風味	11
圖 4、	外觀及口感特性	11

圖 5、接受價格.....	12
圖 6、整體喜歡程度.....	12
圖 7、台灣藜紅糟醬之 pH 值.....	13
圖 8、台灣藜紅糟醬之糖度.....	13
圖 9、台灣藜紅糟醬之酸度.....	13
圖 10、台灣藜紅糟醬第零天色差.....	14
圖 11、台灣藜紅糟醬第三天色差.....	14
圖 12、台灣藜紅糟醬第七天色差.....	14
圖 13、台灣藜紅糟醬第十四天色差.....	14
圖 14、台灣藜紅糟醬 a 值色度比較。.....	15
圖 15、台灣藜紅糟醬酒精度.....	15
圖 16、Logo 設計.....	17
圖 17、台灣藜米果營養標示.....	17
圖 18、台灣藜紅糟醬 Logo 設計、營養標示.....	17

摘要

此專題主要是探討台灣藜的利用性，創造符合低醣、低油和全穀物利用的目標，具即食性、便利性、低熱量、原形食物應用之特色，採用添加不同比例的台灣藜和糙米混合進行膨發加工，製成台灣藜米果，由感官品評法發現添加 20%台灣藜的米果最受大眾喜愛，在探討水份對成品膨發度影響部分結果顯示，台灣藜原料添加 2%水份之成品的膨發效果佳。因台灣藜富含澱粉，且已知紅麴菌具有降血脂功效，故以不同比例台灣藜結合圓糯米，嘗試釀製台灣藜紅糟醬，期能保留紅色色澤兼具機能性，結果顯示添加 30 %台灣藜紅糟醬，成品整體分析值均佳，若能將東方台灣藜米果結合台灣藜紅糟醬，取代西方薯條配番茄醬的飲食習慣，國人勢必更加健康。

壹、研究動機

一、動機

近年來由於健康飲食概念愈受重視，能夠符合低醣、全穀物的超級食物「台灣藜」，比其他穀類含有較高的蛋白質、膳食纖維、礦物質的優點，因此成為我們想要探討的食材。以台灣藜為原料將其之與糙米結合功能，製作膨發食品，創造符合低醣、低油和全穀物利用的目標，具即食性、便利性、低熱量、原形食物應用之特色。

二、研究目的

- (一)了解藜麥在全穀物飲食及低醣飲食之角色。
- (二)以不同比例台灣藜混合糙米製作米果，找出台灣藜米果最適條件之探討。
- (三)以不同比例台灣藜混合圓糯米發酵，製作台灣藜紅糟醬將其進行成品分析。

貳、主題與課程之相關性或教學單元之說明

	相關範圍	範圍內容
食品加工(上)	2-1 營養素的種類	醣類
	3-3 食品的保藏方法與應用	保藏原理
	4-2 米食加工	膨發類
食品加工(下)	6-1 釀造食品之認識	釀造食品定義、發酵方式
食品化學與分析(上)	2-8 食品感官品評	嗜好性實驗
食品化學與分析(下)	3-2 醣類	食品中主要醣類
食品化學與分析實	9-1 食品樣品酸鹼中和	食醋中醋酸含量測定

習(上)	滴定	
	10-1 pH計之操作及加工產品 pH 值測定	pH 值測定
	10-2 分光光度計之操作及樣品測定	分光光度計操作
食品化學與分析實習(下)	13-3 水份含量測定-儀器測定法	鹵素水份分析儀測定
	13-4 水活性測定	水活性測定儀操作
	14-2 簡易糖度測定及糖度計校正	手持屈折糖度計使用、食品糖度測定

一、 健康飲食概念

依據國民健康署建議，一天當中至少要攝取三分之一的全穀物和未精緻雜糧。全穀物多指為未精緻穀物如糙米，其口感較硬，且消化和吸收較為緩慢，影響血糖上升程度也較少，營養價值大勝精緻穀物（食力，2016）。

（一） 全穀物

台灣藜、藜麥、蕎麥等，除了種子組成與穀物類似外，又因其一般食用方式與穀物類似，因而被歸類為假穀物。未將穀物精緻化去除麩皮和胚芽，而保留更多的營養成分，例如維生素、礦物質等，如表 1（衛生福利部國民健康署，2023），同時保留存在於麩皮上的機能性物質，例如酚類化合物、木質素等，此外研究顯示這些台灣藜的膳食纖維比燕麥高，蘆丁含量及抗氧化色素量也高於蕎麥高，故為全方位保健食品的食材（賴喜美，2023）。

表 1、比較全穀物與精緻穀物差異

穀物構造				
構造	全穀物			精緻穀物
	外殼	麩皮	胚芽	胚乳為主
代表性產品	糙米、台灣藜			白米、麵條、吐司
差異	保留外殼、胚芽和麩皮			只有胚乳
優點	1. 消化和吸收緩慢，影響血糖程度少 2. 改善消化、強健骨骼 3. 富含礦物質 4. 維生素 B 群，有助新陳代謝 5. 碳水化合物含量 48.5%			1. 消化、口感、吸收佳 2. 能維持機能、增進營養 3. 碳水化合物含量 75%
缺點	鉀含量過高，對腎臟病患者不宜過量			影響血糖程度多

（資料來源：作者整理自衛生福利部國民健康署）

(二) 低醣飲食

低醣飲食的目的在於限制攝取澱粉類的食物，以抑制血糖升高、預防糖尿病。在低醣飲食中可攝取深色蔬菜；脂肪含量較低的肉品；應避免攝取糖分較高的水果，及避免過多精緻澱粉，可適量攝取南瓜、燕麥、藜麥作為醣質來源（綠色和平，2023）。

(三) 釀造食品

釀造是由不同有益微生物進行發酵作用，具有提高食品貯藏性及提升功能性與產生有益特殊成分的一種方式，在日本長者的飲食習慣中發現共通點為，長期食用納豆味噌等有益的釀造食品，屬於健康飲食（康健，2023）。

二、 藜麥簡介

(一) 台灣藜

台灣藜俗稱台灣藜，台灣種植地位於台東和屏東，產量一年總約在 200 至 300 公噸之間（黃宇如，2017）。，但台灣目前台灣藜以小農種植為主，過去常被誤認為是外來種植物，因為台灣藜僅能依賴人為方式播種生植，導致種植過程未被重視，直到 2006 年林務局進行樣本的對比研究才受到重視（蔡碧仁，2008）。

(二) 一般成分

台灣藜是原住民傳統穀類糧食，可作為主食之一，有豐富的必需胺基酸（鄭伊娟，2010），故將進口藜麥與台灣藜及稻米做比較，由表 2 可知台灣藜具有低醣、高蛋白質和高纖維質（鄭世政，2021）。台灣藜含有豐富的機能性成分，以酚類為主（0.8-1.5%），以蘆丁含量最高，佔 70%，可維持血管彈性，抗過敏與抗癌，為良好的植物多酚類來源，具有強大的抗氧化能力（蔡碧仁，2008 年），蛋白質含量由高至低為：台灣藜 > 進口藜 > 稻米。

表 2、台灣藜與進口藜麥、稻米一般成分之比較

	台灣台灣藜 (Djulis)	藜麥(白、黑、紅) (Quinoa)	稻米 (Rice)
水 (%)	10.15	13.28	0.6
粗蛋白 (%)	17.3	14.12	7.5
粗脂肪 (%)	0.91	6.07	0.5
澱粉 (%)	48.5	64.16	77.2
膳食纖維 (%)	17.6	7	0.3
鈣 (ppm)	6401	470	50
鉀 (ppm)	35280	5630	860

(資料來源：蔡碧仁，2008)

三、 膨發食品簡介

(一) 原理

膨發食品是利用原料受熱形成壓力差，使水份升溫汽化，撐開食品體積，最後熟化形成，因具原料本身特殊香氣，且產品吃起來蓬鬆、酥脆，常做為休閒食品，本實驗採天然食材台灣藜與糙米製成之台灣藜米果，採非油炸之膨發技術，且可不必外加賦形劑，就可將兩者合而為一成具有低水活性、低水含量之成品，符合食品加工目的之一，再搭配充氮包裝即可，使保存期限較生鮮原料長，且食品經高溫處理，減少病原微生物生長的機會，成品具即食、低熱量、便利性，為一健康的休閒食品（泛科學，2018）。

(二) 食品保存與水活性關係

水活性是指食品中自由水的多寡，降低水活性為食品保存意義，由圖 1 可知水活性降至 0.6 以下，能抑制部分微生物的生長及減低油脂氧化作用，因此欲將食物長期保存，水活性的控制是最重要的條件，低水活性可保存之加工食品如表 3，常見於常溫保存之加工食品為中濕性食品，如表 3 中的蜜餞，其水份含量介於 20~40%、水活性介於 0.65~0.85，其優點為室溫下長期儲藏也不會腐敗、且風味組織較接近天然食品；其缺點為易受酵母及黴菌汙染，可利用加熱來改善（賴金泉、王昭君，2021）。

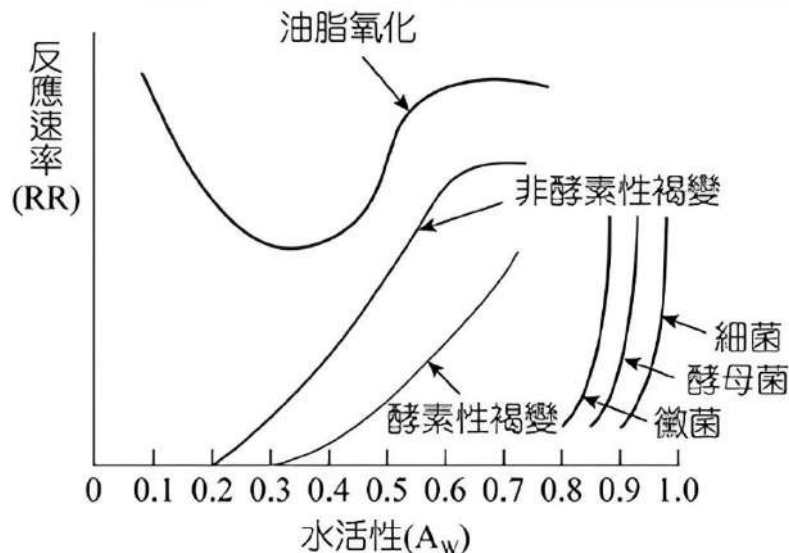





圖 1、水活性與食品劣變反應（資料來源：賴金泉、王昭君，2021）

表 3、低水活性可保存之加工食品

食品				
	乾麵條	速食麵	乾燥蔬果	蜜餞
水份 (%)	13~15	10	5~7	20~40
水活性 (Aw)	<0.80	<0.80	0.6~0.64	0.65~0.85

四、發酵食品簡介

常見不同原料之釀造食品，如表 4。

表 4、不同來源原料與菌醃製得之發酵食品

原料	穀類			蔬果	畜產		水產
食品							
品名	穀物醋			葡萄酒	起司		柴魚片
菌醃	細菌	酵母	黴菌	酵母	細菌	黴菌	黴菌

(一) 紅麴發酵食品簡介

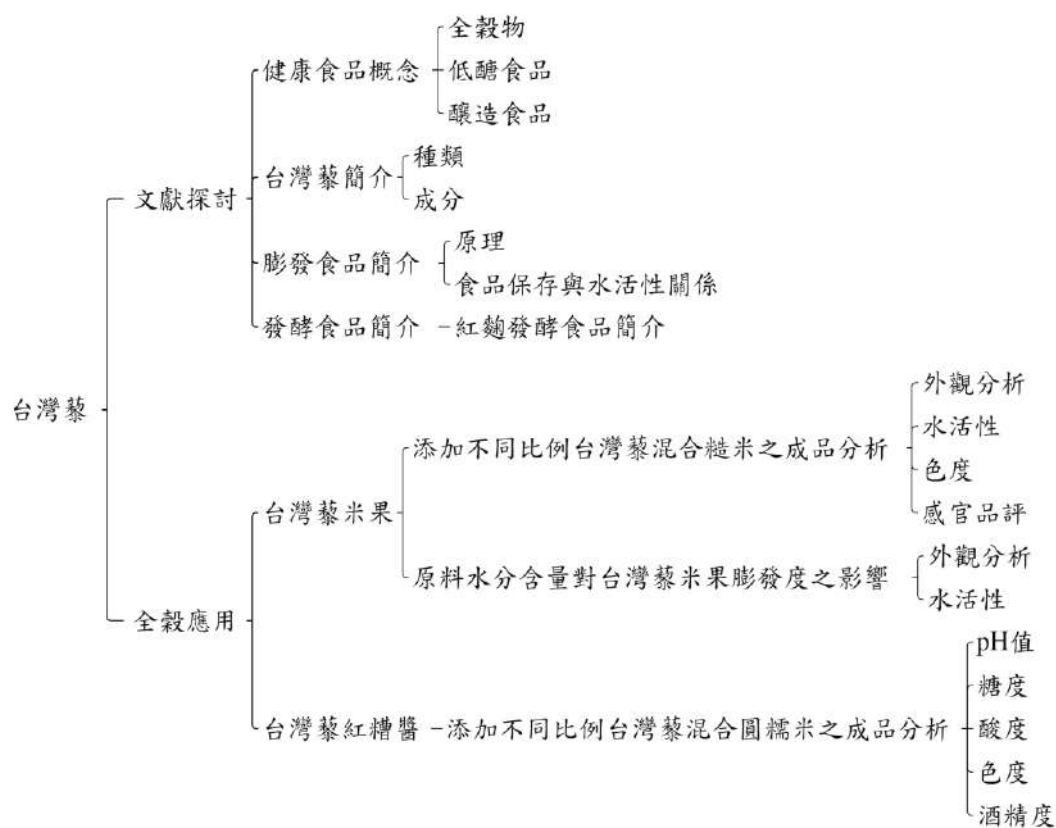
紅麴為亞洲傳統的發酵製品，以蒸熟米飯接種紅麴菌發酵而成，發酵過程中會產生黴菌毒素，具有防腐的功能（食力，2023）紅麴中因為紅麴菌對澱粉糖化能力強，但對酒精發酵能力差，因此能產生有益的代謝產物，例如降血壓物質，能調節血脂，改善三高的效果，紅麴雖能產生有益的代謝產物，但也會伴隨著橘黴素，此菌為具有毒性的真菌毒素，會對肝臟、腎臟造成損傷，需注意保存條件（衛生福利部食品藥物管理署，2016），市售常見紅麴發酵產品，如表 5。

表 5、市售常見紅麴發酵產品

		
紅麴醬油	紅露酒	紅糟肉

參、 研究方法

一、 研究架構






二、 實驗器材與藥品

恆溫培養箱	研鉢及研棒	定量瓶
刻度吸管	福魯吸管	糖度計
色度測定儀	鹵素水份測量儀	精秤天瓶
離心機	離心管	藥匙
漏斗	試管及試管架	洗滌瓶
安全吸球	滴管	玻棒
燒杯	量筒	錐形瓶
水活性	pH計	滴定管及滴定管架
果酒計	75%酒精	0.1N NaOH

三、（實驗一）以不同比例台灣藜混合糙米製作台灣藜米果

為增加台灣藜全利用的目的，故結合米食加工課程中所學，利用加壓乾燥達到食品保藏目的，以台灣藜分別添加 1%、5%、10%、15%、20%，與糙米混合製作健康米果，以純米無添加的方式進行，使成品口感膨鬆，突破銀髮族咬口性不佳的限制，嘗試製作台灣藜米果。

表 6、台灣藜米果之製作步驟

			
膨發機暖機	秤取原料	放入原料	膨發成型

四、（實驗二）台灣藜米果水活性測定

常見測定水活性的儀器為水活性儀，其利用冷鏡露點原理，搭配內部風扇加速蒸氣壓平衡，即可快速測量樣品的水活性（賴金泉、王昭君，2021）。


表 7、台灣藜米果水活性測定

		
將水活性儀開機	放入樣品，等待 15 分	記錄數值

五、（實驗三）台灣藜米果色澤測定

色差儀為辨色儀器，能測量樣品的色彩值，其原理為樣品和標準色進行比對，得出差異值；CIE Lab 色彩空間中有以下數值：L 值為亮度軸，其表示顏色亮度，0 為黑、100 為白，數值越大則越亮；a 值為紅綠軸，正值呈紅色，負值呈綠色，0 為中性色；b 值為黃藍軸，正值呈黃色，負值呈藍色，0 為中性色，若數值越大，則代表色差越大（蔡佳容，2008）。

表 8、台灣藜米果色澤測定步驟

		
校正色差儀	測定色差	結果紀錄

六、（實驗四）台灣藜米果感官品評

依照此產品之外觀、香味、風味、口感購買意願及整體感受進行品評，分別取 1%、5%、10%、15%、20%之台灣藜米果進行品評，採用五分制，喜歡為 5 分，不喜歡為 1 分。特性評估打勾者為一分，空白者為零分。

七、（實驗五）20%台灣藜米果添加不同水份測定膨發度

依照此產品之外觀、香味、風味、口感購買意願及整體感受進行品評感官品評，得知 20%之台灣藜米果為最適風味，再進行 0%、1%、2%的水份添加，尋找最適膨發添加水份。

八、（實驗六）台灣藜紅糟醬製作

為增加台灣藜全利用和植化素的應用，故結合釀造加工課程中所學，利用釀造達到紅色色度提升的目的，以台灣藜分別添加 10%、20%、30%，與圓糯米混合製成台灣藜紅糟醬，以釀造的方式來達到色度的提升，並以常見的加工器材，嘗試製作台灣藜紅糟醬。

表 9、紅糟配方

原料	百分比 (%)	重量 (g)
圓糯米	135/125/115/105	135/125/115/105
台灣藜	0/10/20/30	0/10/20/30
冷水	60	60
米酒	60	60
紅麴米	10	10
總量	265	265

（一）紅糟製作

1. 圓糯米浸泡 3~5 小時，撈出和台灣藜一同蒸熟，靜置冷卻。
2. 將米酒、紅麴米加入混合。
3. 至於恆溫培養箱（30°C、8 小時）發酵數天。
4. 每 8 小時進行通氣攪拌。

九、 (實驗七) 台灣藜紅糟醬測定之 pH 值

- (一) 用 pH 值校正液校正 pH 值。
- (二) 校正完將電擊置入樣品，按下 ENTER 進行測定。
- (三) 測定結束紀錄數值。

十、 (實驗八) 台灣藜紅糟醬之糖度測定

- (一) 校正糖度計。
- (二) 用滴管吸取樣品。
- (三) 紀錄數值。

十一、 (實驗九) 台灣藜紅糟醬之酸度測定

- (一) 將樣品定量至 25ml，滴入酚酞指示劑。
- (二) 將 NaOH 滴入錐形瓶，滴至顏色變淡紅色，紀錄數值。
- (三) 公式：

$$\text{食品中檸檬酸(\%)} = \frac{A \times F \times 0.0064 \times D.F.}{S} \times 100\% \quad (1)$$

A：滴定毫升數、F：NaOH 力價、D.F.：稀釋倍數、S：樣品公克數

十二、 (實驗十) 台灣藜紅糟醬之酒精度測定

- (一) 校正果酒計。
- (二) 用滴管取樣品。
- (三) 紀錄數值。











肆、 研究結果

一、 台灣藜米果

(一) 外觀分析

將不同比例台灣藜和糙米混合製作台灣藜米果，由表 10 可得知，在成品外觀與橫切面上顯示，添加較多比例的台灣藜米果其直徑較長，且內部組織較緊密。隨台灣藜添加量為 1%、5%、10%、15% 時，發現比例愈高，成品直徑愈大，但添加量達 15% 及 20% 時，直徑數值反而下降，推測可能是台灣藜添加量過多時，會影響米果成品的吸水性，當吸水達飽和時，造成成品膨發性未能與添加量成正比。

表 10、成品直徑及橫切面

添加台灣藜比例	1%	5%	10%	15%	20%
台灣藜米果成品					
樣品直徑 (mm)	 9.52mm	 9.37mm	 9.77mm	 9.41mm	 8.69mm

(二) 水活性測定

將不同比例台灣藜米果成品磨碎，以水活性測定儀測定。由表 11 結果得知，成品的水活性值皆小於 0.3，且添加不同比例台灣藜各組成品其水活性值，並無明顯差異。

表 11、台灣藜米果水活性值測結果

添加台灣藜比例	1%	5%	10%	15%	20%
水活性 (Aw)	0.296	0.284	0.289	0.284	0.281

(三) 台灣藜米果色度分析

添加不同比例台灣藜米果成品，以色差儀進行實驗由圖 2 顯示，台灣藜添加比例越高，成品 L 值越低，表示亮度下降色澤偏暗，反之 a 值越高，推測因台灣藜本身富含天然紅色色素所致，而 b 值則無明顯差異。

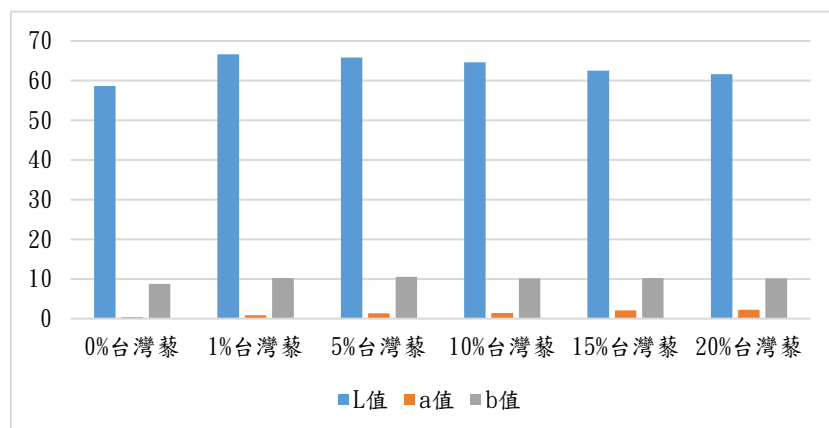


圖 2、台灣藜米果之色差

(四) 台灣藜米果感官品評

在香氣特性中，由圖 3 得知，五種樣品在香氣表現上都較弱，可知添加台灣藜後並無明顯香氣，但五種樣品在風味表現上都是有米味和藜麥味。在口感方面，由圖 4 得知，消費者感受主要為酥脆感、堅實感以及黏牙感，而樣品 20%特別突出，推測是台灣藜添加比例最高原因。在外觀特性上，樣品 20%色澤偏淡褐色，而樣品 10%和樣品 15%顏色偏米白色。在接受價格中，由圖 5 得知，五種樣品在接受價格上均為 30-40 元。在整體喜歡程度中，由圖 6 得知，10%的喜好程度為最高，20%次之，而樣品 5%最不受消費者喜愛，可知添加 20%台灣藜米果樣品整體喜歡程度最高。綜合上述結果顯示，添加 20%台灣藜製作米果具可行性。

表 12、台灣藜米果樣品編號

編號	樣品
544	添加 1%台灣藜米果
161	添加 5%台灣藜米果
223	添加 10%台灣藜米果
777	添加 15%台灣藜米果
582	添加 20%台灣藜米果

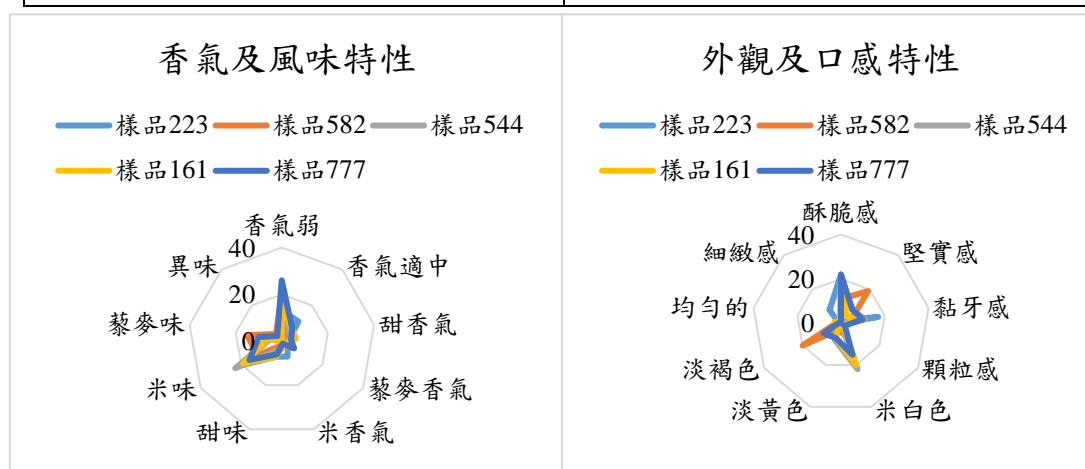


圖 3、香氣及風味

圖 4、外觀及口感特性

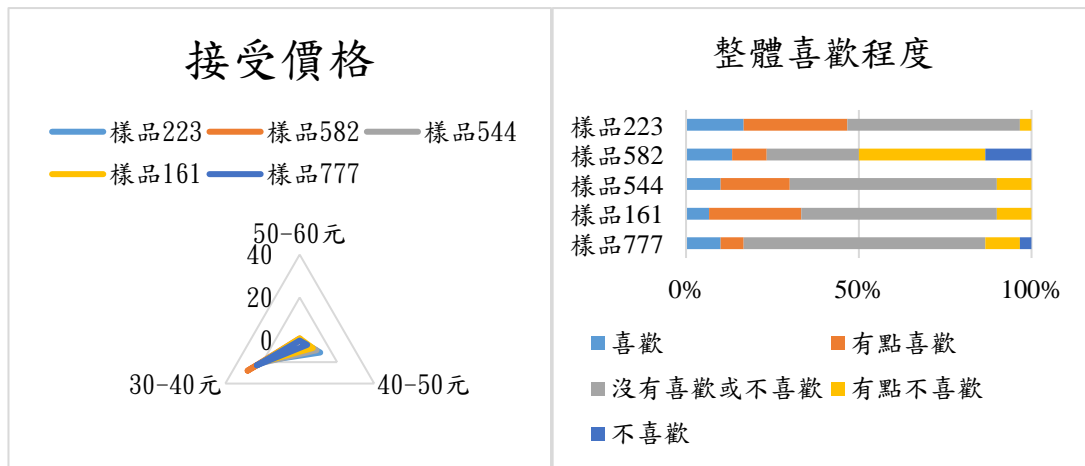


圖 5、接受價格

圖 6、整體喜歡程度

(五) 20%台灣藜米果添加水份膨發度、水活性測定

由表 13 可得知，當添加水份時膨發度會增加，且添加 2%水份的台灣藜米果，膨發度最佳，並且在測定水活性時，沒有因為添加水份而大幅改變水活性。

表 13、20%台灣藜米果添加水份膨發度、水活性

水份添加量	0%	1%	2%
樣品直徑 (mm)			
水活性 (Aw)	0.369	0.388	0.391

二、 台灣藜紅糟醬

(一) 台灣藜紅糟醬之 pH 值

由圖 7 可得知，當發酵至第二天到第三天時，pH 值下降快速，但到第三天時，pH 值下降較慢趨近於平衡。

發酵 21 天過程中，空白：先降後升，初 5.74 至 3.81 再至 4.54，10%：先降後升，初 5.86 至 3.71 再至 4.68，20%及 30%：均降，初 5.59 及 5.8 至 4.22 及 4.35，在第 6~14 天時，空白組由 3.86 降至 3.81 再升至 4.07，10%由 3.71 升至 3.77 再降至 3.76。而 20%及 30%在第 2~3 天及 7 天之下降值均在 0 左右，與空白組相較之下，下降幅度較小，推測當天台灣藜 pH 下降值小於空白組，但添加 10%台灣藜的 pH 值約等於空白組。

(二) 台灣藜紅糟醬之糖度

由圖 8 可得知當未添加台灣藜時，糖度含量最高且下降速度最為緩慢，隨發酵天數增加時，添加不同比例台灣藜者，成品糖度下降速度會趨緩，當發酵至第七天後，糖度改變甚微。

發酵 14 天過程中，空白：先升後降，初 23.4 至 11.1，10%：先升後降，初 20.8 至 10.9，20%及 30%：均降，初 20.2 及 20 至 9.8 及 9.6，

在第4~6天時，空白組由26.5降至14.6，10%由21.5降至12.6最為顯著。而20%及30%在第2~3天及3~7天之下降值均在5%左右與空白組相較之下，下降幅度較小，推測台灣藜中大分子澱粉需較長時間才得以被微生物分解利用，且添加量愈多，所需分解時間愈長，但發酵停止糖度差異不大。故以經濟效益成本考量而言，以添加20%為佳。

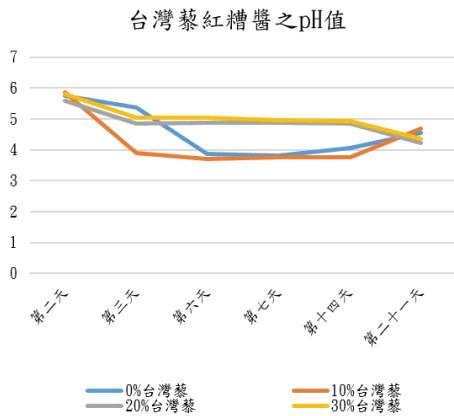


圖 7、台灣藜紅糟醬之 pH 值

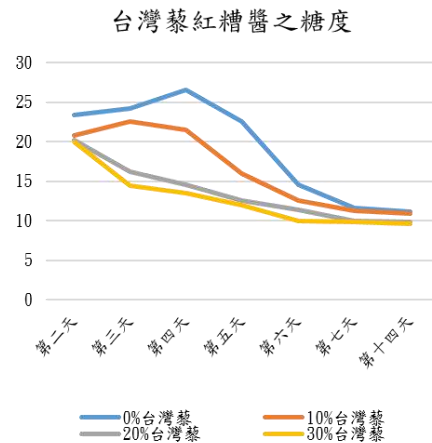


圖 8、台灣藜紅糟醬之糖度

(三) 台灣藜紅糟醬之酸度

由圖 9 可知，當發酵時，酸度均會上升，且 10% 的上升速度穩定，其餘樣品到第七天時上升速度平緩，發酵 3~14 天的過程中，空白組、10%、20% 及 30% 均上升，空白組：初 0.0483 至 0.2719，10%：初 0.0854 至 0.4236，20%：初 0.0645 至 0.1838，30%：初 0.0593 至 0.2043，故發酵天數與酸度成正比。

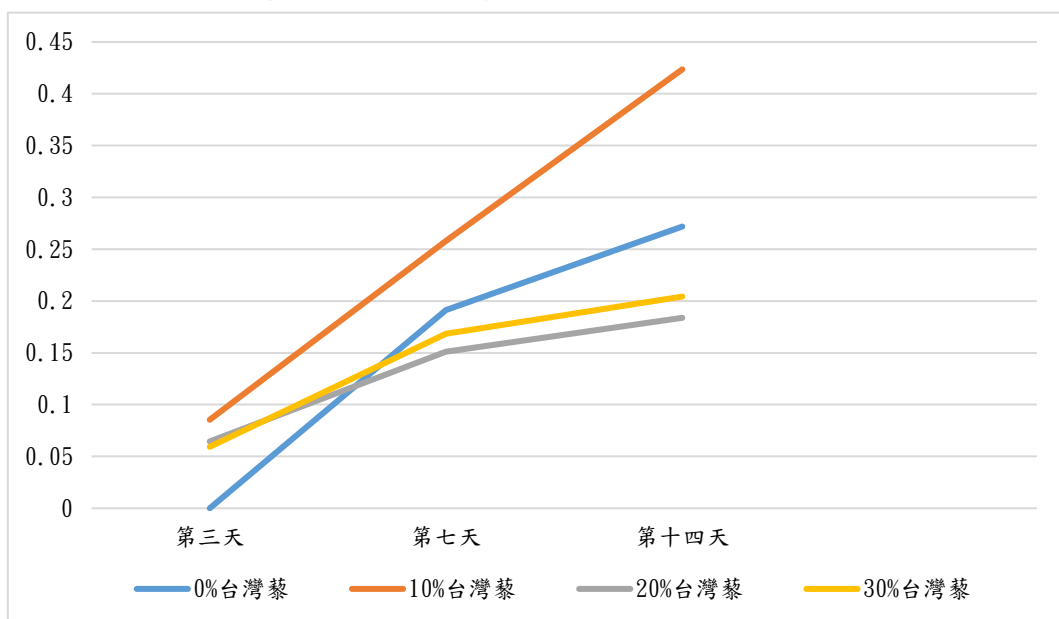


圖 9、台灣藜紅糟醬之酸度

(四) 台灣藜紅糟醬之色度

由圖 14 可得知，添加 20%台灣藜的紅糟醬之 L 明亮值為最高，而由圖 12 得知在發酵至第七天時，反而是 30%的 L 明亮值為最高。

發酵 14 天的過程中，由圖 10 得知在第零天時，由於原料所含之色素未溶出，所以 L 明亮值較高，表示成品越白，而在圖 11 發酵至第三天時，各樣品的 L、a、b 值都有明顯變化，而在發酵 3~14 天後，只有空白組的 L 明亮值逐漸下降，空白組：初 19.40 至 17.03，而 10%、20%、30%的 L 明亮值均為先升再降，10%：初 32.02 至 18.34，20%：初 33.10 至 22.15，30%：初 30.62 至 21.60，而圖 13 得知最終各成品之數值落在 17.03 至 22.15，數值越低表示成品色澤較暗，是因為紅麴及台灣藜自身的色素融出，發酵天數越長，顏色越暗。

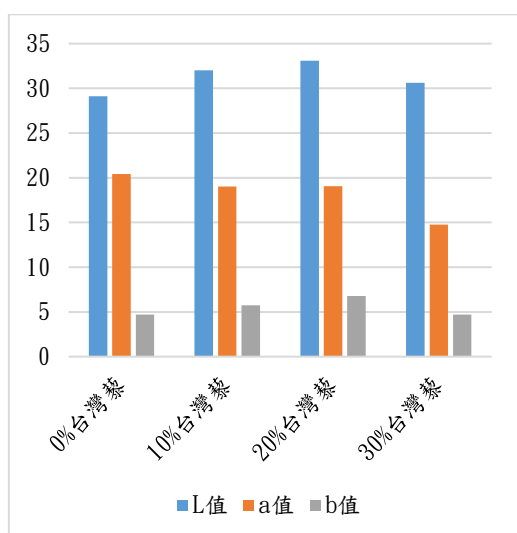


圖 10、台灣藜紅糟醬第零天色差

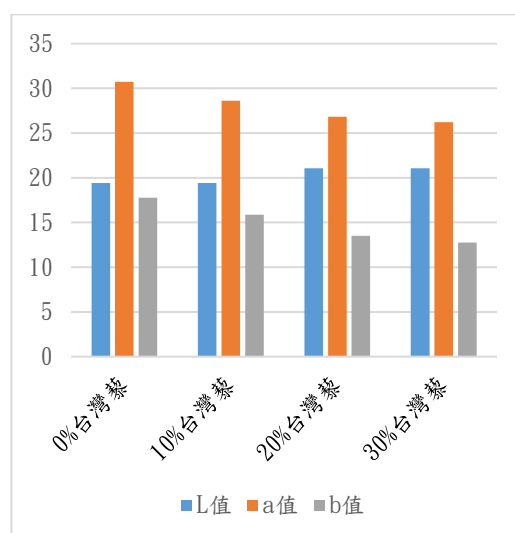


圖 11、台灣藜紅糟醬第三天色差

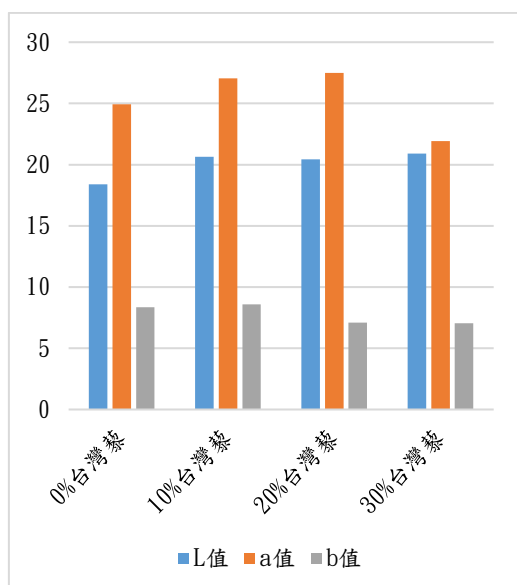


圖 12、台灣藜紅糟醬第七天色差

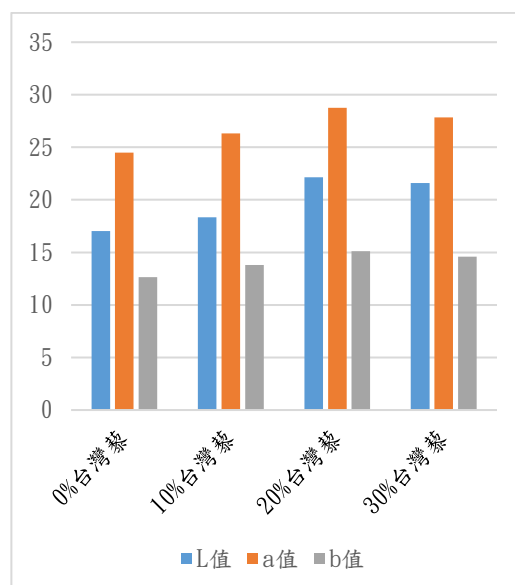


圖 13、台灣藜紅糟醬第十四天色差

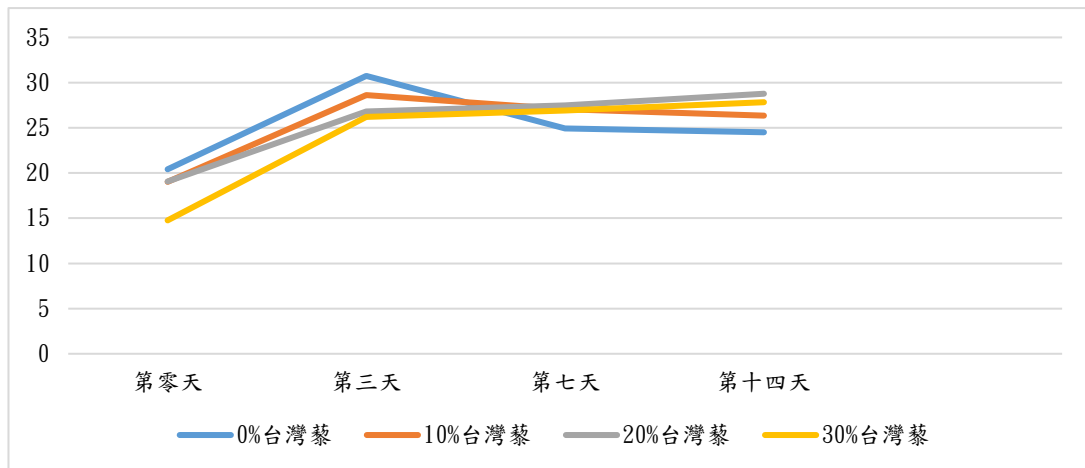


圖 14、台灣藜紅糟醬 a 值色度比較。

(四) 台灣藜紅糟醬之酒精度

由圖 15 可得知，添加 30%台灣藜的紅糟醬酒精度為最高，反而添加 20%台灣藜的紅糟醬酒精度最低。

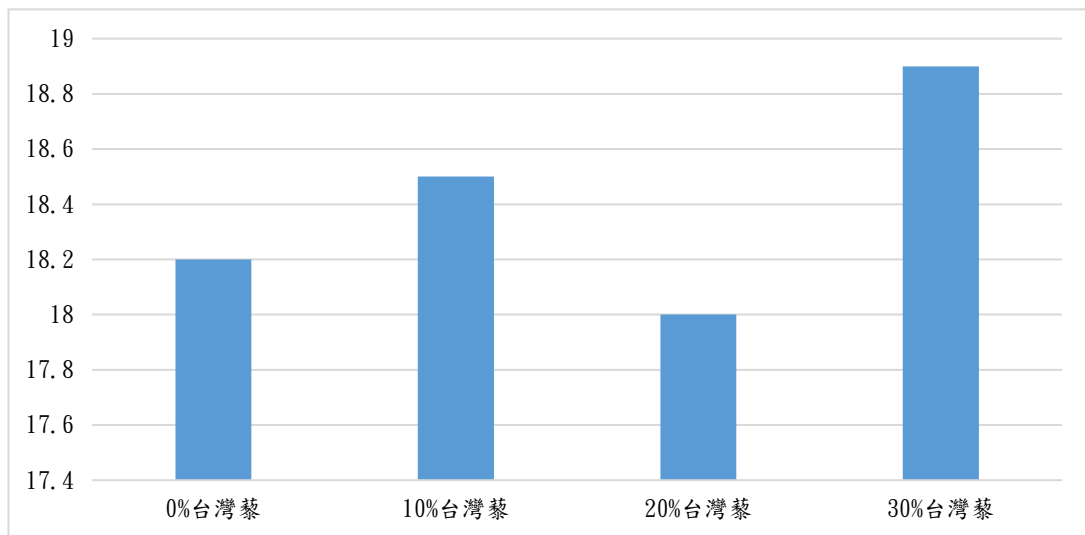


圖 15、台灣藜紅糟醬酒精度

伍、 討論

一、 米果穀物的選擇

市售的米果原料多以白米為主或以價錢低和產量更高的玉米代替來製作，導致營養素含量，故以台灣藜當作原料所提供的營養素如蛋白質、巨量礦物質及必須維生素較完整，同時也因碳水化合物含量較其他穀物低熱量也降低，所以可以成為原料之新選擇。

二、 台灣藜米果的添加最適條件

在預實驗中，將台灣藜磨成粉，加水再進行膨發，發現無法膨發，後來調整為整顆台灣藜直接加入糙米中製作膨發食品是可行的，隨台灣藜添加比例由 1%、5%、10%增加時，以游標卡尺測定體積時顯示膨脹體積略有增加，但添加量並非與體積膨脹度成正比，當添加量大於 15%時，成品膨發效果反而降低，推測可能是台灣藜吸水量已經飽和，過多水份反而阻礙氣孔散發的空間，導致膨發效果不佳，因而水份汽化形成多孔性組織，但添加比例越高使水份無法上升，且也使口感偏黏牙。

台灣藜水份含量 7%，不知是否膨發最適條件，故為探討水份含量與膨發度之關係。首先和原料進行調濕分別增加 1%、2%水份，以添加 20%台灣藜進行台灣藜米果製作並分析成品之水活性及水份含量結果顯示，前者 $0% < 1% < 2%$ ，後者 $2% < 1% < 0%$ ，故放添加 20%台灣藜製作米果，建議可添加 2%水份至原料中，膨發效果較佳。

三、 台灣藜米果成品總分析

台灣藜添加比例越高，則成品白度及亮度下降，越接近紅色，推測因採用未脫殼之台灣藜，富含天然植化素所致。

四、 台灣藜紅糟醬成品總分析

隨紅糟醬的發酵天數越長，成品糖度、pH 值都會隨之下降，酸度會逐漸上升，根據添加台灣藜的比例不同，酒精度會隨之增加，推測台灣藜可提供紅麴菌生長的營養來源，且在發酵後其產生之二次代謝物，形成紅色色澤更明顯，且隨著發酵天數越長，白色和藍色逐漸下降，而因為紅麴及台灣藜自身色素使紅糟醬依舊保持紅色，且發酵完成後紅糟醬顏色變得更加深紅。

五、 台灣藜產品 SWOT 之分析

台灣藜產品進行分析，由表 14 探討其在市面上的優勢、劣勢、機會與威脅。

表 14、台灣藜產品 SWOT 之分析

S 優勢	W 劣勢
<ol style="list-style-type: none"> 1. 麩質過敏患者可食用。 2. 台灣特有種。 3. 高蛋白、低醣。 4. 全穀利用、零廢棄物。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 台灣藜麥價格較高、區域產地限制。 2. 生鮮原料無味，需經適度加工才可消化吸收。 3. 添加過量易有苦味。
O 機會	T 威脅
<ol style="list-style-type: none"> 1. 符合現代養生需求。 2. 素食者新選擇。 3. 台灣特色農產品。 4. 超級食物解決糧食不足。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進口藜麥價格低、產量高。 2. 過度開發，種植品質降低，價格剝削。

六、 台灣藜米果與台灣藜紅糟醬包裝設計及營養標示

圖 16、17、18 以台灣藜、米果和紅糟醬作為 Logo 的圖案，另外也設計了以零食為重點的 Logo，讓消費者能清楚主題及商品，透過討論和設計而成，我們的 Logo 就此而產生，並且也計算出營養標示。



圖 16、Logo 設計

營養標示		
每一份量	100 公克	
本包裝含	1 份	
	每克	每 100 公克
熱量	320.0 大卡	320.0 大卡
蛋白質	8.1 公克	8.1 公克
脂肪	3.1 公克	3.1 公克
飽和脂肪	0.6 公克	0.6 公克
反式脂肪	0.0 公克	0.0 公克
碳水化合物	66.1 公克	66.1 公克
糖	0.6 公克	0.6 公克
鈉	2.0 毫克	2.0 毫克

圖 17、台灣藜米果營養標示

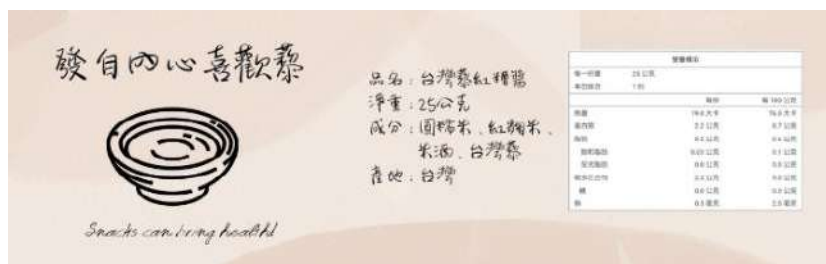


圖 18、台灣藜紅糟醬 Logo 設計、營養標示

陸、 結論

一、 添加 20%台灣藜與 2%水份調濕結合出最適膨發度

由試驗結果顯示，台灣藜直接加入糙米中製作成膨發的食品是可行的，隨台灣藜添加比例由 1%、5%、10%增加時，膨脹體積略有增加，但添加量並非與體積膨脹度成正比，當添加量大於 15%時，成品膨發效果反而降低，因水份汽化形成多孔性組織，但添加比例越高使水份無法上升，且也使口感偏黏牙。成品色澤愈深，成品水活性無顯著差異。在感官品評中，發現添加 20%台灣藜的米果最受歡迎，最後以水份 0%、1%、2%進行調濕後，發現添加 2%水份的台灣藜米果膨發度最佳。

二、 符合低醣飲食及全營養利用

本實驗達到食品全營養利用目的，不需額外加入其他的結著性材料，並且全穀利用降低生產時的廢物，跟市售的台灣藜零食相比，成分單純且降低攝取其他添加物的機會，符合低醣飲食的建議，能抑制血糖升高，讓患有糖尿病、高血壓可以吃的安心，也可滿足想要吃零食的口腹之慾。

三、 低水活性且保存性佳之食品

台灣藜米果成品的水活性都接近 0.3，對於食品成分中油脂雖易氧化，但酵素性與非酵素性褐變都不易起作用，以食品保存性而言較為安全，再搭配包裝充氮氣，密封包裝常溫運輸即可。

四、 以台灣藜發酵紅糟醬之相乘功效

台灣藜是作為釀造食品的原料主因成分，可供製成發酵時醣類的轉換應用，藉由本次實驗可發現，當添加台灣藜時可以增加紅糟醬的紅色度，對紅糟醬有更好的保色效果，同時具天然發酵之酸度及酒精度，相乘效果形成特有酯味與色澤。

五、 認識台灣藜及未來展望

藉由本次的研究讓我們更認識台灣藜，並結合課程所學過的理論加以應用，達到全穀利用，同時保留更多的植化素及發現微生物在釀造科學的奧妙，未來也會更關注其他小農特色產品，為本土特有農產品推廣盡點心力。

柒、 參考資料

1. 鄭伊娟 (2010)。台灣藜之開發應用成果介紹。農政與農情，217。
2. 蔡碧仁 (2008)。台灣藜之營養與利用。台灣藜推廣手冊，行政院農委會，8-13。
3. 鄭世政 (2021)。臺灣台灣藜：城市農夫的台灣藜故事、栽種技法與料理手帖。太雅出版社。
4. 賴喜美 (2023)。從健康到好「穀」力標章-全穀物應用與推廣 (上)。食品資訊，314，32-34。
5. 賴金泉、王昭君 (2021)。食品化學分析下。台科大圖書股份有限公司。
6. 黃宇如 (2017)。以反應曲面法優化臺灣藜之萃取並與藜麥比較其組成成分及機能特性之差異。國立嘉義大學食品科學系研究所：碩士論文。
7. 蔡佳容 (2008)。以分光色差儀進行綠色系閃玉顏色等級分類之研究。國立臺北科技大學材料科學與工程研究所：碩士論文。
8. 衛生福利部國民健康署 (2023)。全穀和精製穀類相比，營養差在哪？。取自：
<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4560&pid=16715>
9. 食力 (2016)。吃「全穀」取代「精緻白米」的練習法。2023年10月3日取自：<https://www.foodnext.net/life/health2/paper/4234514005>
10. 綠色和平 (2023)。低碳飲食是什麼？低碳水還是低碳排？這樣吃健康又環保！。2023年10月3日取自：<https://reurl.cc/V4DgDY>
11. 泛科學 (2018)。香香脆脆的滋味怎麼來？膨化食品製程大揭密。2023年10月3日取自：<https://pansci.asia/archives/149309>
12. 衛生福利部食品藥物管理署 (2016)。釀造、發酵食品衛生安全輔導計畫。2023年10月24日取自：
<https://www.fda.gov.tw/TC/siteContent.aspx?sid=9258>
13. 康健 (2023)。紅麴降膽固醇、血脂 8 大功效！紅麴禁忌、副作用一次看。2023年10月24日取自：
<https://www.commonhealth.com.tw/article/88024>
14. 食力 (2023)。「紅麴」用於食品可當色素、防腐劑、調味劑！還能調節血脂、降膽固醇減緩老人癡呆？2023年10月24日取自：
<https://www.foodnext.net/column/columnist/paper/5357760995>

附錄

一、 作品分工表

參賽學生	工作任務
A	查詢資料、修改報告、拍照記錄、台灣藜米果製作、台灣藜紅糟醬製作、台灣藜米果外觀分析、台灣藜米果水活性測定、台灣藜紅糟醬酒精度測定、台灣藜紅糟醬糖度測定、台灣藜紅糟醬 pH 值測定、台灣藜米果分析、台灣藜紅糟醬分析
B	查詢資料、提供想法、修改報告、台灣藜米果製作、台灣藜紅糟醬製作、台灣藜米果水活性測定、台灣藜米果色差分析、台灣藜紅糟醬色差分析、台灣藜米果分析、台灣藜紅糟醬分析、Logo 設計
C	查詢資料、修改報告、拍照記錄、台灣藜米果製作、台灣藜紅糟醬製作、台灣藜米果水活性測定、台灣藜紅糟醬酸度測定、實驗結果計算、SWOT 分析、台灣藜米果感官品評表單製作、台灣藜米果感官品評資料統計

二、 競賽日誌

作品名		營養就是藜			
年	月	日	進度	紀錄	工作分配
112	8	24	台灣藜米果 初實驗、選 擇主題	地點：食品加工廠 器材：膨發機 時數：3 小時	同學 A：查詢文件 同學 B：決定主題 同學 C：討論主題
112	9	5	彙整網路資 料、文獻探 討	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：蒐集資料 同學 B：討論製作 同學 C：蒐集資料
112	9	6	台灣藜米果 第二次實驗	地點：化學實驗室 器材：化學儀器 時數：3 小時	同學 A：拍照記錄 同學 B：協助組員 同學 C：實驗測定
112	9	19	完成台灣藜 米果實驗	地點：化學實驗室 器材：化學儀器 時數：3 小時	同學 A：協助組員 同學 B：實驗測定 同學 C：資料彙整
112	9	21	台灣藜米果 感官品評	地點：專業教室 器材：文具 時數：1 小時	同學 A：資料彙整 同學 B：詢問意願 同學 C：表單製作
112	9	26	整理實驗數 據、寫結論	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：整理數據 同學 B：撰寫結論 同學 C：修改資料
112	10	3	小論文初稿 完成	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：修改資料 同學 B：檢查內容 同學 C：修改報告
112	10	15	小論文完成	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：1 小時	同學 A：修改報告 同學 B：修改資料 同學 C：檢查內容
112	10	24	釀製第一批 台灣藜紅糟 醬	地點：食品加工廠 器材：電鍋 時數：3 小時	同學 A：釀製紅糟 醬 同學 B：資料彙整 同學 C：環境整潔
112	10	31	第一批台灣 藜紅糟醬實 驗	地點：化學實驗室 器材：化學儀器 時數：3 小時	同學 A：資料彙整 同學 B：協助組員 同學 C：實驗測定
112	11	7	釀製第二批 台灣藜紅糟 醬	地點：食品加工廠 器材：電鍋 時數：3 小時	同學 A：環境整潔 同學 B：釀製紅糟 醬 同學 C：資料彙整

112	11	14	第二批台灣 藜紅糟醬實 驗	地點：化學實驗室 器材：化學儀器 時數：3 小時	同學 A：資料彙整 同學 B：協助組員 同學 C：實驗測定
112	11	21	完成台灣藜 紅糟醬實驗	地點：化學實驗室 器材：化學儀器 時數：3 小時	同學 A：實驗測定 同學 B：資料彙整 同學 C：協助組員
112	12	5	整理實驗數 據	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：整理數據 同學 B：修改資料 同學 C：修改報告
112	12	12	整理實驗數 據	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：修改報告 同學 B：整理數據 同學 C：修改資料
112	12	19	整理實驗數 據	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：修改資料 同學 B：修改報告 同學 C：整理數據
112	12	26	整理文獻	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：整理文獻 同學 B：修改資料 同學 C：檢查內容
113	1	2	整理文獻	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：檢查內容 同學 B：整理文獻 同學 C：修改資料
113	1	16	實驗數據、 文獻總整理	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：修改資料 同學 B：整理數據 同學 C：整理文獻
113	1	22	修改專題、 撰寫結論及 討論	地點：咖啡廳 器材：電腦 時數：6 小時	同學 A：撰寫結論 同學 B：撰寫討論 同學 C：修改專題
113	1	30	修改專題、 設計 Logo	地點：咖啡廳 器材：電腦 時數：6 小時	同學 A：修改專題 同學 B：設計 Logo 同學 C：修改專題
113	2	6	修改專題、 撰寫摘要	地點：同學 B 家 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：撰寫摘要 同學 B：修改專題 同學 C：檢查內容
113	2	16	格式修改	地點：同學 A 家 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：格式修改 同學 B：檢查內容 同學 C：檢查內容
113	2	19	排序目次、 製作附錄	地點：同學 C 家 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：排序目次 同學 B：檢查內容 同學 C：製作附錄

113	2	20	製作目錄、 修改專題	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：製作目錄 同學 B：檢查內容 同學 C：修改專題
113	2	24	修改專題	地點：同學 A、 B、C 家 器材：電腦 時數：6 小時	同學 A：修改資料 同學 B：修改專題 同學 C：檢查內容
113	2	25	修改專題	地點：同學 A、 B、C 家 器材：電腦 時數：6 小時	同學 A：檢查內容 同學 B：修改資料 同學 C：修改專題
113	2	26	修改專題	地點：同學 A、 B、C 家 器材：電腦 時數：6 小時	同學 A：修改專題 同學 B：檢查內容 同學 C：修改資料
113	2	27	修改專題	地點：電腦教室 器材：電腦 時數：3 小時	同學 A：修改資料 同學 B：修改專題 同學 C：檢查內容
113	2	28	專題完成	地點：同學 A、 B、C 家 器材：電腦 時數：10 小時	同學 A：檢查內容 同學 B：修改資料 同學 C：修改專題