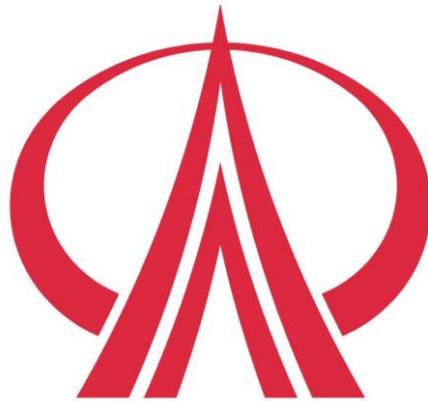


化學工程與生物科技系 實務專題論文

天然抗氧化劑之分析研究



指導老師：朱紫雲

班級	學號	姓名
四化四甲	BP96012	陳信利
四化四甲	BP96152	宇駿凱

修平技術學院

中華民國 99 年 12 月 15 日

目錄

摘要.....	5
一、前言.....	6
1-1 槲皮素之結構與應用.....	6
1-2 常見萃取方法演進.....	7
1-2-1 固相萃取.....	7
1-2-2 固相微萃取.....	8
1-2-3 液相微萃取法.....	9
1-2-4 分散液相微萃取.....	11
1-2-5 冷凝懸浮有機液滴液液微萃取.....	12
1-2-6 冷凝分散液相微萃取.....	13
二、藥品及儀器.....	14
2-1 藥品.....	14
2-2 儀器及器材.....	16
三、實驗方法.....	17
3-1 藥品配製	
3-1-1 1000 ppm Quercetin.....	17

3-1-2	10 ppm Quercetin.....	17
3-1-3	5 ppm Quercetin.....	17
3-1-4	3 ppm Quercetin.....	17
3-1-5	1 ppm Quercetin.....	17
3-1-6	分散萃取劑及衍生化試劑.....	17
3-1-7	20%甲醇 標準液.....	18
3-2 儀器操作步驟		
3-2-1	儀器部分.....	18
3-2-2	GC/MS 條件.....	18
3-3 實驗步驟		
3-3-1	儲備樣品製備.....	19
3-3-2	分析樣品製備.....	20
3-3-3	冷凝分散液相微萃取 DDLME-SFO.....	20
3-3-4	偵測極限之實驗步驟.....	21
3-3-5	回收率之實驗步驟.....	21
3-3-6	市售樣品之測試步驟.....	22

四、實驗結果

4-1 實驗數據

4-1-1	偵測極限之實驗數據.....	23
4-1-2	回收率之實驗數據.....	25
4-1-3	市售樣品之實驗數據.....	27

五、討論

5-1	偵測極限之實驗.....	30
5-2	回收率之實驗.....	30
5-3	市售樣品之測試.....	30

六、結論.....	31
-----------	----

七、參考文獻.....	32
-------------	----

摘要

槲皮素 (quercetin) 係廣泛的分佈於植物界中含量最多之類黃酮分子，目前許多實驗研究證實它對人體具保健效果或療效，近幾年研究結果指出槲皮素具有多項有益人體健康之作用，包括預防心血管疾病，抗潰瘍，抗過敏性作用，預防白內障，抗病毒等項作用。有關抗腫瘤之研究則進行中，並已獲得初步正面之實驗結果。

本實驗所採用的分析方法為冷凝分散液相微萃取，此方法為最近幾年才發展出來之技術，是一種簡單並且快速之萃取方法，具有簡單、快速、回收率高、富集倍數、對環境影響較小等優點。故本實驗採用此方法來分析蔬果中槲皮素含量。測試結果以取 5mL 樣品並加入 50 μ L 0.01M NaOH，放入 45°C 水中靜置 2 分鐘之後，再加入衍生化試劑，再放入水中搖盪 5 分鐘之後，進行離心 2 分鐘，接著冰浴 10 分鐘，再取出離心管，並快速將離心管中凝結部分取出放入尖底瓶中，用注射針取 1 μ L 萃取液，注入 GC-MS 測定。

槲皮素標準溶液偵測極限的實驗，配置各種濃度的標準溶液，經過數次重複實驗測得，偵測極限約為 0.01ppm。本次也針對熱門的市售蔬果(空心菜、奇異果、蘋果)檢測槲皮素的含量，結果發現上述 3 種蔬果未測出含有槲皮素。回收率之實驗，以空心菜為 Sample，實驗結果 2.0ppm 之 Sample 的回收率高達約 130%。

一、前言

1-1 槲皮素之結構與應用

槲皮素(querletin)的化學結構如圖 1 所示，化學式為 $C_{15}H_{10}O_7$ ，分子量是 302.23 g/mol。槲皮素溶於酒精但不溶於水，每公克槲皮素可溶於 290 mL 酒精或 23 mL 沸騰之酒精。槲皮素為分佈於植物界中含量最多之類黃酮分子。

日常生活常見之蔬菜、水果、中草藥(例如：蘋果、洋蔥、茶、銀杏、接骨木等)均含槲皮素成分。槲皮素存在於植物之花、莖、葉片、種子和核果等部位。

槲皮素通常為植物之主要活性成分。近幾年研究結果發現槲皮素具有多項有益人體健康之作用，包括預防心血管疾病、抗潰瘍、抗過敏性、預防白內障，抗病毒等作用。有關抗腫瘤、抗癌之研究已獲得初步正面之實驗結果。另外針對槲皮素對胃腸運動的影響及其機制的研究，發現槲皮素具有舒張胃腸平滑肌的作用¹。

槲皮素的測定方法有很多種，例如：王琚等人用催化動力學光度法在槲皮素標準溶液中測定槲皮素²，劉圓等人用 RP-HPLC 測定扯根菜中槲皮素含量³，嚴蕾等人用 HPLC 測定桑葉等植物中槲皮素的含量⁴，楊馳等人用高效液相色譜法測定銀杏葉中槲皮素含量⁵。

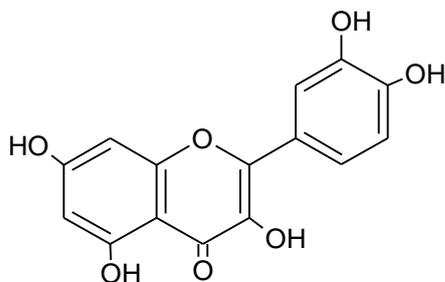


圖 1 槲皮素的化學結構

1-2 常見萃取方法演進

萃取是實驗非常重要的前處理，分析方法主要有固相萃取(SPE)、固相微萃取(SPME)、液相微萃取(LPME)、分散液相微萃取(DLLME)、冷凝懸浮有機液滴液相微萃取(SFO)及冷凝分散液相微萃取(DLLME-SFO)。

1-2-1 固相萃取 SPE

固相萃取(solid phase extraction，簡稱 SPE)該技術是利用多孔固相吸附劑選擇性的將溶液中的目標被測物質吸附，再利用另外一種適當體積的溶劑去洗滌，將介質洗出，最後用另一溶劑將目標被測物質沖提出來，以此達到分離富集的目的。例如：王登飛；黃智輝；鄭俊超；王瑞龍利用 SPE 進行過固相萃取—HPLC 法測定水產品中三聚氰胺殘留量⁶。

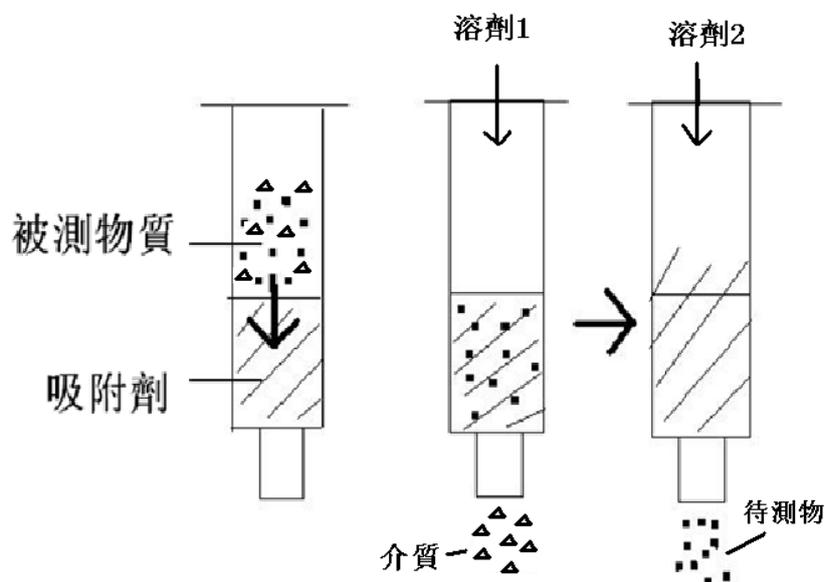


圖 2 固相萃取(SPE)示意圖

1-2-2 固相微萃取 SPME

固相微萃取(solid phase microextraction, SPME)它的裝置主要是為固定器及熔矽纖維兩大部分，固定器主要是固定和支撐熔矽纖維，以控制纖維的伸縮及調節纖維之深度，而熔矽纖維末端塗佈有高分子聚合物以作為固定靜相；。其原理為：待測物在樣品基質與固定靜相之間的分配平衡，待測物在平衡時吸附於固體靜相上的萃取量和待測物的原始濃度呈線性關係。SPME 與 SPE 之間最大的差別是 SPME 不需其他的脫附溶劑，並且擁有更高的濃縮效率。

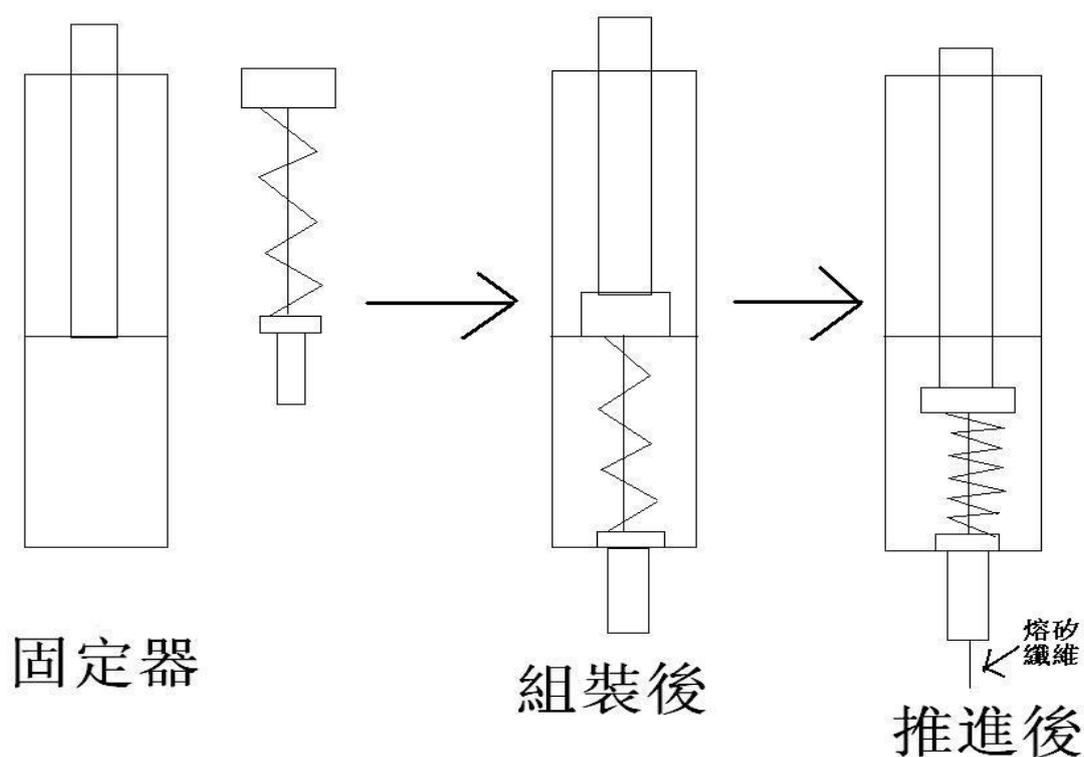


圖 3 SPME 器材示意圖

1-2-3 液相微萃取法 LPME

液相微萃取法(Liquid phase microextraction, LPME) 1996 年由 Jeannot 等人提出，以「液-液萃取」為基礎並微型化，是一種較新的前處理方式，只需要一支標準注射針和極少量的溶劑就能手動完成。液相微萃取技術與固相微量萃取法概念相似，兩者之差在於固相微萃取法使用熔矽纖維進行吸附萃取，而液相微萃取則是靠注射針前端的溶劑微滴進行萃取，可避免固相微萃取法纖維使用壽命短暫且易損壞的問題。液相微萃取技術可分為靜態微萃取(SDME)及動態液相微萃取(dynamic LPME)兩種方式。

圖 4 為直接浸入式單滴微萃取，屬於靜態(static)的液相微萃取方式。萃取時以微量注射針吸取一定體積的有機溶劑，然後插入水樣中，再將有機溶劑推出，以微滴的方式停留在注射針尖端，水樣中的待測物會藉由擴散作用進入溶劑中，經過一段時間後再將溶劑抽回，即可進行儀器分析。佺靖等人利用液相微萃取/離子色譜測定牛奶中氬⁷。

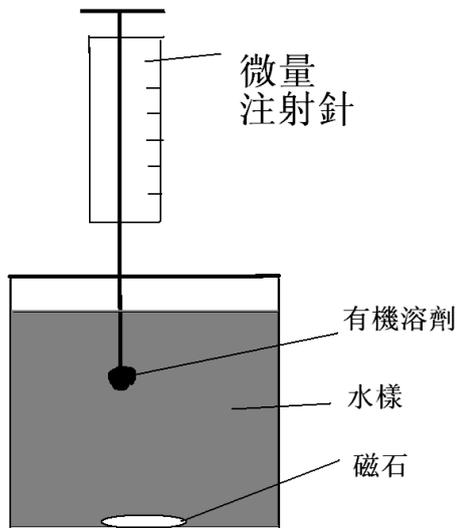


圖 4 靜態直接進入式(單滴微萃取裝置)

圖 5 所示為直接式的動態液相微萃取流程，方法為以微量注射針抽取一定量的溶劑，再將之插入水樣中，以固定速度拉回推桿以吸取定量之水樣，水樣中的目標分析物會擴散至溶劑及其在注射針管壁上形成之有機薄膜(organic film)劑中，接著將推桿迅速推回原來的位置排出水樣，重複進行上述萃取步驟數次，最後將溶劑注入分析儀器進行分析。動態液相微萃取方法能增加萃取的接觸面積及次數，獲得更高的萃取效率，並且頂空氣體的萃取同樣適用⁸。

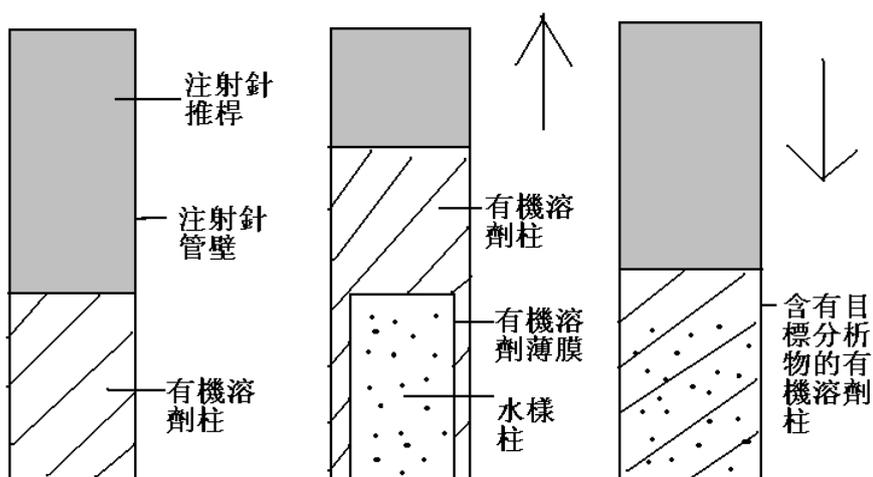


圖 5 直接式的動態液相微萃取流程

液相微萃取漸被應用於各種樣品之分析。例如：李敏霞等利用 SDME 進行液相微萃取-氣相色譜法測定水樣中磷苯二甲酸酯⁹。焦琳娟；陳燕施利用 LPME 進行過果汁中有機磷農藥殘留的動態液相微萃取/氣相色譜法檢測¹⁰。

1-2-4 分散液相微萃取 DLLME

Rezaee 等人於 2006 年發表分散液相微萃取法(dispersive Liquid-Liquid microextraction, DLLME)，他們首先提出是用少量含有鹵素的有機溶劑來做萃取，首先在樣品溶液中注入不互溶的有機溶劑，利用分散劑分散均勻後，再進行離心，然後將離心之後沉澱於底部的萃取溶劑取出進行分析。Fattahi 等人利用 DLLME 進行測定在水中氯酚的檢測¹¹。

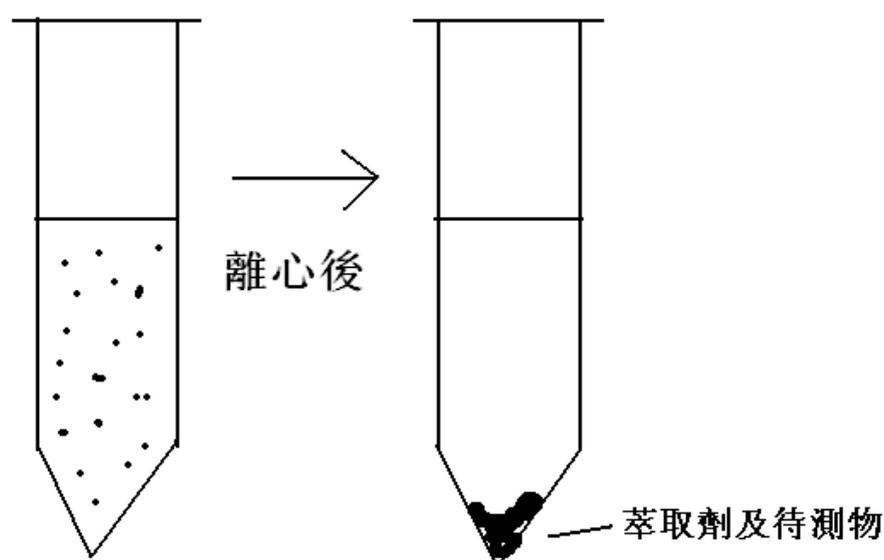


圖 6 分散液相微萃取

1-2-5 冷凝懸浮有機液滴液相微萃取 SFO

Zanjani 等人於 2007 年提出冷凝懸浮有機液滴液相微萃取法(solidification of floating organic drop, SFO)，避免使用含有鹵素的有機溶劑去做萃取，與分散液相微萃取法比較，此方法對環境汙染相對減少。冷凝懸浮有機液滴液相微萃取法的特點則是選用毒性低的有機溶劑，且其密度低於 1 g/cm^3 ，凝固點宜在 $10\sim 20^\circ\text{C}$ 之間，且毒性低的有機溶劑離心後經過冰浴，萃取之樣品最後會懸浮於液面而不是沉在最底部¹²。Farahani 等人利用 SFO 進行鄰苯二甲酸鹽酯類的實驗¹³。

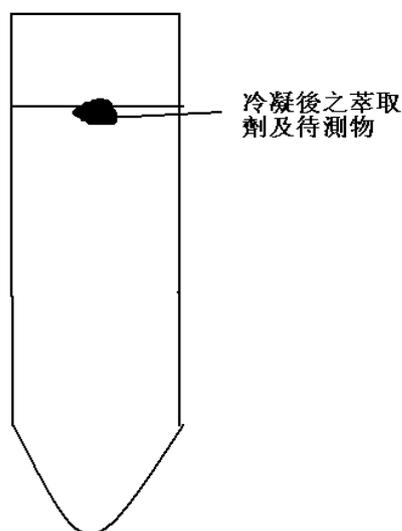


圖 7 冷凝懸浮有機液滴液相微萃取法

1-2-6 冷凝分散液相微萃取 DLLME-SFO

近年來，隨著對環境保護的重視，分析方法日新月異，從以往固相微萃取，發展至最近新興的各種液相微萃取，早期採用含鹵素等高毒性溶劑的分散液相微萃取法(DLLME)雖然操作時間短，對環境影響極深。後來發展的冷凝懸浮有機液滴液相微萃取(SFO)雖改善了環境不友好的問題，使用如醇、烷等毒性較低的溶劑，但卻有著操作時間過長的問題。綜合以上問題近年來發展出冷凝分散液相微萃取法(DLLME-SFO)。冷凝分散液相微萃取具有上述兩者的優點。

DLLME-SFO 操作時間短，並且也是使用醇、烷等毒性較低的溶劑，對環境較友好。比較上述原因，故本專題決定採用冷凝分散液相微萃取法來進行實驗。

國內外近年來漸有人採用此技術，2008 年黃賢達等人應用此技術於檢測環境污染物，以鹵素化合物如 1,2-二氯苯、1,2,4-三氯苯、四氯乙烯、六氯丁二烯、4-溴苯基醚等初級污染物為主¹⁴。2009 年黃賢達等人應用此技術於含氯殺蟲劑之分析。李魚等人則應用在測定沉積物中的溴聯苯醚之含量¹⁵。

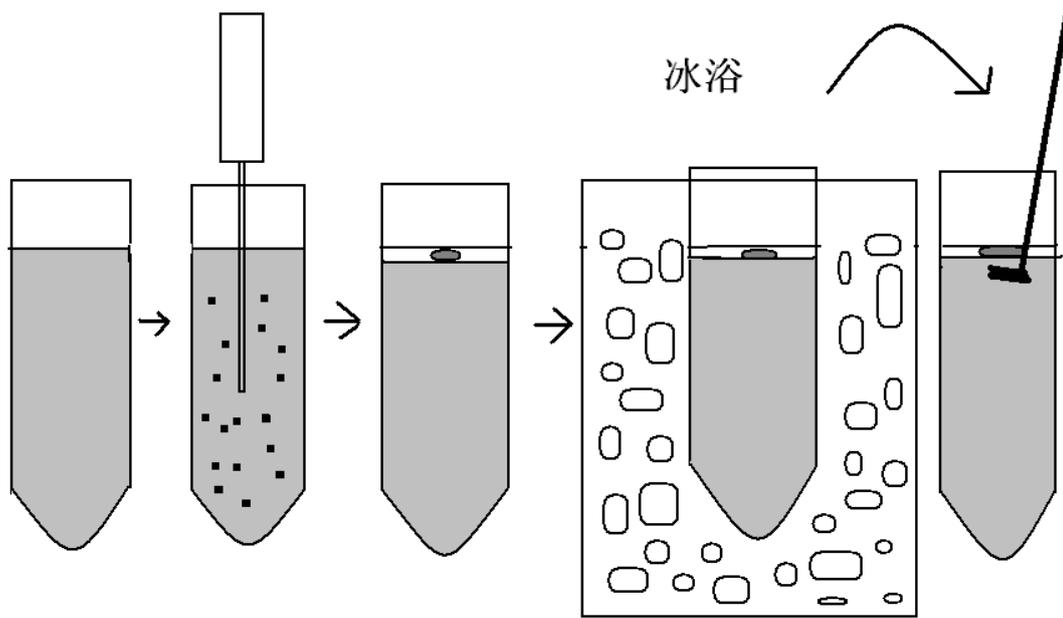


圖 8 DLLME-SFO 流程圖

本專題是採用 DLLME-SFO 方法，一般的樣品前處理方法，會用到大量的有機溶劑、造成環境的汙染且對人體有危害，而且步驟繁複、容易造成分析物的流失。

冷凝分散液相微萃取法能夠讓樣品快速進入萃取劑中同時進行衍生化反應，操作簡單，最後透過冷凝將樣品凝固方便取出，樣品也不容易流失、成本花費低、回收效率高。比起固相微萃取、單滴液相微萃取和中空纖維液相微萃取法，此方法萃取的時間大幅縮短。

本專題應用冷凝液相微萃取、加上衍生化技術、並結合氣相層析儀/質譜儀偵檢器對槲皮素做檢測。

二、 藥品及儀器

2-1 藥品

藥品名	廠牌名	產地
十六烷 Hexadecane	Alfa Aesar	德國
槲皮酮 Quercetin	ALDRICH	德國
甲醇 Methanol	聯工	台灣
雙三氟乙醯胺 (簡稱 BSTFA) Bistrifluoro-acetamide	MACHERY-NAGEL	德國
丙酮 Acetone	MERCK	德國
氫氧化鈉 NaOH	MERCK	德國

2-2 儀器及器材

- * 氣相色層分析儀(Gas chromatograph /HP6890)
- * 質譜儀偵測器(Mass spectrometer detector/HP5973)
- * 磁石加熱攪拌器(CORNING/PC-420D)
- * 微量吸量管(5-50 μ L ; 50-200 μ L ; 100-1000 μ L)
- * 微量注射針筒(500 μ L ; 1000 μ L)
- * 移液管(1mL、5mL、10mL)
- * 保溫瓶
- * 離心機(Shin kwang /Lf-15E)
- * 試管震盪機(Glas-Col/Multi-Pulse Vortexer)
- * 均質機(Waring/Blender 7012S)

三、實驗方法

3-1 藥品配製

3-1-1 1000 ppm Quercetin

精秤 0.025 克 Quercetin 加入 25 mL 定量瓶內，加入純甲醇至刻線上，並均勻搖盪。

3-1-2 10 ppm Quercetin

取 1 mL 1000 ppm Quercetin 加到 100 mL 定量瓶，再加入 20% 甲醇標準液至刻線，並充分搖盪。

3-1-3 5 ppm Quercetin

取 12.5 mL 10 ppm Quercetin 加到 25 mL 定量瓶，再加入 20% 甲醇標準液至刻線，並充分搖盪。

3-1-4 3 ppm Quercetin

取 7.5 mL 10 ppm Quercetin 加到 25 mL 定量瓶，再加入 20% 甲醇標準液至刻線，並充分搖盪。

3-1-5 1 ppm Quercetin

取 2.5 mL 10 ppm Quercetin 加到 25 mL 定量瓶，再加入 20% 甲醇標準液至刻線，並充分搖盪。

3-1-6 分散萃取劑及衍生化試劑

以 1000~250 μ L 微量吸管吸取 350 μ L 丙酮(分散劑)加入尖底瓶中，以 100~50 μ L 微量吸管吸取 50 μ L 十六烷(萃取劑)加入尖底瓶，在氮氣環境下以 500 μ L 微量注射針取 150 μ L BSTFA(衍生化試劑)加入尖底瓶中。

3-1-7 20% 甲醇 標準液

取 500 定量瓶，加入 100 mL 甲醇，再加超純水至刻線，並充分搖盪。

3-2 儀器操作步驟

3-2-1 儀器部分

開機步驟：

1. 檢察 MSD、GC、電腦是否 OFF(關機)狀態
2. 將穩壓器開啟(往上扳)，再按安全鈕(紅色按鈕)
3. 開啟 GC power：ON
4. 開啟氣體鋼瓶：主栓…逆時針開(1/4)圈
副栓…順時針轉至 3.5KG/CM³
5. 紀錄氣體鋼瓶主栓壓力
6. GC 按〔con1 1〕→〔flow〕，按▲▼鍵至 flow 設定流速 1.0 mL/min
7. 開啟 computer→power：ON，按〔GC/MS Instrument #1〕按鈕，進入 GC/MS

主控畫面

開 MSD：

1. Check：Vent valve→close(順時針為關)，各項接頭是否接好，GC 是否 ON，
但 oven 及各加熱部分→off，各 temperature 顯示在室溫，Carrier gas
→ON(flow 顯示設定之流速)
2. 由[view]menu→選 diagnostic/vacuum control
3. 由[view]menu→選 pump down
4. 畫面提示→按 MSD 之主開關→click[OK]等畫面提示(約 5~10 分鐘)

5. 畫面提示→開 GC/MS interface heater 及 GC oven 完成後→click[OK]

6. 畫面提示→okey to run 後，再等約 3 小時，才能開始分析。

關 MSD：

1. GC 部分：結束測定，降溫至 30°C(不關氣體)

2. MSD：view→Diagnostic/vacuum control→[vacuum]menu 選 Vent→等待畫面提示，按照指示關機

3. 關 GC

4. 關氣體

5. 關電腦

3-2-2 GC/MS 條件

注射口採用 splitless 模式，管柱為 DB-5MS(長度 30 M、內徑 0.25 mm、膜厚 0.25 μ m)，入口溫度 280°C；起始溫度 120°C 維持 2 分鐘後，以每分鐘 20°C 升溫，並在 300°C 維持 7 分鐘進行測定。載用氣體為氦氣，流速設定為 1 mL/min，質量範圍是 50.0~750.0 m/z

3-3 實驗步驟

3-3-1 儲備樣品製備

將樣品以清水沖洗再以純水潤洗後晾乾，剪碎樣品，放進果汁機內攪碎 2 分鐘(間歇攪打，重複進行數次)，取出蔬菜泥(果汁機用畢後，以 100 mL 純水攪打清洗)，將蔬菜泥分裝(每份 3 克，存放在冷凍庫-20℃)。

3-3-2 分析樣品製備

Sample

取出 3 克蔬菜泥，放入離心管並加入 6mL 甲醇，劇烈震盪 2 分鐘後，離心 3 分鐘(4000 rpm.)，取出上層液 1 mL，再以 10% 甲醇稀釋至 50 mL，取 5 mL 作 DDLME-SFO。

3-3-3 冷凝分散液相微萃取 DDLME-SFO

取 5 mL 分析樣品試樣及 50 μ L 0.01M NaOH 至離心管，將離心管靜置在 45℃ 水中 2 分鐘之後，迅速加入分散萃取劑及衍生化試劑，再次放入 45℃ 水中並搖盪 5 分鐘後，將裝有試樣之離心管以 4000 rpm 進行離心 2 分鐘，接著放入保溫杯中進行冰浴 10 分鐘，從保溫杯中取出離心管，迅速將離心管中凝結部份取出至尖端瓶，以微量注射針抽取 1 μ L 所得萃取液，注入 GC-MS 中。

3-3-4 偵測極限之實驗步驟

取 5 mL 0.01 ppm Quercetin 標準溶液及 50 μ L 0.01M NaOH 至離心管，將離心管靜置在 45°C 水中 2 分鐘之後，迅速加入分散萃取劑及衍生化試劑，再次放入 45°C 水中並搖盪 5 分鐘後，將裝有試樣之離心管以 4000 rpm 進行離心 2 分鐘，接著放入保溫杯中進行冰浴 10 分鐘，從保溫杯中取出離心管，迅速將離心管中凝結部份取出至尖底瓶，以微量注射針抽取 1 μ L 所得萃取液，注入 GC-MS 中。

取 5 mL 0.05 ppm Quercetin 標準溶液及 50 μ L 0.01M NaOH 至離心管，將離心管靜置在 45°C 水中 2 分鐘之後，迅速加入分散萃取劑及衍生化試劑，再次放入 45°C 水中並搖盪 5 分鐘後，將裝有試樣之離心管以 4000 rpm 進行離心 2 分鐘，接著放入保溫杯中進行冰浴 10 分鐘，從保溫杯中取出離心管，迅速將離心管中凝結部份取出至尖底瓶，以微量注射針抽取 1 μ L 所得萃取液，注入 GC-MS 中。

3-3-5 回收率之實驗步驟

添加 2 mL 50 ppm 標準溶液

取出 3 克蔬果泥，放入離心管並加入 6 mL 甲醇，劇烈震盪 2 分鐘後，離心 3 分鐘(4000 rpm.)，取出上層液 1 mL 加入 50 mg/L 標準溶液 2 mL，再以 10% 甲醇稀釋至 50 mL(=添加 2 mg/L) 取 5 mL 作 DLLME-SFO。

3-3-6 市售樣品之測試步驟

方法一、

取出 3 克蔬果泥，放入離心管並加入 6mL 甲醇，劇烈震盪 2 分鐘後，離心 3 分鐘 (4000 rpm.)，取出上層液 1 mL，再以 10% 甲醇稀釋至 50 mL，取 5 mL 作 DLLME-SFO。

方法二、

取出 3 克蔬果泥，放入離心管並加入 8mL 甲醇，劇烈震盪 2 分鐘後，離心 3 分鐘 (4000 rpm.)，取上層液 5 mL 作 DLLME-SFO。

四、實驗結果

4-1 實驗數據

4-1-1 偵測極限之實驗數據

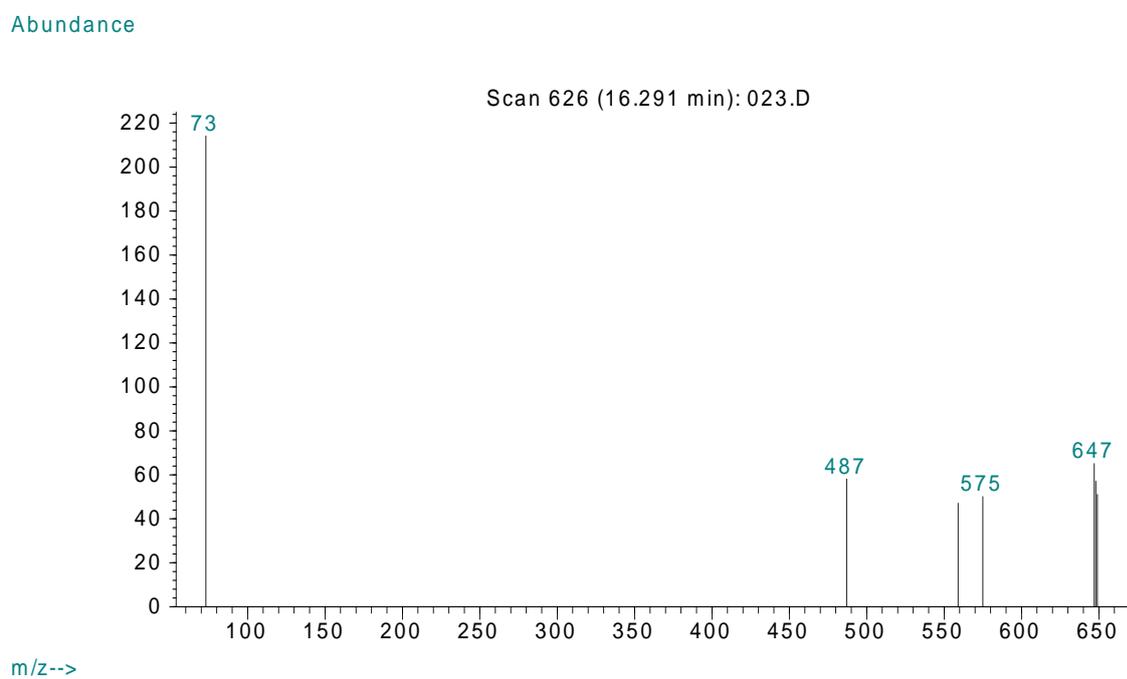
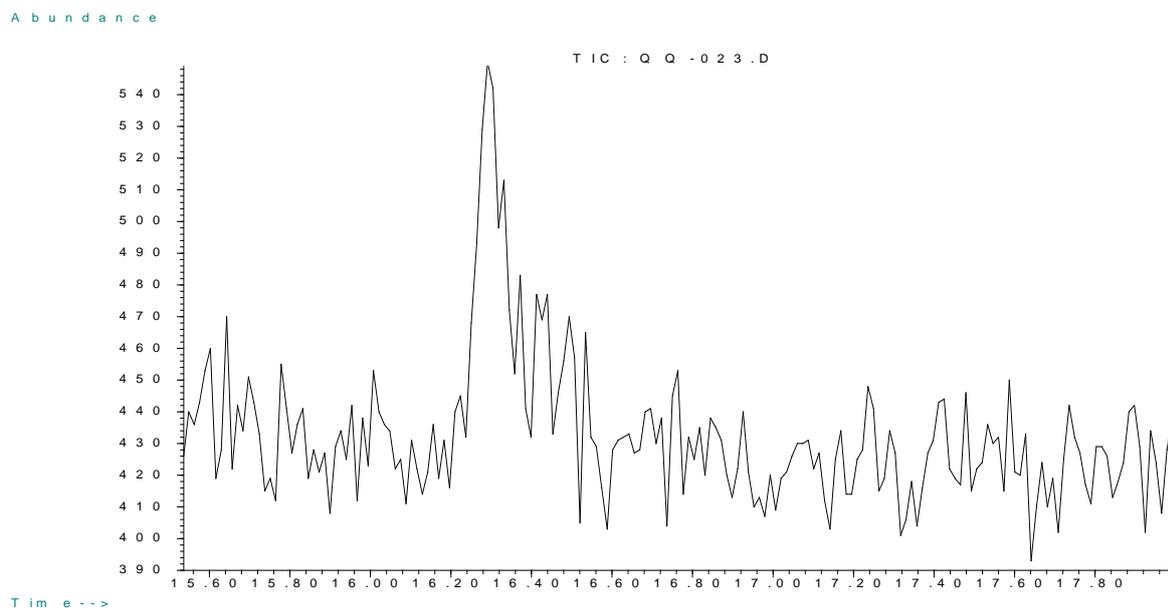


圖 9 0.01 ppm 槲皮素溶液

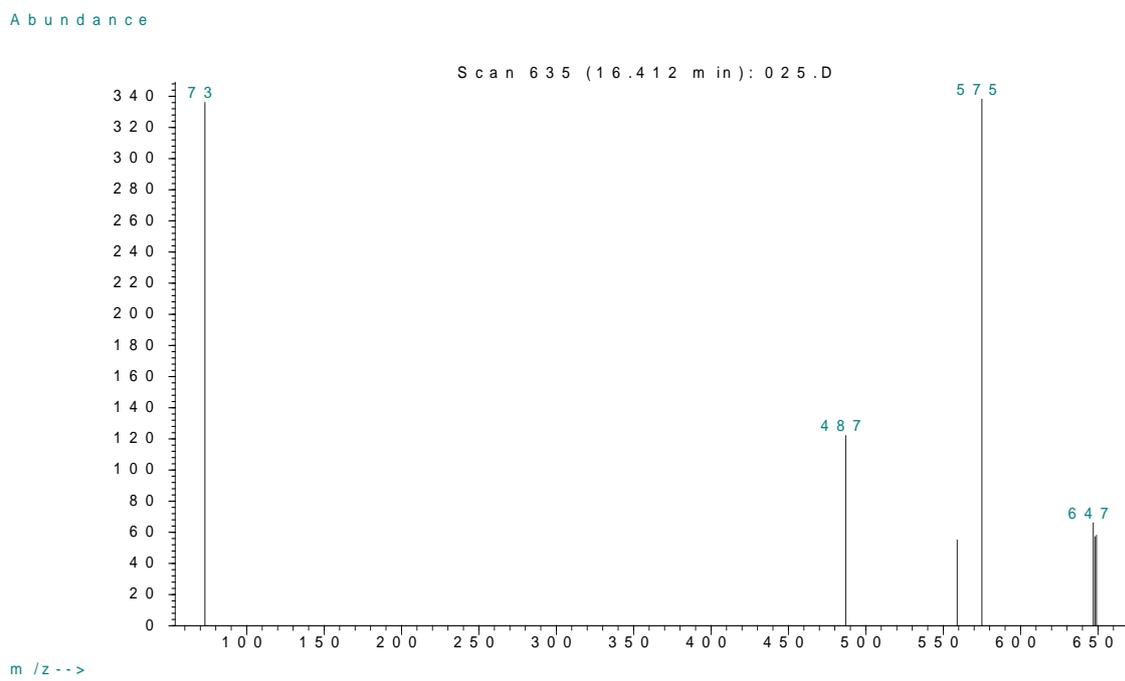
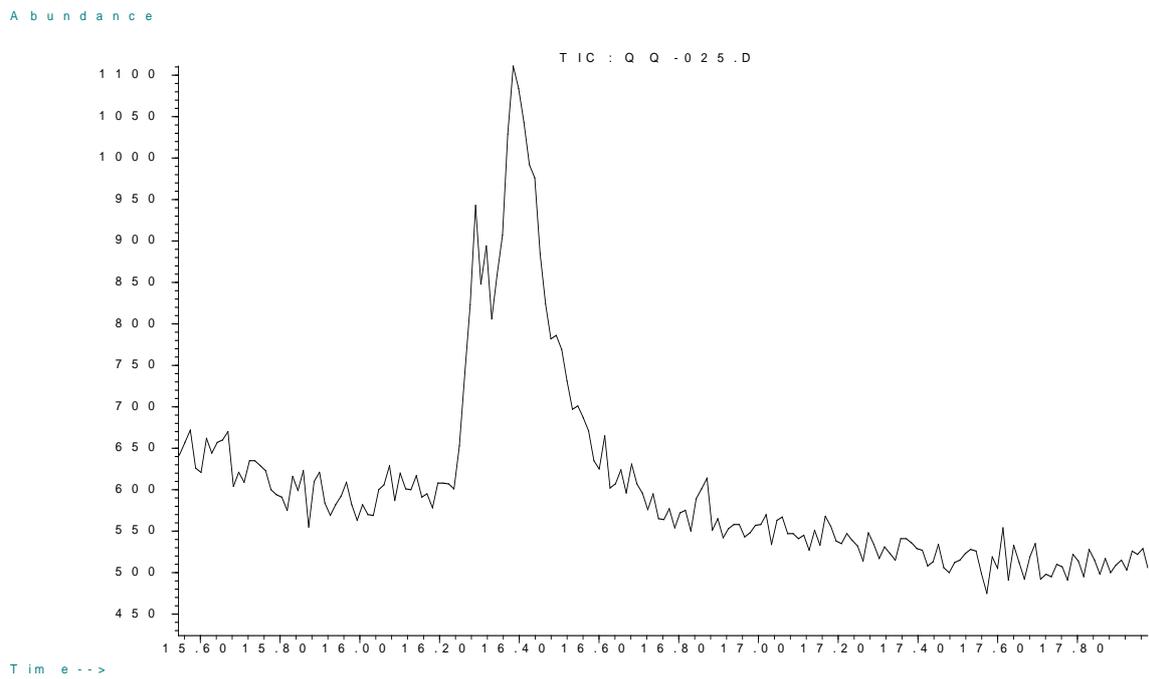


圖 10 0.05 ppm 槲皮素溶液

4-1-2 回收率之實驗數據

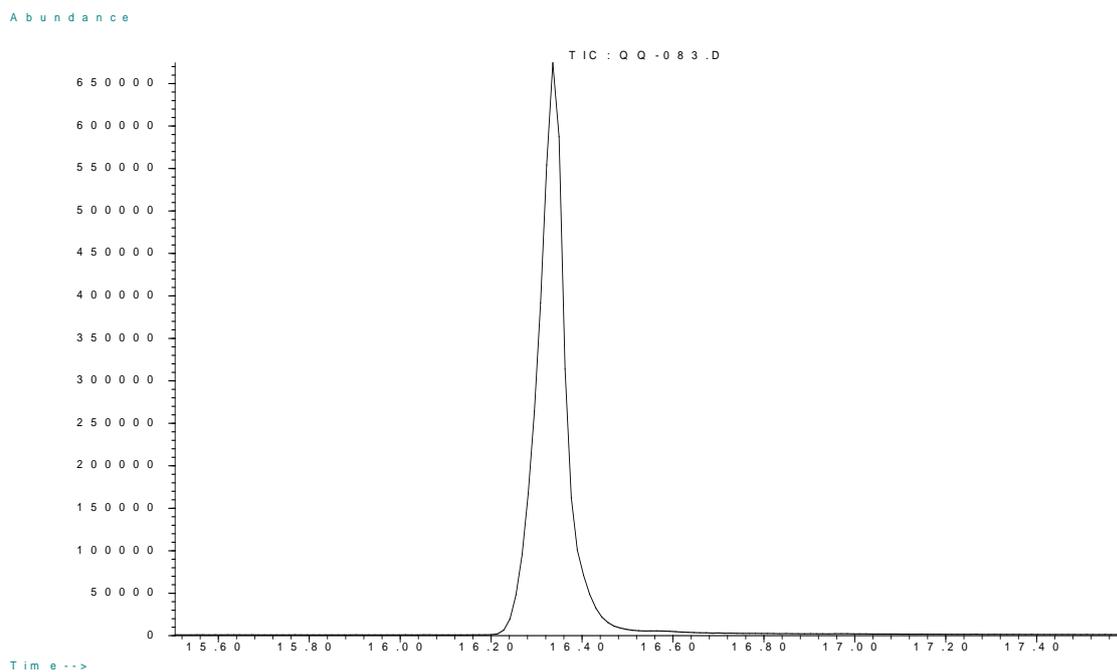


圖 11 空心菜添加 2.0 ppm 標準溶液 GC-MS 圖

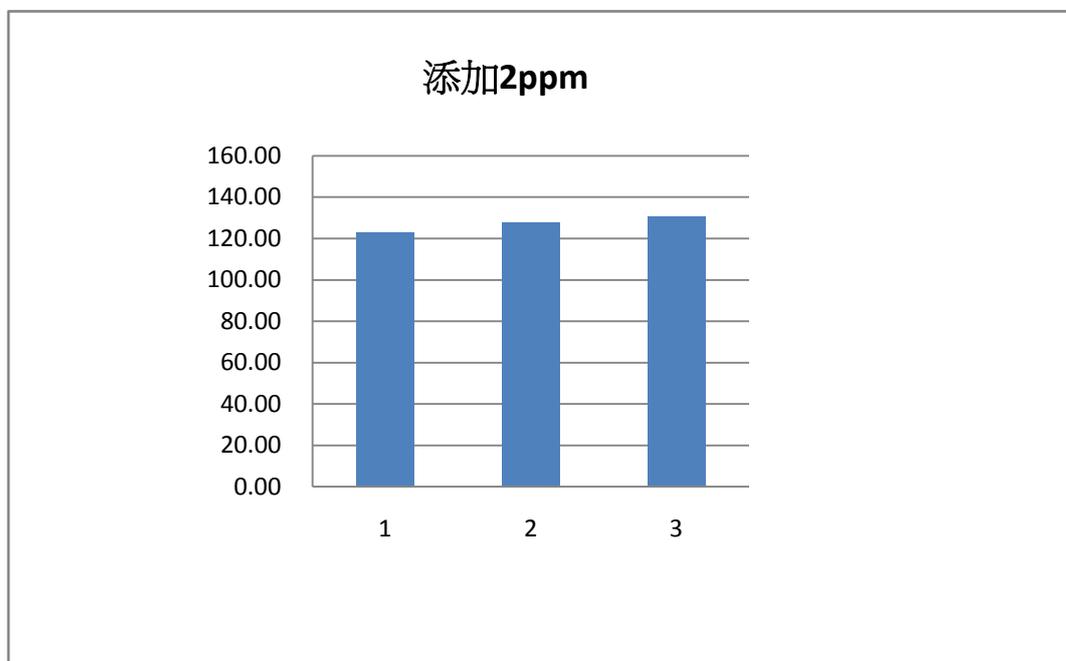


圖 12 添加 2.0 ppm 標準溶液之回收率

表 1 回收率之實驗數據

	標準溶液(3 ppm)	空心菜	添加 2 ppm 標準溶液
	30806808	--	28089911
面積	31330829	--	29136056
	28853297	--	29783311
平均值	30330311.33		

	空心菜	添加 2 ppm 標準溶液	回收率%
	--	2.460	123.02
濃度	--	2.552	127.61
	--	2.609	130.44
平均值	--	2.540	127.02

-- 表示未測出

4-1-3 市售樣品之實驗數據

方法一、

	標準溶液(3 ppm)	空心菜	蘋果	奇異果
	30806808	--	--	--
面積	31330829	--	--	--
	28853297	--	--	--
平均值	30330311.33			

	空心菜	蘋果	奇異果
	--	--	--
濃度	--	--	--
	--	--	--
平均值	--		

-- 表示未測出

方法二、

	3 ppm 標準	空心菜	洋蔥
面積	15850979	--	136709
	14646733	--	107485
平均	15248856		

	空心菜	洋蔥	蘋果
濃度	0	0.027	0.022
	0	0.021	0.033
平均	0	0.024	0.027

	空心菜	洋蔥	蘋果
含量 (mg/kg)	0	0.072	0.059
	0	0.056	0.088
平均	0	0.064	0.073

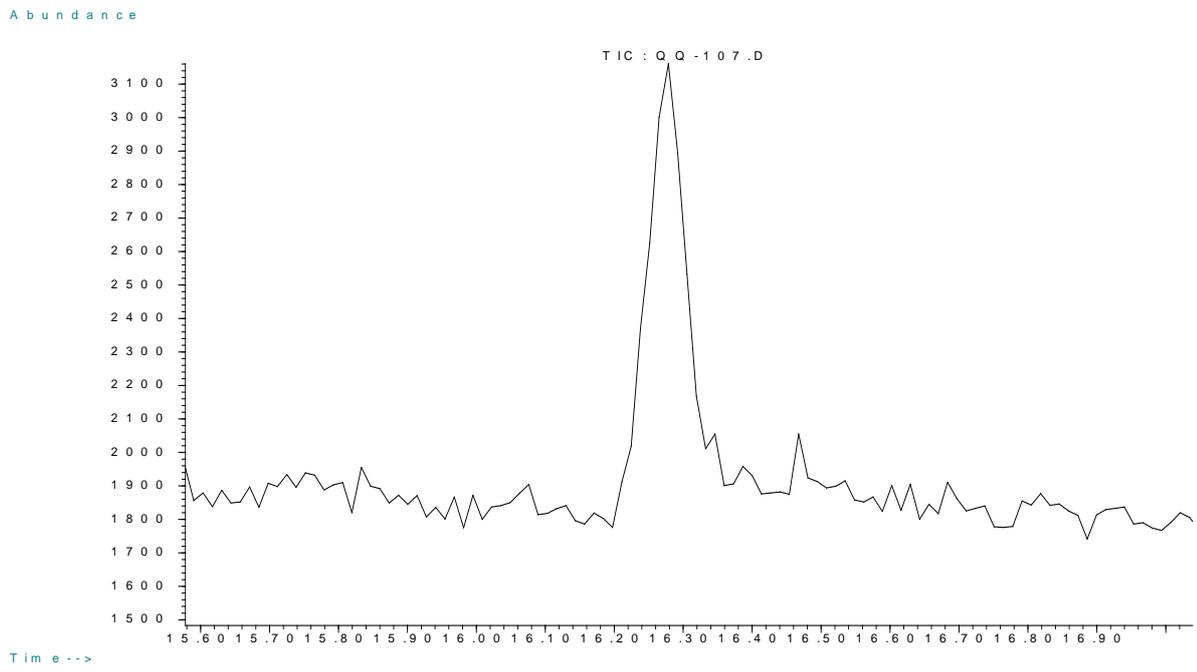


圖 13 洋蔥標準溶液 GC-MS 圖

五、討論

5-1 偵測極限之實驗

根據 4-1-1 實驗數據顯示(圖 10)0.05 ppm Quercetin 試樣可偵測到高於雜訊三倍之多的槲皮素、而(圖 9)0.01 ppm Quercetin 試樣仍可偵測到槲皮素但並不高於雜訊三倍之多，所以良好的偵測極限範圍制定在 0.05 ppm。

5-2 回收率之實驗

根據 4-1-2 實驗數據顯示(圖 11、圖 13 及表 1)空心菜添加 2 mL 50 ppm 標準溶液的回收率很高有 123%~139%

5-3 市售樣品之測試

根據 3-3-6(方法一)實驗數據顯示，空心菜、奇異果與蘋果並沒有偵測到槲皮素的存在，可能是樣品內槲皮素含量極少，所以需降低溶液稀釋度，故實驗步驟調整為 3-3-6(方法二)，根據 3-3-5(方法二)實驗數據顯示，空心菜未測出含有槲皮素，但洋蔥及蘋果均測得槲皮素的存在。

六、結論

研究結果結合分散液相微萃取法及冷凝懸浮液滴微萃取法是一種操作簡單、快速的技術，且成本低，並採用烷類較低毒性的有機溶劑作為萃取劑，對環境影響較友好。本實驗找出最好的實驗條件，採用 45°C 作為水浴加熱溫度最佳，萃取劑選用十六烷，用量為 50 μL 萃取效果最好，衍生化試劑 BSTFA 用量以 250 μL 最佳，NaOH 用量以 50 μL 最佳，萃取時間以 5 分鐘最佳，可測濃度線性範圍為 10 ppm 到 1 ppm，線性方程式為 $y=8012223.9x-1326$ ，其相關系數 r^2 達 0.9775。偵測極限為 0.05。回收率之實驗數據顯示空心菜添加 2 mL 50 ppm 標準溶液的回收率很高有 123%~139%。市售樣品之測試以 6mL 甲醇處理 3g 樣品，再稀釋 50 倍時空心菜、奇異果與蘋果並沒有偵測到槲皮素的存在。直接以 8mL 甲醇處理 3g 樣品時，空心菜未測得槲皮素，但洋蔥及蘋果均測得槲皮素的存在，分別為 0.064 及 0.073mg/kg。

七、參考文獻

- ¹ 黃傳鋒，歐陽守，林燕飛，張慧。槲皮素對胃腸運動的影響及其機制。世界華人消化雜誌 2009 年 6 月，第 17 卷，第 18 期，1815-1820
- ² 薛琚、戚琦、賴曉綺、李鳳儀，催化動力學光度法測定槲皮素。分析科學學報 2007 年 10 月，第 23 卷，第 5 期，589-591
- ³ 劉圓、尚遠宏、劉超、彭鑣心，PR-HPLC 測定扯根菜中槲皮素含量。華西藥學雜誌 2005，20(6):559~560
- ⁴ 嚴蕾、石曉昵、孫蓮，液相色譜法測定植物樣品中槲皮素和山萘酚。中國資生檢驗雜誌 2008 年 6 月，第 18 卷，第 6 期，1056-1057
- ⁵ 楊馳、劉思曼，高效液相色譜法測定銀杏葉中 2 種活性成分含量。綿陽師範學院學報，2009 年 8 月，第 28 卷，第 8 期，43-45
- ⁶ 王登飛；黃智輝；鄭俊超；王瑞龍，固相萃取-HPLC 法測定水產品中三聚氰胺殘留量，水產科學 28 卷，10 期，2009 年 10 月，591-593。
- ⁷ 仵靖、杭義萍，液相微萃取/離子色譜法測定牛奶中的氫。分析測試學報，2009 年 7 月，第 28 卷，第 7 期，572-574
- ⁸ 王守堅，液相微萃取技術簡介，勞工安全衛生簡訊 89 期，(2008/06)，15-16
- ⁹ 李敏霞；吳京洪；曾瑋；馬志玲，液相微萃取-氣相色譜法測定水樣中磷苯二甲酸酯，分析化學，第 34 卷，第 8 期，(2006/08)，1172-1174
- ¹⁰ 焦琳娟；陳燕施，果汁中有機磷農藥殘留的動態液相微萃取/氣相色譜法檢測，分析測試學報，第 27 卷，第 7 期，(2008/07)，779-781
- ¹¹ N Fattahi ; Y.Assadi ; M-R M Hosseini ; E Aghae ; F Ahmadi ; S Berijani , Journal of Chromatography A , 1116(2006) , 1-9
- ¹² M R K Zanjani ; Y Yamini ; S Shariati ; J A Jonsson , Analytica Chimica Acta 585 , (2007) , 286-293

¹³ Farahani ; M R Ganjali ; R Dinarvand ; P Norouzi , Talanta 76 , (2008) , 718-723

¹⁴ Mei-I,Leong ,Shang-Da Huang , Dispersive liquid microextraction method based on solidification of floating organic drop combined with gas chromatography with electron-capture or mass spectrometry detection . Journal of Chromatography A ,1211(2008):8-12

¹⁵ 李魚、張琛、劉建林、王婷、剪英紅、胡艷，分散液液微萃取-上浮溶劑固化/高效液相色譜法測定沉積物中十溴聯苯醚，分析化學研究報告，2010年1月，第38卷，第1期，62-66