中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高級中等學校組　農業與食品學科

052207

圓圓的變裝秀-馬卡龍肉圓

學校名稱：國立旗山高級農工職業學校

作者：	指導老師：
職二 董盈岑 職二 林川雲 職二 王重良	傅仁鵬

關鍵詞：肉圓、五行蔬果、天然色素

摘要

隨著國人養生的觀念提升，越來越多人注意到攝取蔬果均衡營養的重要性，肉圓是日常生活常見的台灣小吃，本研究希望能結合畜產加工課程中所學到的理論依據及實際操作的技術，運用五行健康蔬果的天然色素將原本透明無色的肉圓添加色彩及營養價值。研究結果發現只要掌握好五行蔬果的特性，添加適當比例蔬果，除保有肉圓原本的特質外，並提升肉圓的接受度及營養價值。

壹、研究動機

食安風暴提升國人對於飲食的關注，均衡的飲食可以促進健康，隨著天然養生觀念的提升，越來越多人尋求返璞歸真，注意到蔬果營養攝取的重要性。

肉圓是台灣常見的傳統美食小吃，在畜產品加工實習課程中，我們學習到肉圓製作方法。因此，我們嘗試結合學習的理論依據及實際操作的技術，將健康蔬果的元素添加在肉圓製作上，運用日常飲食中容易取得之五種健康蔬果食材增添肉圓的色彩，打破傳統肉圓單一顏色的概念，使其具有吸引力的色澤及風味，同時也符合現代人對於美和養生的需求。

貳、研究目的

本團隊想針對蔬果添加在肉圓製作中進行可行性評估。實驗主要以在家即可 DIY 自製蔬果肉圓，添加肉圓全新風貌，提升肉圓營養價值。根據相關參考文獻研究提出以下研究目的：

一、探討肉圓添加蔬果的適當比例

二、探討肉圓結合五行蔬果染色後的差異性

參、實驗原理

一、五行蔬果

五行不但可以對應到人體中的五臟六腑，也可以對應到五色蔬果上，五色蔬果分為白、綠、黑(藍或紫)、紅、黃(橘)，依其功效及可分類成：金、木、水、火、土，即為五行蔬果。

(一)黑(藍或紫)色蔬果

黑(藍或紫)色蔬果在五行中屬「水」，主成分是花青素和多酚。主要對應到人體中的腎臟。代表性蔬果如紫甘藍、茄子、黑木耳、香菇、海帶、黑豆、豆豉、蕎麥、紫米、黑芝麻、龍眼、藍莓、葡萄等。

(二)紅色蔬果

紅色蔬果在五行中屬「火」，主成分是茄紅素和花青素。主要對應到人體中的心臟。代表性蔬果如甜菜根、胡蘿蔔、番茄、蘋果、櫻桃、荔枝、龍眼、紅花、山楂、桑葚、紅棗、洛神花、枸杞、紅豆、西瓜、馬齒莧等。

(三)白色蔬果

白色蔬菜在五行中屬「金」，主成分是蒜素和硒。主要是對應到人體中的肺臟。代表是蔬果如大頭菜、白蘿蔔、白菜、高麗菜、花椰菜、洋菇、白木耳、甘蔗，中藥材有杏仁、山藥、茯苓、白芝麻、馬鈴薯、百合等。

(四)黃（橘）色蔬果

黃色蔬果在五行中屬「土」，主成分是維生素C和類胡蘿蔔素。主要對應到人體中的脾臟。代表性蔬果如黃番茄、南瓜、胡蘿蔔、玉米、地瓜、薑、金針、芒果、橘子、柳橙、木瓜等。

(五)綠色蔬果

綠色蔬果在五行當中屬「木」，主成分是葉黃素。主要對應到人體中的肝臟。代表性蔬果如菠菜、芹菜、花椰菜、大小黃瓜、毛豆、竹筍、綠豆、芭樂、海帶等。

二、天然色素

天然食用色素是指直接來自動植物組織的色素，我國允許使用並已製定有國家標準的天然食用色素有：薑黃素、紅甜菜色素、綠藻色素、葉綠素、紅椒色素、番茄紅素、紅麴色素及胡蘿蔔色素等。

(一)花青素

花青素是一種水溶性色素，遇酸變紫紅，中性呈現紫色，遇鹼則呈現紫藍色。

(二)大蒜素

大蒜素具有強烈的大蒜臭、味辣，水溶液呈微酸性。對酸穩定，對熱鹼不穩定。靜置時有油狀沉澱物產生。

(三)胡蘿蔔素

類胡蘿蔔素屬於脂溶性色素，顏色以黃色、橘色和紅色為主，大致說來，類胡蘿蔔素包含兩種，一種為只含碳氫的化合物，稱為胡蘿蔔素，另外一種為含氧的衍生物，稱為葉黃素。類胡蘿蔔素，這類蔬果外觀看起來金黃色的，是最穩定的色素，酸鹼無影響。

(四)葉黃素

葉黃素是一種親油性物質，通常不溶於水，同時在酸性環境下不穩定。因為葉黃素吸收藍光，所以在低濃度時為黃色，在高濃度時為橙黃色，葉黃素也令蛋黃更深的黃色。

(五)葉綠素

葉綠素遇酸變灰綠，遇鹼則變成鮮綠色。

(六)甜菜紅素

甜菜紅素為水溶性色素，甜菜紅素會隨著溫度的增加而退色，但只要溫度退下來之後，其退色部分將會慢慢復原。

三、肉圓

(一)肉圓的來源

它的由來要追溯至清朝光緒24年間(西元1898年)戊戌大水災，天災人禍後居民沒東西吃，在北斗地區的寺廟擔任文筆生的范萬居先生將地瓜曬乾，磨成粉後揉成團狀，再煮熟給災民食用，並未包肉。後加入豬肉、筍子等配料製作，逐漸發展成現今為人所熟知的肉圓，並產生各地不同特色的肉圓。

(二)肉圓定義

南部人吃的肉圓是用蒸的，口感軟嫩，內餡是肉丸，而北部肉圓多以用炸的，皮的口感比較Q，內餡除了肉丸，還有加竹筍。同樣的小吃傳到各地，演變出的作法都不太一樣，當然也各有擁戴者，每個地方的人，愛吃的口味不同，也讓小吃美食千變萬化，更有生命力。

肆、實驗設備及器材

一、實驗器材

電子秤、瓦斯爐、菜刀、砧板、炒菜鍋、炒菜鏟、鋼盆、蒸鍋、湯匙、肉圓模型、果汁機、攪拌棒、矽膠刮刀、色差儀、質地分析儀、筆記型電腦。

二、實驗材料

豬梅花肉、乾香菇、筍乾、紅蔥頭、太白粉、紅麴、鹽、香麻油、味精、沙拉油、砂糖、五香粉、白胡椒、在來米粉、甘藷粉。

(一)紫高麗菜(黑(藍或紫)色蔬果代表)，營養成分包含蛋白質、脂肪、醣類、維生素、礦物質、胡蘿蔔素、纖維質、菸鹼酸、離胺酸與多種胺基酸。

(二)甜菜根(紅色蔬果代表)，富含維生素 C 和維生素 A，具有天然紅色維他命 B_{12} 及鐵質。

(三)大頭菜(白色蔬果代表)，蛋白質、膳食纖維、鈣、磷、鐵、醣類、胡蘿蔔素、維生素A、C.和礦物質等。

(四)黃番茄（黃(橘)色蔬果），含有茄紅素、類胡蘿蔔素、磷、鐵、鉀、鈉、鎂、維生素A、維生素B群、維生素C等營養素。

(五)菠菜(綠色蔬果代表)，其營養成分中含有蛋白質、碳水化合物、磷、鐵、胡蘿蔔素、維生素A、B、C及鈣等物質。

伍、研究過程與方法

一、研究過程

(一)研究流程

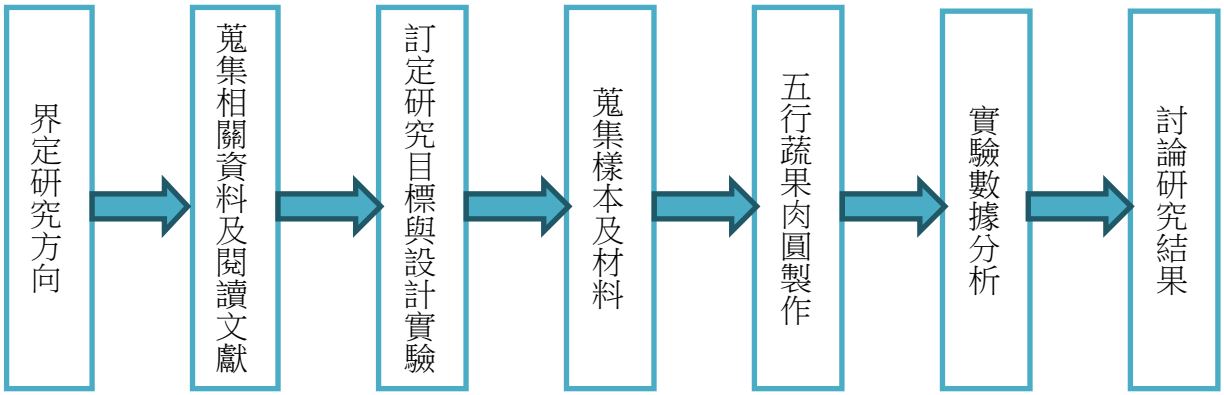


圖 1　研究流程圖

(二)實驗架構

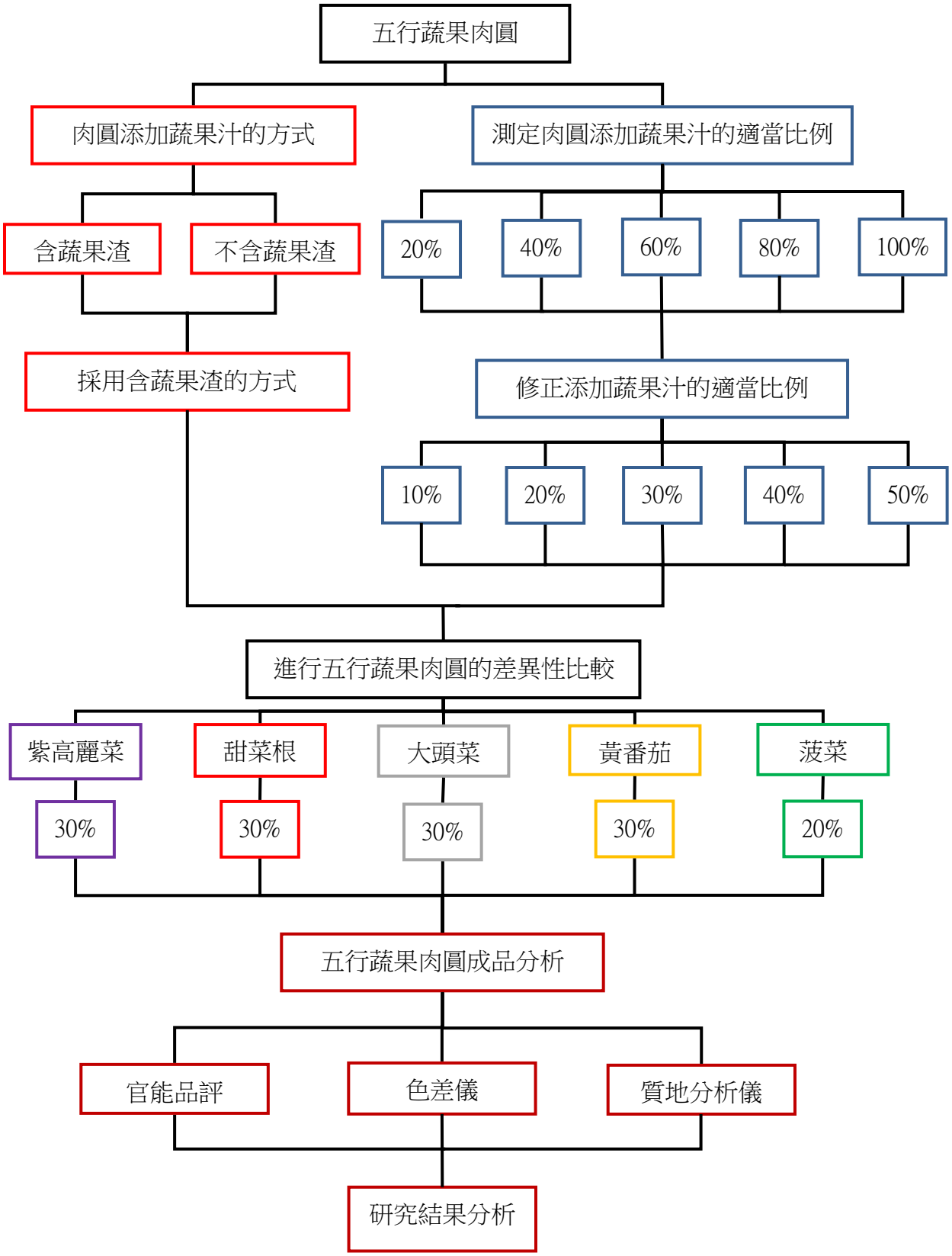


圖 2　實驗架構圖

二、研究方法

本研究採實驗實作法進行觀察記錄判定，成品採用官能品評的問卷調查及分析儀器操作進行各項檢驗。

(一)肉圓添加蔬果汁的方式

對照組：原味肉圓，A 劑：甘藷粉 65g、在來米粉 65g、水 1000g。B 劑：甘藷粉 300g、太白米粉 65g。

實驗組：本實驗採用蔬果汁取代 A 劑水的方式進行。設定蔬果汁含渣及水的比例 200cc:800cc(20%)，蔬果汁去渣及水的比例 200cc:800cc(20%)。

A 劑放入鍋中煮至黏稠透明，起鍋後待冷卻拌入 B 劑，拌至粉粒消失。取約 2 匙漿團放入碟子內。放入蒸籠水滾後，蒸約 20 分鐘，起鍋放涼脫模，完成，進行判定。

(二)依前項實驗測定添加蔬果汁的方式，測定肉圓添加蔬果汁的適當比例

對照組：原味肉圓，A 劑：甘藷粉 65g、在來米粉 65g、水 1000g。B 劑：甘藷粉 300g、太白米粉 65g。

實驗組：本實驗採用蔬果汁含渣取代 A 劑水的方式進行。設定蔬果汁含渣及水的比例 200cc:800cc(20%)、400cc:600cc(40%)、600cc:400cc(60%)、800cc:200cc(80%)、100cc: 0 (100%)5 組。

依不同比例蔬果加水量分別秤好，用果汁機打至細碎後，製成 A 劑。再依肉圓製作流程製成蔬果肉圓，進行判定。

(三)依前項實驗測定肉圓添加蔬果汁的比例，修正添加蔬果汁的適當比例

對照組：原味肉圓，A 劑：甘藷粉 65g、在來米粉 65g、水 1000g。B 劑：甘藷粉 300g、太白米粉 65g。

實驗組：本實驗採用五行蔬果汁含渣取代 A 劑水的方式進行。設定蔬果汁含渣及水的比例 100cc:900cc(10%)、200cc:800cc(20%)、300cc:700cc(30%)、400cc:600cc(40%)、500cc:500cc(50%)5 組。蔬果設定為紫高麗菜、甜菜根、大頭菜、黃番茄、菠菜。

分別用不同蔬果項目，依照不同比例蔬果加水量分別秤好，用果汁機打至細碎後，

製成 A 劑。再依肉圓製作流程製成蔬果肉圓，成品採用官能品評問卷調查方式進行各項檢驗判定結果。

(四)依前項實驗測定肉圓添加各項蔬果汁的最佳比例，進行五行蔬果肉圓的差異性比較

對照組：原味肉圓，A 劑：甘藷粉 65g、在來米粉 65g、水 1000g。B 劑：甘藷粉 300g、太白米粉 65g。

實驗組：本實驗採用五行蔬果汁含渣取代 A 劑水的方式進行。設定蔬果汁含渣及水的比例，紫高麗菜 300cc:700cc(30%)、甜菜根 300cc:700cc(30%)、大頭菜 300cc:700cc(30%)、黃番茄 300cc:700cc(30%)、菠菜 200cc:800cc(20%)5 組。

分別依照五行蔬果最佳比例蔬果加水量分別秤好，用果汁機打至細碎後，製成 A 劑。再依肉圓製作流程製成五行蔬果肉圓，成品採用官能品評問卷調查及分析儀器操作進行各項檢驗判定結果。

(五)實驗過程

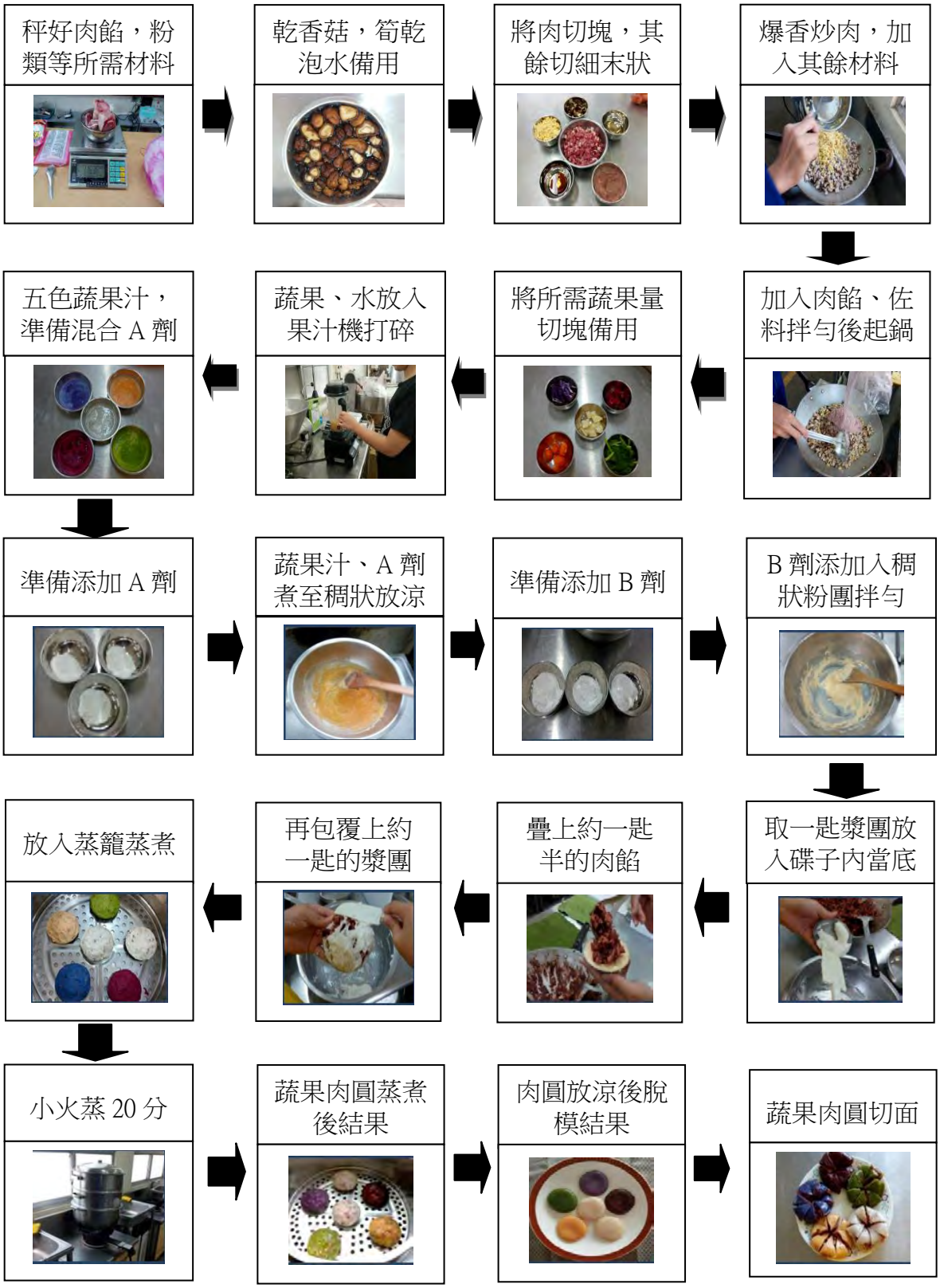


圖 3　製作過程圖

三、官能品評分析

官能品評是憑藉著人的五官感覺，測定產品特性及人們感官的喜好及接受程度。一般分為兩大類，第一類為消費者型測試，以消費者或未經訓練的人當品評員；第二類為分析型測試，須由受過訓練的品評員進行品評。

本次研究採消費者型測試來評估消費者對此產品的喜好及接受程度。經本校不同科別師生進行官能品評，分別對產品的彈性、嚼勁、外觀顏色、風味及口感做評分，並依喜好程度決定購買意願排序。

四、色差儀分析

CIE LAB 常用來描述人眼可見顏色的色彩模型。Lab 模型是三維模型，它只能在三維空間中完全表現出來。

本次研究利用色差儀分析食品的顏色，測定樣品的 Lab 值。色差儀測定先進行校正，再將樣品壓平於石英皿中進行測量，每測量一次後挖取出樣品，再重新壓回皿中，並記錄結果，利用 CIE Lab 原理來瞭解產品色澤之差異。

色差計將顏色分為三個參數，分別為 L 值、a 值和 b 值，L 值代表明亮度，樣品愈接近 0 表示愈接近黑色，愈接近 100 表示愈接近白色；a 值代表紅-綠色，a 值正數表示紅色，負數表示綠色；b 值代表黃-藍色，b 值正數表示黃色，負數表示藍色。

五、質地分析儀分析

一般常用質地分析儀檢測食品組織質地剖面分析，藉由機械力作用來測定食品物理性質的方法，模擬食品在口中咀嚼的過程，並分析牙齒和舌頭之壓力後所產生的應力與應變。

本次研究將大小厚度相同的樣品放於測定平台上，利用質地分析儀進行 3 重複的質地剖面分析測定。以探頭對樣品進行兩次壓縮，所得力與時間曲線圖，分別測得硬度、彈性、咀嚼性和黏性等 4 項物理性質分析結果。

六、資料分析

將官能品評問卷調查及分析儀器操作檢驗結果進行資料整理，運用 Microsoft Excel 進行資料統計分析與處理。

陸、研究結果與討論

一、肉圓添加蔬果汁方式之情形

經本項實驗發現蔬果果汁機打至細碎後，經篩網濾渣後的水量明顯降低，若要達到 A 劑水的需求量會導致成本上提高，同時我們發現蔬果果汁機打至細碎後，未經網濾渣製成的肉圓皮的外觀顏色呈現比較明顯，且在口感及彈性比原味的還好，我們評估是因為蔬菜渣的固形物增加肉圓皮的組織緻密度，經本實驗我們決定採用蔬果汁不濾渣進行後續實驗。

二、肉圓添加蔬果的適當比例

(一)蔬果汁添加比例為 20%、40%、60%、80%、100%

經本項實驗結果我們發現肉圓皮的外觀顏色 20%至 40%差異比較明顯，40%至 80%外觀顏色呈現很明顯且差異不大，同時發現 60%及 80%在口感及彈性上評價較差，低於 40%的評價，我們評估是因為蔬菜汁的比例太高影響到肉圓應有的風味，則 100%濃度過高而無法製作，經本實驗我們決定蔬果汁比例修正為 10%、20%、30%、40%及 50%進行後續實驗。

(二)蔬果汁添加比例為 10%、20%、30%、40%及 50%

在添加蔬果的適當比例部分，我們將製作好的肉圓成品，針對本校師生隨機抽樣進行官能品評，依據品評結果進行判定。本次官能品評採 5 等量表設定，有效問卷共計 48 份，判別值為 3，高於 3 為趨向「喜歡」，介於喜歡至非常喜歡之間，低於 3 為趨向「不喜歡」，介於不喜歡至非常不喜歡之間。

依據本次問卷設計，肉圓添加蔬果比例依喜好程度決定購買意願排序，第 1 名寫 1；第 2 名寫 2；第 3 名寫 3；第 4 名寫 4；第 5 名寫 5。填寫 1 的給 5 分；填寫 2 的給 4 分；填寫 3 的給 3 分；填寫 4 的給 2 分；填寫 5 的給 1 分。

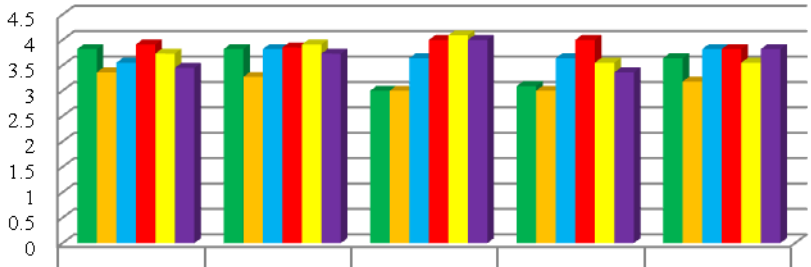
1.紫高麗菜的適當比例

我們發現隨著蔬果汁添加比例的不同，所呈現出來的顏色深淺有明顯差異，添加比例越高顏色呈現就越深（如圖4）。

依表1所示，我們發現在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味、及口感等各方面每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。

圖4　肉圓添加不同比例紫高麗菜的情形

表1　肉圓添加紫高麗菜比例的比較分析



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	3.82	3.82	3	3.09	3.64
實驗組1(10%)	3.36	3.27	3	3	3.18
實驗組2(20%)	3.55	3.82	3.64	3.64	3.82
實驗組3(30%)	3.91	3.85	4	4	3.82
實驗組4(40%)	3.73	3.91	4.09	3.55	3.55
實驗組5(50%)	3.45	3.73	4	3.36	3.82

依表 2 所示，肉圓添加紫高麗菜比例依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為 30%、40%、20%、50%、10%，經本實驗結果我們判定紫高麗菜最佳比例為 30%。

表 2　肉圓添加紫高麗菜比例喜好程度決定購買意願排序

	紫高麗菜				
	10%	20%	30%	40%	50%
喜好程度購買意願平均數	1.82	3.12	3.73	3.55	2.73
喜好程度購買意願排名	5	3	1	2	4

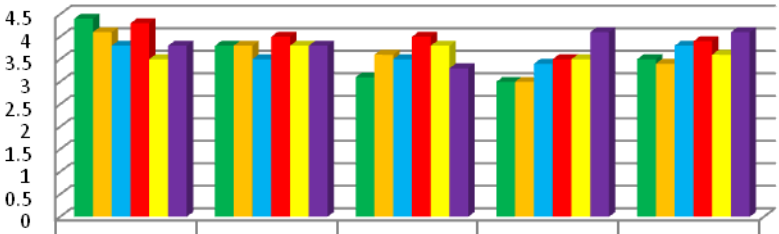
2.甜菜根的適當比例

我們發現隨著蔬果汁添加比例的不同，所呈現出來的顏色深淺有明顯差異，添加比例越高顏色呈現就越深（如圖5）。

依表3所示，我們發現在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味、及口感等各方面每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。

圖5　肉圓添加不同比例甜菜根的情形

表3　肉圓添加甜菜根比例的比較分析



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	4.4	3.8	3.1	3	3.5
實驗組1(10%)	4.1	3.8	3.6	3	3.4
實驗組2(20%)	3.8	3.5	3.5	3.4	3.8
實驗組3(30%)	4.3	4	4	3.5	3.9
實驗組4(40%)	3.5	3.8	3.8	3.5	3.6
實驗組5(50%)	3.8	3.8	3.3	4.1	4.1

依表 4 所示，肉圓添加甜菜根比例依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為 30%、50%、40%、20%、10%，經本實驗結果我們判定甜菜根最佳比例為 30%。

表 4　肉圓添加談菜根比例喜好程度決定購買意願排序

	甜菜根				
	10%	20%	30%	40%	50%
喜好程度購買意願平均數	2.2	2.7	3.4	3.1	3.2
喜好程度購買意願排名	5	4	1	3	2

3.大頭菜的適當比例

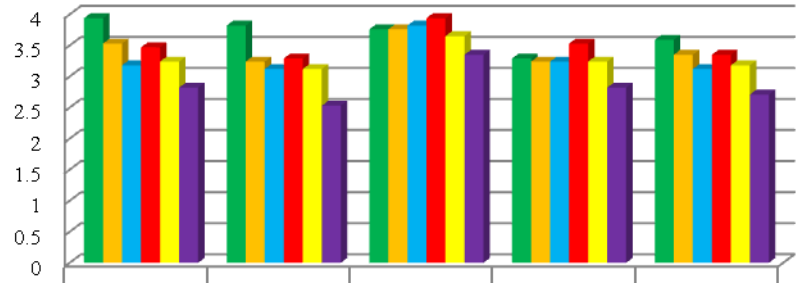
我們發現隨著蔬果汁添加比例的不同，所呈現出來的顏色深淺有明顯差異，添

加比例越高顏色呈現就越深（如圖6）。

依表5所示，我們發現外觀顏色每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。彈性、嚼勁、風味、及口感等各方面，扣除實驗組5，其餘每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。實驗組5在彈性、嚼勁、風味、及口感等方面低於判別值3為趨向「不喜歡」。

圖6　肉圓添加不同比例大頭菜的情形

表5　肉圓添加大頭菜比例的比較分析



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	3.94	3.82	3.76	3.29	3.59
實驗組1(10%)	3.53	3.24	3.76	3.24	3.35
實驗組2(20%)	3.18	3.12	3.82	3.24	3.12
實驗組3(30%)	3.47	3.29	3.94	3.53	3.35
實驗組4(40%)	3.24	3.12	3.65	3.24	3.18
實驗組5(50%)	2.82	2.53	3.35	2.82	2.71

依表 6 所示，肉圓添加大頭菜比例依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為 30%、20%、10%、40%、50%，經本實驗結果我們判定大頭菜最佳比例為 30%。

表 6　肉圓添加大頭菜比例喜好程度決定購買意願排序

	大頭菜				
	10%	20%	30%	40%	50%
喜好程度購買意願平均數	3.12	3.35	3.65	2.84	1.94
喜好程度購買意願排名	3	2	1	4	5

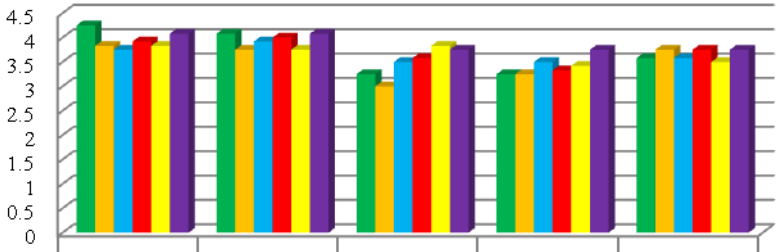
4.黃番茄的適當比例

我們發現隨著蔬果汁添加比例的不同，所呈現出來的顏色深淺有明顯差異，添加比例越高顏色呈現就越深（如圖7）。

依表7所示，我們發現在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味、及口感等各方面每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。

圖7　肉圓添加不同比例黃番茄的情形

表7　肉圓添加黃番茄比例的比較分析



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	4.25	4.08	3.25	3.25	3.58
實驗組1(10%)	3.83	3.75	3	3.25	3.75
實驗組2(20%)	3.75	3.92	3.5	3.5	3.58
實驗組3(30%)	3.92	4	3.58	3.33	3.75
實驗組4(40%)	3.83	3.75	3.83	3.42	3.5
實驗組5(50%)	4.08	4.08	3.75	3.75	3.75

依表 8 所示，肉圓添加黃番茄比例依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為 30%、20%及 40%、50%、10%，經本實驗結果我們判定黃番茄最佳比例為 30%。

表 8　肉圓添加黃番茄比例喜好程度決定購買意願排序

	黃番茄				
	10%	20%	30%	40%	50%
喜好程度購買意願平均數	2.58	3.17	3.58	3.17	2.83
喜好程度購買意願排名	5	2	1	2	4

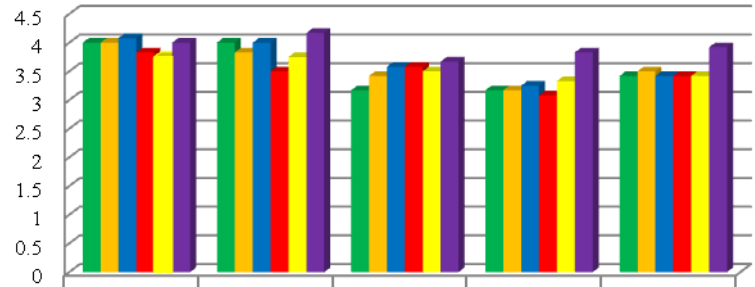
5.菠菜的適當比例

我們發現隨著蔬果汁添加比例的不同，所呈現出來的顏色深淺有明顯差異，添加比例越高顏色呈現就越深（如圖8）。

依表9所示，我們發現在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味、及口感等各方面每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。

圖8　肉圓添加不同比例菠菜的情形

表9　肉圓添加菠菜比例的比較分析



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	4	4	3.17	3.17	3.42
實驗組1(10%)	4	3.83	3.42	3.17	3.5
實驗組2(20%)	4.08	4	3.58	3.25	3.42
實驗組3(30%)	3.83	3.5	3.58	3.08	3.42
實驗組4(40%)	3.75	3.75	3.5	3.33	3.42
實驗組5(50%)	4	4.17	3.67	3.83	3.92

依表 10 所示，肉圓添加菠菜比例依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為 20%、30%、50%、40%、10%，經本實驗結果我們判定菠菜最佳比例為 20%。

表 10　肉圓添加菠菜比例喜好程度決定購買意願排序

	菠菜				
	10%	20%	30%	40%	50%
喜好程度購買意願平均數	2.33	3.58	3.33	2.75	3.17
喜好程度購買意願排名	5	1	2	4	3

三、肉圓添加蔬果汁後的差異性比較

(一)官能品評

依據肉圓添加蔬果適當比例的實驗結果，我們採用依喜好程度決定購買意願排序第一名的各類蔬果量進行肉圓製作，我們將製作好的肉圓成品，針對本校師生隨機抽樣進行官能品評，本次有效問卷共計60份，依據品評結果進行判定。本次官能品評採5等量表設定，判別值為3，高於3為趨向「喜歡」，介於喜歡至非常喜歡之間，低於3為趨向「不喜歡」，介於不喜歡至非常不喜歡之間。

依表11所示，我們發現在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味、及口感等各方面每組的平

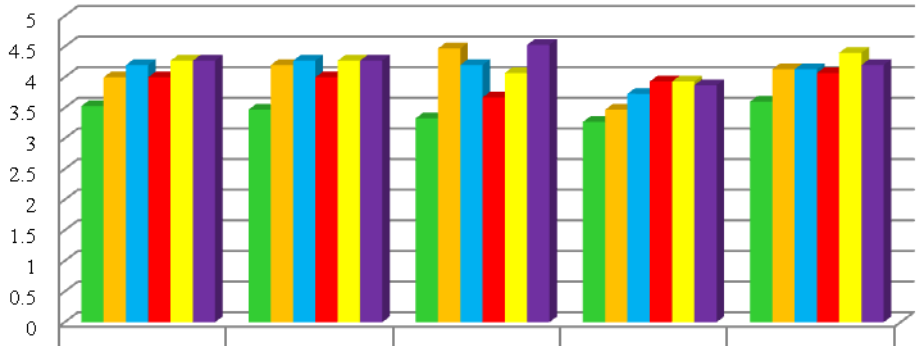
均值均高於判別值3為趨向「喜歡」。

同時發現五行蔬果肉圓在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味、及口感等各方面每組的平均值均高於原味的平均值。肉圓添加蔬果汁過程中，蔬果汁沒有過濾蔬果渣，可能蔬果渣裡含有纖維素，影響到肉圓的硬度及彈性，也讓肉圓更有紮實感，因此各項平均值高於原味。

圖9　肉圓添加五行蔬果染色後的情形

圖10　蔬果肉圓染色後橫切面的情形

表 11　肉圓結合五行蔬果後的比較分析



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	3.53	3.47	3.33	3.27	3.6
紫高麗菜	4	4.2	4.47	3.47	4.13
甜菜根	4.2	4.27	4.2	3.73	4.13
大頭菜	4	4	3.67	3.93	4.07
黃番茄	4.27	4.27	4.07	3.93	4.4
菠菜	4.27	4.27	4.53	3.87	4.2

依據本次問卷設計，五行蔬果肉圓依喜好程度決定購買意願排序，第 1 名寫 1 ；第 2 名寫 2；第 3 名寫 3；第 4 名寫 4；第 5 名寫 5。填寫 1 的給 5 分；填寫 2 的給 4 分；填寫 3 的給 3 分；填寫 4 的給 2 分；填寫 5 的給 1 分。

依表 12 所示，依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為菠菜、黃番茄、紫高麗菜、甜菜根、大頭菜。

表 12　肉圓結合五行蔬果喜好程度決定購買意願排序

	紫高麗菜	甜菜根	大頭菜	黃番茄	菠菜
喜好程度購買意願平均數	3.17	2.80	2.27	3.23	3.53
喜好程度購買意願排名	2	3	4	2	1

為了探討五行蔬果之間的差異性，採以五行蔬果各項細項算術平均數為原始分數，轉換成 T 分數進行差異性分析，$T=(\frac{x_i-\bar{x}}{S})\times 10+50$ 。

綜合表 13 顯示，施測對象對於肉圓結合五行蔬果後的差異性分析結果如下：

1.彈性部分：黃番茄＝菠菜＞甜菜根＞紫高麗菜＝大頭菜

2.嚼勁部分：甜菜根＝黃番茄＝菠菜＞紫高麗菜＞大頭菜

3.外觀顏色部分：菠菜＞紫高麗菜＞甜菜根＞黃番茄＞大頭菜

4.風味部分：大頭菜＝黃番茄＞菠菜＞甜菜根＞紫高麗菜

5.口感部分：黃番茄＞菠菜＞紫高麗菜＝甜菜根＞大頭菜

表 13　肉圓結合五行蔬果後的差異性分析

	彈性		嚼勁		外觀顏色		風味		口感	
	平均數	T 分數	平均數	T 分數	平均數	T 分數	平均數	T 分數	平均數	T 分數
對照組	3.53		3.47		3.33		3.27		3.60	
紫高麗菜	4.00	39.28	4.20	53.77	4.47	73.32	3.47	0.90	4.13	48.70
甜菜根	4.20	53.77	4.27	58.83	4.20	53.77	3.73	19.73	4.13	48.70
大頭菜	4.00	39.28	4.00	39.28	3.67	15.39	3.93	34.21	4.07	44.35
黃番茄	4.27	58.83	4.27	58.83	4.07	44.35	3.93	34.21	4.40	68.25
菠菜	4.27	58.83	4.27	58.83	4.53	77.66	3.87	29.87	4.20	53.77

根據差異性分析的結果，我們可以發現彈性、嚼勁及外觀顏色影響官能品評中喜好程度決定購買意願排序的決定

(二)色差儀分析

將色差儀預先校正，將細碎的蔬果肉圓鋪平於試樣槽中進行測定並記錄數據，利用 CIE Lab 原理來瞭解產品色澤之差異。

綜合表 14 分析結果可知：

1. L 值部分均為正值，偏向白色，其中以大頭菜 L 值比原味高，高麗菜、甜菜根、黃番茄及菠菜 L 值比原味低。
2. a 值部分原味、甜菜根、大頭菜及黃番茄為正值，偏向紅色，高麗菜及菠菜為負值，偏向綠色，其中以甜菜根及黃番茄 a 值比原味高，高麗菜、大頭菜及菠菜 a 值比原味低。
3. b 值部分原味、甜菜根、大頭菜及菠菜為正值，偏向黃色，高麗菜及黃番茄為負值，偏向藍色，其中甜菜根、大頭菜及菠菜 b 值比原味高，高麗菜及黃番茄 b 值比原味低

表 14　肉圓結合五行蔬果後的色澤分析

	對照組	紫高麗菜	甜菜根	大頭菜	黃番茄	菠菜
L	59.22	35.44	17.96	63.57	56.9	41.83
a	1.79	-0.07	11.26	1.09	11.86	-3.52
b	4	-18.56	13.91	4.23	-4.6	7.23

※L(0~100)：代表黑暗至明亮。
a (+/-)：“＋”代表紅色；“－”代表綠色。
b (+/-)：“＋”代表黃色；“－”代表藍色。

(三)質地分析儀分析

將蔬果肉圓切成長度 1.5 公分、寬度 1.5 公分，厚度 1 公分，以質地分析儀進行質地剖面分析，測試的探頭為為 TA5 圓柱形探針，下壓速度為 0.5mm/s，接觸樣品時的測試速度 0.5mm/s，刺入深度為 7mm，以測得硬度、彈性、咀嚼性和黏性等參數。

綜合表 15 質地剖面分析可知：

1.硬度部分：紫高麗菜＞大頭菜＞甜菜根＞原味＞黃番茄＞菠菜

2.彈性部分：大頭菜＞甜菜根＞紫高麗菜＞原味＞黃番茄＞菠菜

3.咀嚼性部分：大頭菜＞紫高麗菜＞甜菜根＞原味＞黃番茄＞菠菜

4.黏性部分：大頭菜＞紫高麗菜＞原味＞黃番茄＞甜菜根＞菠菜

表 15　肉圓結合五行蔬果後的質地分析

	對照組	紫高麗菜	甜菜根	大頭菜	黃番茄	菠菜
硬度(gf)	481.00±65.56	845.50±13.16	619.67±45.73	827.67±8.39	410.67±52.17	294.00±15.69
彈性(mm)	6.63±0.15	9.29±0.33	9.50±0.12	9.60±0.07	6.58±0.18	6.42±0.15
咀嚼性(mJ)	23.85±3.84	34.69±2.11	32.70±2.62	35.73±0.51	19.59±1.78	14.12±1.00
黏性(mJ)	0.46±0.20	0.99±1.09	0.24±0.22	1.18±.021	0.31±0.14	0.23±0.12

我們採用天然蔬果汁含渣取代 A 劑水的方式進行肉圓製作，使肉圓成品中裡面含有蔬果的纖維質，讓肉圓的口感及彈性改變，依不同蔬果性質變軟或變硬。根據質地剖面分析的結果，我們發現購買意願排序最高的菠菜在質地剖面分析結果都是最低值，而購買意願排序最低的大頭菜在質地分析幾乎都是最高值，因此我們判定硬度、彈性、咀嚼性及黏性可交叉驗證依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序。

柒、結論與建議

一、飲食是健康的基礎，根據本次研究蒐集的相關文獻資料及書籍發現各式各樣不同顏色的蔬果提供身體需要的營養，分別對不同的臟腑器官有所補益，中醫認為「藥食同源」，不妨按照其所對應的顏色來選擇蔬果，讓蔬果發揮最大的功效。在最恰當的時候，吃最適合自己的食物，並且吃對顏色，吃出健康。

二、本次研究是採用蔬果取代水，依實驗結果發現，蔬果汁含渣取代 A 劑水的方式進行肉圓製作，紫高麗菜、甜菜根、大頭菜及黃番茄最佳比例為添加 30%蔬果量，菠菜最佳比例為添加 20%蔬果量。

三、肉圓結合五行蔬果染色後的差異性分析結果，我們發現彈性、嚼勁及外觀顏色影響官能品評中喜好程度決定購買意願排序的決定，整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為菠菜、黃番茄、紫高麗菜、甜菜根、大頭菜。經分析儀器交叉驗證，我們發現本次實驗中肉圓添加五行蔬果染色後接受度最高的是菠菜，最低的是大頭菜。

四、本次實驗添加的蔬果約比單顆原味肉圓成本增加 0.2-3 元，就能將原本透明無色的肉圓添加色彩，打破傳統肉圓單一顏色的概念，使其具有吸引力的色澤及風味。

五、經本次研究發現只要掌握天然蔬果色素的特性，依季節性添加適當比例的蔬果汁，除了保有肉圓本身應有的特性外，更可藉由健康蔬果的染色，給予肉圓全新風貌，提升肉圓的實用及營養價值。

捌、參考資料

五色蔬果營養成分。2016 年 12 月 19 日。取自：

http://blog.xuite.net/kk668867kk668867/twblog1/121769305-%E4%BA%94%E8%89%B2%E9%A3%9F%E7%89%A9%E9%96%8B%E9%81%8B%EF%BC%86%E4%B8%AD%E9%86%AB%E4%BA%94%E8%89%B2%E4%BA%94%E5%91%B3%E4%BA%BA%E9%AB%94%E4%BA%94%E8%87%9F+%EF%BC%86%E4%BA%94%E8%89%B2%E8%94%AC%E6%9E%9C%E7%87%9F%E9%A4%8A%E6%88%90%E4%BB%BD

中村丁次(2009)。**7 色魔法蔬果**。台北市：時報文化。

王進崑、柯文慶、宏瑞良、陳重文、盧榮錦、賴茲漢(2002)。**食品儀器分析**。台中市：富林出版社。

中國畜牧協會(2001)。**畜牧要覽：養豬篇**。台北市：華香園。

李怡君(2006)。**台灣的小吃**。新北市：遠足文化。

區少梅（2012）。**食品感官評學及實習**。台中市：華格那企業有限公司。

陳明造(2009)。**畜產加工**。台北：東大。

張蕙芬(2013)。**菜市場蔬菜圖鑑**。台北市：遠見天下文化。

歐陽鍾美(1999)。**小吃・美食・營養觀**。新北市：健康世界。

蔬果彩虹 579。2016 年 12 月 19 日。取自：

http://www.canceraway.org.tw/579aday/pagelist.asp?keyid=14

薛聰賢(2000)。**台灣蔬果實用百科 1**。彰化縣：台灣普綠。

薛聰賢(2000)。**台灣蔬果實用百科 2**。彰化縣：台灣普綠。

附件 1-1

官能品評表

品評項目：肉圓添加不同比例蔬果汁

評分標準：非常喜歡　　喜　歡　　普　通　　不喜歡　　非常不喜歡

分　　數：　　5　　4　　3　　2　　1

	原味	A	B	C	D	E
彈性						
嚼勁						
外觀顏色						
風味						
口感						

依照上列表格品評項目進行整體性評估肉圓添加蔬果汁喜好程度，並依喜好程度決定購買意願排序第一名寫 1、第二名寫 2，依序填寫排序數字。

	原味	A	B	C	D	E
購買意願						

附件 1-2

官能品評表

品評項目：肉圓添加不同顏色蔬果汁

評分標準：非常喜歡　　喜　歡　　普　通　　不喜歡　　非常不喜歡

分　　數：　5　　4　　3　　2　　1

	原味	A	B	C	D	E
彈性						
嚼勁						
外觀顏色						
風味						
口感						

依照上列表格品評項目進行整體性評估肉圓添加蔬果汁喜好程度，並依喜好程度決定購買意願排序第一名寫 1、第二名寫 2，依序填寫排序數字。

	原味	A	B	C	D	E
購買意願						

附件 2

肉圓製作配方表	
肉圓(100%計)	製作量 12 顆
皮餡:A 劑-在來米粉 12.8%、地瓜粉 12.8%、水(全粉量的 210%)，拌勻後煮至透明黏稠，冷卻備用。	皮餡:A 劑-在來米粉:65 克、地瓜粉: 65 克、水 1000 克，拌勻後煮至透明黏稠，冷卻備用。
皮餡:B 劑-地瓜粉 61%、太白粉 12.8% 克，加入拌勻後冷藏備用。	皮餡:B 劑-地瓜粉 300 克、太白粉 65 克，加入拌勻後冷藏備用。
肉餡料 A:沙拉油 7%，紅蔥頭 14%	肉餡料 A:沙拉油 40 克，紅蔥頭 80 克
肉餡料 B:筍乾 26%、細切豬梅花肉 100%(肉以 100%額外計算)、香菇丁 3%，筍乾及香菇泡水 1 小時。	肉餡料 B:筍乾 150 克、細切豬梅花肉 580 克、香菇丁 20 克，筍乾及香菇泡水 1 小時。
肉餡佐料:鹽 0.9%、味精 1.6%、砂糖 5%、香麻油 3%、五香粉 0.9%、白胡椒 0.9%、太白粉 5%、紅麴 0.5%，攪拌均勻。	肉餡佐料:鹽 6 克、味精 9 克、砂糖 28 克、香麻油 15 克、五香粉 5 克、白胡椒 5 克、太白粉 28 克、紅麴 3 克，攪拌均勻。
取一湯匙約 50 克之漿團放入碗內當底，包一匙肉餡約 70 克，再取漿團約一匙抹面 70g，抹至均勻平順。	取一湯匙約 50 克之漿團放入碗內當底，包一匙肉餡約 70 克，再取漿團約一匙抹面 70g，抹至均勻平順。
小火蒸 20 分鐘	小火蒸 20 分鐘

附件 3

肉圓成本分析

原味肉圓成本(0%蔬果汁添加量)				
原料	百分比(%)	實際 12 顆量(克)	小計(元)	
地瓜粉	74	365	54.75	
在來米粉	13	65	5.20	
太白粉	13	65	9.75	
水	202	100		
合計	302	1495	69.7	
梅花肉	100	580	122.77	
筍乾	26	150	12.00	
乾香菇	3	20	28.33	
沙拉油	7	40	2.20	
紅蔥頭	14	80	8.00	
鹽	0.9	5	0.08	
味精	1.6	9	0.68	
砂糖	5	28	4.43	
香麻油	3	15	2.93	
五香粉	0.9	5	10.00	
白胡椒	0.9	5	0.79	
太白粉	5	28	4.20	
紅麴	0.5	3	0.93	
合計	167.8	968	197.34	

個別添加蔬果汁-成本				
蔬果類別	蔬果佔水百分比(%)	實際 12 顆量(克)	合計(元)	額外成本(元)
黃番茄	30	300	303	36
大頭菜	30	300	299.4	32.4
甜菜根	30	300	306.6	39.6
菠菜	20	204	269.4	2.4
紫高麗菜	30	300	301.8	34.8

【評語】052207

1. 用蔬果天然色素於肉丸製作之應用，提供多色彩產品之選擇。
2. 實驗主題稍欠創意。
3. 作者對原料處理與組成差異對製程與成品影響宜再深入探討。
4. 實驗內容豐富性應可再加強。

作品海報

研究動機

食安風暴提升國人對於飲食的關注，隨著天然養生觀念的提升，越來越多人尋求返璞歸真，注意到蔬果營養攝取的重要性。

肉圓是台灣的傳統美食小吃，結合畜產品加工實習課程上學習的理論依據以及實際操作的技術，我們想將健康蔬果的元素添加在肉圓製作上，打破傳統肉圓單一顏色的概念，使其具有吸引力的色澤及風味，同時也符合現代人對於美和養生的需求。

研究目的

一、探討肉圓添加蔬果的適當比例

二、探討肉圓結合五行蔬果染色後的差異性

研究器材及材料

◆實驗器材：

電子秤、瓦斯爐、菜刀、鉆板、炒菜鍋、炒菜鏟、鋼盆、蒸鍋、湯匙、肉圓模型、果汁機、攪拌棒、矽膠刮刀、色差儀、質地分析儀、筆記型電腦。

◆實驗材料：

豬梅花肉、乾香菇、筍乾、紅蔥頭、太白粉、紅麴、鹽、香麻油、味精、沙拉油、砂糖、五香粉、白胡椒、在來米粉、太白粉、甘藷粉、紫高麗菜、甜菜根、大頭菜、黃番茄、菠菜。

研究流程

界定研究方向 → 蒐集相關資料及閱讀文獻 → 訂定研究目標與設計實驗 → 蒐集樣本及材料 → 五行蔬果肉圓製作 → 實驗數據分析 → 討論研究結果

研究方法

採實驗實作法進行觀察記錄判定，成品採用官能品評的問卷調查及分析儀器操作進行各項檢驗。

一、肉圓添加蔬果的最佳比例

對照組：原味肉圓，A劑：甘藷粉65g、在來米粉65g、水1000g。B劑：甘藷粉300g、太白米粉65g。。

實驗組：本實驗採用五行蔬果汁含渣取代A劑水的方式進行。設定蔬果汁含渣及水的比例 為10%、20%、30%、40%、50%等5組。

二、依前項實驗測定添加各項蔬果汁的最佳比例，進行五行蔬果肉圓的差異性比較

對照組：原味肉圓，A劑：甘藷粉65g、在來米粉65g、水1000g。B劑：甘藷粉300g、太白米粉65g。

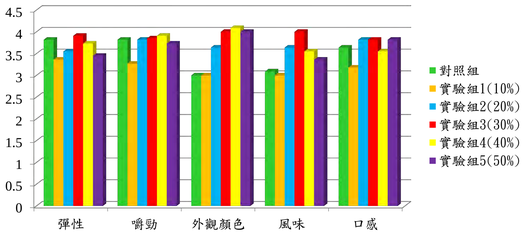
實驗組：採用五行蔬果汁含渣取代A劑水的方式進行。設定蔬果汁含渣及水的比例為紫高麗菜30%、甜菜根30%、大頭菜30%、黃番茄30%、菠菜20%等5組。

研究結果與討論

一、肉圓添加蔬果的最佳比例

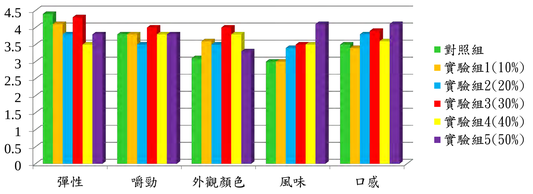
將製作好的肉圓，針對本校師生隨機抽樣進行官能品評，依據品評結果進行判定。

(一)紫高麗菜的最佳比例



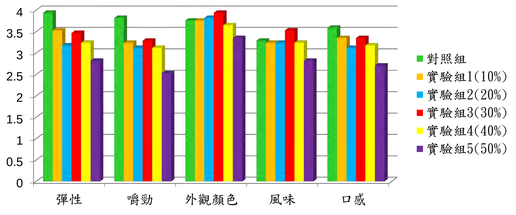
	紫高麗菜				
	10%	20%	30%	40%	50%
購買意願平均數	1.82	3.12	3.73	3.55	2.73
購買意願排名	5	3	1	2	4

(二)甜菜根的最佳比例



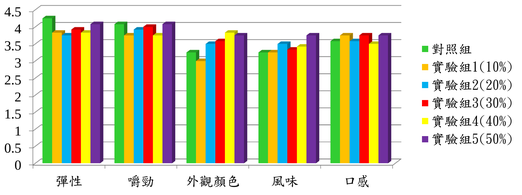
	甜菜根				
	10%	20%	30%	40%	50%
購買意願平均數	2.2	2.7	3.4	3.1	3.2
購買意願排名	5	4	1	3	2

(三)大頭菜的最佳比例



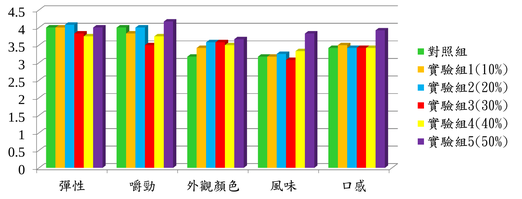
	大頭菜				
	10%	20%	30%	40%	50%
購買意願平均數	3.12	3.35	3.65	2.84	1.94
購買意願排名	3	2	1	4	5

(四)黃番茄的最佳比例



	黃番茄				
	10%	20%	30%	40%	50%
購買意願平均數	2.58	3.17	3.58	3.17	2.83
購買意願排名	5	2	1	2	4

(五)菠菜的最佳比例



	菠　菜				
	10%	20%	30%	40%	50%
購買意願平均數	2.33	3.58	3.33	2.75	3.17
購買意願排名	5	1	2	4	3

依照本實驗結果，肉圓添加蔬果的最佳比例：紫高麗菜、甜菜根、大頭菜及黃番茄最佳比例為30%，菠菜為20%。

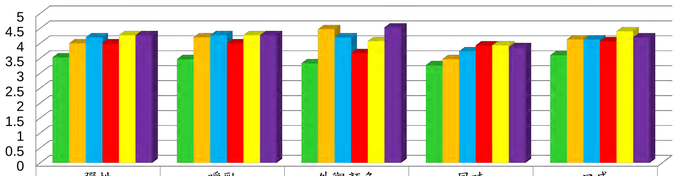
二、肉圓添加蔬果汁後的差異性比較

(一)官能品評結果分析

在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味及口感等各方面每組的平均值均高於判別值3為趨向「喜歡」，介於喜歡至非常喜歡之間。

同時發現五行蔬果肉圓在彈性、嚼勁、外觀顏色、風味及口感等各方面每組的平均值均高於對照組原味肉圓的平均值。

肉圓添加蔬果汁過程中，可能蔬果渣裡含有纖維素，影響到肉圓的硬度及彈性，也讓肉圓更有紮實感，因此各項平均值高於對照組。



	彈性	嚼勁	外觀顏色	風味	口感
對照組	3.53	3.47	3.33	3.27	3.6
紫高麗菜	4	4.2	4.47	3.47	4.13
甜菜根	4.2	4.27	4.2	3.73	4.13
大頭菜	4	4	3.67	3.93	4.07
黃番茄	4.27	4.27	4.07	3.93	4.4
菠菜	4.27	4.27	4.53	3.87	4.2

依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序依次為菠菜、黃番茄、紫高麗菜、甜菜根、大頭菜。

	紫高麗菜	甜菜根	大頭菜	黃番茄	菠菜
購買意願平均數	3.17	2.80	2.27	3.23	3.53
購買意願排名	3	4	5	2	1

為了探討五行蔬果之間的差異性，採以五行蔬果各項細項算術平均數為原始分數，轉換成T分數進行差異性分析。

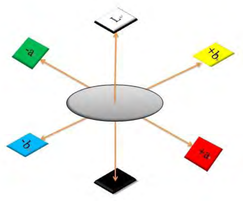
	彈性		嚼勁		外觀顏色		風味		口感	
	平均數	T分數	平均數	T分數	平均數	T分數	平均數	T分數	平均數	T分數
對照組	3.53		3.47		3.33		3.27		3.60	
紫高麗菜	4.00	39.28	4.20	53.77	4.47	73.32	3.47	0.90	4.13	48.70
甜菜根	4.20	53.77	4.27	58.83	4.20	53.77	3.73	19.73	4.13	48.70
大頭菜	4.00	39.28	4.00	39.28	3.67	15.39	3.93	34.21	4.07	44.35
黃番茄	4.27	58.83	4.27	58.83	4.07	44.35	3.93	34.21	4.40	68.25
菠菜	4.27	58.83	4.27	58.83	4.53	77.66	3.87	29.87	4.20	53.77

根據差異性分析的結果，我們可以發現彈性、嚼勁及外觀顏色影響官能品評中喜好程度決定購買意願排序的決定。

(二)色差儀結果分析

將色差儀預先校正，將細碎的蔬果肉圓鋪平於試樣槽中進行測定並記錄數據，利用CIE Lab原理來瞭解產品色澤之差異。

依色差儀結果可得知，在L值部分均為正值，偏向白色，其中以大頭菜L值比原味高，高麗菜、甜菜根、黃番茄及菠菜L值比原味低。在a值部分原味、甜菜根、大頭菜及黃番茄為正值，偏向紅色，高麗菜及菠菜為負值，偏向綠色，其中以甜菜根及黃番茄a值比原味高，高麗菜、大頭菜及菠菜a值比原味低。在b值部分原味、甜菜根、大頭菜及菠菜為正值，偏向黃色，高麗菜及黃番茄為負值，偏向藍色，其中甜菜根、大頭菜及菠菜b值比原味高，高麗菜及黃番茄b值比原味低

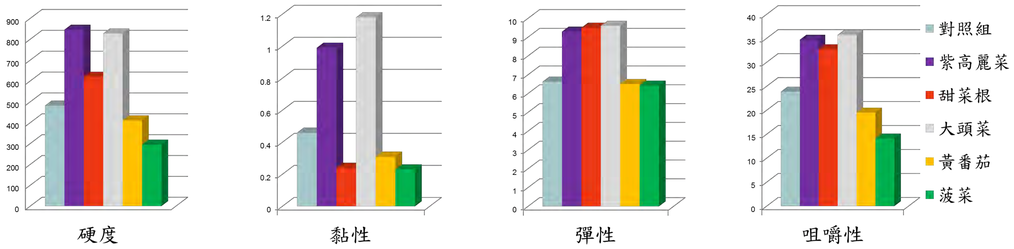


	對照組	紫高麗菜	甜菜根	大頭菜	黃番茄	菠菜
L	59.22	35.44	17.96	63.57	56.9	41.83
a	1.79	-0.07	11.26	1.09	11.86	-3.52
b	4	-18.56	13.91	4.23	-4.6	7.23

(三)質地分析儀結果分析

以質地分析儀進行質地分析，藉由對試樣進行連續兩次壓縮的過程來模擬人類口腔的咀嚼動作，同時以力學的測試方法對食品質地進行評價。

	對照組	紫高麗菜	甜菜根	大頭菜	黃番茄	菠菜
硬度(gf)	481.00±65.56	845.50±13.16	619.67±45.73	827.67±8.39	410.67±52.17	294.00±15.69
彈性(mm)	6.63±0.15	9.29±0.33	9.50±0.12	9.60±0.07	6.58±0.18	6.42±0.15
咀嚼性(mJ)	23.85±3.84	34.69±2.11	32.70±2.62	35.73±0.51	19.59±1.78	14.12±1.00
黏性(mJ)	0.46±0.20	0.99±1.09	0.24±0.22	1.18±.021	0.31±0.14	0.23±0.12



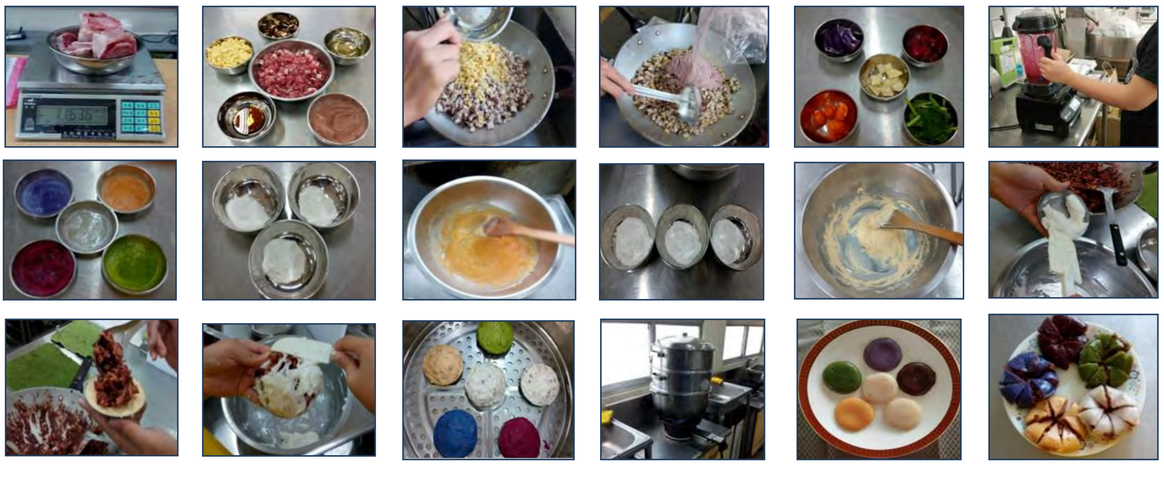
根據質地分析的結果，發現購買意願排序最高的菠菜在質地分析結果都是最低值，而購買意願排序最低的大頭菜在質地分析幾乎都是最高值，因此我們判定硬度、彈性、咀嚼性及黏性可交叉驗證依照品評項目整體評估喜好程度決定購買意願排序。

結　論

一. 飲食是健康的基礎，根據本次研究蒐集的相關文獻資料及書籍發現不同顏色的蔬果提供身體需要的營養，分別對不同的臟腑器官有所補益，中醫認為「藥食同源」，在最恰當的時候，吃最適合自己的食物，並且吃對顏色，吃出健康。

二. 本研究採用蔬果汁含渣取代A劑水的方式進行製作，依實驗結果發現紫高麗菜、甜菜根、大頭菜及黃番茄最佳比例為添加30%蔬果量，菠菜最佳比例為添加20%蔬果量。

三. 本次實驗差異性分析結果發現彈性、嚼勁及外觀顏色影響購買意願排序，依次為菠菜、黃番茄、紫高麗菜、甜菜根、大頭菜。經分析儀器的交叉驗證，接受度最高的是菠菜，最低的是大頭菜。

四. 本次實驗添加的蔬果約比單顆原味肉圓成本增加0.2-3元，就能將原本透明無色的肉圓添加色彩，打破傳統肉圓單一顏色的概念，使其具有吸引力的色澤及風味。

五. 本研究發現只要掌握天然蔬果色素的特性，依季節性添加適當比例的蔬果汁更可藉由健康蔬果的染色，給予肉圓全新風貌，提升肉圓的實用及營養價值。