

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

032924

「余甘子」抗氧化物的最佳萃取條件之探究及
應用於蛋糕食品的優化性

學校名稱：高雄市立五福國民中學

作者： 國二 陳詩宜 國二 洪穎珊 國二 莊惠甯	指導老師： 陳宗慶 陳佳琪
---	-----------------------------

關鍵詞：余甘子、甜菊葉、食品加工

摘要

一生的健康始於健康飲食，運用科學探究開始受益終身的美食健康之研究。本研究以富含極高營養價值的余甘子作為出發點進行探討。

研究結果發現：萃取余甘子在純水下於 80°C 下有好的萃取效果，萃取時間約在 40 分鐘左右。透過乙醇有機溶劑萃取余甘子在抗氧化物質，發現水與乙醇比例為 7：3 時有最佳萃取效果，方法是利用超音波震盪，15 分鐘~18 分鐘左右。且製作蛋糕時添加根莖類食材，能提升其抗氧化能力及風味。在添加不同糖類時，發現甜菊糖有助於抗氧化能力提升，同時膨脹比例較佳，有好的口感。同時，有無添加余甘子並不太影響蛋糕整體口感，顯示蛋糕甜點製作時，配方上添加余甘子，可增加其保存期限及其營養價值，值得推廣。

壹、研究動機

我們在一次參加學校活動時，主持人告訴我們，我們可以將不好吃或賣相不佳但營養價值高的食品，添加到甜品中，可以增加其營養價值，並提高大眾對此的接受度，我們上網搜尋資料時發現，余甘子是一種具有高抗氧化能力，且營養價值極高的食材，但因為其口味獨特，大眾的接受度較低，所以嘗試將其添加到蛋糕中，同時能夠提高蛋糕的營養價值和抗氧化能力，藉此提高其保存期限，也能夠將余甘子這個小眾的名詞更廣為人知。

貳、研究目的

- 一、探討余甘子在不同溫度、加熱時間及重量中的最佳萃取條件。
- 二、探討余甘子在不同溶劑及萃取方法下，其最佳萃取條件。
- 三、探討余甘子萃取液中總多酚類、還原力及抗氧化能力含量。
- 四、探討天然食材的抗氧化能力與 pH 值。
- 五、探討余甘子製成蛋糕的外觀、密度及其抗氧化能力。
- 六、探討根莖類食材製成蛋糕的外觀口感及其抗氧化能力。
- 七、探討麵糊中加入不同分量的地瓜，製成余甘子蛋糕並比較其差異性。
- 八、探討麵糊中加入不同種類的糖，製成蛋糕並比較其差異性。
- 九、探討製成之蛋糕於不同環境的氧化速度，找出便於防腐保存的蛋糕製作方式。

參、研究流程與器材

一、食材及藥品

余甘子、芋頭、地瓜、馬鈴薯、紅蘿蔔、白蘿蔔、白糖、甜菊糖、低筋麵粉、蛋、無鹽奶油、乙醇、碘酸鉀、碘化鉀、Folin-Ciocalteus 試劑、碳酸鈉、沒食子酸、磷酸緩衝溶液、赤血鹽、三氯醋酸、氯化鐵、維他命 C、DPPH。

二、器材

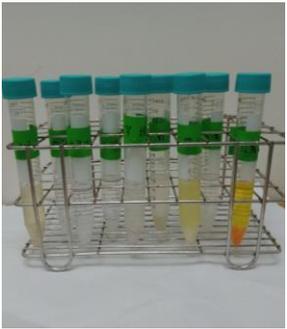
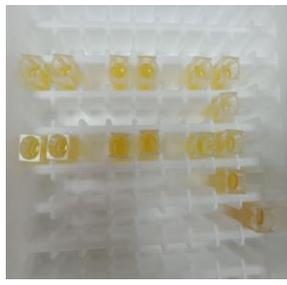
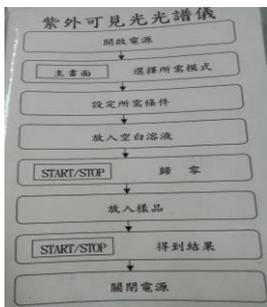
加熱板、均質機、超音波震盪器、抽氣過濾機、鋼盆、攪拌器、果汁機、熱風爐、電子秤、攪拌匙、烤模、烤模紙、烤盤、塑膠碗、勺子、電鍋、鍋子、量杯、刀子、分光光度計、微量滴管、試管、石英管、均質器、暗箱、甜度計、複式顯微鏡、pH 計、烘箱。



圖 1 原物料

				
圖 2 攪拌器	圖 3 果汁機	圖 4 熱風爐	圖 5 暗箱	圖 6 分光光度計
				
圖 7 微量滴管替換滴管頭	圖 8 電子秤	圖 9 試管	圖 10 石英管	圖 11 均質器

三、抗氧化能力測試

			
圖 12 加入溶劑均質	圖 13 混合溶液後加入測試溶液	圖 14 放入暗箱	圖 15 從暗箱中取出
			
圖 16 將溶液放入石英試管	圖 17 分光光度計使用流程	圖 18 操作分光光度計	圖 19 螢幕顯示資料

四、蛋糕製作流程



五、密度測量：米粒測量法

將燒杯以水裝滿，求出燒杯體積

以米裝滿燒杯，求出燒杯中米的重量

將磅蛋糕放入燒杯中並歸零

以米裝滿燒杯，刮平匙，秤米重

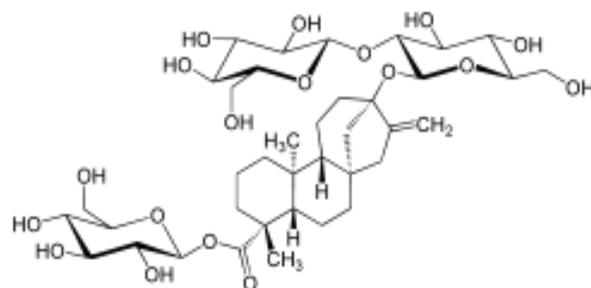
六、余甘子與甜菊糖特性

(一)余甘子

生長於台灣苗栗，富含有多種維生素、多種微量元素、多種胺基酸，蛋白質、醣類、黃酮類化合物、山奈素和鈣、鐵、磷、鉀、硒、鋅等。維生素 C 含量特高，平均含量是柑桔、蘋果一百多倍。

(二)甜菊糖

又稱甜菊素、甜菊糖苷、甜菊萃，一種糖苷，1931 年，由法國科學家從菊科草本植物甜葉菊（或稱甜菊葉）中提煉出。可作為甜味劑使用具有高甜度、低熱能的特點，其甜度是蔗糖的 200-300 倍，熱值僅為蔗糖的 1/300。目前已被開始進行抗氧化的測試。



七、余甘子處理



將新鮮余甘子放入烘箱烘乾24小時



將乾燥余甘子剖半



將剖半後的余甘子去籽



將去籽後的余甘子放入均質器粉碎

肆、研究過程與結果

實驗一、探討余甘子在不同溫度、加熱時間及重量中的最佳萃取條件

一、實驗步驟：

(一)配製澱粉指示劑：

- 1.量取 100mL 水到燒杯中，並加入 2 克的澱粉，攪拌均勻。
- 2.利用加熱板加熱攪拌至沸騰，並靜置冷卻到室溫備用。

(二)配製碘滴定液：

- 1.稱量13.8克碘化鉀與1.8 克碘酸鉀，分散於100mL水中並攪拌溶解。
- 2.以0.01M硫酸調整pH=7.0，再使用250 mL容量瓶配製成0.100M碘液。
- 3.將 0.100M 碘液取 50mL 利用容量瓶稀釋成 0.001M 備用。

(三)準備實驗用余甘子果實：

- 1.先將余甘子果實洗淨、瀝乾，並切開去核，切成適當大小塊狀。
- 2.取適量余甘子果塊，以均質機粉碎。

(四)余甘子萃取及其抗氧化能力測定

- 1.取 80 克水量，並加入 2 克余甘子果粉，分別以不同溫度加熱至 20、40、60…100°C，並測其抗氧化能力。
- 2.預熱至 80°C，分別加入 2 克余甘子果粉及 80 克水量，並分別加熱 10、20、30…60 分鐘，並測其抗氧化能力。
- 3.取 80 克水量分別加入不同重量的余甘子果粉，在 80°C 加熱 40 分鐘後，利用 0.005M 碘液滴定，並測其抗氧化能力。

二、實驗結果：

(一)余甘子以不同溫度加熱萃取，其抗氧化能力差異：

表 1 余甘子於不同溫度萃取後滴定結果

溫度	20°C(室溫)	40°C	60°C	80°C	100°C
0.001M 碘液 滴定體積(mL)	7.8	17.6	27.9	33.2	27.1

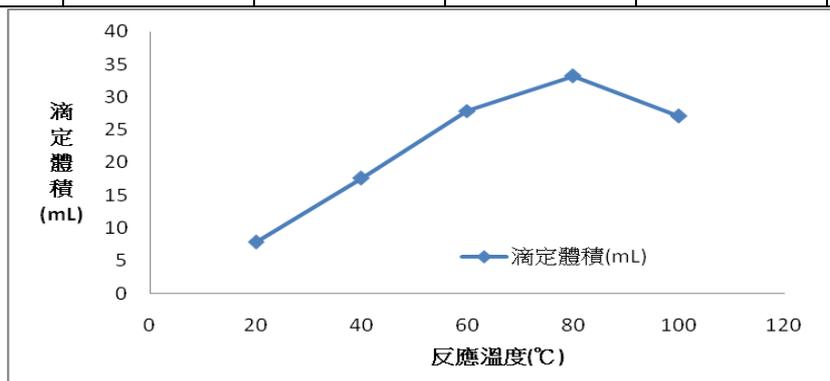


圖 20 余甘子於不同溫度萃取後滴定結果

(二)余甘子經不同加熱時間萃取，其抗氧化能力差異：

表 2 余甘子 80°C 下，持續加熱萃取後滴定結果

反應時間(分)	10	20	30	40	50	60
0.001M 碘液 滴定體積(mL)	8.4	17.9	28.5	32.8	32.9	33.2

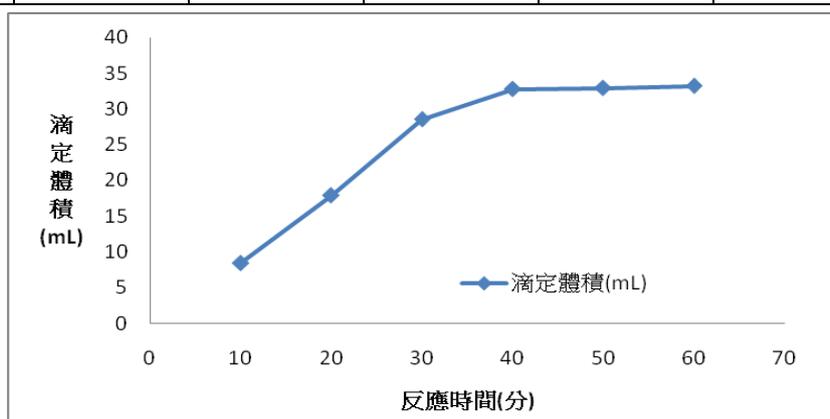


圖 21 余甘子 80°C 下，持續加熱萃取後滴定結果

(三)添加不同重量余甘子萃取，其抗氧化能力差異：

表 3 添加不同重量余甘子萃取後滴定結果

重量(克)	2	4	6	8	10
0.005M 碘液 滴定體積(mL)	6.6	12.5	19.1	25.3	31.4

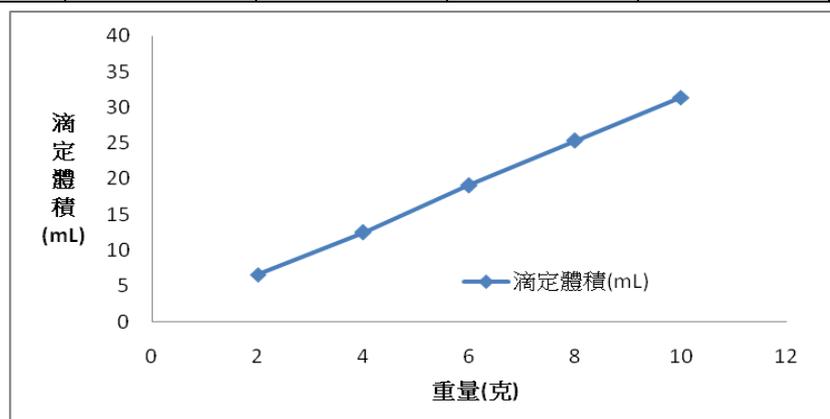


圖 22 添加不同重量余甘子萃取後滴定結果

三、實驗結果討論：

(一)澱粉液加熱需至煮沸數分鐘後，冷卻較易有顏色呈現。

(二)余甘子經不同溫度加熱萃取時，發現溫度越高，其抗氧化能力越好，在 80°C 能達到最佳值，而在 100°C 時，其效果反而較差，推測可能有些抗氧化物質在高溫容易被破壞，使得抗氧化能力效果下降，但仍有良好的抗氧化能力，經查資料後發現除維他命 C 外，仍有一些有機結構在高溫下不易變質。

(三)余甘子在 80°C 經不同加熱時間萃取，抗氧化物含量隨著加熱時間增長，而逐漸提升，而在 40 分鐘時達最高值，其後變化性不大，維持在最高值。

(四)添加不同克的余甘子萃取，萃取出來的抗氧化物含量隨重量有正相關趨勢。

實驗二、測定余甘子在不同溶劑及萃取方法下，其最佳萃取條件

一、實驗步驟：

(一)取出余甘子果粉，分別以不同比例乙醇與水進行萃取。

(二)用浸泡法，將 5 克余甘子果粉加入 200mL 不同比例水與乙醇混和溶液中浸泡，並以密

閉罐密封冷藏 24 小時，取 20mL 測其抗氧化能力。

(三)將 5 克余甘子果粉加入 200mL 溶液中(水：乙醇=7：3)，以迴流加熱器中，分別在不同溫度萃取 40 分鐘，並取 20mL 測其抗氧化能力。

(四)將 5 克余甘子果粉加入 200mL 溶液中(水：乙醇=7：3)，在 80°C 下以超音波震盪器，分別震盪 3、6、9…30 分鐘，並取 20mL 測其抗氧化能力。

二、實驗結果：

(一)余甘子浸泡在不同比例水與乙醇混合液中萃取，其抗氧化能力差異：

表 4 余甘子於水與乙醇不同比例萃取後滴定結果

溶劑比例	純水	1：9	2：8	7：3	4：6	5：5	6：4	7：3	8：2	9：1	純乙醇
滴定體積 (mL)	2.5	2.2	2.55	3.15	3.6	3.95	4.4	4.75	4.3	4.1	3.9

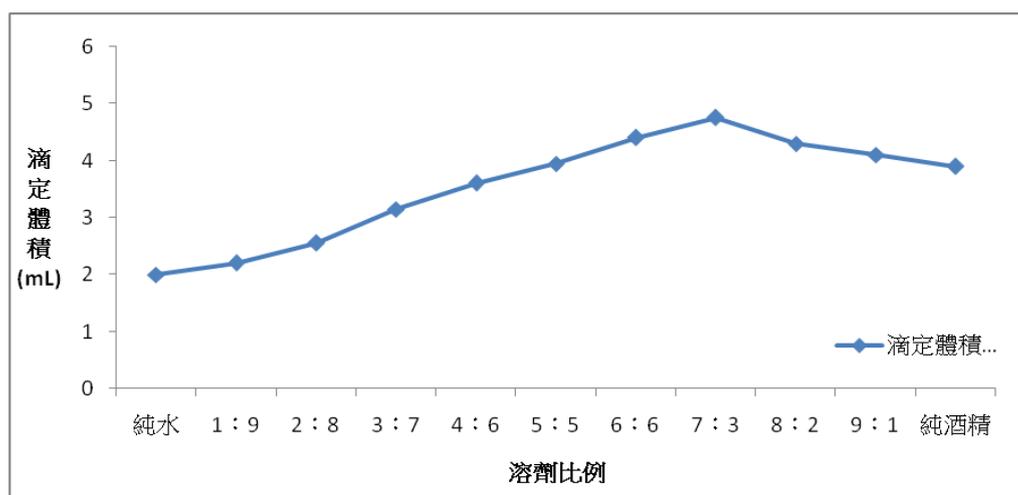


圖 23 余甘子於水與乙醇不同比例萃取後滴定結果

(二)余甘子在水:乙醇=7:3 混合溶液中，以不同溫度萃取，其抗氧化能力差異：

表 5 余甘子於水與乙醇比例 7:3 中，經不同溫度萃取後滴定結果

萃取溫度	20	30	40	50	60	70	80	90
滴定體積 (mL)	0.8	1.3	2.1	3.6	4.7	6.3	8.2	7.9

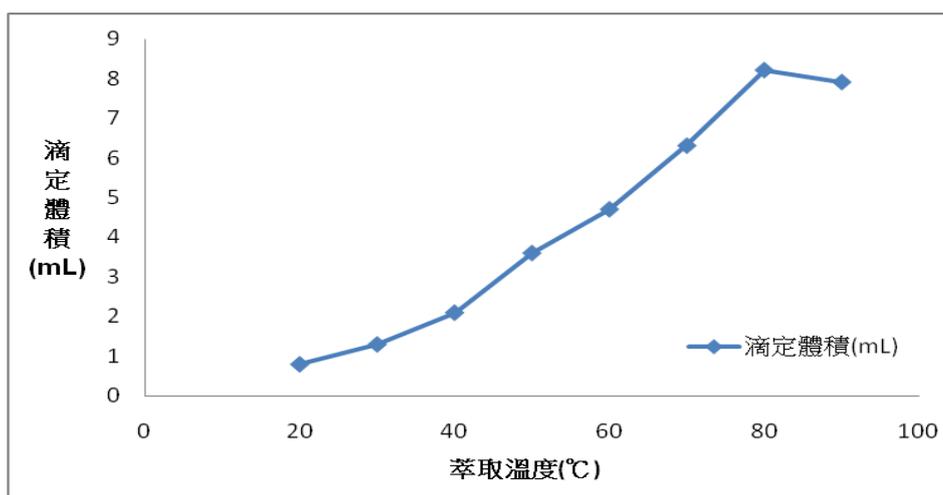


圖 24 余甘子於水與乙醇比例 7:3 中，經不同溫度萃取後滴定結果

(三)余甘子在水:乙醇=7:3 混合溶液中，在 80°C 時經不同時間之超音波震盪，其抗氧化能力差異：

表 6 余甘子於水與乙醇比例 7:3 中，在 80°C 中，不同震盪時間萃取後滴定結果

震盪時間	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
滴定體積 (mL)	3.2	4.6	6.5	9.3	11.3	11.4	10.9	10.5	10.3	9.8

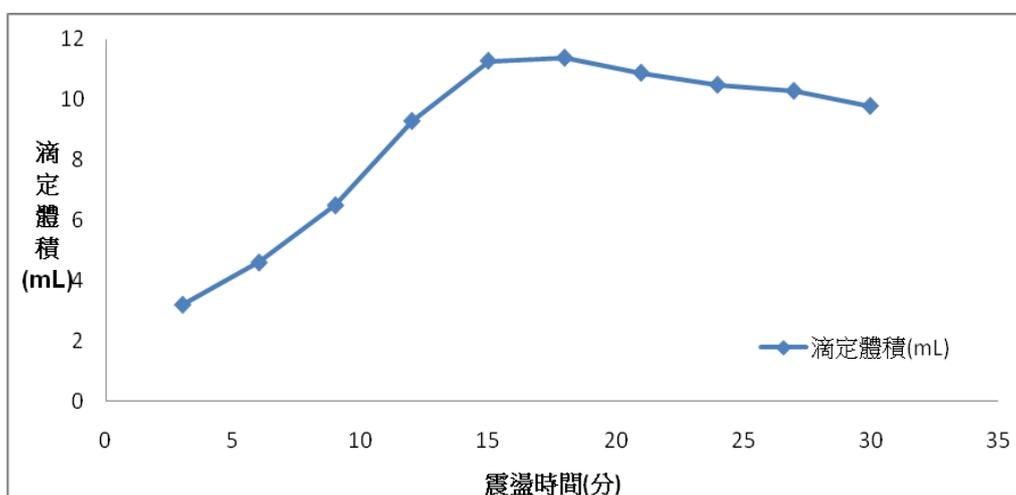


圖 25 余甘子於水與乙醇比例 7:3 中，在 80°C 中，不同震盪時間萃取後滴定結果

三、實驗結果討論：

(一)余甘子果粉浸泡於不同比例水與乙醇混合液中密封冷藏 24 小時後，以碘滴定測定後發現，在水與乙醇的比例為 7：3 時其抗氧化能力最佳，顯示的萃取效果最好。

(二)余甘子果粉在水與乙醇的比例為 7:3 混合液中，以加熱迴流方式進行不同溫度的萃取，經碘滴定測定後發現，其抗氧化能力隨著溫度有增加的趨勢，而接近 80°C 時有最佳的萃取效果。

(三)余甘子果粉在水與乙醇的比例為 7:3 混合液中，在 80°C 溫度下，進行不同時間的超音波震盪，發現震盪有助於抗氧化能力的萃取，在 15-18 分左右有最佳的萃取效果，然而震盪越久，其抗氧化物質反而相對減少。

實驗三、測定余甘子萃取液中總多酚類、還原力及抗氧化能力含量

一、實驗步驟：

(一)取 5 克余甘子果粉加入水與乙醇 7:3 比例 200mL 的混合溶液中，在 80°C 下以超音波震盪 15 分鐘後，取出萃取液，經抽氣過濾後，分別進行總多酚類、還原力及抗氧化分析。

(二)總多酚類含量測定：

- 1.取 40 μ l 待測樣品溶液，加入 400 μ l 0.1% Folin-Ciocalteu 試劑搖勻後靜置 5 分鐘。
- 2.加入 320 μ l 20% Na₂CO₃ 溶液混合均勻靜置 30 分鐘，以分光光度計波長 750nm 測定樣品吸光值。
- 3.以沒食子酸含量進行比對。

(三)還原力檢測：

- 1.取 250 μ l 樣品溶液加入 250 μ l 0.2M 的磷酸緩衝溶液，再加入 250 μ l 1% 赤血鹽，並恆溫於 50°C 反應 20 分鐘後，將樣品置於冰浴中冷卻。
- 2.加 250 μ l 10% 三氯醋酸溶液後，以 4000rpm 離心 15 分鐘後，取上清液 250 μ l 加入 250 μ l 蒸餾水及 0.05% 氯化鐵 50 μ l 混合均勻，避光反應 20 分鐘後，以分光光度計波長 700nm 下測定樣品吸光值。
- 3.以維生素 C 含量進行比對。

(四)抗氧化能力檢測：

- 1.取 200 μ l 樣品溶液，並加入 10⁻³M 的 DPPH 溶液 10 μ l，在暗室靜置 20 分鐘。
- 2.以分光光度計波長 570nm 下測定樣品吸光值。
- 3.以維生素 C 含量進行比對。

二、實驗結果：

(一)余甘子萃取液總多酚含量檢測：

表 7 余甘子萃取液總多酚含量檢測結果

沒食子酸(μ 克/mL)	100	200	300	400	500	萃取液
O.D.值	0.177	0.263	0.387	0.512	0.712	0.298

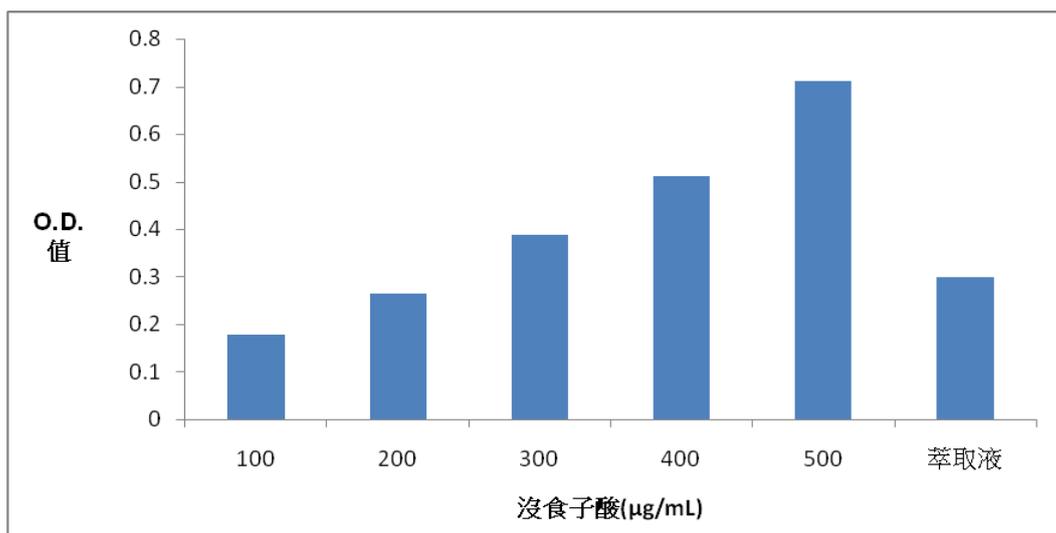


圖 26 余甘子萃取液總多酚含量檢測結果

(二)余甘子萃取液還原力檢測：

表 8 余甘子萃取液還原力檢測結果

維他命 C(ppm)	20	40	60	80	100	120	萃取液
O.D.值	0.427	0.514	0.731	0.893	1.192	1.375	0.653

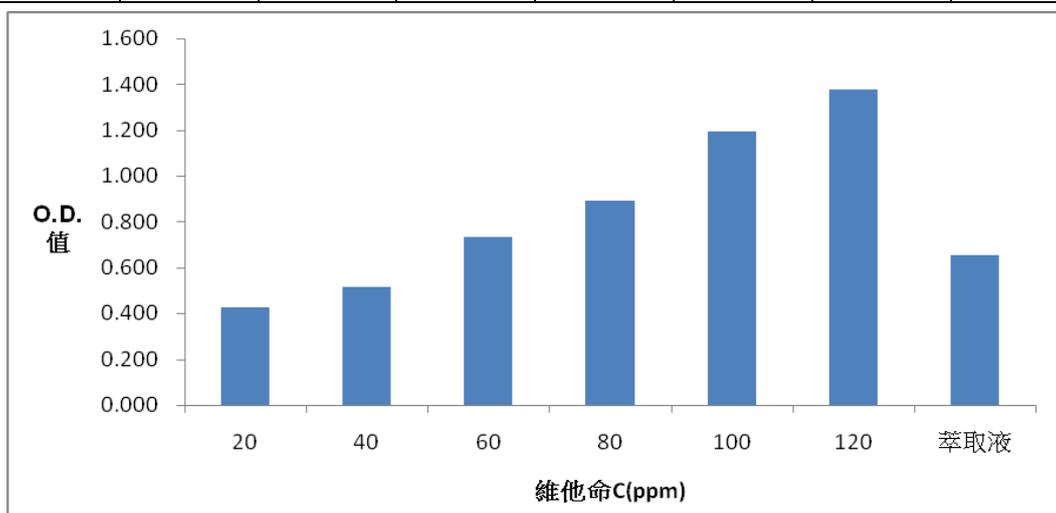


圖 27 余甘子萃取液還原力檢測結果

(三)余甘子萃取液 DPPH 自由基清除率(%)：

表 9 余甘子萃取液 DPPH 自由基清除率(%)

維他命 C(ppm)	10	20	30	40	50	60	70	80	萃取液
DPPH 清除率(%)	16	31	47	63	68	75	79	82	49

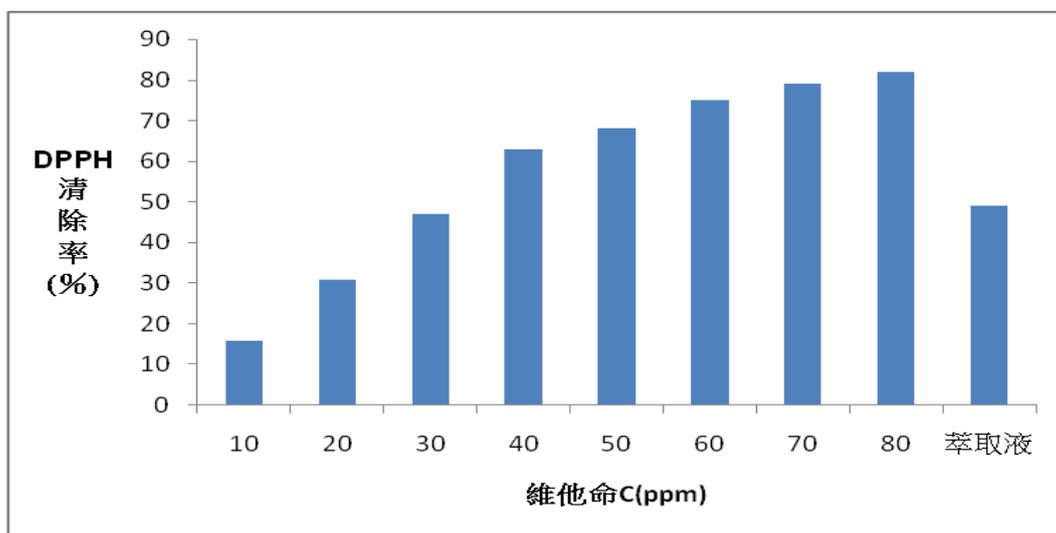


圖 28 余甘子萃取液 DPPH 自由基清除率(%)

三、實驗結果討論：

- (一)在總還原力部分，以上述最適化條件所得之萃取物進行抗氧化試驗，發現余甘子萃取物的總多酚含量約在沒食子酸 284(μ 克/mL)。
- (二)在總還原力部分，以上述最適化條件所得之萃取物進行抗氧化試驗，發現余甘子萃取物的相關多酚萃取物及維他命 C 之總抗氧化能力約在維他命 C 54.7ppm。
- (三)在抗氧化實驗部份，以上述最適化條件所得之萃取物進行抗氧化試驗，發現余甘子萃取物於 DPPH 自由基清除能力約在維他命 C 38ppm。

實驗四、測定天然食材的抗氧化能力

一、實驗步驟：

- (一)取 200 μ l 樣品溶液，並加入 10^{-3} M 的 DPPH 溶液 10 μ l，在暗室靜置 20 分鐘。
- (二)以分光光度計波長 570nm 下測定樣品吸光值。

二、實驗結果：

(一)測定抗氧化能力：

表 10 各種天然食材之抗氧化能力

	余甘子	白糖	甜菊糖	芋頭
吸光值	0.286	0.39	0.371	0.571
清除率	71.56%	61.31%	64.77%	43.12%
	地瓜	馬鈴薯	紅蘿蔔	白蘿蔔
吸光值	0.398	0.306	0.411	0.423
清除率	60.32%	69.75%	59.20%	56.31%

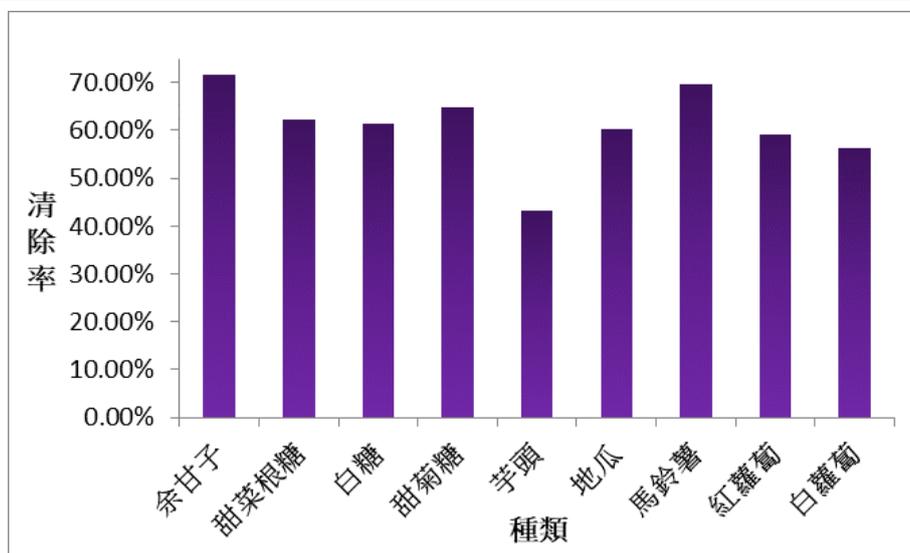


圖 29 各種天然食材之抗氧化能力

(二)pH 值測定：

表 11 各種天然食材之 pH 值

	余甘子	白糖	甜菊糖	芋頭
pH 值	3	5	5	7
	地瓜	馬鈴薯	紅蘿蔔	白蘿蔔
pH 值	4.5	5.5	4.5	4

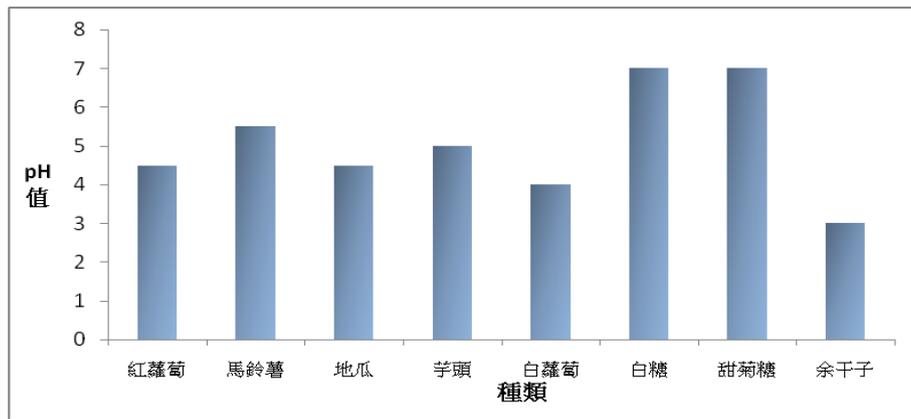


圖 30 各種天然食材之 pH 值

三、實驗討論：

(一)測定抗氧化能力：

- 1.全部食材抗氧化能力(清除率)大小順序為：余甘子>馬鈴薯>甜菊糖>白糖>地瓜>紅蘿蔔>白蘿蔔>芋頭。
- 2.糖類之抗氧化能力大小為：甜菊糖>白糖。
- 3.五種根莖類天然食材之抗氧化能力大小為：馬鈴薯>地瓜>紅蘿蔔>白蘿蔔>芋頭，但馬鈴薯在製作原物料過程極易變質氧化，其他天然食材較無此現象，地瓜有不錯抗氧化效果。
- 4.余甘子的抗氧化能力最好，因此我們推測余甘子可能有助於提升抗氧化能力，因此在接下來的實驗中使用余甘子做為提升抗氧化能力的添加食材。

(二)pH 值測定

1. pH 值高低順序：

- (1) 9 種食材大小順序為：芋頭>馬鈴薯>白糖 = 甜菊糖>紅蘿蔔 = 地瓜>白蘿蔔>余甘子。
- (2) 糖類的順序為：白糖 = 甜菊糖。
- (3) 五種根莖類農作物大小順序為：芋頭>馬鈴薯>紅蘿蔔 = 地瓜>白蘿蔔。

2.余甘子的 pH 值相較其他天然食材來得低，十分特別，我們推測是因為其為水果的一種，所以含有果酸，且同時也含有大量維他命 C，故 pH 值較低。

(三)為增加蛋糕的抗氧化能力及增加蛋糕保存的效果(減少水分)我們在製作蛋糕時添加余甘子。

實驗五、探討余甘子製成蛋糕的外觀、密度及其抗氧化能力

一、實驗步驟：

- (一)依實驗一步驟，將余甘子果實磨成粉。
- (二)麵糊調製：秤麵粉、糖、奶油、蛋各 1：1：1：1 重量，先將奶油和糖加入攪拌器中攪拌，接著將蛋次加入，最後加入麵粉。
- (三)以 16：1 比例分別取麵糊及余甘子果粉攪勻後倒入烤模，並在中間擠一條奶油，方便受熱並使其更容易產生山峰狀，且外觀更為好看。
- (四)將蛋糕放進熱風爐烘烤（前 5 分鐘 200℃ 烘烤後再以 170℃ 烤 30 分鐘）。
- (五)於蛋糕出爐後 10 分鐘統一切面拍照。
- (六)依實驗製作完成的蛋糕進行填表及品評分析，彙整資料並討論。
- (七)依實驗製作完成的蛋糕，進行密度測試，拍照並比較其外觀。
- (八)測定各蛋糕的抗氧化能力。

二、實驗結果：

(一)蛋糕外觀比較：

表 12 添加不同比例余甘子蛋糕之外觀

外觀					
	原味	16：1 淡黃色	16：2 淡黃色	16：4 深黃色	16：8 深焦色
味道	具有糖及奶油香味	有淡淡余甘子味道	有余甘子味道	有部分余甘子酸性味道	偏余甘子酸性味道

圖 31 添加不同比例余甘子蛋糕之外觀

(二)不同蛋糕比例之密度及抗氧化能力：

表 13 添加不同比例余甘子之蛋糕密度及自由基清除率

比例	原味	16 : 1	16 : 2	16 : 4	16 : 8
密度(克/cm ³)	0.428	0.432	0.449	0.681	0.760
抗氧化能力	47.31%	49.85%	55.07%	73.43%	90.45%

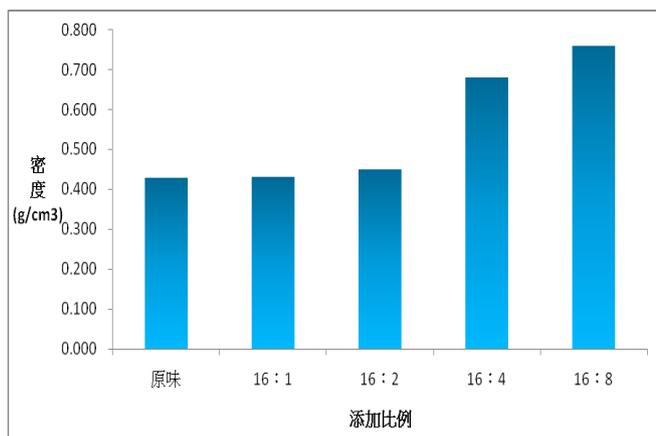


圖 32 添加不同比例余甘子蛋糕密度

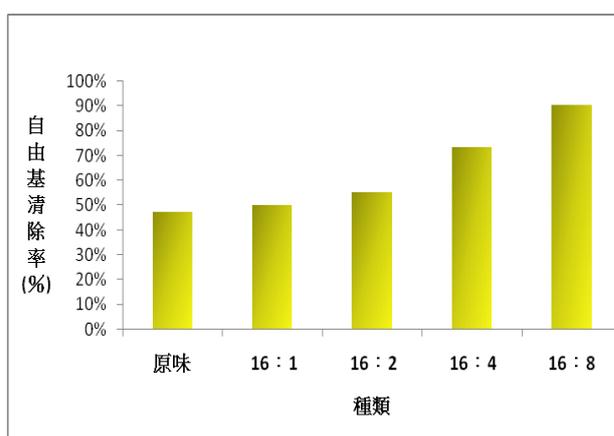


圖 33 添加不同比例余甘子蛋糕自由基清除率

三、實驗討論：

(一)蛋糕密度大小順序：16:8>16:4>16:2>16:1>原味，添加任何比重的余甘子後，密度都變大，但 16:2 及 16:1 與原味密度相近，比較沒有縮小情形。口感則隨余甘子含量而增加酸味，口感較為紮實，味道較濃郁。

(二)抗氧化能力：自由基清除率隨著余甘子添加比例增加而提升，而比例為 16 : 8 時，蛋糕之抗氧化能力最佳。

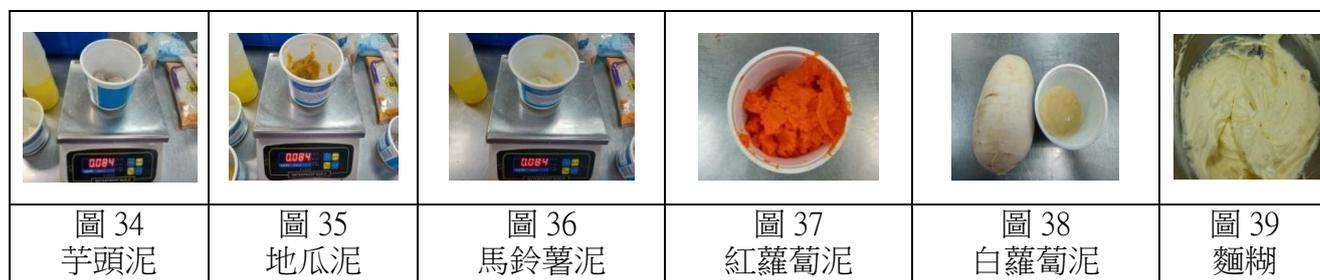
實驗六、測定根莖類食材製成蛋糕的外觀口感及其抗氧化能力

一、實驗步驟：

- (一)天然食材製作：將芋頭、地瓜、馬鈴薯磨成泥；將蘿蔔削皮並切片放入電鍋中蒸，後將蘿蔔片放入果汁機後榨 3 分鐘，製作成各種內餡原料。
- (二)麵糊調製：秤麵粉、糖、奶油、蛋各 1 : 1 : 1 : 1 重量，先將奶油和糖加入攪拌器中攪拌，接著將蛋次加入，最後加入麵粉。

(三)以 16：1 比例分別取麵糊及芋泥、地瓜泥、馬鈴薯、紅蘿蔔、白蘿蔔泥攪勻後倒入烤模，並在中間擠一條奶油，方便受熱並使其更容易產生山峰狀，且外觀更為好看。

(四)重覆實驗五烘烤蛋糕，並測量相關性質。



二、實驗結果：

表 14 添加不同根莖類食材蛋糕外觀觀察

	芋頭	地瓜	馬鈴薯	紅蘿蔔	白蘿蔔
外觀成色觀察	僅淡淡的芋頭紫色	淡土黃色，比芋頭淺些	淡黃，為五種蛋糕之中最淺色	橘黃色，有一些紅蘿蔔渣	深鵝黃色，中間顏色較深
最高峰高度(公分)	3.0	3.5	3.3	3.1	2.8
品評平均分數	3.2	3.1	2.8	2.7	3.3



圖 40 添加不同根莖類食材蛋糕切面

三、實驗討論：

(一)各種蛋糕的外觀分析：芋頭蛋糕有較明顯的淡紫色的芋泥塊狀；地瓜蛋糕有些微的淡土黃色地瓜泥塊狀；馬鈴薯蛋糕的顏色為五種根莖類蛋糕中最淡的；紅蘿蔔因富含胡蘿蔔素，其顏色均較其他根莖類蛋糕顏色深，呈現橘黃色；白蘿蔔呈現深黃色，中間顏色較深。

(二)根據整個蛋糕切片外觀上的膨脹度上，我們可以發現蛋糕最高峰高度大小為：地瓜 > 馬鈴薯 > 紅蘿蔔 > 芋頭 > 白蘿蔔，代表地瓜製作的蛋糕有較佳的柔軟度。

(三)所有原物料均勻混合在蛋糕中，經 60 個學生的口感品評平均分數中，其高低分別為地瓜 > 白蘿蔔 > 芋頭 > 馬鈴薯 > 紅蘿蔔。

(四)綜合以上兩者及實驗五結果，地瓜本身具有較高抗氧化能力及較佳的口感，可改善實驗四中余甘子蛋糕偏酸的現象，因此，我們選用地瓜添加於余甘子蛋糕的製作中。

實驗七 麵糊中加入不同分量的地瓜，製成余甘子蛋糕並比較其差異性

一、實驗步驟：

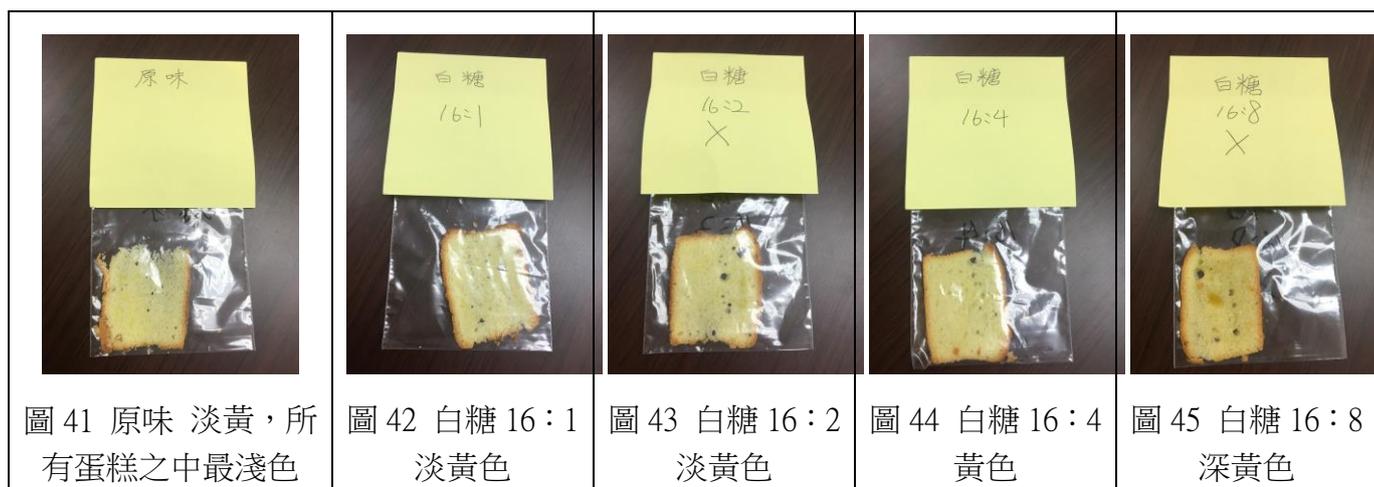
(一)依照實驗一及六的方法製作余甘子果粉、地瓜泥及麵糊，再將麵糊與地瓜泥及余甘子果粉依 16:1、16:2、16:4、16:8 比例攪勻後倒入烤模，並在中間擠一條奶油，方便受熱並使其更容易產生山峰狀，且外觀更為好看。

(二)依實驗製作完成的蛋糕，進行密度測試，拍照並比較其外觀。

二、實驗結果：

(一)蛋糕外觀觀察：

❖備註：中間數字為麵糊與地瓜泥之比例



(二)蛋糕密度：

表 15 麵糊與地瓜泥不同比例之蛋糕密度

添加比例	原味	16：1	16：2	16：4	16：8
密度(克/cm ³)	0.440	0.435	0.492	0.512	0.557

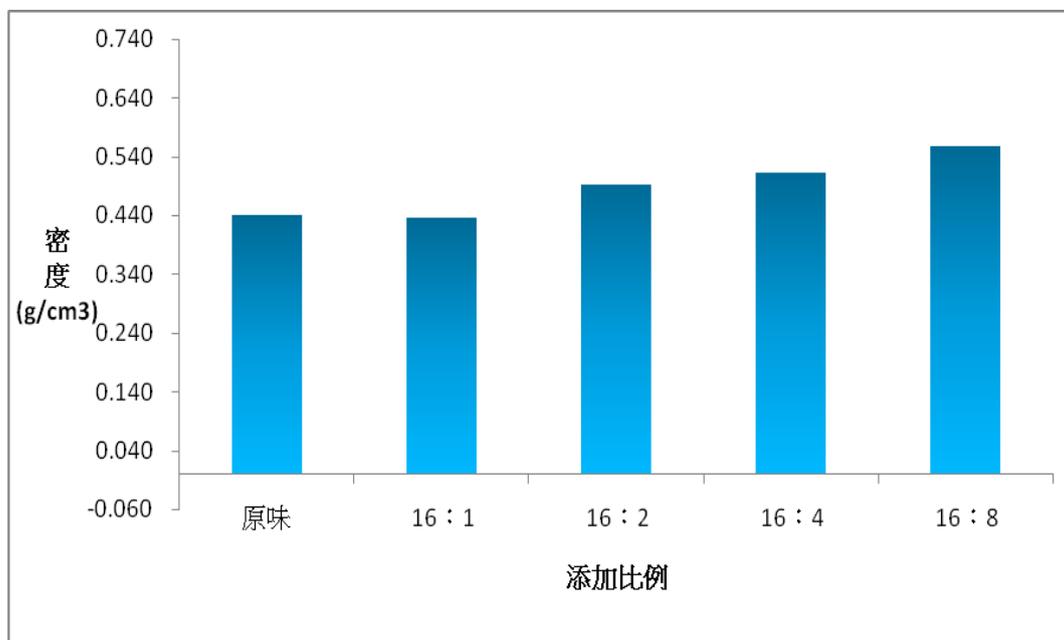


圖 46 麵糊與地瓜泥不同比例之蛋糕密度

三、實驗結果討論：

(一)蛋糕顏色深淺順序：16:8 > 16:4 > 16:2=16:1 > 原味，原味比任何加入不同份量之天然食材的蛋糕顏色都淺，且加入食材分量越多，蛋糕顏色越深。

(二)蛋糕密度大小順序：16:8 > 16:4 > 16:2 > 原味 > 16:1。而加入天然食材後，在 4 種不同分量的蛋糕中，份量越多，蛋糕密度越大，口感較為紮實，味道較濃郁。

(三)綜合討論，因為 16：1 的口味太淡，前置實驗中，有些受試者覺得嚐不出地瓜口感味道，故排除 16：1 的天然食材比例選項，而至於 16：4 之整體數據味道及各項因素較為接近 16：2，因此以下實驗針對添加地瓜的比例，我們以下選用 **16：2(低比例)**及 **16：8(高比例)**的來探討。

實驗八、麵糊中加入不同種類的糖，製成蛋糕並比較其差異性

一、實驗步驟：

(一)依照實驗一及六的方法並製作余甘子果粉、地瓜泥及麵糊(麵糊製作分別使用白糖及甜菊糖)，再將麵糊與地瓜泥及余甘子果粉依 16:2 及 16:8 比例並在中間擠一條奶油，方便受熱並使其更容易產生山峰狀，且外觀更為好看。

(二)依實驗製作完成的蛋糕，進行密度測試，拍照並比較其外觀。

(三)測定抗氧化能力。

二、實驗結果：

(一)蛋糕外觀觀察：

❖備註：1.「白」組為白糖，「甜」組為甜菊糖。

2.有/無係指余甘子的有無。

3.中間數字為麵糊與天然食材之比例。



圖 47 原味 淡黃色
所有蛋糕之中最淺色



圖 48 白糖 16:2 無
淡黃色



圖 49 白糖 16:2 有
土黃色



圖 50 白糖 16:8 無
深黃色



圖 51 白糖 16:8 有
褐色



圖 52 甜菊糖 16:2 無
淡土黃色



圖 53 甜菊糖 16:2 有
咖啡色



圖 54 甜菊糖 16:8 無
土黃色



圖 55 甜菊糖 16:8 有
深咖啡色

(二)密度比較：

表 16 有無余甘子之蛋糕之密度

密度	無余甘子	有余甘子	密度	無余甘子	有余甘子
(白糖)16：2	0.452	0.485	(白糖)16：8	0.485	0.722
(甜菊糖)16：2	0.433	0.473	(甜菊糖)16：8	0.477	0.598

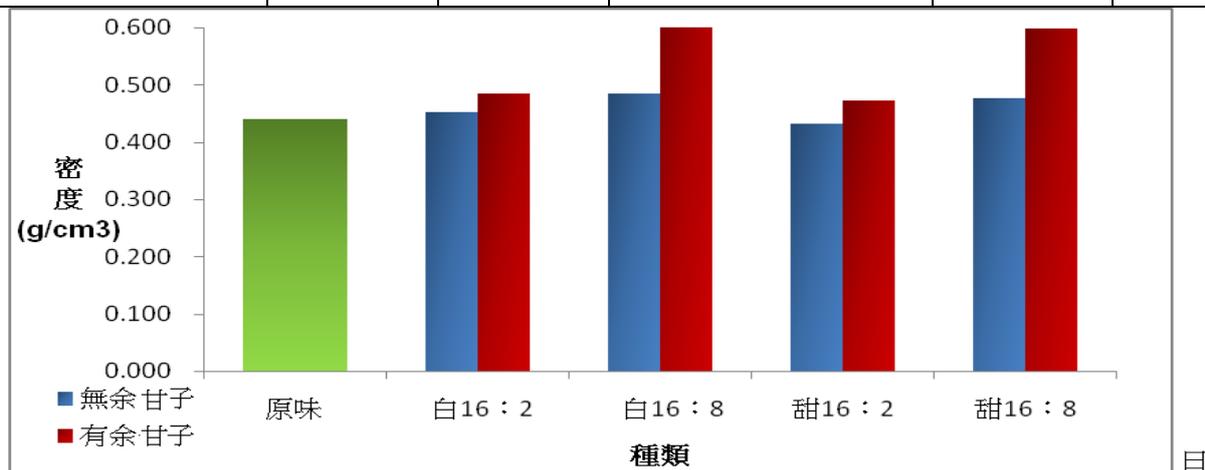


圖 56 有無余甘子之蛋糕之密度

(三)測定抗氧化能力：

- ❖備註：1.「白」組為白糖，「甜」組為甜菊糖。
- 2.有/無係指余甘子的有無。
- 3.中間數字為麵糊與天然食材之比例。

表 17 有無余甘子之蛋糕的抗氧化能力

	無余甘子		有余甘子	
	DPPH 值	清除率	DPPH 值	清除率
(白糖) 16：2	0.819	34.90%	0.764	39.27%
(白糖) 16：8	0.722	42.61%	0.548	56.44%
(甜菊糖) 16：2	0.73	41.97%	0.63	49.92%
(甜菊糖) 16：8	0.548	56.44%	0.486	61.37%

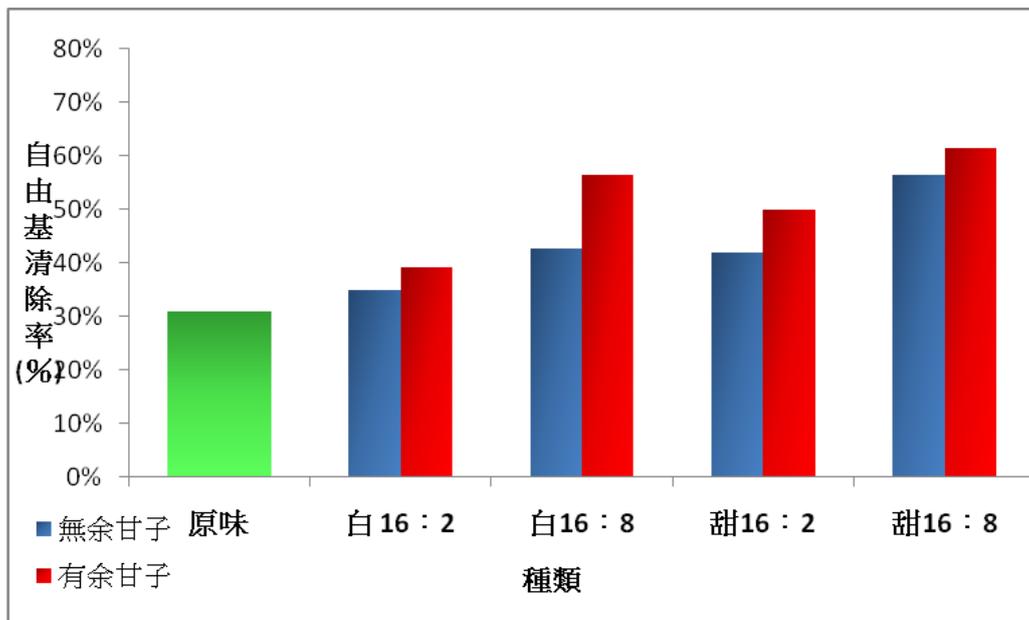


圖 57 有無余甘子之蛋糕的抗氧化能力

三、實驗結果討論：

(一)蛋糕顏色深淺順序：

- 1.加入余甘子的蛋糕顏色較無余甘子的蛋糕顏色深。
- 2.余甘子與不同糖製作的蛋糕，以甜菊糖的顏色最深，其次是白糖。

(二)蛋糕密度大小順序：

- 1.在加入余甘子後的蛋糕密度，明顯增大，顯示余甘子的添加會讓蛋糕的膨脹變差。
- 2.余甘子與不同糖製作的蛋糕，膨脹效果仍舊是以甜菊糖 > 白糖。顯示余甘子與甜菊糖混合所製作的蛋糕，仍有不錯的膨脹效果。

(三)測定抗氧化能力：

- 1.加了余甘子的蛋糕均有明顯增加自由基清除率。
- 2.依比例來看，麵糊與添加天然食材比例 16 : 8 的蛋糕之抗氧化能力優於比例 16 : 2。
- 3.分別平均後比較不同糖所製的蛋糕可發現在余甘子添加後，而不論蛋糕在 16 : 2 及 16 : 8 的比例中，依舊以甜菊糖 > 白糖。
- 4.分別平均後比較加入余甘子的效果，發現其效果良好，證明加入余甘子有確切的效果。

實驗九、觀察製成之蛋糕於不同環境的氧化速度，找出便於防腐保存的蛋糕製作方式

一、實驗步驟：

- (一)將實驗八製作之蛋糕薄片分別置於冰箱、常溫及潮濕環境。
- (二)每天於固定時間拍照並使用複式顯微鏡觀察外觀及切面。
- (三)於 20 天內持續拍照並使用複式顯微鏡觀察外觀及切面並比較其氧化速度之快慢。

二、實驗結果：

- ❖備註：1.「白」組為白糖，「甜」組為甜菊糖。
- 2.有/無係指余甘子的有無。
- 3.中間數字為麵糊與天然食材之比例。

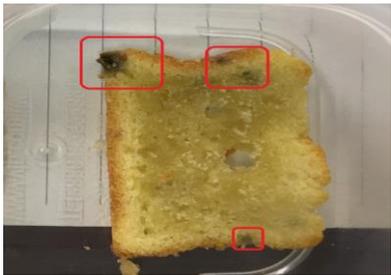
第 0 天 (室溫「甜」組 16：8 無)	第 16 天	第 20 天
		
圖 58 室溫乾燥組		
第 0 天 (冰箱「甜」組 16：8 無)	第 16 天	第 20 天
		
圖 59 冰箱保存組		
第 0 天 (保鮮盒「甜」組 16：8 無)	第 16 天	第 20 天
		
圖 60 室溫潮濕組		

表 18 發黴蛋糕統計

	室溫乾燥組	冰箱組	室溫潮濕組
發黴蛋糕數量	0	0	4

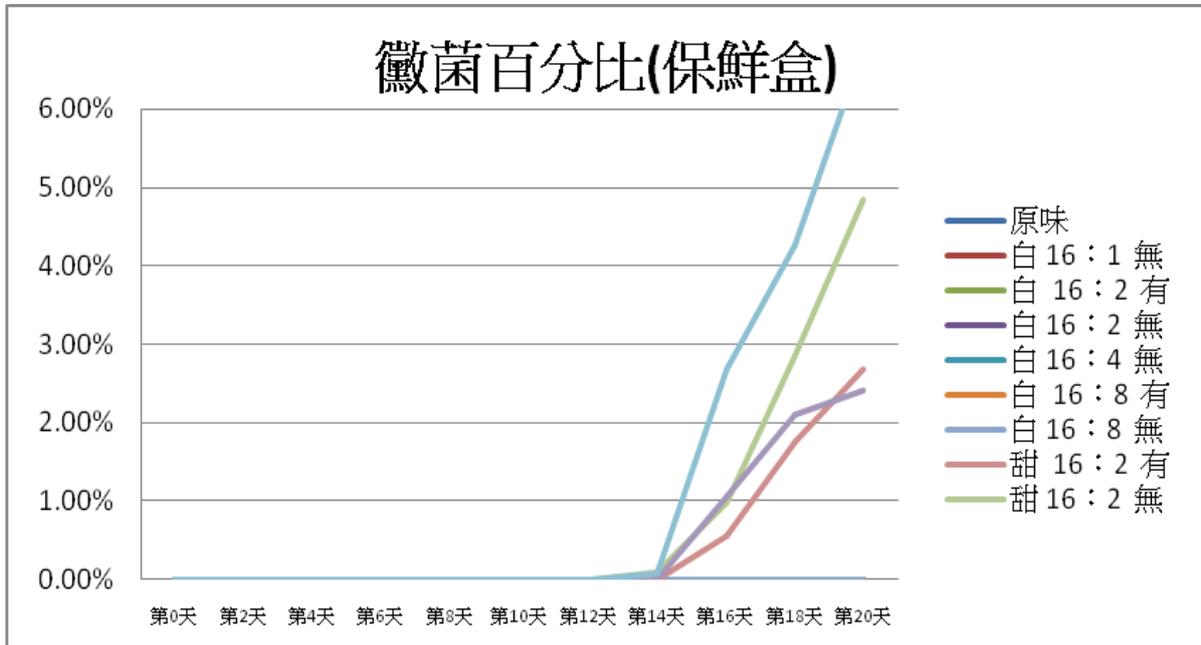


圖 61 黴菌成長百分比

三、實驗結果討論：

(一)室溫乾燥組：截至 20 日之實驗結束後都尚未發黴。

(二)冰箱保存組：截至 20 日之實驗結束後都尚未發黴。

(三)室溫潮濕組：原味最容易發黴。

(四)綜合討論：由於室溫保存組及冰箱保存組截至 20 日之實驗結束後都尚未發黴，但是潮濕保鮮盒保存組卻有 4 個蛋糕發黴了，我們推測蛋糕本身沒有太多水分，但放在潮濕保鮮盒中反而增加蛋糕與水的接觸機率，因此潮濕保鮮盒不適用於蛋糕的保存。

伍、結論

一、利用純水萃取余甘子中抗氧化物質，在 80°C 時有最好的萃取效果，推測可能有些抗氧化物質在高溫容易被破壞，使得抗氧化能力效果下降，而有一些有機結構在高溫下不易變質，萃取時間約在 40 分鐘左右。

- 二、透過乙醇有機溶劑萃取余甘子中抗氧化物質，發現水與乙醇在 7：3 比例時有最佳萃取效果，萃取方法則是利用超音波震盪於 80°C 下，約在 15 分-18 分左右，有最佳萃取效果。
- 三、我們對蛋糕製作食材進行實驗測定，發現糖類中甜菊糖的抗氧化能力最佳，其次是白糖。而在五種根莖類食材中，抗氧化能力最好的為馬鈴薯，其次是地瓜，最差的是芋頭。另外，余甘子的抗氧化能力是所有食材中最好，因此我們製作的蛋糕特別加入余甘子。特別的是余甘子的 pH 值相較其他原物料來得低，我們推測是因為其為水果的一種，所以含有果酸，且同時含有大量維他命 C，故 pH 值較低。
- 四、麵糊中加入不同重量余甘子所製作蛋糕，其加入量越多，抗氧化能力越佳，密度越大，口感也越紮實，味道更濃郁，然而也會增加酸味。為改善其酸味現象，我們嘗試加入根莖類食材，以改善其酸味。
- 五、麵糊中添加不同根莖類食材製作蛋糕時，外觀上所有天然食材均能均勻的混合在蛋糕中，其中又以地瓜最為均勻，整體的形狀中也以地瓜蛋糕的膨脹度較大，彈性也較佳。而在口感品評中獲得最高分，加上其本身的高抗氧化能力，後續以地瓜加入余甘子蛋糕中，改善口感。
- 六、比較原味及添加不同比例余甘子及地瓜食材製作的蛋糕，原味蛋糕顏色最淺，添加天然食材分量越多，蛋糕顏色越深。密度方面：原味蛋糕最大，但在 4 種不同分量天然食材的蛋糕中，天然食材分量越多，蛋糕密度越大。
- 七、比較添加不同糖類製作的地瓜、余甘子蛋糕：
顏色方面，「甜」組有余甘子的蛋糕顏色最深，再來依次是「白」組有余甘子、「甜」組無余甘子、「白」組無余甘子，最後是原味(對照組)，而且加入余甘子的蛋糕顏色較無余甘子的蛋糕顏色深。密度方面，則是「白」組平均密度最大，最後是「甜」組，且加入余甘子的蛋糕密度較無余甘子的蛋糕密度大。抗氧化能力方面，「甜」組的蛋糕抗氧化能力最佳，再來依次是「白」組及原味(對照組)。
- 八、添加天然食材蛋糕的保存，室溫乾燥組及冰箱保存組截至 20 日之實驗結束後都尚未發黴，但是室溫潮濕組卻有 4 個蛋糕發霉了，我們推測蛋糕本身水分很少，可長時間保存，放在潮濕盒中反而增加蛋糕與水的接觸機率，因此不適用於蛋糕的保存。
- 九、未來會針對所有樣品進行相關品評分析，藉此了解不同年齡層對蛋糕之喜好度。

陸、參考資料及其他

一、苗栗-台灣油甘網

<http://www.taiwanamala.com.tw/>

二、為媽媽研發低糖生酮甜點品嚐幸福好滋味！

https://www.businesstoday.com.tw/article/cate_克_ory/80732/post/201711300018/為媽媽研發低糖生酮甜點%20品嚐幸福好滋味！

三、DPPH-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/1,1-%E4%BA%8C%E8%8B%AF%E5%9F%BA-2-%E4%B8%89%E7%A1%9D%E5%9F%BA%E8%8B%AF%E8%82%BC>

四、DPPH 抗自由基實驗@ Dr. Hsieh 的部落格:: 隨意窩 Xuite 日誌

https://blo_克.xuite.net/drhsieh/twblo_克/132087292-DPPH%E6%8A%97%E8%87%AA%E7%94%B1%E5%9F%BA%E5%AF%A6%E9%A9%97

五、蛋糕-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A3%85%E8%9B%8B%E7%B3%95>

六、從”食”招來~二氧化碳的擇”粉”條件

https://activity.ntsec.克_ov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-080201.pdf

七、台農 67 號水稻品種間抗氧化能力比較之研究

http://www.min_克_dao.edu.tw/mdhsp/biolo_克_y/pdf/b_p9703.pdf

八、乾燥及貯藏處理對餘甘子機能成分含量的影響

https://www.mdais.克_ov.tw/files/mdais/web_structure/5523/A01_1.pdf

九、100% 植物代糖取替砂糖-甜菊糖好處和副作用

https://blo_克.ulifestyle.com.hk/blo_克_克/er/ownmay/2018/04/100-%E6%A4%8D%E7%89%A9%E4%BB%A3%E7%B3%96%E5%8F%96%E6%9B%BF%E7%A0%82%E7%B3%96-%E7%94%9C%E8%8F%8A%E7%B3%96%E5%A5%BD%E8%99%95%E5%92%8C%E5%89%AF%E4%BD%9C%E7%94%A8/

十、健康取向紅蘿蔔蜂蜜蛋糕之開發

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=9814>

【評語】 032924

1. 主要是探討余甘子萃取與添加於蛋糕之抗氧化能力等，作品生活化。
2. 實驗主題明確，結果之陳述簡潔易懂；利用控制變因的方式，有效地找出最佳條件。雖然有清晰之圖表及圖例，宜增加實驗的次數，避免產生偏差。
3. 另若能與相關文獻比較討論，會較佳。

摘要

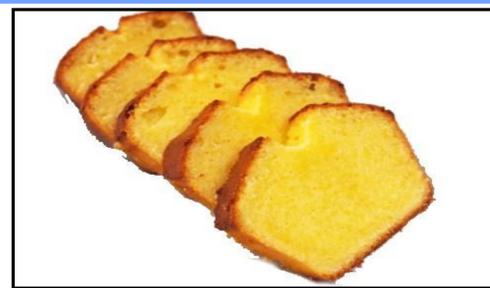
研究結果發現：萃取余甘子在純水中於80°C時有良好的萃取效果，萃取時間在40分鐘左右。透過乙醇有機溶劑萃取余甘子的抗氧化物質，發現水與乙醇比例為7:3時有最佳萃取效果，方法是利用超音波震盪，15分鐘~18分鐘左右。製作蛋糕時添加根莖類食材，能提升其抗氧化能力及風味。在添加不同糖類時，發現甜菊糖有助於抗氧化能力提升，同時膨脹比例較佳，有好的口感。而有無添加余甘子並不太影響蛋糕整體口感，顯示蛋糕甜點製作時，配方上添加余甘子可增加其保存期限及其營養價值，值得推廣。

壹、研究動機

一次參加學校活動時，主持人告訴我們，可以將不好吃或銷售不佳但營養價值高的食品，添加到甜品中，可以增加其營養價值並提高大眾對此的接受度。我們上網搜尋資料時發現，余甘子是一種具有高抗氧化能力，且營養價值極高的食材，但因為其口味獨特，大眾的接受度較低，所以嘗試將其添加到蛋糕中，同時能夠提高蛋糕的營養價值和抗氧化能力，藉此提高其保存期限，也能夠將余甘子這個小眾的名詞更廣為人知。

貳、研究目的

- 一、探討余甘子在不同溫度、加熱時間及重量中的最佳萃取條件。
- 二、探討余甘子在不同溶劑及萃取方法下，其最佳萃取條件。
- 三、探討余甘子萃取液中總多酚類、還原力及抗氧化能力含量。
- 四、探討天然食材的抗氧化能力與pH值。
- 五、探討余甘子製成蛋糕的外觀、密度及其抗氧化能力。
- 六、測定余甘子蛋糕添加根莖類食材製成蛋糕的外觀、口感及其抗氧化能力。
- 七、探討麵糊中加入不同分量的地瓜，製成蛋糕並比較其差異性。
- 八、探討麵糊中加入不同種類的糖，製成蛋糕並比較其差異性。
- 九、探討製成之蛋糕於不同環境的氧化速度，找出便於防腐保存的蛋糕製作方式。



圖一 蛋糕

參、研究設備及器材

一、食材及藥品

余甘子、芋頭、地瓜、馬鈴薯、紅蘿蔔、白蘿蔔、白糖、甜菊糖、低筋麵粉、蛋、無鹽奶油、乙醇、碘酸鉀、碘化鉀、Folin-Ciocalteus試劑、碳酸鈉、沒食子酸、磷酸緩衝溶液、赤血鹽、三氯醋酸、氯化鐵、維他命c、DPPH。

二、器材

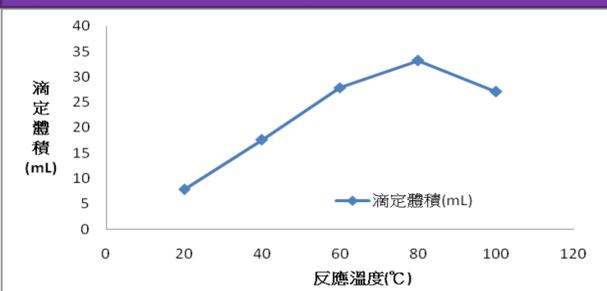
加熱板、均質機、超音波震盪器、抽氣過濾機、鋼盆、攪拌器、果汁機、熱風爐、電子秤、攪拌匙、烤模、烤模紙、烤盤、塑膠碗、勺子、電鍋、鍋子、量杯、刀子、分光光度計、微量滴管、試管、石英管、均質器、暗箱、甜度計、複式顯微鏡、pH計、烘箱。



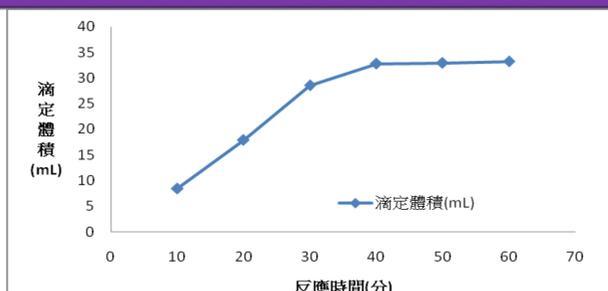
圖二 研究器材

肆、研究結果

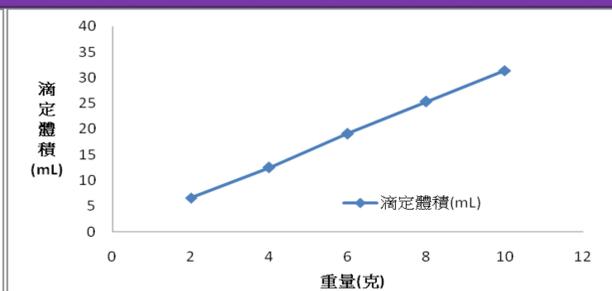
實驗一、探討余甘子在不同溫度、加熱時間及重量中的最佳萃取條件



圖三 余甘子於不同溫度萃取後滴定結果



圖四 余甘子80°C時，持續加熱萃取後滴定結果

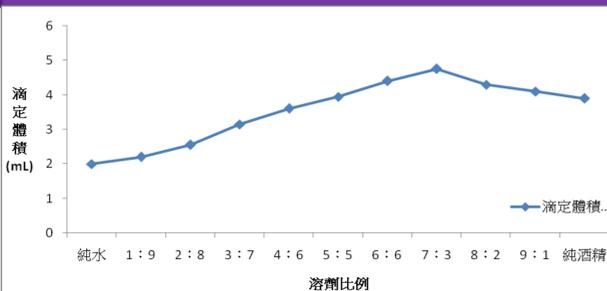


圖五 添加不同重量余甘子萃取後滴定結果

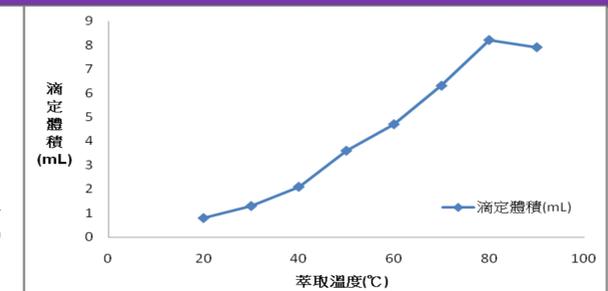
實驗討論

- (一) 余甘子經不同溫度加熱萃取時，發現溫度越高，其抗氧化能力越好，在80°C達到最高值，而在100°C時，其效果反而較差，推測可能有些抗氧化物質在高溫容易被破壞，使得抗氧化能力效果下降，但仍有良好的抗氧化能力，經查資料後發現除維他命C外，仍有一些有機結構在高溫下不易變質。
- (二) 余甘子在80°C經不同加熱時間萃取，抗氧化物含量隨著加熱時間增長，而逐漸提升，而在40分鐘時達最高值，其後變化性不大，維持在最高值。
- (三) 添加不同克的余甘子萃取，萃取出來的抗氧化物含量隨重量有正相關趨勢。

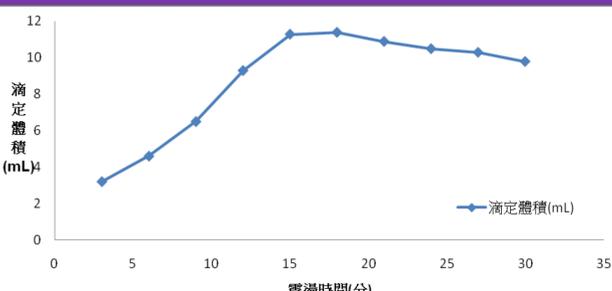
實驗二、測定余甘子在不同溶劑及萃取方法下，其最佳萃取條件



圖六 余甘子於水與乙醇不同比例萃取後滴定結果



圖七 余甘子於水與乙醇比例7:3中，經不同溫度萃取後滴定結果

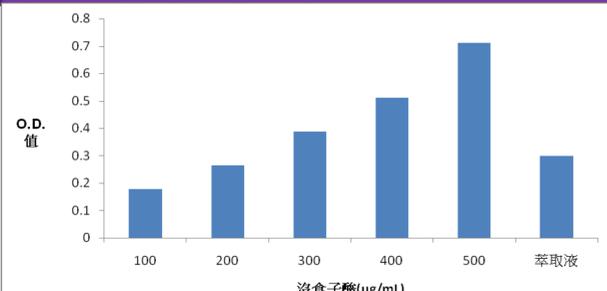


圖八 余甘子於水與乙醇比例7:3中，在80°C時，不同震盪時間萃取後滴定結果

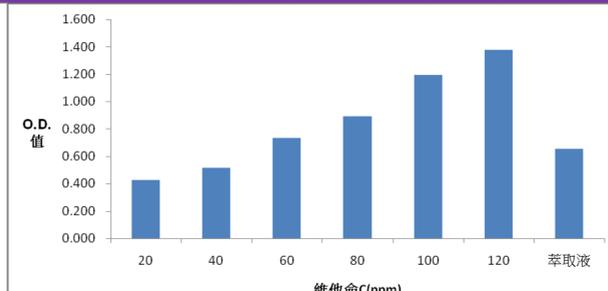
實驗討論

- (一) 余甘子果粉浸泡於不同比例水與乙醇混合液中密封冷藏24小時後，以碘滴定測定後發現，在水與乙醇的比例為7:3時其抗氧化能力最佳，顯示萃取效果最好。
- (二) 余甘子果粉在水與乙醇的比例為7:3混合液中，以加熱迴流方式進行不同溫度的萃取，經碘滴定測定後發現，其抗氧化能力隨著溫度有增加的趨勢，而80°C時有最佳的萃取效果，而在100°C時，其效果反而較差，與實驗一結果相同。
- (三) 余甘子果粉在水與乙醇的比例為7:3混合液中，在80°C溫度時，進行不同時間的超音波震盪，發現震盪有助於抗氧化能力的萃取，在15-18分左右有最佳的萃取效果，然而震盪越久，其抗氧化物質反而相對減少。

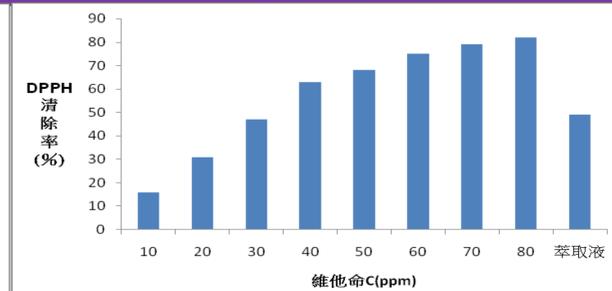
實驗三、測定余甘子萃取液中總多酚類、還原力及抗氧化能力含量



圖九 余甘子萃取液總多酚含量檢測結果



圖十 余甘子萃取液還原力檢測結果



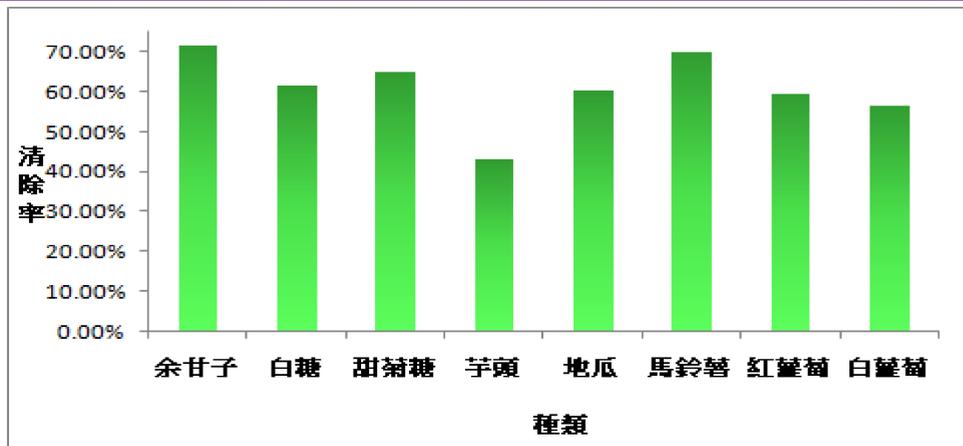
圖十一 余甘子萃取液DPPH自由基清除率(%)

實驗討論

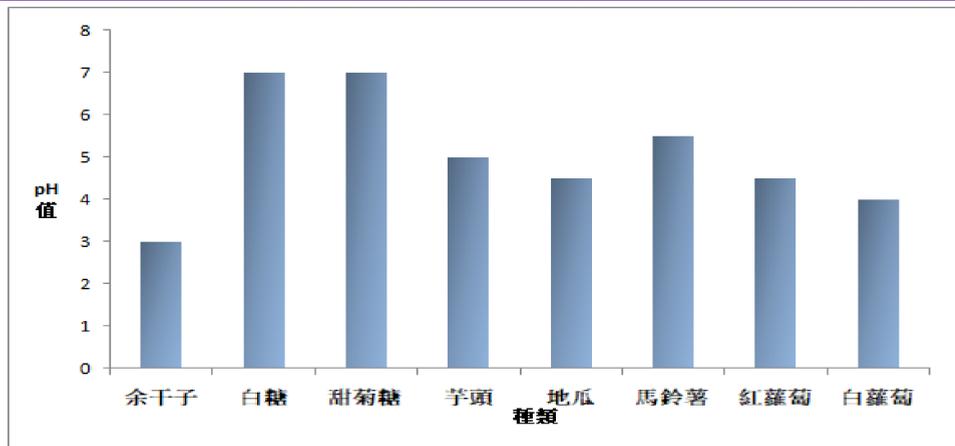
以實驗一及二的余甘子最佳萃取條件，並進一步測定各項能力，並與沒食子酸及維他命C比對，結果發現：

- (一) 余甘子萃取物的總多酚含量約相當於沒食子酸284(µg/mL)。
- (二) 余甘子萃取物的總還原力約相當於維他命C的54.7ppm。
- (三) 余甘子萃取物於DPPH自由基清除能力，約相當於維他命C的38ppm。

實驗四、測定天然食材的抗氧化能力



圖十二 各種天然食材之抗氧化能力



圖十三 各種天然食材之pH值

實驗討論

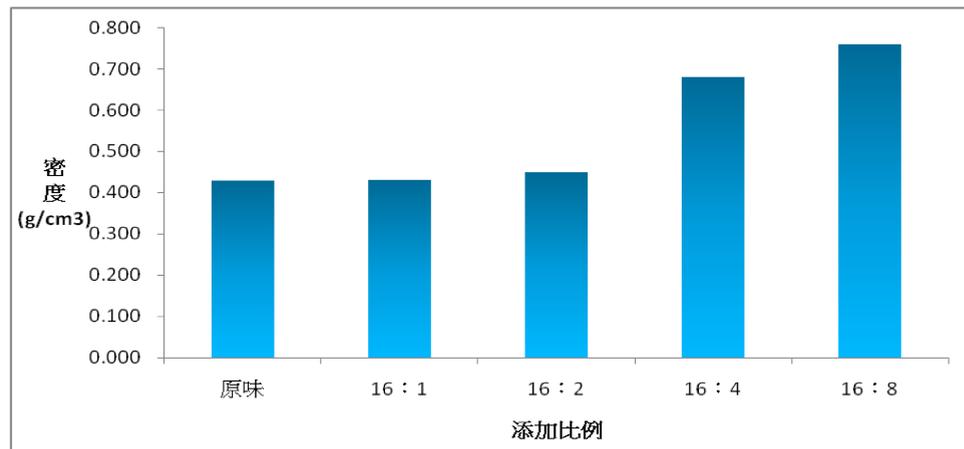
(一)測定幾種天然食材的抗氧化能力：

1. 所有食材中以余甘子的抗氧化能力最好，因此在接下來的實驗中優先使用余甘子做為提升抗氧化能力添加食材。
2. 其它食材中，馬鈴薯及地瓜也有不錯的抗氧化能力。

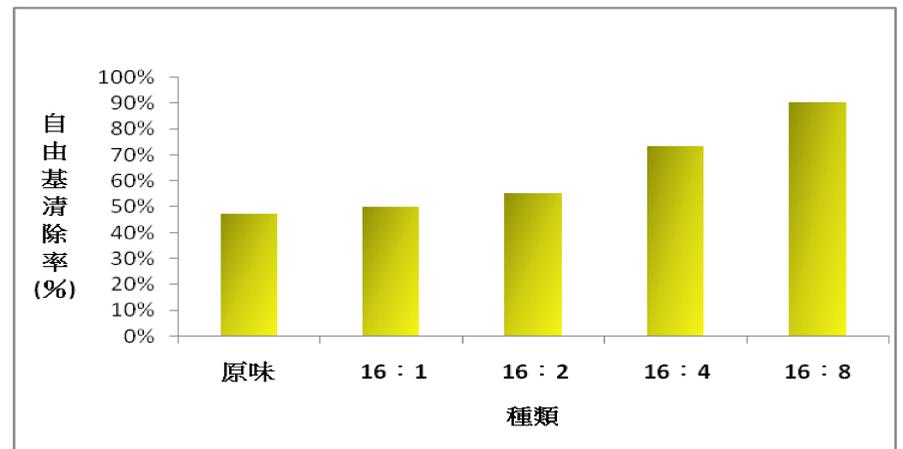
(二)pH值測定：

余甘子的pH值相較其他天然食材來得低，十分特別，我們推測是因為其為水果的一種，所以含有果酸，同時也含有大量維他命C，故pH值較低。

實驗五、探討余甘子製成蛋糕的外觀、密度及其抗氧化能力



圖十四 添加不同比例之余甘子蛋糕密度



圖十五 添加不同比例之余甘子蛋糕自由基清除率

實驗討論

- (一)蛋糕密度大小順序： $16:8 > 16:4 > 16:2 > 16:1 > 原味$ ，添加任何比重的余甘子後，密度都變大，但16:2及16:1與原味密度相近，比較沒有縮小情形。口感則隨余甘子含量而增加酸味，口感較為紮實，味道較濃郁。
- (二)抗氧化能力：自由基清除率隨著余甘子添加比例增加而提升，而比例為16:8時，蛋糕之抗氧化能力最佳。

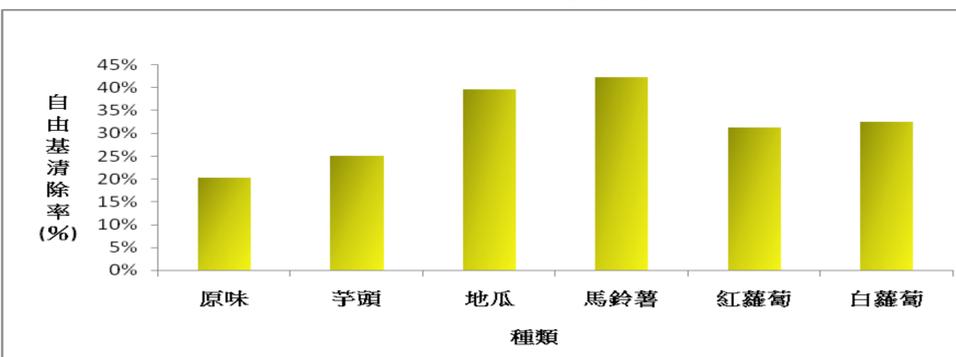


圖十六 添加不同比例之余甘子蛋糕

實驗六、測定余甘子蛋糕添加根莖類食材製成蛋糕的外觀、口感及其抗氧化能力



圖十七 添加不同根莖類食材的蛋糕切面

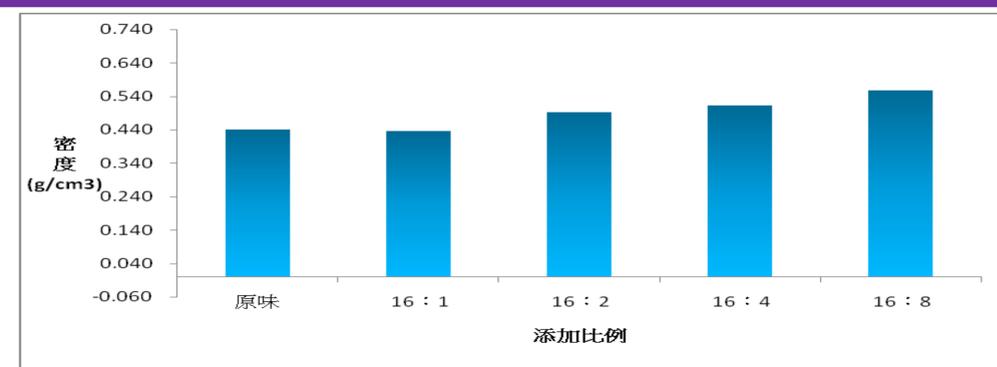


圖十八 添加不同根莖類食材的抗氧化能力

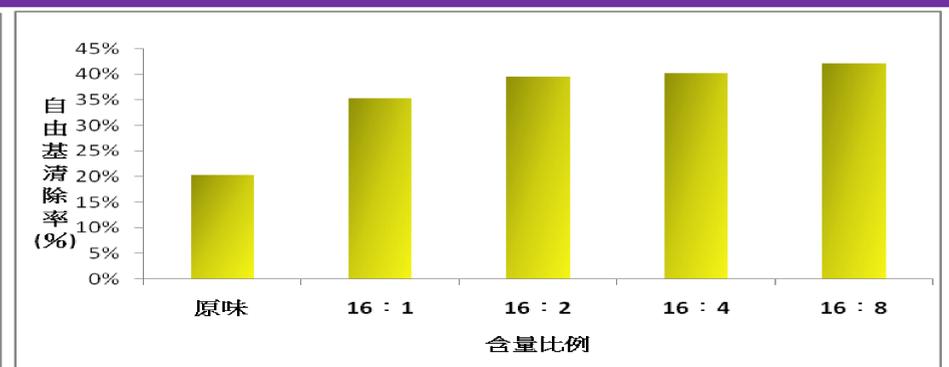
實驗討論

- (一)各種蛋糕的外觀分析：(1)芋頭蛋糕有較明顯的淡紫色的芋泥；(2)地瓜蛋糕有些微的淡土黃色地瓜泥；(3)馬鈴薯蛋糕的顏色為五種根莖類蛋糕中最淡的；(4)紅蘿蔔因富含胡蘿蔔素，其顏色均較其他根莖類蛋糕顏色深，呈現橘黃色；(5)白蘿蔔呈現深黃色，中間顏色較深。
- (二)根據整個蛋糕切片外觀上的膨脹度上，我們可以發現蛋糕最高峰高度大小為：地瓜 > 馬鈴薯 > 紅蘿蔔 > 芋頭 > 白蘿蔔，代表地瓜製作的蛋糕有較高的柔軟度。
- (三)所有原物料均勻混合在蛋糕中，經60個學生的口感品評平均分數中，其高低分別為：地瓜 > 白蘿蔔 > 芋頭 > 馬鈴薯 > 紅蘿蔔。
- (四)測定根莖類蛋糕的抗氧化能力，其高低分別為：馬鈴薯 > 地瓜 > 白蘿蔔 > 紅蘿蔔 > 芋頭。
- (五)綜合以上兩者及實驗四結果，地瓜本身具有較高抗氧化能力及較佳的口感，可確實改善實驗五中余甘子蛋糕偏酸的現象，因此，我們選用地瓜添加於余甘子蛋糕的製作中。

實驗七、麵糊中加入不同分量的地瓜，製成蛋糕並比較其差異性



圖十九 麵糊與天然食材不同比例之蛋糕密度



圖二十 麵糊與地瓜不同比例之蛋糕抗氧化能力

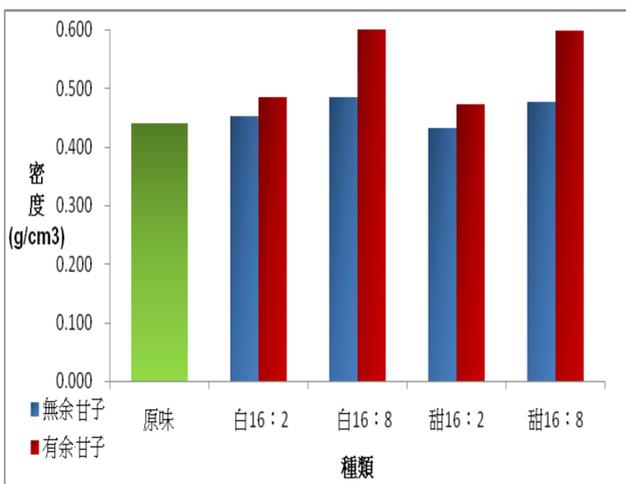
實驗討論

- (一)加入天然食材後，在4種不同分量的蛋糕中，份量越多蛋糕密度越大，口感較為紮實，味道較濃郁。
- (二)綜合討論，因為16:1的口味太淡，前置實驗中，有些受試者覺得嚐不出餡料口感味道，故排除16:1的天然食材比例選項，而至於16:4之整體數據味道及各項因素較為接近16:2，因此以下實驗針對添加根莖類食材比例，我們以下選用16:2(低比例)及16:8(高比例)比例來探討。
- (三)抗氧化能力隨著地瓜添加比例增加而提升，而比例為16:8時，蛋糕之抗氧化能力最佳。

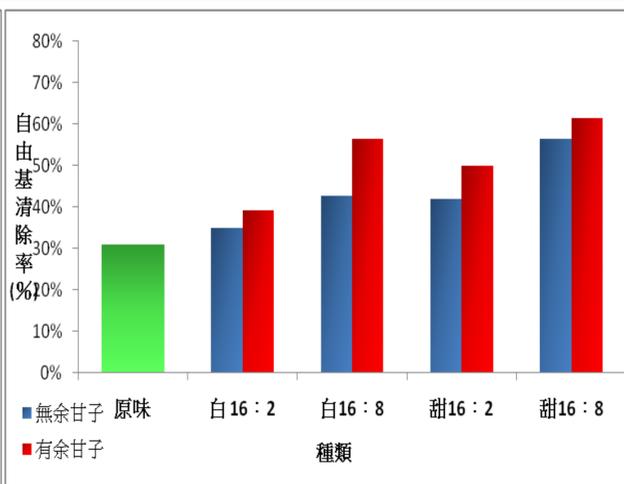
實驗八、麵糊中加入不同種類的糖，製成蛋糕並比較其差異性



圖二十一 麵糊中加入不同分量的地瓜集不同糖製成之余甘子蛋糕



圖二十二 有無余甘子之蛋糕之密度



圖二十三 有無余甘子之蛋糕之自由基清除率

實驗討論

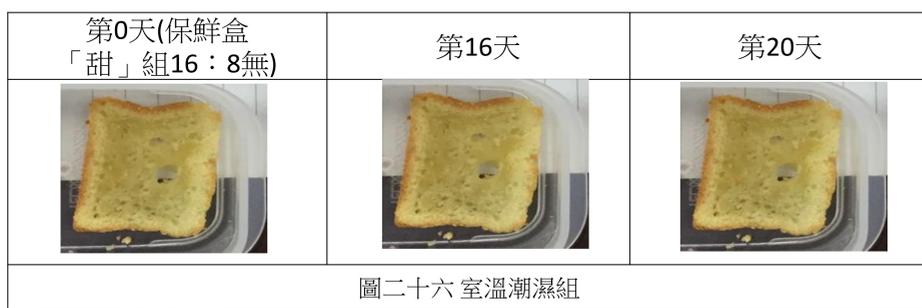
- (一) 蛋糕顏色深淺順序：加入余甘子的蛋糕顏色較無余甘子的蛋糕顏色深。2. 余甘子與不同糖製作的蛋糕，以甜菊糖的顏色最深，其次是白糖。
- (二) 蛋糕密度大小順序：
 1. 加入余甘子後的蛋糕會讓蛋糕的膨脹變差。
 2. 余甘子與不同糖製作的蛋糕，膨脹效果仍舊是以甜菊糖 > 白糖。
- (三) 測定抗氧化能力：
 1. 加了余甘子的蛋糕均有明顯增加自由基清除率，其效果良好，證明加入余甘子有確切的效果。
 2. 依比例來看，麵糊與添加天然食材比例16：8的蛋糕之抗氧化能力優於比例16：2。
 3. 分別平均後比較不同糖所製的蛋糕可發現在余甘子添加後，不論蛋糕在16：2及16：8的比例中，都是以甜菊糖 > 白糖。

實驗九、觀察製成之蛋糕於不同環境的氧化速度，找出便於防腐保存的蛋糕製作方式



圖二十四 室溫乾燥組

圖二十五 冰箱保存組



圖二十六 室溫潮濕組

實驗討論

- (一) 室溫乾燥組：截至20日之實驗結束後都尚未發黴。
- (二) 冰箱保存組：截至20日之實驗結束後都尚未發黴。
- (三) 室溫潮濕組：截至20日之實驗結束後都尚未發黴。
- (四) 綜合討論：由於原味、室溫保存組、冰箱保存組以及室溫潮濕組截至20日之實驗結束後都尚未發黴，我們推測是因為蛋糕本身沒有太多水分。

伍、結論

- 一、利用純水萃取余甘子中抗氧化物質，在80°C時有最好的萃取效果，推測可能有些抗氧化物質在高溫較容易被破壞，使得抗氧化能力效果下降，而有一些有機結構在高溫下不易變質，萃取時間約在40分鐘左右。
- 二、透過乙醇有機溶劑萃取余甘子中抗氧化物質，發現水與乙醇比例為7：3，溫度為80°C時，利用超音波震盪約15分-18分左右，有最佳萃取效果。
- 三、余甘子萃取物的總多酚含量相當於沒食子酸284($\mu\text{g/mL}$)，總還原力約相當於維他命C的54.7ppm，DPPH
自由基清除能力，約相當於維他命C的38ppm。
- 四、余甘子的抗氧化能力是所有食材中最佳的。特別的是余甘子的pH值相較其他原物料來得低，我們推測是因為其為水果的一種，所以含有果酸，且同時含有大量維他命C，故pH值較低。
- 五、麵糊中加入不同重量余甘子所製作蛋糕，其加入量越多，抗氧化能力越佳，密度越大，口感也越紮實，味道更濃郁，然而也會增加酸味。為改善其酸味現象，我們嘗試加入根莖類食材，以改善其酸味。
- 六、麵糊中添加不同根莖類食材製作蛋糕時，外觀上所有天然食材均能均勻的混合在蛋糕中，其中又以地瓜最為均勻，整體的形狀中也以地瓜蛋糕的膨脹度較大，彈性也較佳。而在口感品評中獲得最高分，加上其本身的高抗氧化能力，後續以地瓜加入余甘子蛋糕中，改善口感。
- 七、比較原味及添加不同比例余甘子及地瓜食材製作的蛋糕，在4種不同分量天然食材的蛋糕中，天然食材分量越多，蛋糕密度越大，抗氧化力越佳。
- 八、麵糊中加入不同種類的糖製成蛋糕後，發現加入余甘子比無余甘子的蛋糕顏色深且有增加抗氧化能力的效果，證明加入余甘子有確切的效果。且使用不同糖製作的蛋糕，甜菊糖製作的蛋糕，顏色較深、膨脹效果及抗氧化能力皆較佳。麵糊與添加天然食材比例16：8的蛋糕之抗氧化能力優於比例16：2的蛋糕。
- 九、添加天然食材蛋糕的保存，原味、室溫保存組、冰箱保存組以及室溫潮濕組截至20日之實驗結束後都尚未發黴，我們推測是因為蛋糕本身沒有太多水分。
- 十、未來會針對所有樣品進行相關品評分析，藉此了解不同年齡層對蛋糕之喜好度。

陸、參考資料

- 一、苗栗-台灣油干網
<http://www.taiwanamala.com.tw/>
- 二、為媽媽研發低糖生酮甜點品嚐幸福好滋味！
<https://www.businessstoday.com.tw/article/category/80732/post/201711300018/為媽媽研發低糖生酮甜點%20品嚐幸福好滋味！>
- 三、DPPH-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/1,1-%E4%BA%8C%E8%8B%AF%E5%9F%BA-2-%E4%B8%89%E7%A1%9D%E5%9F%BA%E8%8B%AF%E8%82%BC>
- 四、DPPH抗自由基實驗@ Dr. Hsieh的部落格:: 隨意窩Xuite日誌
<https://blog.xuite.net/drhsieh/twblog/132087292-DPPH%E6%8A%97%E8%87%AA%E7%94%B1%E5%9F%BA%E5%AF%A6%E9%A9%97>
- 五、磅蛋糕-維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A3%85%E8%9B%8B%E7%B3%95>
- 六、甜菊糖
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%9C%E8%8F%8A%E7%B3%96>
- 七、甜菜根糖
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B3%96%E7%94%A8%E7%94%9C%E8%8F%9C>