中華民國第52屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生活與應用科學科

最佳(鄉土)教材獎

080827

鍍金變黃金－賦予台灣柑橘新生命

學校名稱：高雄市新興區新興國民小學

作者：	指導老師：
小六 楊華育 小四 楊兆迪 小六 陳碩恩	簡加妮 吳珮榕

關鍵詞：橘皮食品、橘皮精油

鍍金變黃金—賦予台灣柑橘新生命

摘要

台灣柑橘產量富產且含有極高的營養價值,特別是果皮部分的營養更勝於果肉百倍以上。所以我們研究一套去除柑橘皮原有的嗆辣苦澀味的標準程序，再以處理過的柑橘皮為主要食材，開發出橘皮果醬、橘皮冰棒、涼拌橘皮、橘皮泡菜、糖漬橘皮巧克力和香酥甘梅橘皮等六道營養又美味的食物，以增進國人健康。新開發的食品經過「官能品評」問卷調查發現，民眾對柑橘皮食品的接受度非常高，但是去除橘皮嗆辣苦澀過程較費時，因此把去除嗆辣苦澀味的橘皮開發製成「冷凍橘皮料理」包，方便忙碌的現代人後續料理有很高的商業價值。最後嘗試使用近幾年流行的蔬果調理機「慢磨機」，提煉高品質的柑橘精油，提升柑橘皮全方位的利用價值，賦予台灣柑橘新的生命。

壹、研究動機

我因為生病吃不下飯，媽媽用陳皮泡了一杯熱茶給我喝，還告訴我這是從我們不要的柑橘皮加工製作而來。想不到平常被我們棄置不用的柑橘皮，竟然也有這等「妙用」！讓我對這不起眼的柑橘皮產生了好奇心。

進一步研讀相關資料後瞭解，柑橘類含有相當多有益身體的物質，其中果皮所含有的濃度更是果肉的一百多倍，而一般人吃柑橘類水果，則是指吃果肉不吃皮，就像吃葡萄吐葡萄籽和皮，是把柑橘類水果最精華的部分給丟棄了。因此，和老師討論後，決定利用廚房中常見的調味品進行柑橘皮食用性的研究，期待能開發出人人喜愛的「橘皮食品」。

另一方面，柑橘皮的精油含量很高，因此嘗試以不同方法萃取精油，也希望能成功以近年風行的－「蔬果慢磨機」提煉精油。

相關教材：

1.國小自然與生活科技三上課本。第四單元廚房裡的科學。康軒文教事業。
2.國小自然與生活科技五上課本。第二單元。酸鹼中和。康軒文教事業。
3.國小社會三下課本。第六單元第二課。愛護家鄉的行動。翰林文教事業。
4.國小社會四下課本。第四單元第二課。產業的發展。翰林文教事業。

貳、研究目的

學習透過網路、書籍期刊、訪問專家學者等方式蒐集資料，認識柑橘果皮營養成分，並有效利用柑橘果皮，研究目的有以下六點。

一、學習透過網路、書籍期刊、訪問專家學者等方式蒐集資料，認識柑橘果皮營養成分。
二、在盡量不破壞柑橘果皮的營養價值下去除其嗆辣苦澀味，製成「冷凍橘皮料理」包。
三、開發柑橘皮食品，並建立標準製作過程。
四、瞭解人們對橘皮製成的各種食品之接受度。
五、探討橘皮精油製作方法。
六、利用「蔬果慢磨機」成功以壓榨法提煉橘皮精油。

參、研究設備與器材

研究問題	研究設備與材料
一、柑橘皮營養成分	書籍、期刊、錄音筆、電腦等
二、去除橘皮的嗆辣苦澀味	玻璃罐、剪刀、量筒、磅秤、糖、鹽、酒、開水、各式柑橘果皮、篩網等
三、開發橘皮食品	橘皮、糖、檸檬、吉利丁、米酒、現榨橘子汁、蜂蜜、炸粉、甘梅粉、巧克力、蒜頭、嫩薑、辣椒、醋、卡式爐、磅秤、鍋子等餐具。
四、橘皮食品接受度	自編問卷
五、橘皮精油製作方法	加熱包、鍋子、圓底燒瓶、鐵架、三角夾、冷凝管、沉水馬達、減壓濃縮實驗裝置、離心機、磅秤、量筒、果汁機、酒精、橘皮、水等
六、家用「蔬果慢磨機」成功提煉橘皮精油	蔬果慢磨機（型號：Coway CJP-01）、小水桶、磅秤、量筒、剪刀、離心機、橘皮、蒸餾水、石灰等。

肆、研究過程及方法

【研究一】學習透過網路、書籍期刊、訪問專家學者等方式蒐集資料，認識柑橘皮營養成分。

一、研究方法

先由網路、書籍期刊等蒐集相關資料，了解基本概念，接著訪問從事相關研究的學者專家，再歸納整理。

二、整理與歸納

（一）「柑橘」是指柑橘屬所有水果，包括柚、柑、橘、橙、檸檬等。

（二）柑橘皮所含營養素：

1.類黃酮素及其配醣體及多醣類化合物，主要功能有抗癌、抗病毒、抗發炎、可抑制血小板的凝結，減少低密度膽固醇及增加高密度膽固醇的含量。

2.類胡蘿蔔素，具抗氧化作用及提高免疫力，更為葉酸之來源。可降低心血管疾病及癌症之機率。

3.維生素 C、B1、B2 及維生素 P（類黃酮素）等。

4.含高量果膠質，於體內能黏附重金屬離子，清除體內毒素促進小腸蠕動，降低血清膽固醇含量。

（三）柑橘皮營養價值如此之高，但生吃柑橘皮卻嗆辣苦澀難以入口，如何將柑橘皮製作成一道道美味營養而且不分男女老少多數人都能接受的食品呢？經過大家討論，決定進行研究二。

（四）柑橘皮精油含量很高，且精油的經濟效益更高，因此我們嘗試了解有哪些方法可以萃取精油。

（五）利用「蔬果慢磨機」，成功提煉柑橘精油。

【研究二】如何去除柑橘皮的嗆辣、苦澀味。

一、研究方法：

透過各種實驗了解何種方法對於去除橘皮嗆辣苦澀味效果做好，各項實驗結果均由 20 位人員進行試吃填寫問卷（附錄一），調查對橘皮的嗆辣、苦澀感受度並求平均數。

二、試吃成員：由我們研究團隊 3 人和指導老師 2 人及其親友共 20 位組成。

三、評分標準：經過大家的討論後，對於橘皮嗆辣、苦澀給分如下

（一）「非常嗆辣、非常苦澀」：1分

（二）「嗆辣、苦澀」：2分

（三）「普通」：3分

（四）「一點嗆辣、一點苦澀」：4分

（五）「不嗆辣、不苦澀」：5分

四、試吃標準步驟：

每樣柑橘皮試吃前我們都要先漱口，皆要咀嚼 20 次以上，感受其嗆辣程度、苦澀程度。

實驗一：何種柑橘皮的嗆辣、苦澀味最重。

一、實驗方法

1.準備 6 個玻璃罐分別裝入 100ml 冷開水。

2.將椪柑、桶柑、茂谷柑、柳丁、檸檬、葡萄柚等六種新鮮水果，用粗鹽將果皮清洗乾淨，將果皮剝下與果肉分開，再把果皮剪成 1*1 cm^2 小塊，各取 25g 分別放入先前裝好水的玻璃罐中，靜置一天後，拿取果皮嚐試味道。

二、發現與討論

表一　不同柑橘皮的嗆辣、苦澀程度

		檸檬	茂谷柑	柳丁	葡萄柚	桶柑	椪柑
嗆辣	1st	1.2	2.6	2.8	1.7	1.2	1.0
	2nd	1.9	2.5	2.8	1.5	1.1	1.0
	3rd	1.6	2.9	3.0	1.7	1.3	1.0
	平均	1.57	2.67	2.87	1.63	1.20	1.00
苦澀	1st	1.3	2.9	2.1	1.5	1.6	1.0
	2nd	1.5	3.0	2.0	1.8	1.5	1.0
	3rd	1.3	2.7	2.0	1.9	1.5	1.0
	平均	1.37	2.87	2.07	1.73	1.53	1.00

（一）嗆辣味：椪柑＞桶柑＞檸檬＞葡萄柚＞茂谷柑＞柳丁

（二）苦澀味：椪柑＞檸檬＞桶柑＞葡萄柚＞柳丁＞茂谷柑

（三）果皮的組織（嚼勁）：茂谷柑＞葡萄柚＞桶柑＞檸檬＞柳丁＞椪柑

（四）椪柑是六種柑橘類水果中最嗆辣苦澀，因此後續的實驗皆以椪柑皮為代表，只要該種果皮處理方式能將椪柑皮的嗆辣苦澀味去除，相信用諸於其他柑橘類果皮皆能成功。

（五）如果喜歡食物有嚼勁的人，則可以選擇茂谷柑的果皮進行處理加工。

檸檬　　茂谷柑　　柳丁　　葡萄柚　　桶柑　　椪柑

圖一　何種柑橘皮的嗆辣苦澀味最重

<u>實驗二：不同浸泡時間對於去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響。</u>

一、實驗方法

準備五個玻璃罐，在第一至第五天內分別浸泡一瓶 100ml＋1*1 cm^2小塊的椪柑皮 25g，並於第六天分別品嘗果皮。

三、**發現**

表二　不同浸泡時間對於去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響

		一天	二天	三天	四天	五天
嗆辣	1st	1.0	2.8	3.9	3.7	*
	2nd	1.0	3.0	3.8	3.8	*
	3rd	1.0	3.1	3.5	3.6	*
	平均	1.0	3.00	3.73	3.70	*
苦澀	1st	1.0	2.9	3.8	3.8	*
	2nd	1.0	3.0	3.9	3.8	*
	3rd	1.0	3.0	3.5	3.5	*
	平均	1.0	3.00	3.73	3.70	*

（一）嗆辣味：一天＞二天＞三天＝四天

（二）苦澀味：一天＞二天＞三天＝四天

（三）果皮浸泡滿 5 天，開始呈現一點點腐爛狀，不敢試吃。

五天　　四天　　三天　　二天　　一天

圖二　不同浸泡時間對於去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響

<u>實驗三：浸泡不同溶液對於去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響。</u>

一、實驗方法

分別調製重量濃度 4.5%糖水、鹽水、白醋、米酒水 100ml，再分別加入 1*1 cm^2小塊的椪柑皮 25 g，浸泡一天後試吃。

二、發現與討論

表三　浸泡不同溶液對於去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響

		開水	糖水	鹽水	米酒	白醋
嗆辣	1st	1.0	3.1	3.8	2.5	*
	2nd	1.0	3.0	3.8	2.8	*
	3rd	1.0	3.1	4.0	2.5	*
	平均	1.0	3.07	3.87	2.60	*
苦澀	1st	1.0	3.9	3.1	2.6	*
	2nd	1.0	4.2	3.0	2.8	*
	3rd	1.0	4.2	3.5	2.5	*
	平均	1.0	4.10	3.20	2.63	*

（一）嗆辣味：開水＞米酒＞糖水＞鹽水；泡醋的果皮已嚐不出原本的味道。

（二）苦澀味：開水＞米酒＞鹽水＞糖水。

（三）雖然加鹽對去除嗆辣效果最好，加糖對去除苦澀味的效果最好，但橘皮的鹹味或甜味，會降低其後續進一步做其他食品的廣泛性。因此，仍然以泡清水為第一選擇。

（四）浸泡米酒和白醋的橘皮味道頗佳，可試著釀造「橘皮酒」和「橘皮醋」。

糖　酒　鹽　醋　水

圖三　加入定量的不同溶質對去除椪柑皮嗆辣苦澀味的影響

<u>實驗四：搓揉椪柑皮次數對去除嗆辣、苦澀味的影響。</u>

一、實驗方法

取 100ml 水 6 份，各加入 1*1 cm^2 小塊的椪柑皮 25 g，分別搓揉 1 至 5 次（從早上 9 點開始浸泡，間隔半小時搓揉果皮一次，每次皆用單手用力捏壓 20 下），浸泡一天後試吃。

二、發現與討論

表四　搓揉椪柑皮次數對於去除嗆辣、苦澀味的影響

		0 次	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次
嗆辣	1st	1.0	1.7	2.0	2.5	3.1	3.1
	2nd	1.0	1.5	1.8	2.7	3.0	2.9
	3rd	1.0	1.8	2.2	2.4	2.9	3.0
	平均	1.0	1.67	2.0	2.53	3.00	3.00
苦澀	1st	1.0	1.9	2.1	2.6	3.1	3.1
	2nd	1.0	2.0	2.0	2.6	3.0	3.0
	3rd	1.0	1.7	2.0	2.4	2.9	2.9
	平均	1.0	1.87	2.0	2.53	3.00	3.00

（一）嗆辣味：0 次＞1 次＞2 次＞3 次＞4 次＝5 次

（二）苦澀味：0 次＞1 次＞2 次＞3 次＞4 次＝5 次

（三）雖然搓揉次數愈多對去除橘皮的辛辣、苦澀程度愈好，但搓揉超過 4 次以上，果皮變得爛爛的。

（四）根據*實驗一*，如果想要增加搓揉次數降低嗆辣、苦澀程度，而不影響果皮的爽脆度，建議可以改用茂谷柑的果皮。

4 次　　5 次　　3 次　　2 次　　1 次　　0 次

圖四　搓揉椪柑皮的次數對嗆辣、苦澀味的影響

實驗五：椪柑皮浸泡於不同水量對去除嗆辣、苦澀味的影響

一、實驗方法：

分別取 50、100、150、200、250、300ml 的水，各加入 1*1 cm^2 小塊的椪柑皮 25 g，浸泡一天後試吃。

三、發現：

表五　椪柑皮浸泡不同水量對於去除嗆辣、苦澀味的影響

		50 cc	100 cc	150 cc	200 cc	250 cc	300 cc
嗆辣	1st	1.0	1.3	1.8	2.7	2.7	2.7
	2nd	1.0	1.4	1.8	2.5	2.5	2.5
	3rd	1.0	1.1	2.0	2.8	2.7	2.7
	平均	1.0	1.27	1.87	2.67	2.63	2.63
苦澀	1st	1.0	1.2	1.9	2.5	2.5	2.5
	2nd	1.0	1.3	2.0	2.8	2.8	2.8
	3rd	1.0	1.7	1.9	2.9	2.9	2.8
	平均	1.0	1.40	1.93	2.73	2.73	2.70

（一）嗆辣味：50ml＞100ml＞150ml＞200ml＝250ml＝300ml

（二）苦澀味：50ml＞100ml＞150ml＞200ml＝250ml＝300ml

（三）果皮與水的重量比例以 1：8 最佳。

50ml　　100ml　　150ml　　200ml　　250ml　　300ml

圖五　椪柑皮浸泡不同水量對於去除嗆辣、苦澀味的影響

實驗六：換水次數對去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響

一、實驗方法：

1*1 cm ^{2}小塊的椪柑皮 25g 浸泡於 100ml 的水中一天，分別為不換水、每天換 1 次水、2 次水、3 次水或 4 次水，每次換水時間間隔 2 小時，一天後品嘗果皮。

二、發現：

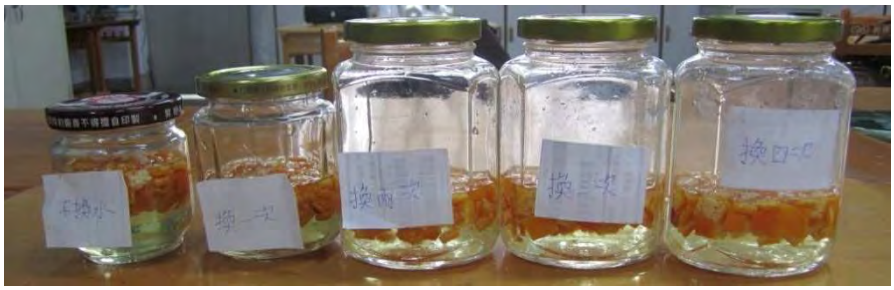
表六　換水次數對去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響

		不換水	1 次	2 次	3 次	4 次
嗆辣	1st	1.0	1.4	1.8	2.5	2.5
	2nd	1.0	1.1	1.8	2.2	2.2
	3rd	1.0	1.3	2.0	2.5	2.5
	平均	1.0	1.27	1.87	2.40	2.40
苦澀	1st	1.0	1.3	2.1	2.5	2.5
	2nd	1.0	1.2	2.0	2.2	2.2
	3rd	1.0	1.3	1.7	2.1	2.1
	平均	1.0	1.27	1.93	2.27	2.27

（一）嗆辣味：不換水＞換 1 次＞換 2 次＞換 3 次＝換 4 次。

（二）苦澀味：不換水＞換 1 次＞換 2 次＞換 3 次＝換 4 次。

（三）換水次數 3 次對去除橘皮的嗆辣苦澀效果最好，超過則無顯著影響。



不換水　　換 1 次　　換 2 次　　換 3 次　　換 4 次

圖六　不同換水次數對於去除椪柑皮嗆辣、苦澀味的影響。

實驗七：經標準流程處理後的椪柑皮與泡水三天的椪柑皮嗆辣、苦澀之比較

一、實驗方法：由實驗一至實驗六可知，泡水天數對去除橘皮嗆辣、苦澀味的影響最大，因此我們選擇「泡水 3 天的橘皮」作為對照組，進行以下比較。

（一）去除椪柑皮嗆辣苦澀的標準流程之步驟（實驗組）：

1. 25g 椪柑皮剪成 1*1 cm ^{2}小塊浸泡於 100ml 的水中。

2.第一天每隔 2 小時搓揉一次並換水共 4 次。

3.泡水放冰箱 3 天後品嚐果皮。

（二）泡水三天的椪柑皮（對照組）：

步驟同實驗二

二、發現：

表七　經標準流程處理與泡水 3 天的椪柑皮之嗆辣、苦澀的比較

	標準流程處理				泡水 3 天			
	1st	2nd	3rd	平均	1st	2nd	3rd	平均
嗆辣	4.2	3.9	4.0	4.03	3.8	3.6	3.6	3.67
苦澀	4.2	3.9	4.0	4.03	3.8	3.6	3.6	3.67

由此實驗結果可知，經過標準流程處理的椪柑皮其嗆辣、苦澀程度，確實可以大大降低。

小結：

（1） 經過以上六個實驗之後，將橘皮前置處理的標準流程整理如圖七

圖七　柑橘皮前置處理標準流程

（2）由實驗結果可知，去除橘皮嗆辣苦澀影響的因素為：泡水時間的長短＞搓揉次數＞泡水比例＞換水次數（去除嗆辣味最好的方式是泡鹽水，去除苦澀味最好的方式為泡糖水，但其殘留的鹹味或甜味，皆會影響橘皮後續利用的廣泛性，故不加入比較）。

（3）請試吃團試吃經過「圖七」處理後的椪柑皮（實驗組）和泡水三天的椪柑皮（對照組），實驗組的嗆辣、苦澀平均得分均為 4.03，對照組的嗆辣、苦澀平均得分均為 3.67（表七）。得知「柑橘皮前置處理標準流程」確能有效大大降低其嗆辣苦澀程度。

（4）為了確保食品的安全性，我們將經過標準流程處理過的橘皮，用「農藥殘留快速檢測套組」（附錄二）做農藥殘留檢測，結果農藥殘留為陰性。

【研究三】橘皮食品烹調方法。

一、本研究所開發之橘皮食品，必須以橘皮為主要食材，坊間有些食品，橘皮只是點綴裝飾的配角性質，則不在本次研究範圍之內。

二、本研究共成功開發出 6 道橘皮食品，其所使用的橘皮，都是經過上述標準流程處理過的椪柑皮。

三、橘皮食品的研發標準流程：每一道橘皮食品的開發都經過如圖八的研發流程。

圖八　橘皮食品研發流程圖

四、六種美味橘皮食品製作方法整理如下：

橘皮果醬（250ml）	
	材料 橘皮 80g、砂糖 80g、檸檬汁 10g、米酒 10g、吉利丁 1g、檸檬屑少許。 作法 1.剪成細絲的新鮮橘皮和砂糖倒入鍋中，小火煮到砂糖融化。 2.倒入檸檬皮屑和米酒煮約 1 分鐘。 3.倒入檸檬汁煮到湯汁收縮熄火。 4.加入用熱水調勻的吉利丁稍做攪拌，裝進玻璃瓶，冷卻後放於冰箱中保存，可夾土司或原味蘇打餅食用
橘皮冰（30ml*40）	
	材料 橘皮 200g、現榨橘子汁 600g、砂糖 50g。 作法 1.橘皮 200g 剪成細末和 50g 砂糖放進鍋中小火煮到糖融化熄火放涼，再平均放進果凍模子底部備用。 2.將 600g 橘子汁倒入模型中放入冰箱冷凍。

橘皮泡菜（250ml）

材料

橘皮 100g、蒜頭 5 瓣、嫩薑 15g 、7 cm紅辣椒去籽 2 條、鹽 1/3 茶匙、糖 1/4 茶匙、白醋 2 茶匙。

作法

1.橘皮放入滾水中殺青後置入冰水冷卻撈起備用。
2.殺青過的橘皮連同清洗乾淨的蒜頭、嫩薑、辣椒風乾備用。
3.蒜頭切小丁、嫩薑切細絲、辣椒去籽切絲，一起放進塑膠袋中加入鹽、糖用拍碎器拍打醃製，直到出水。
4.剪成細絲的橘皮、醃漬好的辛香料和醋混合均勻，裝入玻璃罐中密封，放置冰箱中一天即可食用。

涼拌橘皮（8 人份）

材料

橘皮切絲 300g、蜂蜜 1 茶匙、砂糖 2 茶匙、檸檬汁 1 茶匙、現擠橘子汁 2 茶匙、薄荷葉 4、5 葉。

作法

1.將橘皮絲在滾水中殺青撈起放入冰水中冷卻。
2.將蜂蜜 1 茶匙、砂糖 2 茶匙、檸檬汁 1 茶匙加在一起攪拌至糖完全溶解，即是美味醬汁。
3.將美味醬汁、現擠橘子汁和絲橘皮分別冰在冰箱中，要吃時將三者混合，上面點綴薄荷葉即完成。

香酥甘梅橘皮

材料

橘皮一些、蛋一顆、地瓜粉、甘梅粉少許、油。

作法

1.處理好的橘皮剪成愛心形或星形晾乾擺放一旁備用。
2.將造型橘皮沾上蛋液再沾地瓜粉下鍋油炸，油溫控制在 200℃，橘皮浮起時即可撈出，沾甘梅粉即可食用。

糖漬橘皮巧克力

材料

橘皮 500g、砂糖 100g×3、苦甜巧克力

作法

1.將橘皮 500g、糖 100g、水 500ml 加熱煮到沸騰熄火浸泡八小時。
2.再加入 100g 糖煮到沸騰熄火浸泡 8 小時。
3.重複步驟 2 一次。
4.橘皮撈起晾乾後剪成長條狀備用。
5.巧克力隔水加熱熔解，糖漬橘皮一端沾上巧克力，放入冰水中讓巧克力凝固，擺盤裝飾即可食用。

將橘皮切成絲

橘皮果醬就完成囉！

糖漬橘皮巧克力擺盤裝飾中

【研究四】人們對橘皮加工食品的接受度調查。

一、研究方法：官能品評法

（一）定義

以科學的方法藉著人類最原始的視、嗅、味、觸、聽等五種感覺，來測量與分析食品或其他物品性質的一門科學。

（二）評分指標：經過大家的討論後，對於橘皮食品訂出四項評分指標：

1.外觀色澤（非常好看、好看、普通、難看、非常難看）

2.嗆辣程度（完全不嗆辣、一點嗆辣、普通、嗆辣、非常嗆辣）

3.苦澀程度（完全不苦澀、一點苦澀、普通、苦澀、非常苦澀）

4.美味程度（非常好吃、好吃、普通、難吃、非常難吃）

5.綜合得分，以上述4個評分指標平均數為頂點在雷達圖上所呈現的四邊形面積大小。

6.另外請試吃團寫出對橘皮食品的建議（開放式問答）。

（三）評分標準：

1.「非常難看、非常嗆辣、非常苦澀、非常難吃」：1分

2.「難看、嗆辣、苦澀、難吃」：2分

3.「普通」：3 分

4.「好看、一點嗆辣、一點苦澀、好吃」：4 分

5.「非常好看、完全不嗆辣、完全不苦澀、非常好吃」：5 分

6.以雷達圖顯示，前四項指標圍成的四邊形面積就等於綜合得分。

（四）針對本校師生(試吃團)隨機抽樣

1.男教職員 10 名

2.女教職員 10 名

3.男學生 10 名

4.女學生 10 名

共 40 名，試吃後填寫問卷（見附錄三）調查其對橘皮加工食品的接受度。

（五）試吃標準步驟：

食品試吃前，請受試者先漱口。每樣食品皆要咀嚼 20 次以上，讓受試者比較橘皮食品的外觀色澤、嗆辣、苦澀、美味程度，請受試者寫出對橘皮食品的建議。

教職員試吃團進行試吃活動。

學生試吃團品嘗橘皮食品。

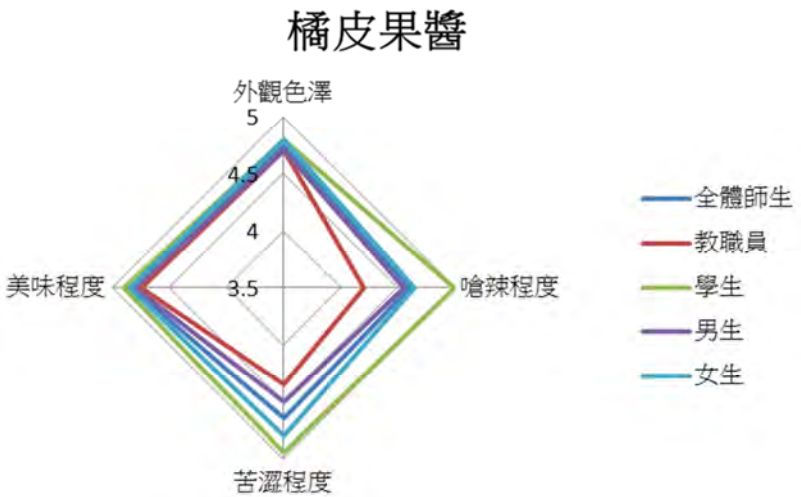
二、發現與討論

（一）試吃團對橘皮食品進行喜好性品評：

1.橘皮果醬：

表八　試吃團對橘皮果醬接受度的調查表統計

平均數	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度
全體師生	4.75	4.6	4.65	4.825
教職員	4.7	4.2	4.35	4.75
學生	4.8	5	4.95	4.9
男生	4.7	4.55	4.5	4.8
女生	4.8	4.65	4.8	4.85



圖九　試吃團對橘皮果醬接受度的雷達圖

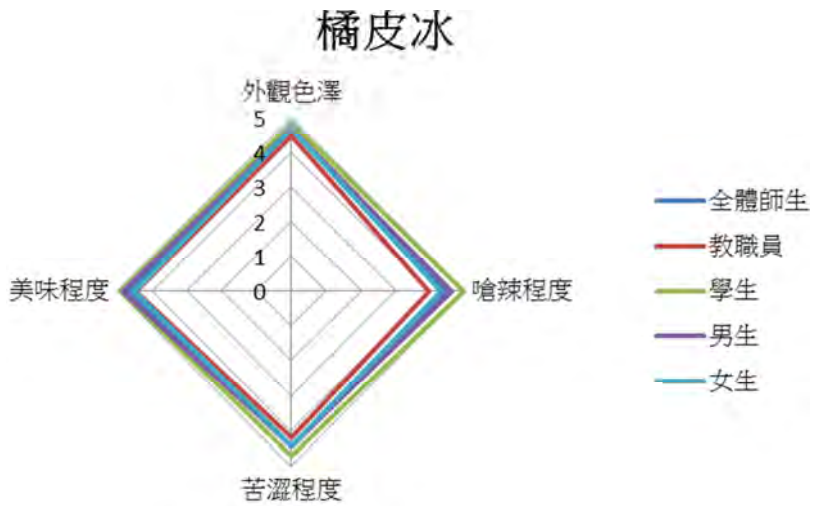
表九　試吃團對橘皮果醬的綜合得分

	全體師生	教職員	學生	男生	女生
綜合得分	44.30	40.50	48.26	43.01	45.60

2.橘皮冰

表十　試吃團對橘皮冰接受度的調查統計表

平均數	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度
全體師生	4.65	4.45	4.45	4.675
教職員	4.45	3.95	4.2	4.45
學生	4.85	4.95	4.7	4.9
男生	4.65	4.6	4.45	4.85
女生	4.65	4.3	4.45	4.5



圖十　橘皮冰各項度接受度雷達圖

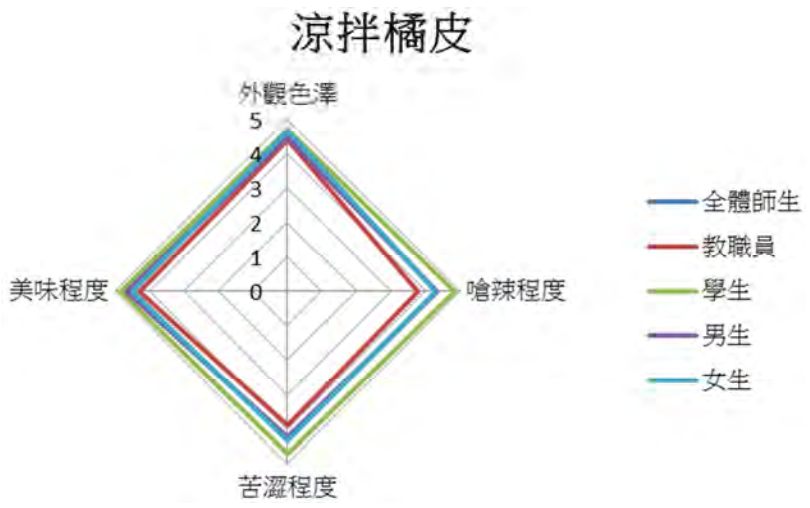
表十一　試吃團對橘皮冰的綜合得分

	全體師生	教職員	學生	男生	女生
綜合得分	41.52	36.33	47.03	43.00	40.04

3.涼拌橘皮

表十二　試吃團對涼拌橘皮接受度的調查統計表

平均數	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度
全體師生	4.55	4.325	4.3	4.575
教職員	4.4	3.8	3.9	4.3
學生	4.7	4.85	4.7	4.85
男生	4.45	4.35	4.25	4.65
女生	4.65	4.3	4.35	4.5



圖十一　涼拌橘皮各項度接受度雷達圖

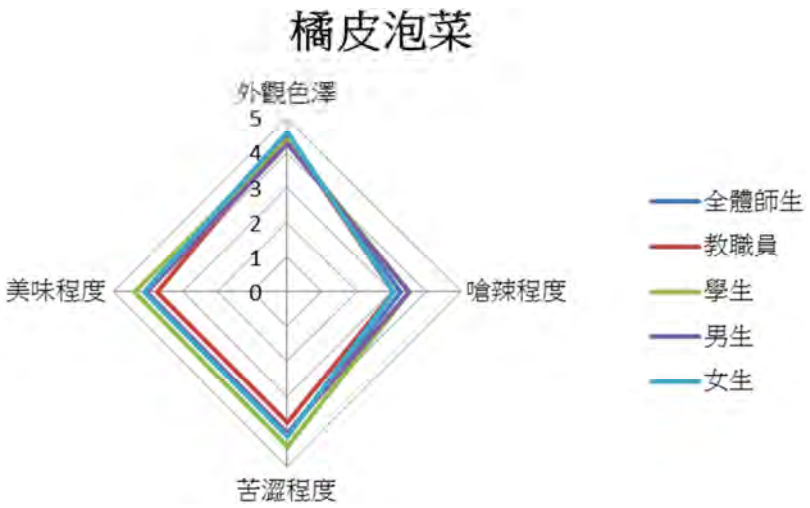
表十三　試吃團對涼拌橘皮的綜合得分

	全體師生	教職員	學生	男生	女生
綜合得分	38.94	33.91	45.59	39.15	39.60

4.橘皮泡菜

表十四　試吃團對橘皮泡菜接受度的調查統計表

平均數	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度
全體師生	4.425	3.275	4.1	4.075
教職員	4.5	3.05	3.75	3.75
學生	4.35	3.5	4.45	4.4
男生	4.25	3.5	4.05	4.05
女生	4.6	3.05	4.15	4.1



圖十二　橘皮泡菜各項度接受度雷達圖

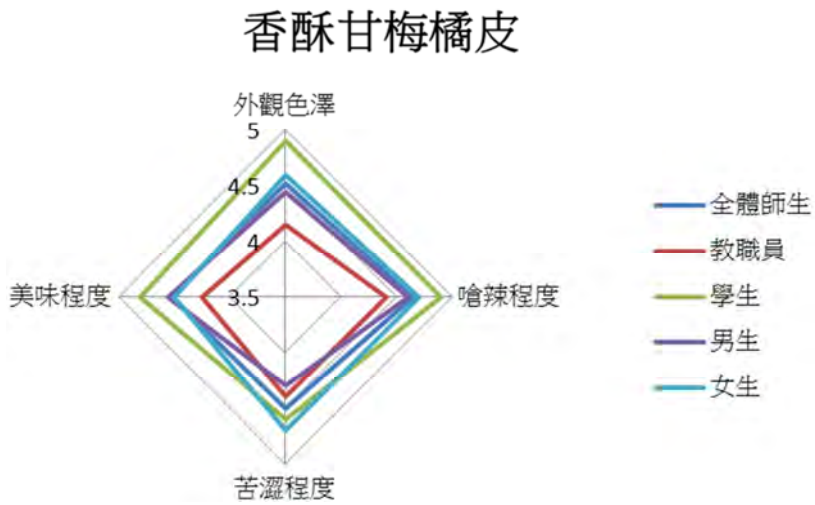
表十五　試吃團對橘皮泡菜的綜合得分

	全體師生	教職員	學生	男生	女生
綜合得分	31.33	28.05	34.76	31.33	31.28

5.香酥甘梅橘皮

表十六　試吃團對香酥甘梅橘皮接受度的調查統計表

平均數	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度
全體師生	4.525	4.65	4.5	4.525
教職員	4.15	4.4	4.4	4.25
學生	4.9	4.9	4.6	4.8
男生	4.45	4.6	4.3	4.55
女生	4.6	4.7	4.7	4.5



圖十三　香酥甘梅橘皮各項度接受度雷達圖

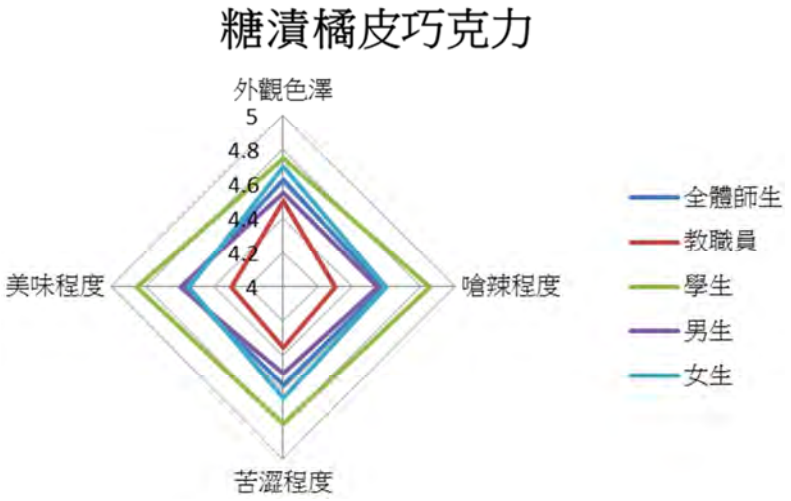
表十七　試吃團對香酥甘梅橘皮的綜合得分

	全體師生	教職員	學生	男生	女生
綜合得分	42.09	36.98	46.08	40.03	42.78

6.糖漬橘皮巧克力

表十八　試吃團對糖漬橘皮巧克力接受度的調查統計表

平均數	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度
全體師生	4.625	4.575	4.575	4.575
教職員	4.5	4.3	4.35	4.3
學生	4.75	4.85	4.8	4.85
男生	4.55	4.55	4.5	4.6
女生	4.7	4.6	4.65	4.55

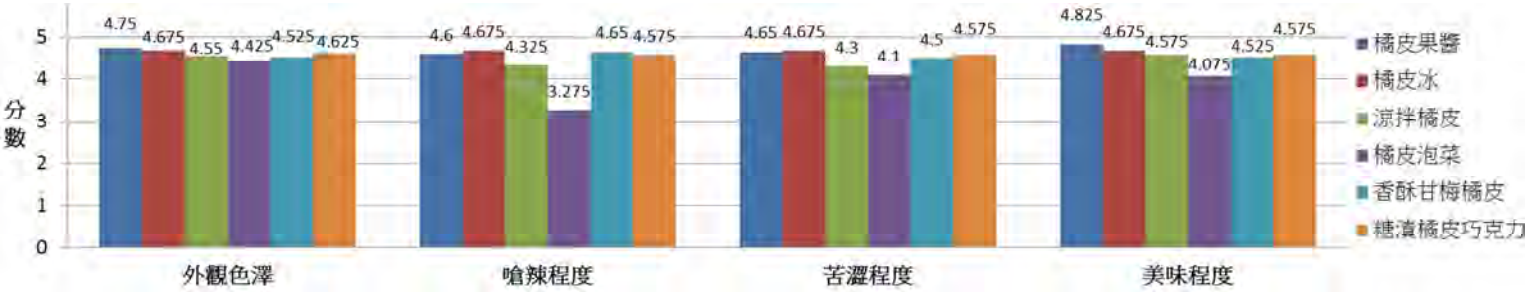


圖十四　香酥甘梅橘皮各項度接受度雷達圖

表十九　試吃團對糖漬橘皮巧克力的綜合得分

	全體師生	教職員	學生	男生	女生
綜合得分	42.09	38.06	46.32	41.40	42.78

（二）對橘皮加工食品接受度調查的結果與討論



圖十五 六道橘皮食品的四項評分指標長條圖

1.六道橘皮加工食品**外觀色澤**的全體得分由高而低依序為：橘皮果醬＞橘皮冰＞糖漬橘皮巧克力＞涼拌橘皮＞香酥甘梅橘皮＞橘皮泡菜。六道橘皮加工食品得分都接近滿分。

2.六道橘皮加工食品**嗆辣程度**的全體得分由高而低依序為：橘皮冰＞香酥甘梅橘皮＞橘皮果醬＞糖漬橘皮巧克力＞涼拌橘皮＞橘皮泡菜，橘皮泡菜在該項得分明顯低於其他食品，也就是比較嗆辣，進一步詢問嗆辣味是來自辛香料而非橘皮本身。

3.六道橘皮加工食品**苦澀程度**的全體得分由高而低依序為：橘皮冰＞橘皮果醬＞糖漬橘皮巧克力＞香酥甘梅橘皮＞涼拌橘皮＞橘皮泡菜，得分都在 4 分以上，顯示苦澀程度相當輕微。

4.六道橘皮加工食品**美味程度**的全體得分由高而低依序為：橘皮果醬＞橘皮冰＞涼拌橘皮＝糖漬橘皮巧克力＞香酥甘梅橘皮＞橘皮泡菜，得分也都在 4 分以上。其中橘皮泡菜嗆辣程度得分雖較低（3.275），但美味程度得分卻有 4.075，顯示有些人喜歡

嗆辣的食物。

5.六道橘皮加工食品綜合得分由全體得分高而低依序為：橘皮果醬（44.30）＞糖漬橘皮巧克力（42.09）＝香酥甘梅橘皮（42.09）＞橘皮冰（41.52）＞涼拌橘皮（38.94）＞橘皮泡菜（31.33），遠高於平均數 25 分，顯示大家對橘皮食品有很高接受度，經過適當推廣應可以成功被大部分人接受。

6.橘皮泡菜綜合得分明顯低於其他五道食品，分析其原因發現在「嗆辣程度」的得分明顯較低。再比對試吃員的改進建議，發現有人覺得太酸辣有人覺得不夠酸辣，可知大眾對酸辣的接受程度分歧，個人主觀意識很強。

7.香酥甘梅橘皮在嗆辣程度的得分是第二高，在美味程度的得分上卻是倒數第二。比對試吃員的改進建議發現：油炸食品冷掉後外皮容易變得軟爛且油膩感很重。

8.全體試吃員覺得橘皮果醬、橘皮冰、涼拌橘皮和糖漬橘皮巧克力的美味程度相當高，但仍有人覺得稍微太甜或橘皮口感不夠有嚼勁。

9.教職員在六道橘皮加工食品的綜合得分均低於學生的給分，其差異主要來自嗆辣程度、苦澀程度和美味程度三個向度，教職員給分均明顯低於學生。其原因可能是因為教職員對於原本要丟棄的果皮所做成的食品，心中仍有些疑慮。這也和我們在請人試吃填寫問卷時的情況相符，請小學生試吃大家都很樂意，甚至有些沒被抽樣到的學生熱情要求擔任試吃員；反之教職員部分，一開始大家都有些遲疑，直到我們向他們說明橘皮所含營養價值很高，大家才有試吃的意願。

10.分析教職員和學生對六道橘皮食品的綜合得分，發現「橘皮果醬」是得分差距最小的食品。

11.性別不同對於六樣橘皮加工食品的綜合得分都很接近，差距最大的在「橘皮冰」這道食品也只差了 2.96 分，可見不分男女大家都相當喜歡這樣的橘皮加工食品。

【研究五】探討橘皮精油製作方法。

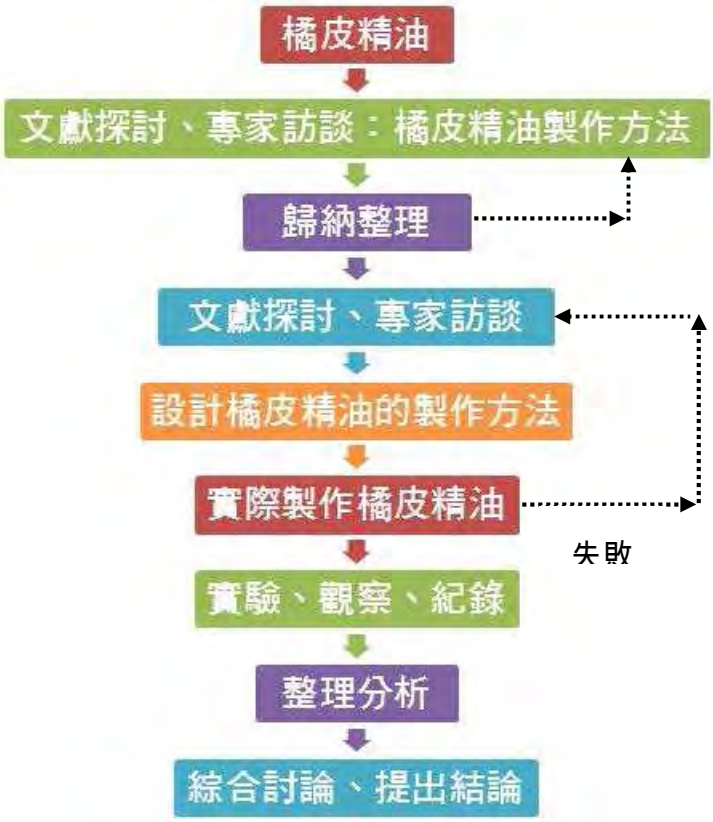
一、文獻探討：

經由文獻探討和專家訪談知道，常用的精油製造方式有：脂吸法、蒸餾法、溶劑萃取法、二氧化碳超臨界萃取和壓榨法等方式獲得，其中較適合在小學製造柑橘類果皮精油的方法為蒸餾法、溶劑萃取法和壓榨法。

二、實驗方法：

我們進行了多種橘皮精油萃取的實驗，希望能成功從柑橘皮中提煉出高經濟價值的精油。（實驗進行至此，市面上已經買不到新鮮椪柑，在詢問水果行老闆後得知，以茂谷柑的產期最長，因此精油萃取實驗改採茂谷柑果皮）

五、**橘皮精油製作方法的研發過程：**



圖十八　橘皮精油研發流程圖

四、結果：

（一）由表二十、二十一、二十二可知，間接蒸汽蒸餾法、溶劑萃取法配合減壓縮裝置、壓榨法三種方式皆可獲得珍貴的精油。

表二十　蒸餾法萃取橘皮精油的四個實驗與結果

第一次：隔水加熱乾餾法		第二次：直接加熱乾餾法	
方法	100g 粉碎的橘皮隔水加熱乾餾（靈感來自媽媽炸豬油），等了 30 分鐘。	方法	100g 粉碎的橘皮直接加熱乾餾法。
結果	失敗，收集瓶沒有東西。	結果	失敗，因為熱對流太差瓶底整個燒焦。
第三次：直接加熱蒸餾法		**第四次：間接蒸汽蒸餾法**	
方法	橘皮 100g 粉碎，加水 400 cc，直接加熱蒸餾 3 小時。	方法	將 100g 橘皮粉碎，用間接蒸汽蒸餾法 3 個小時。
結果	失敗，收集瓶只有水。	結果	成功，收集約 1.2 cc透明無色的油狀物，聞起來有柑橘香味。

隔水加熱乾餾

直接加熱蒸餾

間接蒸汽蒸餾法

表二十一　溶劑萃取法萃取橘皮精油的二個實驗與結果

第一次：溶劑為酒精		第二次：溶劑為酒精	
方法	橘皮 100g 粉碎，加酒精 400 cc放冰箱浸泡一天，濾除果皮後將液體隔水加熱蒸餾，直到收集瓶不再有酒精滴出（過程加熱 12 小時）。	方法	前面步驟同第一次實驗，用減壓濃縮設備萃取精油。（過程加熱 6 小時）
結果	失敗。蒸餾瓶內留有深橘色液體，並有濃濃的焦味，氣味並不好。	結果	失敗，獲得約 3.6 cc的深橘色黏稠物體，雖然有香味可惜非油狀物。

隔水加熱

減壓濃縮

減壓濃縮

表二十二　壓榨法萃取橘皮精油的二個實驗與結果

第一次：柑橘皮泡水		第二次：柑橘皮泡石灰水	
方法	1.橘子散皮 100g 清洗淨泡水一天。 2.將橘皮瀝乾用慢磨機將果皮汁液壓榨而出。 3.冷凍退冰後過濾雜質。 4.高速離心過濾使油水分離。	方法	1.橘子散皮 100g 清洗淨泡水一天。 2.將橘皮瀝乾用蔬果壓榨機將果皮汁液壓榨而出。 3.冷凍退冰後過濾雜質。 4.高速離心過濾使油水分離。
結果	失敗，只得到芳香的濃稠狀半固體物，無法分離出精油	結果	成功，得到約 0.15ml 的亮橘色精油

離心處理

四、討論：

（一）間接蒸汽蒸餾法、壓榨法都可以成功製造出柑橘精油。二種方法製造的柑橘皮精油的比較如下表：

表二十三　二種方法製造橘皮精油的比較

		出油率	顏色狀態	香味	其它
壓榨法		低	透明亮橘色油狀物	新鮮天然果香	1.不需加熱耗能。 2.一般家用慢磨機。 3.離心機
間接蒸汽蒸餾法		較高	透明無色油狀物	香味	1.有相關實驗設備，一般家庭而言不實 2.須不斷加熱耗費能

（二）蒸餾法製造橘皮精油已有相當多的研究與討論，但對利用家用慢磨機以壓榨法製造橘皮精油國內相關研究相當缺乏，因此激發我們更大的好奇心。

（三）經由文獻探討可知溶劑萃取法確實可以萃取出橘皮精油，但所用之溶劑多為非極性的乙醚或氯仿，這些溶劑極易揮發且有毒性，不適合在小學自然實驗教室內操作，因此不在本研究的探討範圍內。

（四）柑橘皮泡水後經「慢磨機」以壓榨法製造柑橘精油，其剩餘的果渣含水量很高。壓榨所得的液體果膠含量很多無法濾除，離心後雖然可以看見表面有一層薄薄的油狀物，但量實在太少無法收集。

（五）專家建議柑橘皮含有高量果膠酸，可嘗試將果皮浸泡石灰水溶液，將其轉化為不溶於水的果膠酸鈣，以利油水混合液的離心分離，這次成功製造出精油。

（六）柑橘果皮先浸泡石灰水，再以慢磨機壓榨製作精油確實可行，但國內目前並沒有相關實驗數據，無法得知在何種實驗條件下，果皮有最高的出油率，因此我們又進行以下幾個實驗，希望能提高壓榨法製造橘皮精油的出油率。

※出油率計算公式＝精油量（ml）/新鮮果皮重量（g）×100%

【研究六】探討用「慢磨機」以壓榨法提煉茂谷柑皮精油的最佳出油率之條件。

<u>實驗一：茂谷柑皮浸泡何種鹼性溶液對精油出油率最好。</u>

一、實驗方法

1.準備 3 個小水桶，裝入濃度同為 1%的石灰水溶液和小蘇打溶液，以及純水各 1000ml（氫氧化鈉屬於強鹼，一般家庭使用危險性過高，因此選用常見且安全性高取得容易的石灰水溶液和小蘇打溶液）。

2.將新鮮茂谷柑果皮，各取 250g 剪成 1 cm×1 cm大小，分別放入 3 個水桶中，浸泡 24 小時。

3.將果皮漂洗乾淨瀝乾。

4.放入慢磨機壓榨出汁液。

5.以 6000rpm/min 離心 30 分鐘。
6.將離心管上層精油用滴管吸取出來。
7.計算出油率。

二、結果

	浸泡開水精油量（ml）	浸泡 1%小蘇打溶液精油量（ml）	浸泡 1%石灰水溶液精油量（ml）
1st	0	0	2.1
2nd	0	0	2.3
3rd	0	0	2.9
平均出油率	0%	0%	0.97%

實驗二：不同浸泡時間對精油出油率的影響。

一、實驗方法

1.準備 5 個小水桶，裝入濃度分別為 1%的石灰水溶液 1000ml。
2.將新鮮茂谷柑果皮清洗乾淨剪成 1 cm×1 cm大小，各取 250g 分別放入 5 個水桶中，分別浸泡 3、6、12、24、48 小時。
3.至 6.步驟同實驗一

二、結果

	3hr 精油量（ml）	6hr 精油量（ml）	12hr 精油量（ml）	24hr 精油量（ml）	48hr 精油量（ml）
1st	0	0	0.7	2.6	1.7
2nd	0	0	0.9	2.2	1.6
3rd	0	0	0.9	2.1	1.3
均出油率	0%	0%	0.33%	0.92%	0.61%

實驗三：果皮與石灰水溶液以不同比例浸泡對精油出油率的影響。

一、實驗方法

1.準備 5 個小水桶，裝入濃度分別為 1%的石灰水溶液各 500ml、1000ml、1500ml、2000ml。
2.將新鮮茂谷柑皮洗淨，各取 250g 剪成 1 cm×1 cm大小，分別放入 4 個水桶中，浸泡 24 小時，也就是果皮重量與 1%石灰水溶液的比分別為 1：2、1：4、1：6 和 1：8。
3.以下步驟同實驗一。

二、結果

	1：2 精油量（ml）	1：4 精油量（ml）	1：6 精油量（ml）	1：8 精油量（ml）
1st	1.7	2.5	2.4	2.5
2nd	1.7	2.4	2.4	2.5
3rd	1.6	2.6	2.5	2.6
平均出油率	0.67%	1.00%	0.97%	1.01%

實驗四：果皮大小對精油出油率的影響。

一、**實驗方法**

1.準備 4 個小水桶，裝入濃度分別為 1%的石灰水溶液各 1000ml。

2.將新鮮茂谷柑皮清洗乾淨剪成 0.5 cm×0.5 cm、1 cm×1 cm、2 cm×2 cm、4 cm×4 cm以及一顆平分成四瓣，各取 250g 分別放入 4 個水桶中，浸泡 24 小時。

3.以下步驟同實驗一。

二、**結果**

	0.5 cm×0.5 cm 精油量（ml）	**1 cm×1 cm 精油量（ml）**	**2 cm×2 cm 精油量（ml）**	**一顆平分成四瓣精油量（ml）**
1st	3.0	2.l	1.5	0.8
2nd	2.l	2.8	1.6	0.9
3rd	2.8	2.6	1.6	0.8
平均出油率	1.16%	1.08%	0.63%	0.33%

實驗五：果皮有無冷凍精油出油率的影響。

一、**實驗方法**

1.準備 2 個小水桶，裝入濃度分別為 1%的石灰水溶液各 1000ml。

2.將前兩天放冷凍庫結凍前一天放冷藏解凍的果皮，和在冷藏室放置放置 2 天的果皮各 250g，分別放入兩個水桶中浸泡。

3.以下步驟同實驗一。

二、**結果**

	放冷藏精油量（ml）	**放冷凍退冰精油量（ml）**
1st	2.6	2.9
2nd	2.8	2.8
3rd	2.6	3.0
平均出油率	1.09%	1.16%

實驗六：果皮放置冷凍庫時間對精油出油率的影響。

一、**實驗方法**

1.將新鮮茂谷柑皮清洗乾淨剪成 1 cm×1 cm，各取 250g 分別放入冷凍庫，分別於 1 天、1 星期、2 星期，3 星期、4 星期後解凍，泡入濃度分別為 1%的石灰水溶液 1000ml 一天。

2.以下步驟同實驗一。

二、結果

	冰凍一天（ml）	冰凍一星期（ml）	冰凍 2 星期（ml）	冰凍 3 星期（ml）	冰凍 4 星期（ml）
1st	2.5	2.4	2.3	2.5	2.4
2nd	2.6	2.4	2.5	2.4	2.4
3rd	2.5	2.6	2.6	2.6	2.5
均出油率	1.01%	0.99%	0.99%	1.00%	0.97%

小結：

1.新鮮茂谷柑皮浸泡 1%石灰水 24 小時後可壓榨出精油，浸泡小蘇打溶液或開水則否。

2.新鮮茂谷柑皮浸泡 1%石灰水的時間以 24 小時最為恰當，浸泡時間過長會讓果皮過硬不利壓榨出油。

3.新鮮茂谷柑皮重量與 1%石灰水溶液的比以 1：4 最為恰當，浸泡液太少無法完全將果皮覆蓋，反之比例超過 1：4 對精油出油率並無顯著提高，反而造成浪費。

4.茂谷柑果皮大小以 0.5 cm×0.5 cm對精油出油率最好，其原因除了果皮與石灰水溶液接觸面積較大外，另一個原因為：我們使用的壓榨機為家庭用慢磨機，過大的果皮無法被完全壓榨，導致殘渣顆粒過大含水量也較高，因而影響柑橘果皮出油率。

5.茂谷柑果皮浸泡石灰水前先結凍再退冰，可以破壞其油包囊，增加些微精油出油率。

6.新鮮果皮冰凍時間長對出油率沒有明顯差異，因此果農如果沒辦法將新鮮果皮及時製做加工成精油，亦可放置冷凍庫儲藏待有空閒時間在將其製作成精油。

7.根據我們的觀察，經過 1%石灰水適度浸泡的茂谷柑果皮有以下特點：

（1）外皮呈現橘色，原本內層的白芯會變成半透明的黃色。

（2）皮稍硬、具有彈性、稍微用手一捏油的噴射很強。

（3）壓榨後的殘渣為含水量很低的細小顆粒狀粉末。

（4）壓榨後的汁液靜置 1 小時後分成四層，由下而上分別為細粉末層、橘色液體層、果渣層和精油層。

（5）如浸泡時間不足，果皮內層的白芯很明顯，皮軟嫩，用手壓精油噴射力道微弱，壓榨後殘渣含水量極高為黏糊狀。壓榨後的汁液分層明顯且以泥狀物懸浮其中，離心不易分離。

（6）如浸泡過度皮呈現深黃或焦黃，硬而脆易折斷，無噴射力，殘渣成粉末狀易阻塞機器。汁液黏度低，下層細粉末狀的沉澱很多。

8.石灰水浸泡果皮的效果亦受當天氣溫高低、柑橘皮本身濕度和橘皮品種，在不同條件下都會相互影響引起變化。因此我們選用這個季節產量最多最便宜的茂谷柑，每一組實驗都做三次求其平均值，力求具體客觀。

9.提高小蘇打溶液的濃度，是否可成功壓榨出柑橘皮精油，也是我們將要繼續探討的問題。

10.因時間限制，至於變因間的交互影響，或是其它柑橘類果皮如柚子、柳丁、葡萄柚等等是否一體適用，將成為我們下次科展的研究探討之主題。

伍、研究結果

一、 經由文獻探討和專家訪談充分認識台灣柑橘果皮的價值。

（一）柑橘類果皮中果膠物質含量高，是萃取果膠最佳原料。柑橘皮內含大量類黃酮素為維他命 P，攝取柑橘果皮對人體各方面健康有極大幫助。

（二）柑橘類果皮精油含量高，除用於芳香療法，亦具有預防癌細胞抑制癌細胞生長蔓延，亦為良好抑菌劑、除蟲劑。

（三）全台灣一年四季皆有不同柑橘類水果的生產，是物美價廉的健康食品。

（四）得知柑橘皮如此價廉物美，引發我們對柑橘皮食用價值的好奇心，因而有了後續的研究二、三、四、五、六等。

二、 瞭解如何去除柑橘果皮的辛辣苦澀味。

（一）用最嗆辣苦澀的椪柑皮，以 1：8 的冰水浸泡三天，第一天搓揉四次並換水，可降低嗆辣苦澀至可接受程度。

（二）茂谷柑果皮最有嚼勁皮吃起來最 Q。

三、 柑橘皮加工食品的開發

我們成功開發出橘皮果醬、橘皮冰、涼拌橘皮、橘皮泡菜、香酥甘梅橘皮、糖漬橘皮巧克力六道食品。

四、柑橘皮加工食品的接受度。

(一) 試吃員對六道橘皮食品外觀色澤、嗆辣程度、苦澀程度、美味程度的平均分數分別為 4.59、4.35、4.46、4.54（滿分 5 分），得分相當高，顯示橘皮加工食品值得大力推廣，且可為大多數人接受。

(二) 由「官能品評」問卷結果可知不分性別都對橘皮食品有很高的綜合得分。

(三) 由「官能品評」問卷結果可知教職員綜合得分明顯低於學生。

(四) 在開放問卷方面受試者也提共很多建議，整理如下：

1.可用橘子本身當裝盛橘皮食品的容器，增加美觀。

2.香酥甘梅橘皮沒有馬上吃，外面的麵衣容易軟化不脆，可以用烤箱加熱一至二分鐘即可馬上恢復酥脆口感。

3.香酥甘梅橘皮這道食品，可在兩片橘皮中夾橘皮果醬，再沾地瓜粉油炸，應可增加口感。

4.甘梅酥炸橘皮的麵衣也可以採用濕炸的方式做做看。

5.涼拌橘皮的醬汁也可用其它醬汁替代，如：梅子汁、和風醬、千島醬等。

6.可以開發橘皮和各式茶葉搭配的相關飲品。

7.這些橘皮加工食品吃完後，嘴巴會回甘，且口腔內充滿橘皮的清新感。

8 試吃的量太少了，可以給多一點。

9.最多人建議可以在學校園遊會設攤，或上網販售相關食品，所得捐助弱勢兒童。

10.在設計課程計畫時，建議可以在綜合領域的家政教育中加入橘皮食品製作課程。

五、橘皮精油的製作方法

本研究用間接蒸餾法和壓榨法成功製造出精油。對於失敗的溶劑萃取法，由文獻探討可知，如能選用更恰當的溶劑，應該也可以成功萃取橘皮精油。

六、用家用「慢磨機」以壓榨法提煉茂谷柑皮精油的最佳出油率之條件。

利用家中容易有的「蔬果慢磨機」萃取精油，須先將果皮清洗乾淨後先冷凍，取出退冰後剪成 0.5 cm×0.5 cm的大小，並和濃度 1%的石灰水溶液以 1：4 的比例浸泡一天，漂洗乾淨再以蔬果慢磨機壓榨出果皮的汁液，後以每分鐘6000轉的速度離心30分鐘，最後用滴管吸取上層的精油，以上是使茂谷柑果皮的出油率最高的條件。

陸、討論

（一）原以為製作橘皮加工食品很容易，但查詢資料後才發現除了做成陳皮及八仙果外，幾乎找不到其他資訊，因此每道菜從橘皮前置處理到食材比例乃至加熱時間的拿捏，至少都失敗五次以上。除了請教媽媽、奶奶、外婆等家人外，學校營養午餐的大廚及營養師更是我們請益的對象，得到的經驗不是專家訪談所能提供。

（二）橘皮加工食品咀嚼時間要夠，所以要求受試者咀嚼20 次，幫助破壞油包，釋放出嗆辣苦澀味來參加反應。而在去除橘皮嗆辣苦澀味的過程中，為了保留最多的營養有益物質，因此摒除最快最省時的方法－氽燙或微波，而是利用水的滲透壓及揉捻的外力來破壞油包。

（三）精油萃取實驗也是吃足了苦頭，花了最長的時間。用蒸餾法、溶劑萃取法和壓榨法萃取精油失敗了無數次，最後只有間接蒸汽蒸餾法和壓榨法能萃取出精油。

（四）用壓榨法萃取精油，從果汁機品牌的選用、果皮需不需要浸泡、粉碎果皮加水的量、濾布的選用等等，也失敗了無數次。

（五）從失敗中獲取的經驗也是自己的創見，瞭解到橘皮精油極易揮發，溫度過高香味容易變質不易保存。

（六）用家用慢磨機以壓榨法萃取橘皮精油的相關研究國內非常缺乏。我們從實驗中有了初步了解，知道在何種條件之下茂谷柑果皮可以有最佳出油率。對於此方法是否一體適用其它柑橘類果皮精油的萃取，以及變因之間的交互影響，或鹼性溶液的選取是否只有石灰水一種，在說明書送出的同時我們仍然在做後續研究，也為明年的科展找到一個值得探討的題目。

（七）這麼多次的失敗，讓我們更加團結，也促使大家研究更多的資料來解決問題，學習在失敗中獲取經驗。也感謝家人勇敢的試吃「沒烹調過」橘皮，以及耐心的大學教授和其研究生及許多貴人的相助，指導及出借實驗器材，學校教職員生認真的試吃填寫問卷，並提供各種改進建議。讓我們感受到人性的光明面，大家為了探求科學而不計較、不藏私，也讓我們學到許多做人的道理。

柒、結論

一、柑橘皮食品值得推廣：研究顯示柑橘皮的營養價值高，尤其是做成可以男女老少都能接受，且樂意吃下肚的美味食品，對人體有更大的幫助。

二、提升柑橘整體的經濟價值：農民若因為產量過剩，因為滯銷賣不出去將造成血本無歸的困境。所以必須廣為宣傳柑橘的營養價值，讓國民樂意食用，以解決每年柑橘產量過剩的問題。

三、好吃的橘皮食品：本研究經由問卷調查，40 位受試者試吃後。統計出最好吃的食譜為涼拌橘皮，具備好看、不嗆辣且不苦澀的條件，入口橘皮爽脆有嚼勁，同時還能吃出橘皮的清香味，吞下肚幾分鐘後，嘴中還會回甘。

四、橘皮前置處理時間要三天，對忙碌的現代人而言並不符合經濟效益。建議相關食品廠商可以做成類似市面上在販售的冷凍蔬菜－「冷凍橘皮料理」包，增加料理的便利性，鼓勵大家多食用「柑橘皮」，以促進成身體健康。

五、大家可運用生活周邊易取得的家電－「慢磨機」，用環保省能的壓榨法萃出高品質、高經濟價值的精油，讓精油變得高貴而不貴，能為更多人使用。

捌、參考資料

【網路資源】

1.柑橘 - 維基百科，自由的百科全書（無日期）。維基媒體基金會，2012年2月26日，取自：http://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E6%9F%91%E6%A9%98

2.台灣柑橘產業資訊網

3.吳伯穗（2008） 官能品評實務。台灣食品發展協會。取自：http://www.gmp.org.tw/oldpeopledetail.asp?id=147

【期刊論文】

1.蔡榮哲（2005）。柑橘果皮加工利用。台灣柑橘產業發展研討會專刊。

2.魏夢麗、呂秀英（民91）。官能品評資料的統計分析方法之正確使用。農業試驗所技術服務季刊，13(3)，32-37。

3.賴慶紓、潘敏雄、王應然（2009）。食品資訊第230期。柑橘類水果於保健食品之開發。

4.潘敏雄（2004）。台灣柑橘中類黃酮的含量及抗癌活性之研究 。國科會研究計畫。

5.葉榮哲（2002）。柑橘類果皮加工利用。台灣柑橘研討會專刊。

6.楊宗憲等三人。黃精傳奇－柳橙精油之製作。45屆桃竹苗區科展高職組。

7.林妤綺。聞香下馬-精油提煉與分流。49屆中小學科展國中組。

玖、研究展望

一、 協助更多柑橘果農加入有機生產行列，開發柑橘皮的新利用價值及新商機。

二、 能開一間柑橘相關產品的複合式商店，販賣有關柑橘的食物、清潔用品、盆栽、香皂、器皿、藝術品、保養品、保健食品膠囊等等。

三、 能將橘皮變成受歡迎的家常菜，開發出更多橘皮食品，集結出版橘皮相關食譜。

四、 橘皮處理去除嗆辣苦澀味後，成為「冷凍橘皮料裡包」，成功在市場上販賣。

五、 橘皮食品的官能品評能增加橘皮組織「咀嚼感」這一項調查。

六、 能對壓榨法萃取各式橘皮精油做更進一步研究改良。

附錄一

『橘皮去除嗆辣苦澀味』科學展覽調查問卷

親愛的叔叔、阿姨、小朋友們大家好：

我們是高雄市○○區○○國小的學生，因為參加科學展覽而進行「去除橘皮嗆辣、苦澀」的研究，所以需要您協助填答本問卷。

橘子皮中的「生物活性物質」含量是橘子果肉的 100 多倍，並已被證實具有抑制癌細胞生長的作用，對人體非常有益。但橘皮卻非常嗆辣、苦澀，本研究是為提高橘子皮的附加價值併攝取其中特殊營養物質。其果皮皆將過非常仔細的清洗，且確認無農藥之殘留，請放心試吃並寫下您真實的感受。其結果只用於科展發表，不用於商業用途，對於您的資料絕對保密也不做個別分析，請您安心的根據您的真實感受填答，如有任何疑問，可隨時向發放問卷的同學反應。謝謝您！

敬祝　健康快樂

指導老師：○○○、○○○

研究者：○○○、○○○　、○○○、　○○

基本資料

1. 您的性別？　□男生　□女生

2. 您的年齡？　□18 歲以上

　　□未滿 18 歲

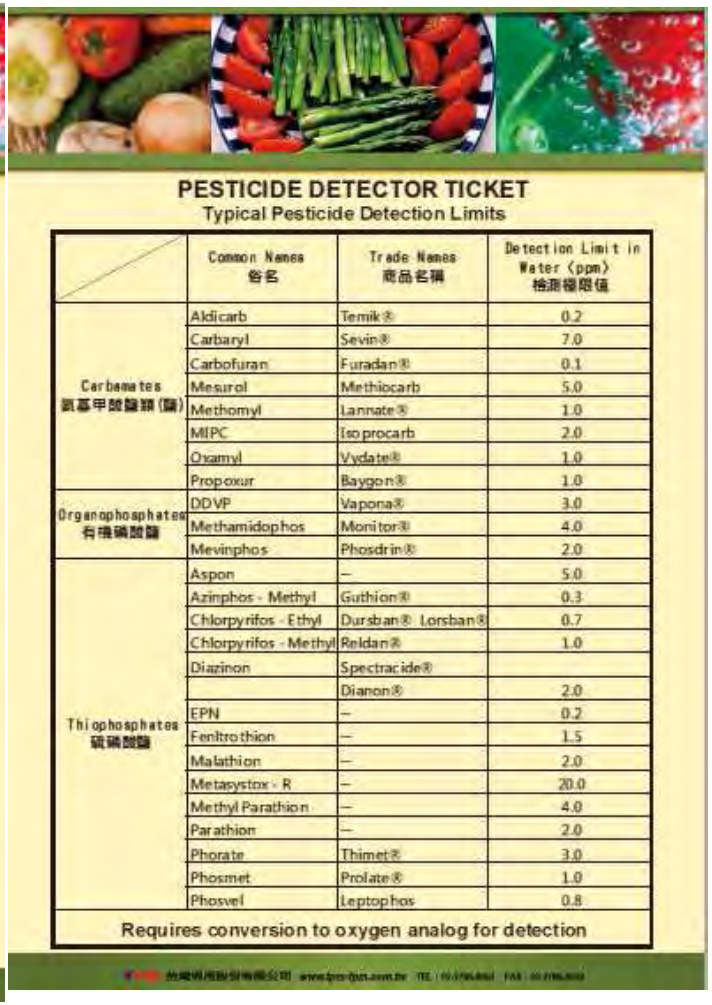
	實驗一		實驗二		實驗三	
樣品一	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品二	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品三	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品四	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀

樣品五	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品六	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀				

	實驗四		實驗五		實驗六	
樣品一	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品二	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品三	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □不完全苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品四	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品五	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀
樣品六	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀		

實驗七					
樣品一	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀	樣品二	□非常嗆辣 □嗆辣 □普通 □一點嗆辣 □完全不嗆辣	□非常苦澀 □苦澀 □普通 □一點苦澀 □完全不苦澀

附錄二



PESTICIDE DETECTOR TICKET

Typical Pesticide Detection Limits

	Common Names 俗名	Trade Names 商品名稱	Detection Limit in Water (ppm) 檢測極限值
Carbamates 氨基甲酸酯類(鹽)	Aldicarb	Temik®	0.2
	Carbaryl	Sevin®	7.0
	Carbofuran	Furadan®	0.1
	Mesurol	Methiocarb	5.0
	Methomyl	Lannate®	1.0
	MIPC	Isoprocarb	2.0
	Oxamyl	Vydate®	1.0
	Propoxur	Baygon®	1.0
Organophosphates 有機磷酸酯	DDVP	Vapona®	3.0
	Methamidophos	Monitor®	4.0
	Mevinphos	Phosdrin®	2.0
Thiophosphates 硫磷酸酯	Aspon	–	5.0
	Azinphos - Methyl	Guthion®	0.3
	Chlorpyrifos - Ethyl	Dursban® Lorsban®	0.7
	Chlorpyrifos - Methyl	Reldan®	1.0
	Diazinon	Spectracide®	
		Dianon®	2.0
	EPN	–	0.2
	Fenitrothion	–	1.5
	Malathion	–	2.0
	Metasystox - R	–	20.0
	Methyl Parathion	–	4.0
	Parathion	–	2.0
	Phorate	Thimet®	3.0
	Phosmet	Prolate®	1.0
	Phosvel	Leptophos	0.8

Requires conversion to oxygen analog for detection

附錄三

『橘皮食品』科學展覽調查問卷

親愛的叔叔、阿姨、小朋友們大家好：

我們是高雄市○○區○○國小的學生，因為參加科學展覽而進行「橘皮食品」開發的研究，所以需要您協助填答本問卷。

這些食品都是利用橘子皮製作而成的，橘子皮中的「生物活性物質」含量是橘子果肉的 100 多倍，並已被證實具有抑制癌細胞生長的作用。本研究是為提高橘子皮的附加價值併攝取其中特殊營養物質。其結果只用於科展發表，不用於商業用途，對於您的資料絕對保密也不做個別分析，請您安心的根據您的真實感受填答，如有任何疑問，可隨時向發放問卷的同學反應。謝謝您！

敬祝

健康快樂

指導老師：○○○、○○○

研究者：○○○、○○○ 、○○○、 ○○

基本資料

1. 您的性別？ □男生 □女生
2. 您的身分？ □國小學生 □教職員

項目	橘皮料理	外觀色澤	嗆辣程度	苦澀程度	美味程度	建議批評
一	橘皮果醬	□非常好看 □好看 □普通 □難看 □非常難看	□完全不嗆辣 □一點嗆辣 □普通 □嗆辣 □非常嗆辣	□完全不苦澀 □一點苦澀 □普通 □苦澀 □非常苦澀	□非常好吃 □好吃 □普通 □難吃 □非常難吃	
二	橘皮冰棒	□非常好看 □好看 □普通 □難看 □非常難看	□完全不嗆辣 □一點嗆辣 □普通 □嗆辣 □非常嗆辣	□完全不苦澀 □一點苦澀 □普通 □苦澀 □非常苦澀	□非常好吃□ 好吃 □普通 □難吃 □非常難吃	
三	橘皮泡菜	□非常好看 □好看 □普通 □難看 □非常難看	□完全不嗆辣 □一點嗆辣 □普通 □嗆辣 □非常嗆辣	□完全不苦澀 □一點苦澀 □普通 □苦澀 □非常苦澀	□非常好吃 □好吃 □普通 □難吃 □非常難吃	
四	涼拌橘皮	□非常好看 □好看 □普通 □難看 □非常難看	□完全不嗆辣 □一點嗆辣 □普通 □嗆辣 □非常嗆辣	□完全不苦澀 □一點苦澀 □普通 □苦澀 □非常苦澀	□非常好吃 □好吃 □普通 □難吃 □非常難吃	
五	香酥甘梅橘皮	□非常好看 □好看 □普通 □難看 □非常難看	□完全不嗆辣 □一點嗆辣 □普通 □嗆辣 □非常嗆辣	□完全不苦澀 □一點苦澀 □普通 □苦澀 □非常苦澀	□非常好吃 □好吃 □普通 □難吃 □非常難吃	
六	糖漬橘皮巧克力	□非常好看 □好看 □普通 □難看 □非常難看	□完全不嗆辣 □一點嗆辣 □普通 □嗆辣 □非常嗆辣	□完全不苦澀 □一點苦澀 □普通 □苦澀 □非常苦澀	□非常好吃 □好吃 □普通 □難吃 □非常難吃	

【評語】080827

本作品的取材具有地方特色之季節量產的作物，本研究賦予其更高的利用價值，團隊合作完成每項觀察紀錄，製作美味佳餚、精油等，難能可貴，唯應加強數值的意義及對選用材料判斷依據的討論。