

編號：CCMP95-TP-013-1

# 中草藥標準品 Paeoniflorin 與 Paeonol 之 開發及檢驗技術之研究

王靜瓊

台北醫學大學

## 摘 要

中藥指標成分為中藥品質管制及品質評價所必須之化學標準品，目前關於中藥指標成分並無明確之供應來源及規範，往往由研究者自行分離純化或由化學藥品供應商處購買，其品質之良劣關係中藥定量之結果，因此有賴於建立國家級之標準品，以確保定量之準確性。

本年度是將上年度分離純化而得之標準品 paeoniflorin 及 paeonol 進行安定性及儲藏試驗包括：(1)一般儲存試驗、(2)加速安定性試驗、(3)酸鹼值安定性試驗、(4)溫度安定性試驗、(5)光安定性試驗與光分解反應研究、(6)指標成分分解產物 HPLC-MS 及 GC-MS 分析條件之最適化等、(7)白芍與牡丹皮市售品藥材之 paeoniflorin 及 paeonol 之含量與安定性。

結果顯示：paeoniflorin 及 paeonol 溶於甲醇中，paeonol 對溫度濕度及酸鹼度相對於 paeoniflorin 安定，而 paeoniflorin 在受熱情況下，易分解為苯甲酸，且對強酸及鹼不安定。Paeonol 易揮發，若以粉末受熱則比 paeoniflorin 不安定，因此建議 paeonol 要長期保存可以溶於甲醇中。而市售品之白芍、赤芍與牡丹皮之 paeoniflorin 及 paeonol 含量，大多少於台灣傳統藥典之規範，推測零售之貯存不易，及品種多所引起。

關鍵詞：芍藥苷、丹皮酚、安定性

# The Development and Detection Technique of Paeoniflorin and Paeonol Reference Standards for Chinese Herbal Medicine

Ching-Chiung Wang  
Taipei Medical University

## ABSTRACT

Reference standards are the important chemical substance for the quality evaluation and quality control of Chinese herbal medicine. Most of Traditional Chinese Medicine companys purchased the reference standards from the chemical supply company do not care about the purity and without further purified. The purity of reference standard affects the quality quantitative results of Chinese herbal medicines. Thus, it is necessary to establish the national grade of reference standard to ensure the high quality of Chinese herbal medicines.

In this study, the stability and storage properties of paeonol and paeoniflorin will be evaluate including (1)general storage; (2)the accelerated stability; (3)pH stability; (4)temperature stability; (5)photo- stability and photolysis analysis; (6)the optimize of HPLC-MS and GC-MS analysis (7)paeonol and paeoniflorin of commercial Peony Root, Red Peony Root and Tree Peony Bark contents and the stability analysis.

Paeonol is better stability exposure to moist, heat and pH than paeoniflorin in MeOH. However, paeoniflorin exposed to high temperature and degraded to benzoic acid. In low or high pH solutions paeoniflorin will be degradation. The powder of paeonol was sensitivity in high temperature; therefore we suggested paeonol should be stored in MeOH. The other hand, the commercial Peony Root, Red Peony Root and Tree Peony Bark is poor in paeonol and paeoniflorin.

Keywords: paeonol, paeoniflorin, the stability analysis

## 壹、前言

我國於 78 年國建會首次將中醫藥列入主題討論規劃，而列出了推動中藥 GMP 及標準方，而中醫藥委員會於十餘年前正式成立之初，即積極配合推動政府之中草藥科技島之方向，88 年 7 月正式公告黃耆、白朮、當歸、熟地黃、白芍等五種中藥材之包裝及標示，迄 90 年 7 月防己等九種飲片及藥材亦開始標示，94 年 3 月 1 日起全面中藥廠實施 GMP，近日更邁向 C-GMP；而中藥臨床試驗中心在各大醫院於 90 年 3 月亦開始啟用。

我國自從加入世界貿易組織(WTO)以來，為維護中草藥產業之永續經營，政府更積極以提高中藥製劑之品質，建立中藥材管理制度，以確保藥品之安全性、有效性及均一性。此外並制定並推行中藥臨床試驗辦法，以進行新藥研發及固有方等相關藥品之藥效再評估。為落實中藥定量檢驗，建立國際性標準品，以配合政府“中草藥科技島”之目標，目前五年計畫已啟動並積極規劃成立中藥藥品品質管制中心，並著重於中藥材基源鑑定、指標成分、活性成分及中藥材檢驗規範訂定，以便台灣之中草藥產品符合國際醫藥之規格向國際市場邁進。

目前衛生署已公告二十種中藥方劑需進行兩種以上中藥兩種指標成分之 HPLC 定量，並且中藥查驗登記證之換發必須檢附方劑需進行兩種以上中藥兩種指標成分之 HPLC 定量分析之檢驗報告；此外於 93 年 5 月 1 日「中華中藥典」正式實施，其中已有部分藥材需用 HPLC 方法進行成分之定量，為落實相關法規規範，需建立國家級之相關中草藥指標成分(CHP standard)。

中藥指標成分為中藥品質管制及品質評價所必須之化學標準品，目前關於中藥指標成分並無明確之供應來源及規範，往往由研究者自行分離純化或由化學藥品供應商處購買，其品質之良劣關係中藥定量之結果，因此有賴於建立國家級之標準品，以確保定量之準確性。

本計畫分為兩年度執行，95 年度主要進行 paeonol 及 paeoniflorin 中藥標準品之文獻收集、分離純化之標準操作程序、分析標準操作程序制定等，以製備標準品並建立標準品之分離純化 SOP、分析 SOP。96 年度主要進行 paeonol 及 paeoniflorin 中藥標準品之安定性及儲存試驗，並進一步探討經由虐待試驗後所造成之分解產物，由於過去此類研究大多僅對西藥成分進行分析，並無針對中藥指標成分安定性之相關探討，因此具有新發現及發表論文之價值。

## 貳、材料與方法

### 一、材料

#### (一)標準品

##### 1. Paeoniflorin 標準品

(nacalai tesque LotNo.MOG4816.及自行分離純化之樣品)

##### 2. Paeonol 標準品

(nacalai tesque LotNo.M5H2546. 及自行分離純化之樣品)

#### (二)溶媒與試劑

##### 1. MeOH (Methy Alcohol, Anhydrous , Chrom AR)

##### 2. H<sub>2</sub>O (Milli-RO 10, Milli-QRG, Millipore, USA )

##### 3. Acetonitrile (CH<sub>3</sub>CN, Baker Analyzed HPLC solvent, J.T. Baker)

#### (三)儀器

##### 1. 高效液相層析儀(Shimadzu , LC-10Atvp , SPD-M10A , FCV-10 Alvp , DGU-14A , SIL-10Advp , CTO-10Avp , RF-10AXL )

##### 2. 高效液相層析儀(Shimadzu , SIL-10ADvp , LC-10AT , SPD-10A , SUPER CO-150)

##### 3. HPLC-MS (Waters)

##### 4. 三槽式恆溫恆濕機(HIPOINT , 60123-8710 )

##### 5. 乾液器(Universal Cold block bath , LB-DB1)

##### 6. 微電腦恆溫恆濕機(HIPOINT , RH-80)

##### 7. 恆溫水浴鍋(FIKSTEK , B206)

##### 8. 乾液器(DAY BATH INCUBATOR , MD-02N-110)

##### 9. 日光燈(旭光 FL20D/18 20W)

#### (四)中藥標準品 (Paeoniflorin 及 Paeonol) 之安定性及儲存試驗

##### 1. 一般儲存試驗

為評估標準品是否能耐室溫調件下之儲存而不變質，本研究將進行中藥標準品之安定性及儲存試驗，將中藥標準品於-20°C 及 4°C 儲存一年，並定期取樣以 HPLC 檢測其成份變化。此結果配合加速安定性試驗可作為標準品儲存溫度之參考。

##### 2. 加速安定性試驗

將標準品置於定量瓶中並分別以甲醇溶解，將其分裝至鋁蓋樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 75% 及 85% 溫度 35, 45, 60°C 下分別儲存不同時間，每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析探討虐待試驗對指標成分之安定性影響。

### 3. 酸鹼值安定性試驗

由於一般中草藥成分分析時，常將指標成分溶於含有緩衝溶液之移動相中，為探討不同酸鹼值溶液中對指標成分之影響，故進行此試驗。將標準品用甲醇溶解，將其分裝至鋁蓋樣品瓶，再與不同 PH 值(pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) 之水溶液混合，配製成 70% 甲醇樣品溶液，於 40°C 下儲存 1 至 48 小時，每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析探討不同酸鹼值對指標成分之安定性影響。

### 4. 溫度安定性試驗

將標準品用甲醇溶解，將其分裝至鋁蓋樣品瓶，再與水溶液混合，配製成 70% 甲醇樣品溶液，於 40 至 100°C 下儲存不同時間，每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析探討不同溫度條件對指標成分之安定性影響，並以 HPLC 偵測成分之分解產物。

### 5. 光安定性試驗與光分解反應研究

光線導致化合物分解之主要原因大部分屬於高能量低波長之紫外光頻率，一般而言在溶液中反應的速率較快。故本研究將溶於甲醇中放於 16mm 外徑之石英管中以 254, 306, 352nm 等三種紫外線波長之光化學反應裝置(8W x 16=128W)進行光化學反應安定性評估，分別於照射紫外光後 1, 2, 3, 6, 12, 24 小時取出樣品，以 HPLC-MS 偵測成分之變化情形及分解產物。

### 6. 日光燈與太陽光分解反應研究

研究化合物是否受到光線之影響與時間變化之關係。故本研究將溶於甲醇中，放置於室外及日光燈下(距離燈源 10.5cm)進行光化學反應安定性評估，分別於照射光線後每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析探討成分之變化情形及分解產物。

### 7. 標準品粉末安定性試驗

研究化合物是否受到溫度、濕度等之影響與時間變化之關係。進行以下試驗，以掌握化合物之安全性。

#### 長期試驗：

將標準品乾燥粉末 5mg 置於樣品瓶中，將樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 60% 溫度 25°C 下儲存一年，並定期取樣以 HPLC 進行成份分析。

#### 中間性試驗：

將標準品乾燥粉末 5mg 置於樣品瓶中，將樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 60% 溫度 30°C 下儲存一年，並定期取樣以 HPLC 進行成份分析。



## 8. 指標成分分解產物 HPLC-MS 及 GC-MS 分析條件之最適化

為有效分析指標成分在虐待試驗中分解之產物，將利用 HPLC-MS 進行分解產物之分析，選用適當之 ESI 或 APCI 質譜檢測模式，進行分析。

### (五)赤芍(*P. obovata* Maxim.)中藥材之安定性及儲存試驗

#### 1. 溫度安定性試驗

將藥材用粉碎機粉碎，粉末過篩(過 20 號篩，不過 40 號篩)精確稱取 1g 將其分裝至樣品瓶，於 30 至 100°C 下儲存不同時間，每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析探討不同溫度條件對指標成分 paeonol 之安定性影響，並以 HPLC 偵測成分之分解產物。

#### 2. 藥材粉末安定性試驗

研究藥材是否受到溫度、濕度等之影響與時間變化之關係。進行以下試驗，以掌握化合物之安全性。

##### 長期試驗：

將藥材粉末 1g 置於樣品瓶中，將樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 60%溫度 25°C 下儲存一年，並定期取樣以 HPLC 進行成份分析。

##### 中間性試驗：

將藥材粉末 1g 置於樣品瓶中，將樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 60%溫度 30°C 下儲存一年，並定期取樣以 HPLC 進行成份分析。

### (六)市售白芍、赤芍、牡丹皮中 paeonol 及 paeoniflorin 指標成分之分析

以最適化之 HPLC 定量分析條件進行市售白芍、赤芍、牡丹皮各二十個樣品之 paeonol 及 paeoniflorin 分析，並將結果提供作為制定含量規定之參考。

### (七)舉辦諮議小組會議

邀請國內相關之產官學諮詢小組

學界：吳天賞教授（成功大學）、許明照教授（臺北醫學大學）、張憲昌副教授

官方：林哲輝組長（藥檢局）、陳甘霖教授（製劑中心）

業界：莊武璋研發長（順天生物科技）於 6 及 11 月舉辦。

## 參、結果

### 一、Paeoniflorin 之安定性檢測結果

#### (一)標準品 Paeoniflorin HPLC 分析製作標準檢量線

取標準品 Paeoniflorin 以精密天平精秤 2.0mg 加入 2ml 甲醇，以微量吸取器精取 1ml 出來，用等量 MeOH，做等倍稀釋，可得序列稀釋之標準品，經 HPLC 分析，以濃度為 X 軸，以積分面積為 Y 軸，製作 Paeoniflorin 標準檢量線 (圖一、圖二)。

#### (二)一般儲存試驗

將中藥標準品 Paeoniflorin 於  $-20^{\circ}\text{C}$  及  $4^{\circ}\text{C}$  儲存一年，並定期取樣以 HPLC 檢測其成份變化 (圖三、圖四)。

#### (三)加速安定性試驗

將標準品 paeoniflorin 於相對濕度 75% 溫度 35, 45,  $60^{\circ}\text{C}$  下分別儲存 30 天，每隔一段時間取樣以 HPLC 進行成分分析(圖五至圖九)。由反應速度常數的對數( $\log K$ )與反應熱力學溫度的倒數( $1/T$ )作圖得一直線。並可推算 paeoniflorin 在室溫  $25^{\circ}\text{C}$  儲存時，成份殘存 90% 的架儲期為 31.234 天。

將標準品 paeoniflorin 於相對濕度 85% 溫度 35, 45,  $60^{\circ}\text{C}$  下分別儲存 30 天，每隔一段時間取樣以 HPLC 進行成分分析(圖十至圖十四)。由反應速度常數的對數( $\log K$ )與反應熱力學溫度的倒數( $1/T$ )作圖得一直線。並可推算 paeoniflorin 在室溫  $25^{\circ}\text{C}$  儲存時，成份殘存 90% 的架儲期為 31.228 天

#### (四)酸鹼值安定性試驗

將標準品 paeoniflorin 溶於不同 pH 值(pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)之 70% 甲醇水溶液中，於  $40^{\circ}\text{C}$  下儲存 1 至 48 小時，每隔一段時間以 HPLC 進行成分分析(圖十五至圖二十二)。

#### (五)溫度安定性試驗

將標準品 paeoniflorin 於 40 至  $100^{\circ}\text{C}$  下儲存不同時間，每隔一段時間取樣以 HPLC 進行成分分析(圖二十三至圖二十九)。由反應速度常數的對數( $\log K$ )與反應熱力學溫度的倒數( $1/T$ )作圖得一直線。並可推算 paeoniflorin 在室溫  $25^{\circ}\text{C}$  儲存時，成份殘存 90% 的架儲期為 152.76 天。

#### (六)光安定性試驗與光分解反應研究

將 paeoniflorin 溶於甲醇中放於 16mm 外徑之石英管中以 254, 306, 352 nm 等三種紫外線波長之光化學反應裝置(8W x 16=128W)進行光化學反應安定性評估(圖三十至圖三十三)。

#### (七)日光燈與太陽光分解反應研究

將 paeoniflorin 溶於甲醇中，放置於室外及日光燈下(距離燈源

10.5 cm)進行光化學反應安定性評估，分別於照射光線後每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行光分解反應研究(圖三十四至圖三十七)。

於日光燈分解反應中，由反應物濃度的對數值(logC)與反應時間(T)作圖得一直線，並求出反應速度常數 K。可推算 paeoniflorin 在室溫 25°C 儲存時，成份殘存 90%的架儲期為 5.3216 天。

於太陽光分解反應中，由反應物濃度的對數值(logC)與反應時間(T)作圖得一直線，並求出反應速度常數 K。可推算 paeoniflorin 在室溫 25°C 儲存時，成份殘存 90%的架儲期為 5.6503 天。

#### (八)赤芍(*P. obovata* Maxim.)中藥材之安定性及儲存試驗(溫度安定性試驗)

將藥材用粉碎機粉碎，粉末過篩(過 20 號篩，不過 40 號篩)精確稱取 1g 將其分裝至樣品瓶，於 30 至 100°C 下儲存不同時間，每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析(圖三十八)。

## 二、Paeonol 之安定性檢測結果

### (一)標準品 paeonol HPLC 分析製作標準檢量線

取標準品 paeonol 以精密天平精秤 2.0mg 加入 2ml 甲醇，以微量吸取器精取 1ml 出來，用等量 MeOH，做等倍稀釋，可得序列稀釋之標準品，經 HPLC 分析，以濃度為 X 軸，以積分面積為 Y 軸，製作 paeonol 標準檢量線(圖三十九)。

### (二)一般儲存試驗(圖四十、圖四十一)

### (三)加速安定性試驗

將標準品 paeonol 於相對濕度 75%溫度 35, 45, 60 °C 下分別儲存 30 天，每隔一段時間取樣以 HPLC 進行成分分析(圖四十二至圖四十五)。

將標準品 paeonol 於相對濕度 85% 溫度 35, 45, 60 °C 下分別儲存 30 天，每隔一段時間取樣以 HPLC 進行成分分析(圖四十六至圖四十九)。

結果顯示：paeonol 溶於甲醇中，溫度及濕度對 paeonol 影響不大，故無法計算降解率。

### (四)酸鹼值安定性試驗

將標準品 paeonol 溶於不同 pH 值(pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)之 70% 甲醇水溶液中，於 40°C 下儲存 1 至 48 小時，每隔一段時間以 HPLC 進行成分分析，結果顯示：paeonol 不受酸鹼度影響(圖五十至圖五十七)。

### (五)溫度安定性試驗

將標準品 paeonol 於 40 至 100°C 下儲存不同時間，每隔一段時間取樣以 HPLC 進行成分分析，結果顯示：paeonol 不受溫度影響(圖五十八至圖六十二)。



(六)光安定性試驗與光分解反應研究

將 paeonol 溶於甲醇中放於 16mm 外徑之石英管中以 254, 306, 352nm 等三種紫外線波長之光化學反應裝置(8W x 16=128W)進行光化學反應安定性評估，結果顯示：paeonol 只受 254 nm 影響，降解 10% 需 0.2 小時(圖六十三到圖六十六)。

(七)日光燈與太陽光分解反應研究

將 paeonol 溶於甲醇中，放置於室外及日光燈下(距離燈源 10.5cm)進行光化學反應安定性評估，分別於照射光線後每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行光分解反應研究(圖六十七至圖七十)。

於日光燈分解反應中，由反應物濃度的對數值(log C)與反應時間(T)作圖得一直線，並求出反應速度常數 K。可推算 paeonol 在室溫 25°C 儲存時，成份殘存 90% 的架儲期為 114.416 天。

於太陽光分解反應中，由反應物濃度的對數值(log C)與反應時間(T)作圖得一直線，並求出反應速度常數 K。可推算 paeonol 在室溫 25°C 儲存時，成份殘存 90% 的架儲期為 57.208 天。

(八)標準品粉末安定性試驗

研究化合物是否受到溫度、濕度等之影響與時間變化之關係。進行以下試驗，以掌握化合物之安全性。

長期試驗：

將標準品 paeonol 乾燥粉末 5mg 置於樣品瓶中，將樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 60% 溫度 25°C 下儲存一年，並定期取樣以 HPLC 進行成份分析(圖七十一)。

中間性試驗：

將標準品 paeonol 乾燥粉末 5 mg 置於樣品瓶中，將樣品瓶置於恆溫恆濕箱中於相對濕度 60% 溫度 30°C 下儲存一年，並定期取樣以 HPLC 進行成份分析(圖七十二)。

(九)赤芍(*P. obovata* Maxim.)中藥材之安定性及儲存試驗(溫度安定性試驗)

將藥材用粉碎機粉碎，粉末過篩(過 20 號篩，不過 40 號篩)精確稱取 1g 將其分裝至樣品瓶，於 30 至 100°C 下儲存不同時間，每隔一段時間取出樣品瓶以 HPLC 進行成分分析(圖七十三)。

三、市售白芍、赤芍、牡丹皮各三十個樣品調查

(一)外觀評估：

(1)色差計所評估之藥材外觀色澤差，與 paeonol 及 paeoniflorin 含量無明顯關係。

(2)由切片後之外觀評估，市售品之白芍與赤芍品種眾多。

(二)市售白芍 Paeonol 及 paeoniflorin 含量(表六、表七)

1. 北區(樣品數：16)

Paeoniflorin：平均含量為  $1.1 \pm 0.8$  mg/g (0.1 mg/g ~ 2.6 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $0.9 \pm 0.2$  mg/g (0.5 mg/g ~ 1.2 mg/g)

2. 中區(樣品數：2)

Paeoniflorin：平均含量為  $0.2 \pm 0.04$  mg/g (0.21 mg/g ~ 0.27 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $0.6 \pm 0.01$  mg/g (0.58 mg/g ~ 0.59 mg/g)

3. 南區(樣品數：10)

Paeoniflorin：平均含量為  $0.8 \pm 0.8$  mg/g (0.1 mg/g ~ 2.8 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $0.6 \pm 0.3$  mg/g (0.5 mg/g ~ 1.2 mg/g)

(三)市售炒白芍之 Paeoniflorin 及 Paeonol 含量分析 (表八)

1. 北區(樣品數：19)

Paeoniflorin：平均含量為  $0.9 \pm 1.0$  mg/g (0.1 mg/g ~ 3.4 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $0.7 \pm 0.2$  mg/g (0.4 mg/g ~ 1.3 mg/g)

2. 中區(樣品數：3)

Paeoniflorin：平均含量為  $2.8 \pm 1.3$  mg/g (1.5 mg/g ~ 4.2 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $0.4 \pm 0.2$  mg/g (0.2 mg/g ~ 0.6 mg/g)

3. 南區(樣品數：9)

Paeoniflorin：平均含量為  $0.7 \pm 0.7$  mg/g (0.1 mg/g ~ 2.4 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $0.3 \pm 0.1$  mg/g (0.2 mg/g ~ 0.4 mg/g)

(四)市售牡丹皮之 Paeoniflorin 及 Paeonol 含量分析 (表九)

1. 北區(樣品數：19)

Paeoniflorin：平均含量為  $3.1 \pm 1.9$  mg/g (0.3 mg/g ~ 6.2 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $16.1 \pm 3.8$  mg/g (8.8 mg/g ~ 21.7 mg/g)

2. 中區(樣品數：3)

Paeoniflorin：平均含量為  $3.2 \pm 2.0$  mg/g (0.9 mg/g ~ 4.7 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $13.3 \pm 4.2$  mg/g (8.8 mg/g ~ 17.1 mg/g)

3. 南區(樣品數：10)

Paeoniflorin：平均含量為  $3.0 \pm 1.7$  mg/g (0.1 mg/g ~ 5.1 mg/g)

Paeonol：平均含量為  $13.2 \pm 3.6$  mg/g (8.1 mg/g ~ 18.3 mg/g)

## 肆、討論

固體狀態的 Paeonol 容易揮發，其性質極不安定，而溶於 MeOH 中就不易受溫度、溼度、酸鹼值、日光及太陽光所影響而降解，是較佳的保存方法。而 paeoniflorin 於強酸(pH=2-3)中為較佳的保存條件，較不易降解。

調查市售白芍、赤芍及牡丹皮中 Paeoniflorin 及 Paeonol 含量發現，其含量皆偏低於藥典規定，推測其原因是因為原藥材之基源不正確或是在藥材運輸及儲藏過程不當，導致 Paeoniflorin 及 Paeonol 的含量流失。

## 伍、結論與建議

### 一、Paeonol 及 paeoniflorin 之安定性試驗

#### (一)加速安定性試驗

將標準品溶於甲醇中，放置在相對濕度 75%、85%，溫度 35、45、60 °C 下分別儲存 30 天，每隔一段時間取樣進行成分分析，結果：溫度及濕度對 paeoniflorin 比 paeonol 影響大。

#### (二)酸鹼值安定性試驗

將標準品溶於不同 pH 值(pH 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)之 70% 甲醇水溶液中，於 40°C 下儲存 1 至 48 小時，每隔一段時間進行成分分析。結果：pH 值於 2-6 時，paeoniflorin 降解 10 % 時間大多於 114-152 hr 之間，若 pH 值大於 7，則 10 % 降解時間急速縮短至 9 hr，paeoniflorin 於鹼性環境下較不安定，而 paeonol 不受酸鹼度影響 (表一)。

#### (三)溫度安定性試驗

將標準品溶於甲醇中，在 40 至 100°C 下儲存不同時間，每隔一段時間取樣進行成分分析，結果：Paeoniflorin 對溫度不安定，在 100°C 下會降解產生 benzoic acid，paeonol 不受溫度影響 (表二)。

#### (四)光安定性試驗

將標準品溶於甲醇中放於 16mm 外徑之石英管中以 254, 306, 365nm 等三種紫外線波長之光化學反應裝置(8W x 16=128W)進行光化學反應安定性評估，結果：Paeoniflorin 在 306 及 254 nm 降解的速度較快，約需 0.2 至 0.4 小時就會降解 10 %，而 paeonol 只受 254 nm 影響，降解 10% 需 0.2 小時(表三)。

### 二、市售白芍、赤芍、牡丹皮樣品調查

(一)白芍中之 paeonol 及 paeoniflorin 含量比例差不多，但仍以 paeoniflorin 含量高，但其量未隨炮製而明顯下降。

(二)赤芍中 paeoniflorin 含量明顯比 paeonol 多，且炮製後其含量亦未隨炮製而明顯下降。

(三)牡丹皮中之 paeonol 含量遠多於及 paeoniflorin，市售品中未見炮製品。

(四)三種藥材中 paeoniflorin 以赤芍含量最多，paeonol 以牡丹皮含量。

## 誌謝

本研究計畫承蒙行政院衛生署中醫藥委員會計畫編號 CCMP95-TP-013-1 提供經費贊助，使本計畫得以順利完成，特此誌謝。

## 陸、參考文獻

1. 行政院衛生署中華藥典中藥集編修小組. 中華中藥典. 台北 行政院衛生署. p. 52, p.85, p.90 (2004).
2. 台灣原住民藥用植物彙編
3. 臺灣藥用植物資源名錄
4. 臺灣常用藥用植物圖鑑一至三冊
5. 台灣中草藥臨床試驗環境與試驗法規
6. 中醫藥年報第 1-23 期
7. 中醫藥研究計畫成果報告中英文摘要彙編 85-93 年度
8. 臺灣中醫藥願景-行政院衛生署中醫藥委員會簡介
9. 中醫藥管理法規彙編 (2005)
10. 行政院衛生署中醫藥委員會學術暨臨床應用研討會成果會彙編 (2004) (第一-五冊) -中醫學術暨臨床應用研討會成果彙編
11. 臺灣中醫藥發展策略與成果：行政院衛生署中醫藥委員會成立 10 週年紀念特輯
12. 建構臺灣中醫臨床教學訓練環境暨病例教學實務
13. 行政院衛生署中醫藥委員會科技研發策略暨委辦計畫 (1996-2005 年) 研究成果
14. 傳統醫學與現代醫學對話論壇專輯 (一) 傳統醫學與現代醫學對話的啟動與機制
15. 中醫藥基因體研究及其核心技術訓練 DVD 光碟書 (一)
16. 顏焜熒. 原色生藥學. 台北 南天書局. p.183 (1985).
17. 難波恆雄、津田喜典. 生藥學概論改編第三版. 東京 南江堂. p.297 (1998).
18. Liu J., Jin D.Z., Xiao L., Zhu X.Z. Paeoniflorin attenuates chronic cerebral hypoperfusion-induced learning dysfunction and brain damage in rats. *Brain Res.*, 1089, 162-170 (2006).
19. Tsai T.Y., Wu S.N., Liu Y.C., Wu A.Z., Tsai Y.C. Inhibitory action of L-type  $Ca^{2+}$  current by paeoniflorin, a major constituent of peony root, in NG108-15 neuronal cells. *Eur J Pharmacol.*, 523, 16-24 (2005).
20. He X., Xing D., Ding Y., Li Y., Xu L., Du L. Effects of cerebral ischemia-reperfusion on pharmacokinetic fate of paeoniflorin after intravenous administration of Paeoniae Radix extract in rats. *J Ethnopharmacol.*, 94,. 339-344 (2004).

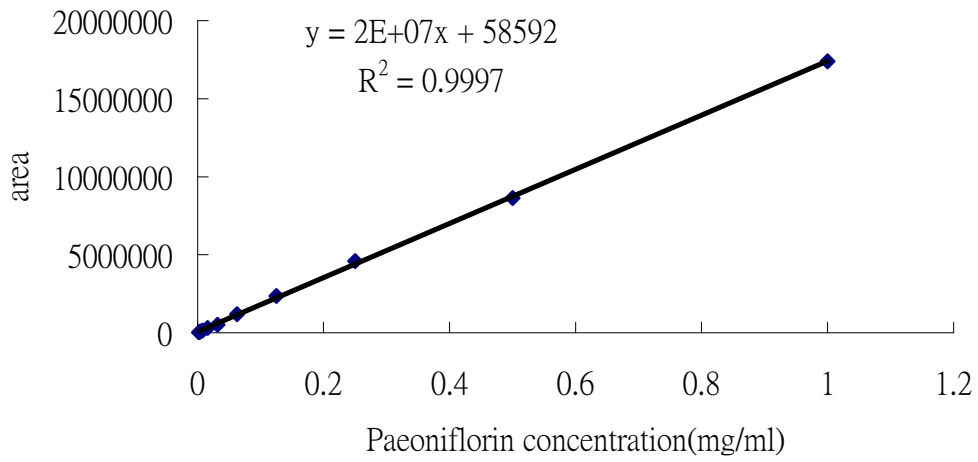
21. Watanabe H. Candidates for cognitive enhancer extracted from medicinal plants: paeoniflorin and tetramethylpyrazine. *Behav Brain Res.*, 83, 135-141 (1997).
22. Mi X.J., Chen S.W., Wang W.J., Wang R., Zhang Y.J., Li W.J., Li Y.L. Anxiolytic-like effect of paeonol in mice. *Pharmacol Biochem Behav.*, 81, 683-687 (2005).
23. Kim S.H., Kim S.A., Park M.K., Kim S.H., Park Y.D., Na H.J., Kim H.M., Shin M.K., Ahn K.S. Paeonol inhibits anaphylactic reaction by regulating histamine and TNF-alpha. *Int Immunopharmacol.*, 4, 279-287 (2004).
24. Chung J.G. Paeonol Promotion of DNA Adduct Formation and Arylamines N-Acetyltransferase Activity in Human Colon Tumour Cells. *Food Chem Toxicol.*, 37, 327-334 (1999).
25. Hsieh C.L., Cheng C.Y., Tsai T.H., Lin I.H., Liu C.H., Chiang S.Y., Lin J.G., Lao C.J., Tang N.Y. Paeonol reduced cerebral infarction involving the superoxide anion and microglia activation in ischemia-reperfusion injured rats. *J Ethnopharmacol.*, 106, 208-215 (2006).
26. Doble M., Karthikeyan S., Padmaswar P.A., Akamanchi K.G. QSAR studies of paeonol analogues for inhibition of platelet aggregation. *Bioorg Med Chem.*, 13, 5996-6001 (2005).
27. Hirai A., Terano T., Hamazaki T., Sajiki J., Saito H., Tahara K., Tamura Y., Kumagai A. Studies on the mechanism of antiaggregatory effect of moutan cortex. *Thromb Res.*, 31, 29-40 (1983).
28. Okamura N., Miki H., Orii H., Masaoka Y., Yamashita S., Kobayashi H., Yagi A. Simultaneous high-performance liquid chromatographic determination of puerarin, daidzin, paeoniflorin, liquiritin, cinnamic acid, cinnamaldehyde and glycyrrhizin in Kampo medicines. *J Pharm Biomed Anal.*, 19 603 - 612 (1999).
29. Huang H.Y., Kuo K.L., Hsieh Y.Z. Determination of cinnamaldehyde, cinnamic acid, paeoniflorin, glycyrrhizin and [6]-gingerol in the traditional Chinese medicinal preparation Kuei-chih-tang by cyclodextrin-modified micellar electrokinetic chromatography. *J Chromatogr A.*, 771, 267-274 (1997).
30. Shi Z., He J., Zhao M., Chang W. Simultaneous determination of five marker constituents in traditional Chinese medicinal preparation Le-Mai granule by high performance liquid chromatography. *J Pharm Biomed Anal.*, 37, 469-473 (2005).



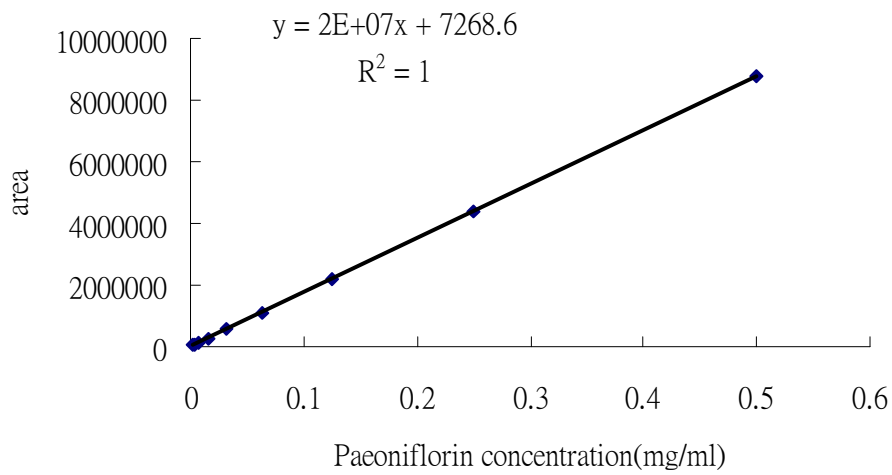
31. Yu K., Wang Y.W., Cheng Y.Y. Determination of paeonol and paeoniflorin in Chinese medicine Cortex Moutan and 'Shuangdan' granule by micellar electrokinetic capillary chromatography. *J Pharm Biomed Anal.*, 40, 1257-1262 (2006).
32. Zhao J., Yan W. Simultaneous determinations of paeonol and palmatine hydrochloride in Shangshi Aerosols by HPLC method, *J Pharm Biomed Anal.*, 38,571-575 (2005).
33. Ko H.C., Tsai T.H., Chou C.J., Hsu S.Y., Li S.Y., Chen C.F. High-performance liquid chromatographic determination of rutaecarpine in rat plasma: application to a pharmacokinetic study. *J Chromatogr B Biomed Appl.*, 655, 27-31 (1994).
34. Li W., Koike K., Asada Y., Yoshikawa T., Nikaido T. Biotransformation of paeonol by *Panax ginseng* root and cell cultures. *J Mole Cat.*, 35, 117-121 (2005).
35. Chen L.C., Lee M.H., Chou M.H., Lin M.F., Yang L.L. Pharmacokinetic study of paeoniflorin in mice after oral administration of Paeoniae radix extract. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl.*, 735, 33-40 (1999).
36. Riley C.M., Ren T.C. Simple method for the determination of paeonol in human and rabbit plasma by high-performance liquid chromatography using solid-phase extraction and ultraviolet detection. *J Chromatogr.*, 489, 432-437 (1989).
37. Tani T., Inoue K., Arichi S., Ohno T.. Permeation of paeonol in a decoction and dry extract of paeonia suffruz' icosia root cortex using an absorption simulator. *J Ethnopharmacol.*, 21, 37-44 (1997).
38. 李威. 中藥及中藥製劑指標成分之製備，衛生署 DOH82-CM-060 計畫摘要。
39. Bilia A.R., Bergonzi M.C., Gallori S., Mazzi G., Vincieri F.F. Stability of the constituents of Calendula, Milk-thistle and Passionflower tinctures by LC-DAD and LC-MS. *J Pharm Biomed Anal.*, 30. 613 - 624 (2002).
40. Lena M.L., Philip G. Barlow J., Flavonoid recovery and stability from *Ginkgo biloba* subjected to a simulated digestion process. *Food Chem.*, 86, 195-202 (2004).
41. Di Mambro V.M., Fonseca M.J. Assays of physical stability and antioxidant activity of a topical formulation added with different plant extracts. *J Pharm Biomed Anal.*, 37, 287-295 (2005).
42. Hynes M.J., O'Coinceanainn M. The kinetics and mechanisms of reactions

- of iron(III) with caffeic acid, chlorogenic acid, sinapic acid, ferulic acid and naringin. *J Inorg Biochem.*, 98, 1457-1464 (2004).
43. Svehliková V., Bennett R.N., Mellon F.A., Needs P.W., Piacente S., Kroon P.A., Bao Y. Isolation, identification and stability of acylated derivatives of apigenin 7-O-glucoside from chamomile(*Chamomilla recutita* [L.] Rauschert). *Phytochemistry*, 65, 2323-2332 (2004).
  44. Fuzzati N., Gabetta B., Streponi I., Villa F. High-performance liquid chromatography–electrospray ionization mass spectrometry and multiple mass spectrometry studies of hyperforin degradation products. *J Chromatogr A.*, 926, 187-198 (2001).
  45. Lombard K., Peffley E., Geoffriau E., Thompson L., Herring A. Quercetin in onion (*Allium cepa* L.) after heat-treatment simulating home preparation. *J Food Com. Ana.*, 18, 571-581 (2005).
  46. Xie P., Chen S., Liang Y.Z., Wang X., Tian R., Upton R. Chromatographic fingerprint analysis—a rational approach for quality assessment of traditional Chinese herbal medicine. *J Chromatogr A.*, 1112, 171-180 (2006).
  47. Yu Y.B., Jeong I.Y., Park H.R., Oh H., Jung U., Jo S.K. Toxicological safety and stability of the components of an irradiated Korean medicinal herb, *Paeoniae Radix*. *Rad. Phy. Chem.*, 71, 117-121 (2004).
  48. 原田正敏編 續醫藥品之開發 第 15 卷漢方生藥與製劑之品質評價 東京廣川書店 p.66 (1990).

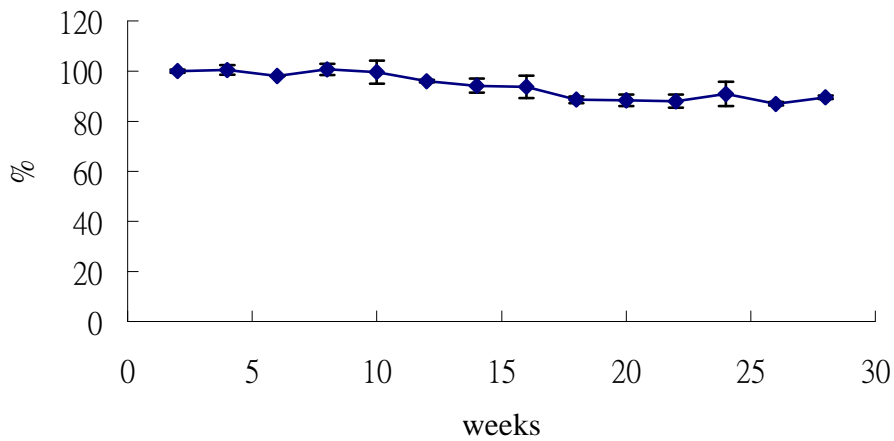
柒、圖、表



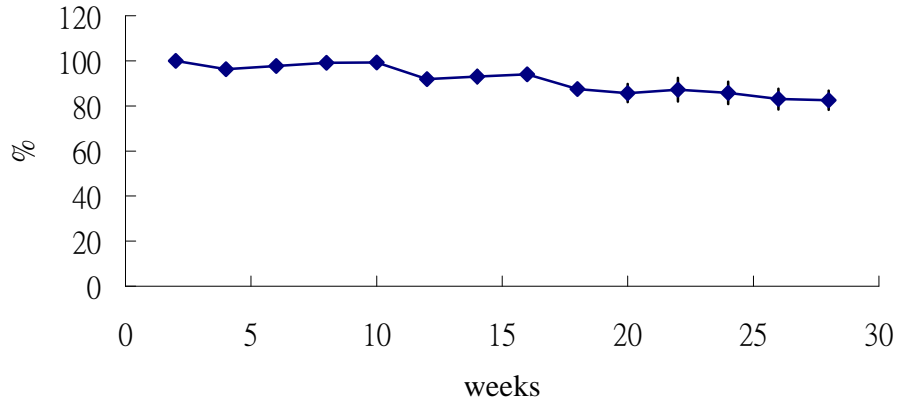
圖一、Paeniflorin 標準檢量線



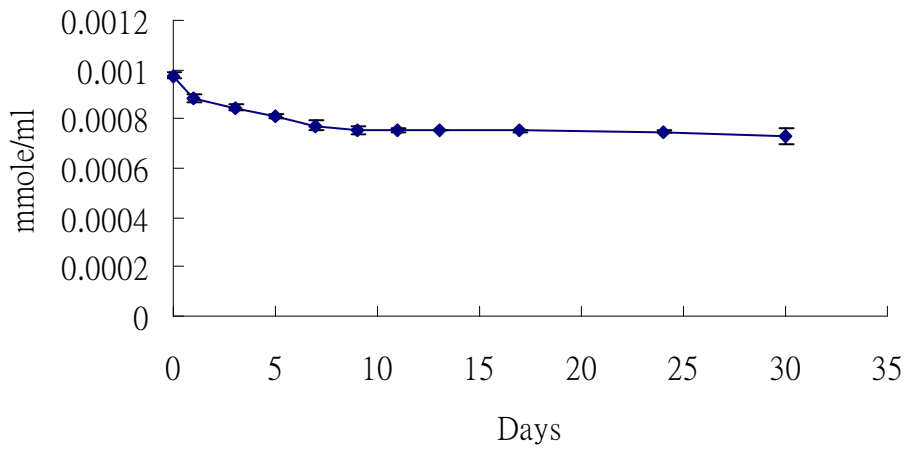
圖二、Paeniflorin 標準檢量線



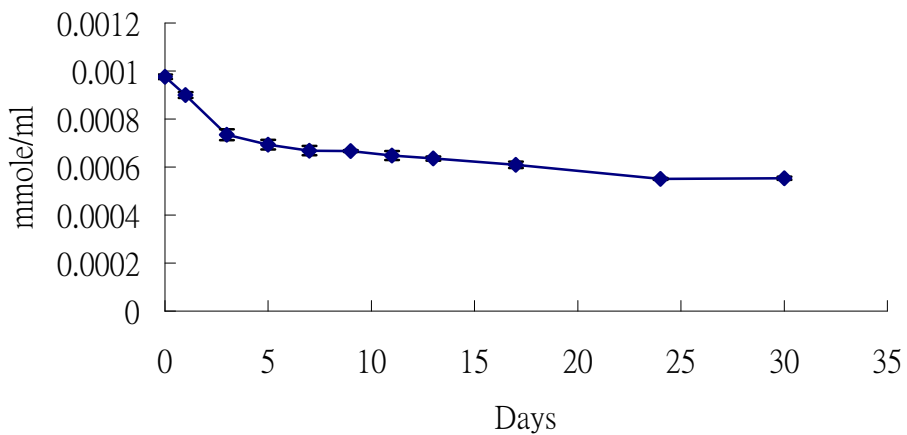
圖三、Paeniflorin 於-20°C 儲存成份之變化



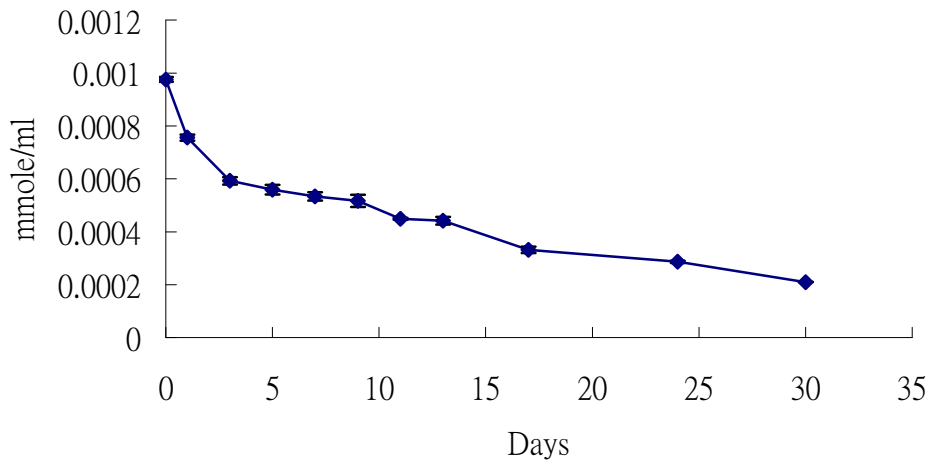
圖四、Paeoniflorin 於 4°C 儲存成份之變化



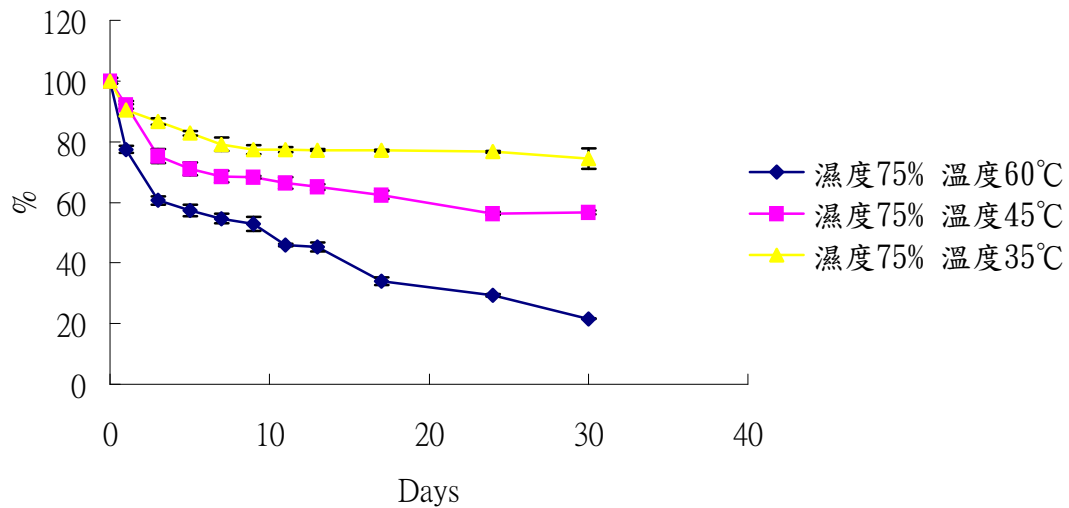
圖五、paeoniflorin 儲存於相對濕度 75%，溫度 35°C



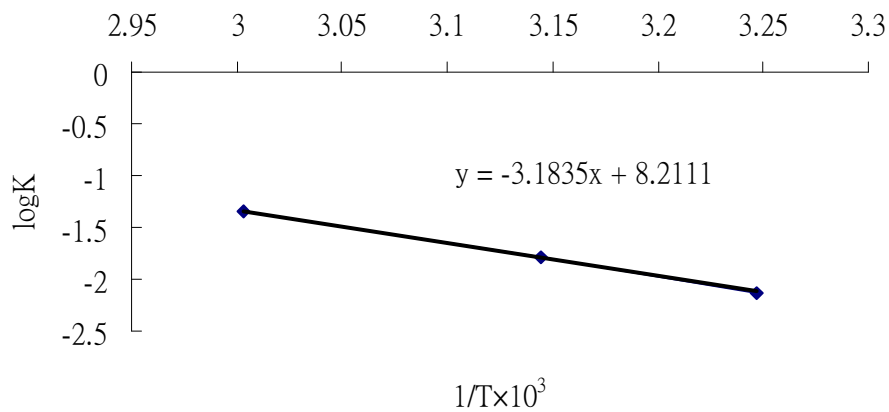
圖六、paeoniflorin 儲存於相對濕度 75%，溫度 45°C



圖七、paeoniflorin 儲存於相對濕度 75%，溫度 60°C

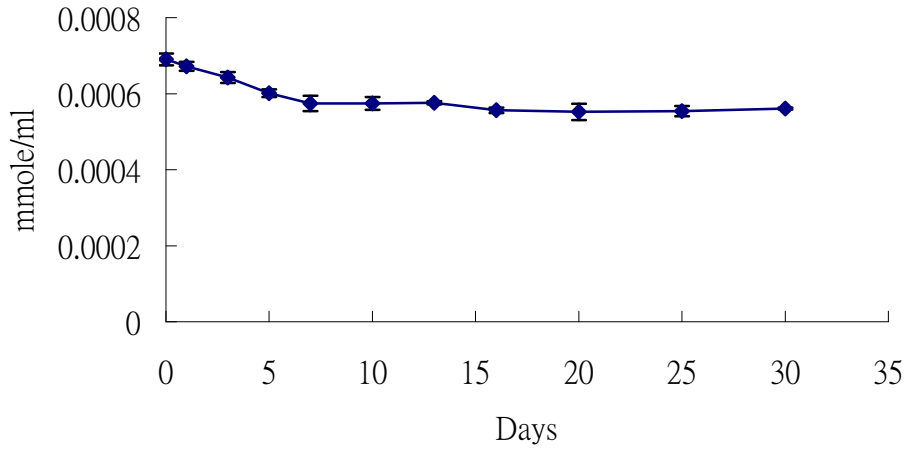


圖八、溫、濕度對 paeoniflorin 降解的影響

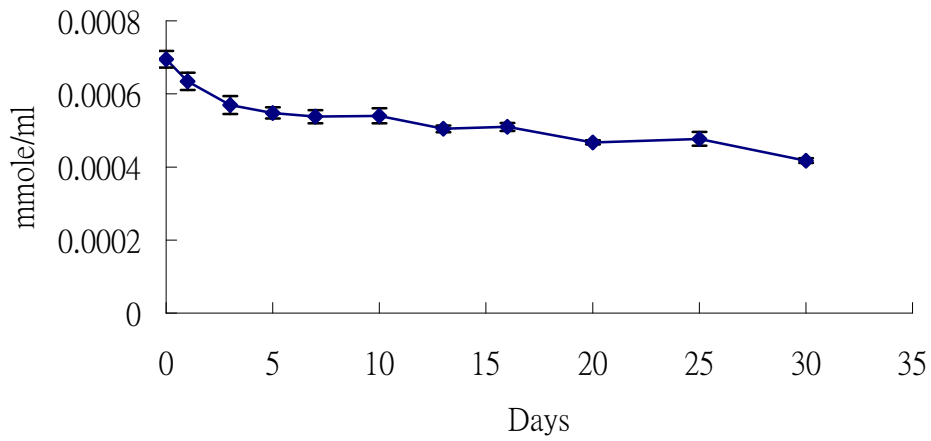


圖九、預測室溫穩定性的 Arrhenius 圖

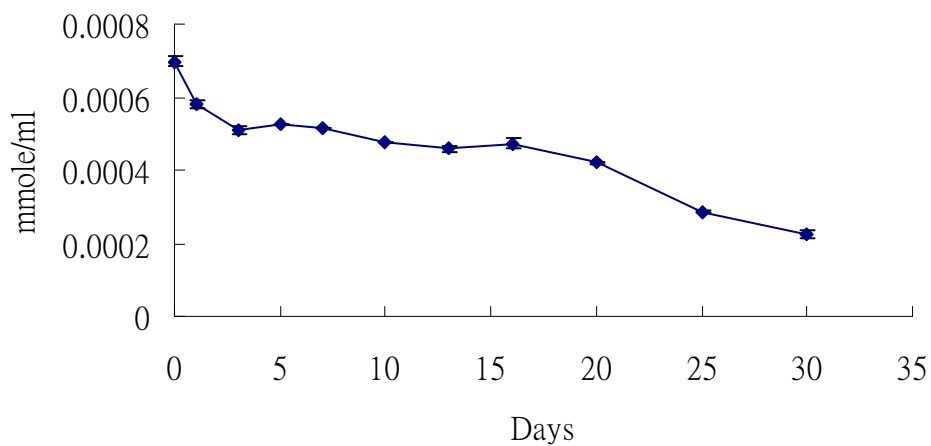




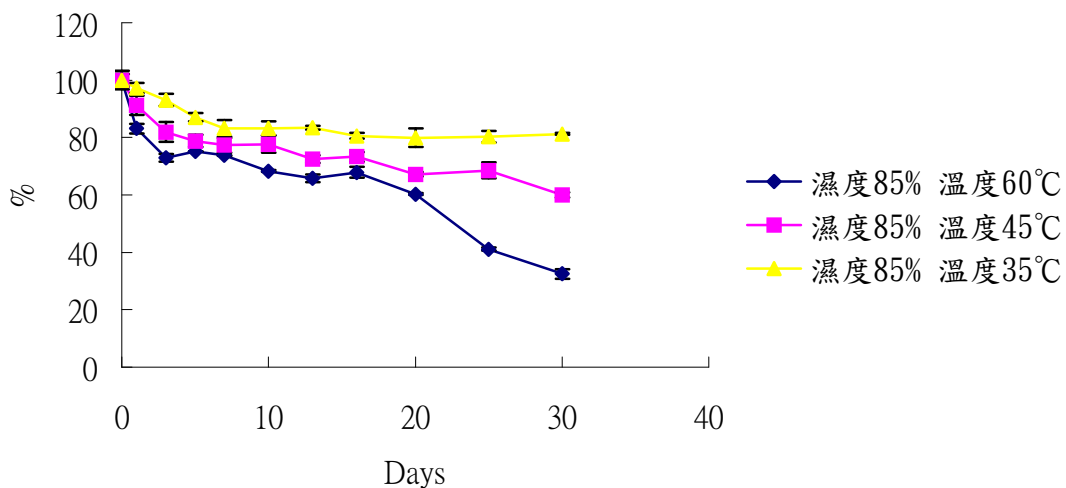
圖十、paeoniflorin 儲存於相對濕度 85%，溫度 35°C



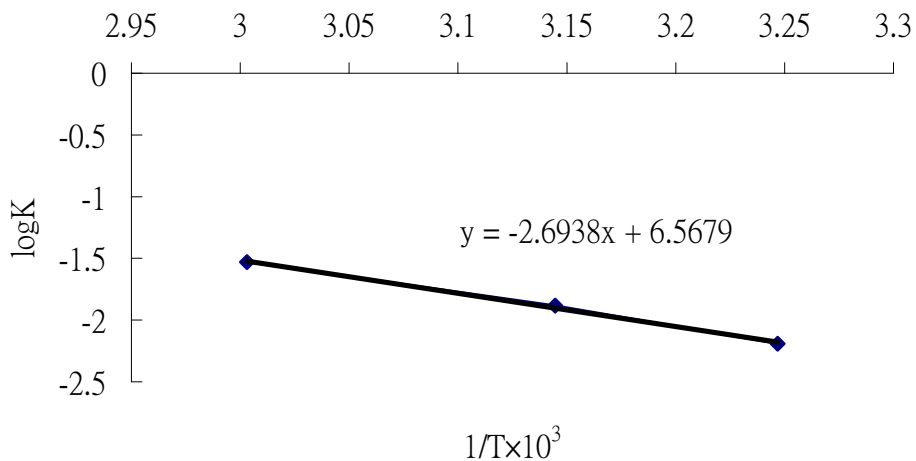
圖十一、paeoniflorin 儲存於相對濕度 85%，溫度 45°C



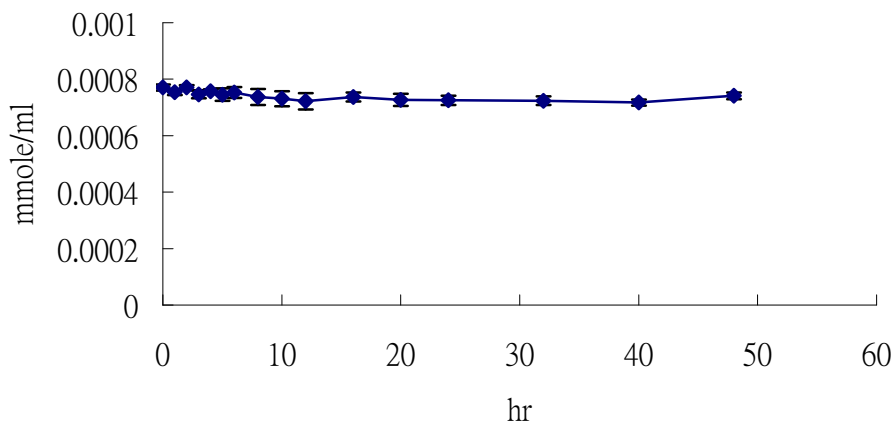
圖十二、paeoniflorin 儲存於相對濕度 85%，溫度 60°C



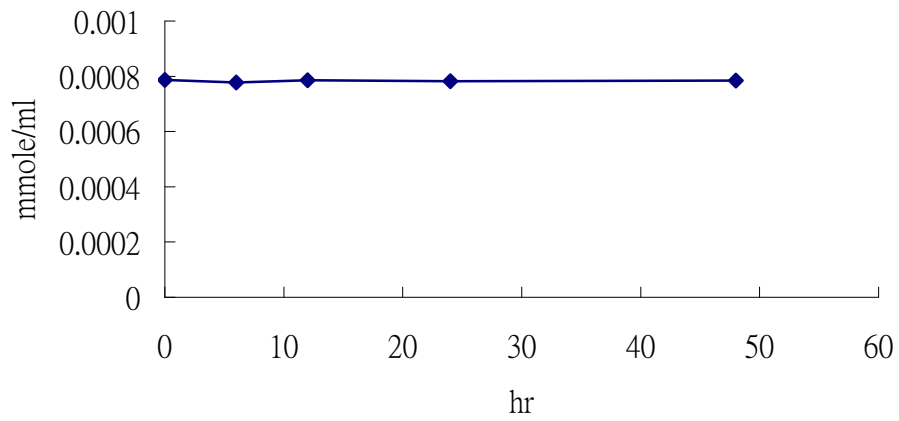
圖十三、溫、濕度對 paeoniflorin 降解的影響



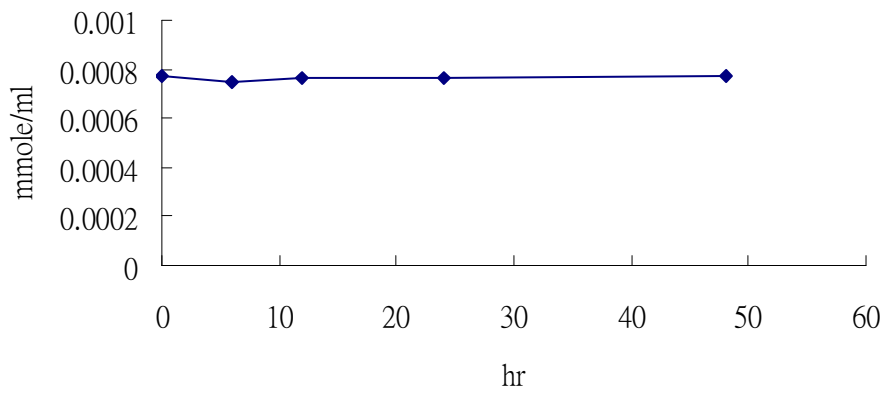
圖十四、預測室溫穩定性的 Arrhenius 圖



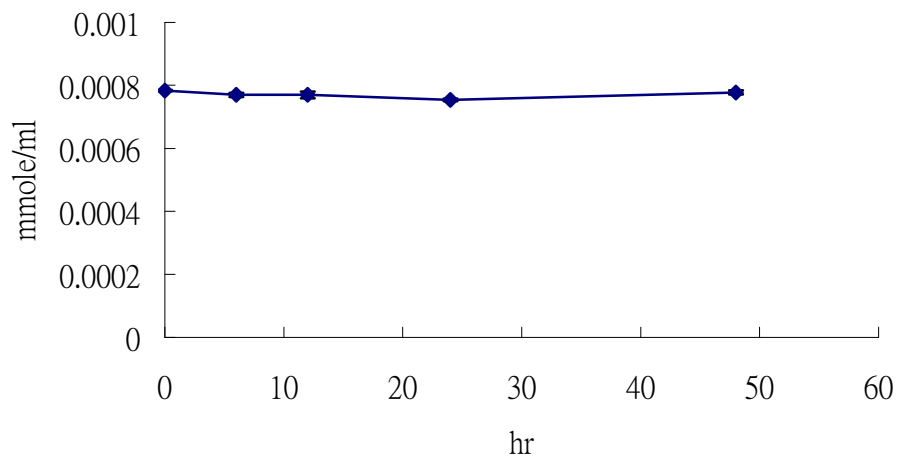
圖十五、paeoniflorin 於 pH 值 2.03 儲存



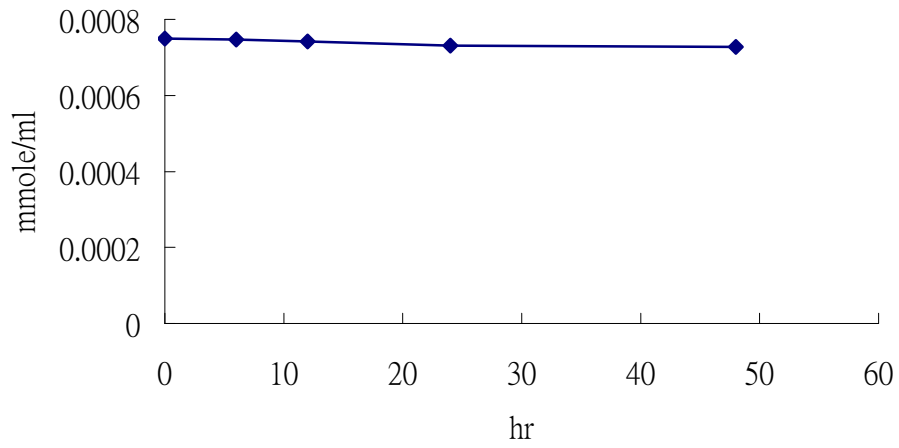
圖十六、paeoniflorin 於 pH 值 3.02 儲存



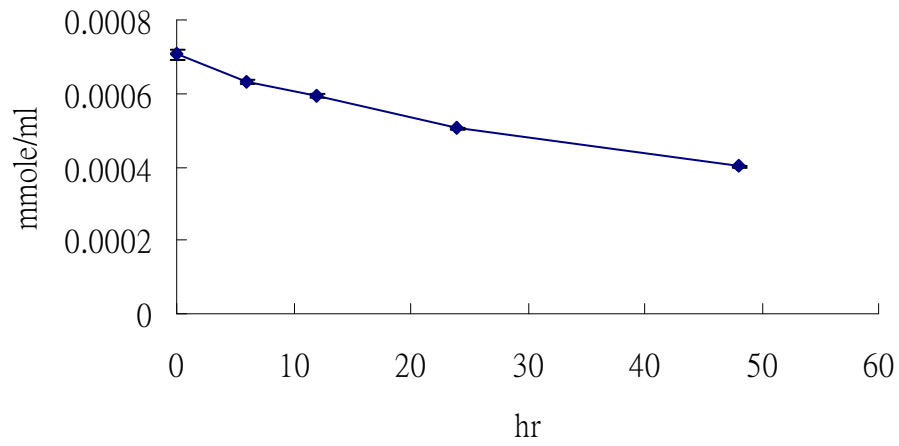
圖十七、paeoniflorin 於 pH 值 4 儲存



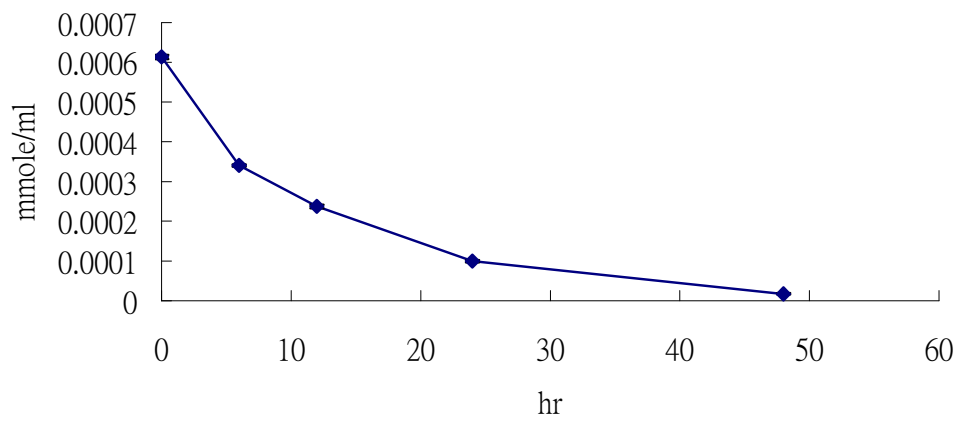
圖十八、paeoniflorin 於 pH 值 5 儲存



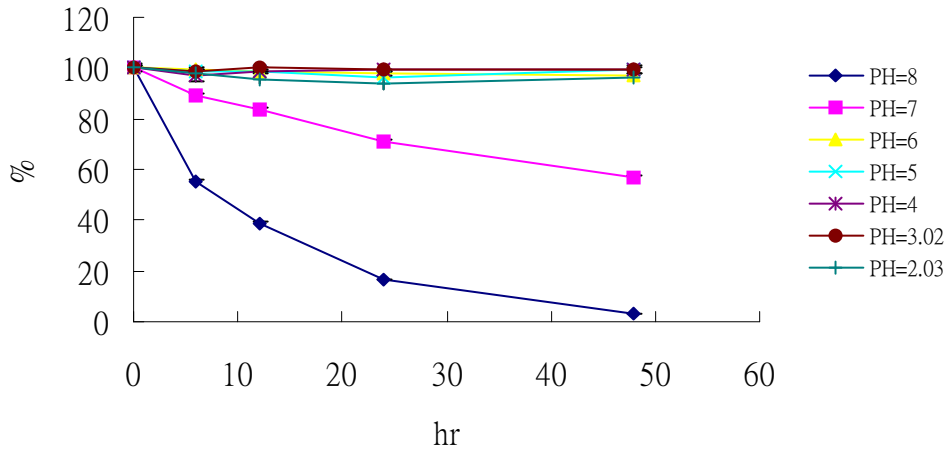
圖十九、paeoniflorin 於 pH 值 6 儲存



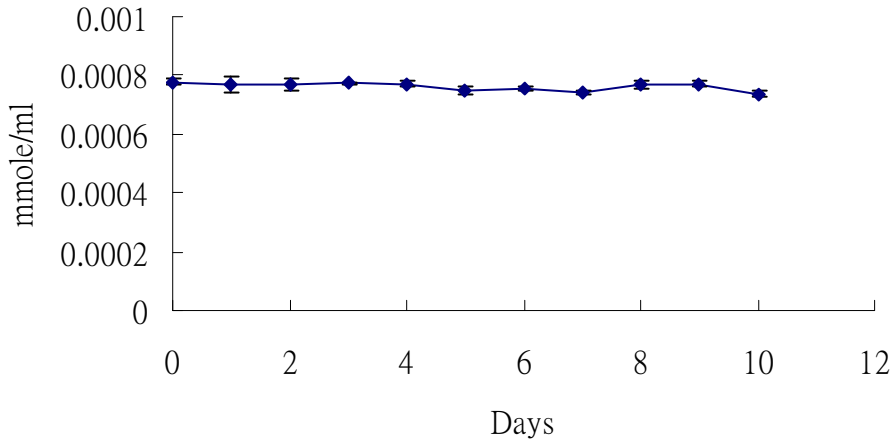
圖二十、paeoniflorin 於 pH 值 7 儲存



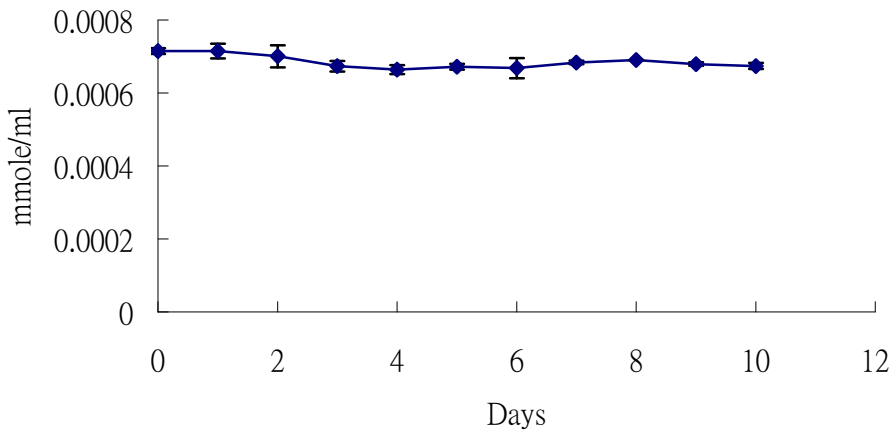
圖二十一、paeoniflorin 於 pH 值 8 儲存



圖二十二、酸鹼值對 paeoniflorin 降解的影響

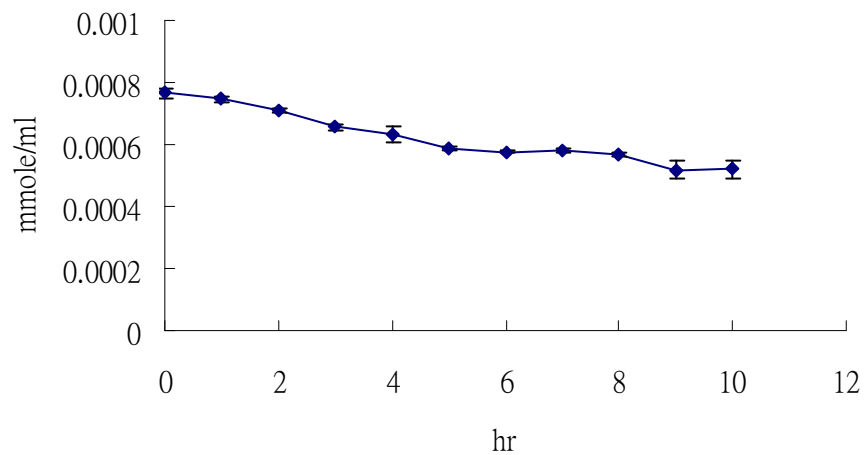


圖二十三、paeoniflorin 於 40 度儲存

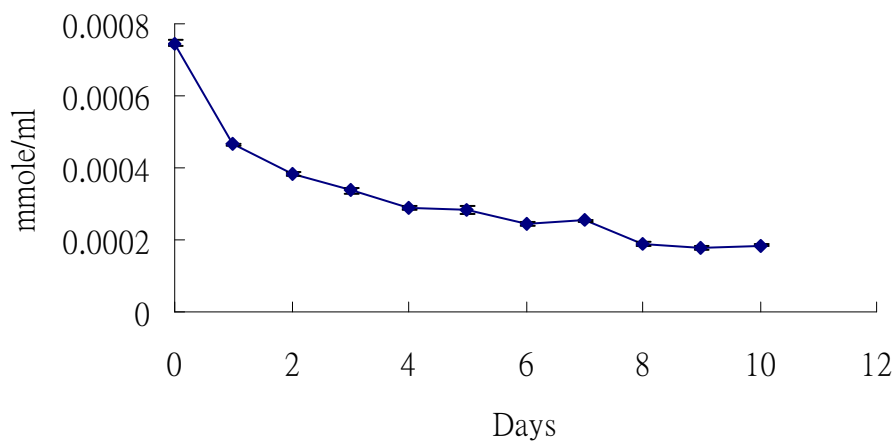


圖二十四、paeoniflorin 於 60 度儲存

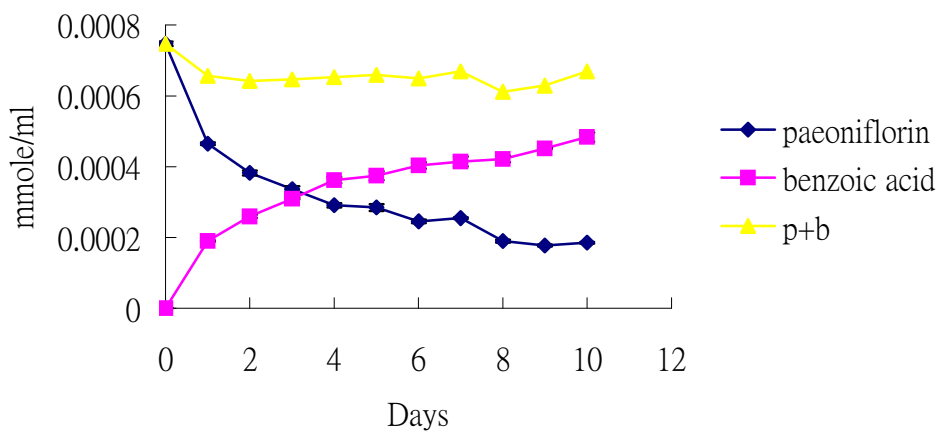




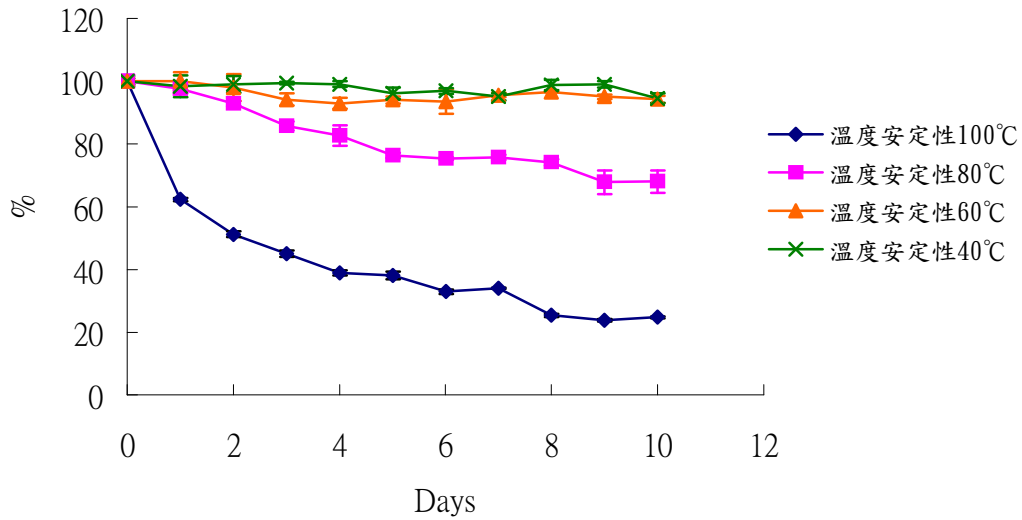
圖二十五、paeoniflorin 於 80 度儲存



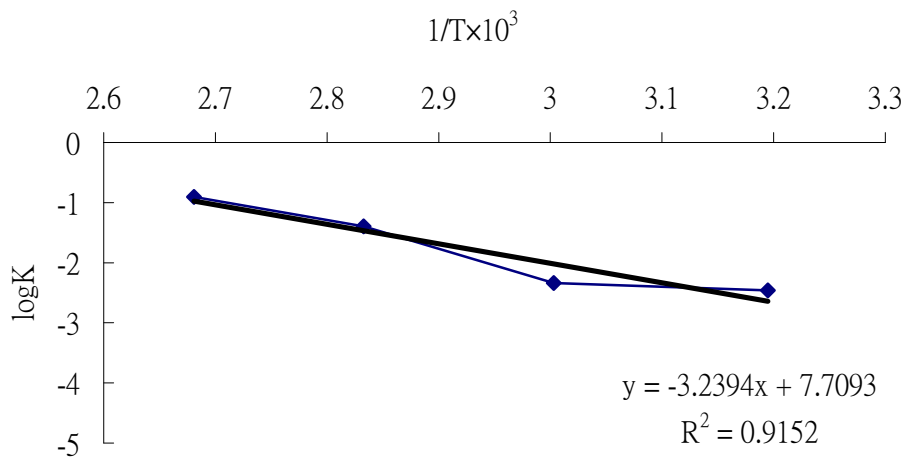
圖二十六、paeoniflorin 於 100 度儲存



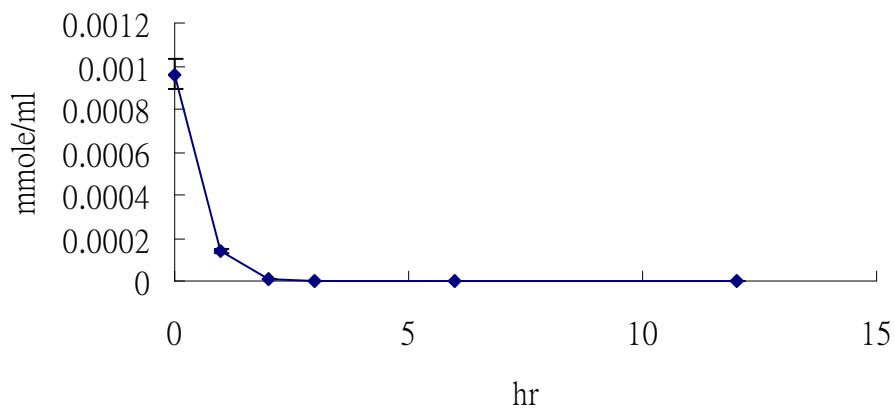
圖二十七、paeoniflorin 於 100 度儲存分解成苯甲酸



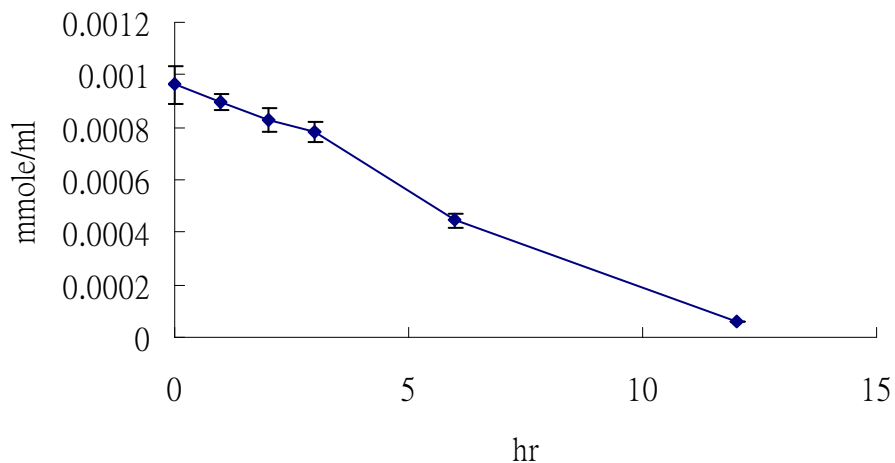
圖二十八、溫度對 paeoniflorin 降解的影響



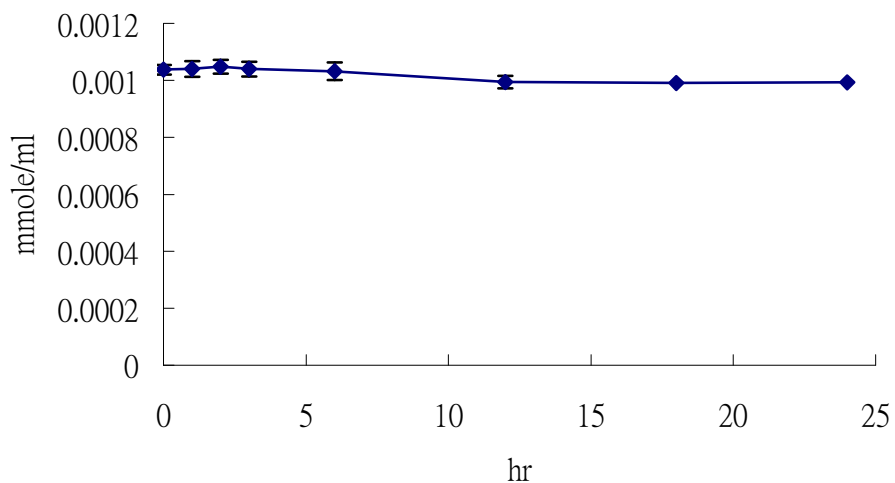
圖二十九、預測室溫穩定性的 Arrhenius 圖



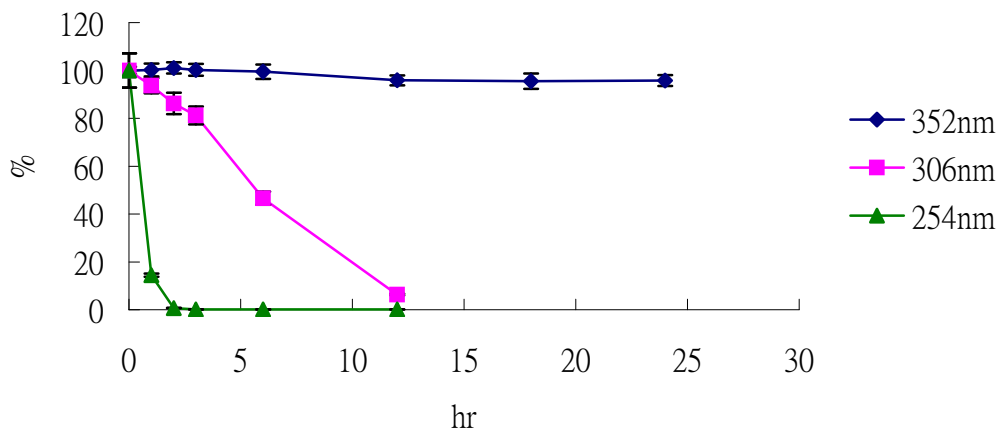
圖三十、paeoniflorin 於 254 nm 紫外線波長反應



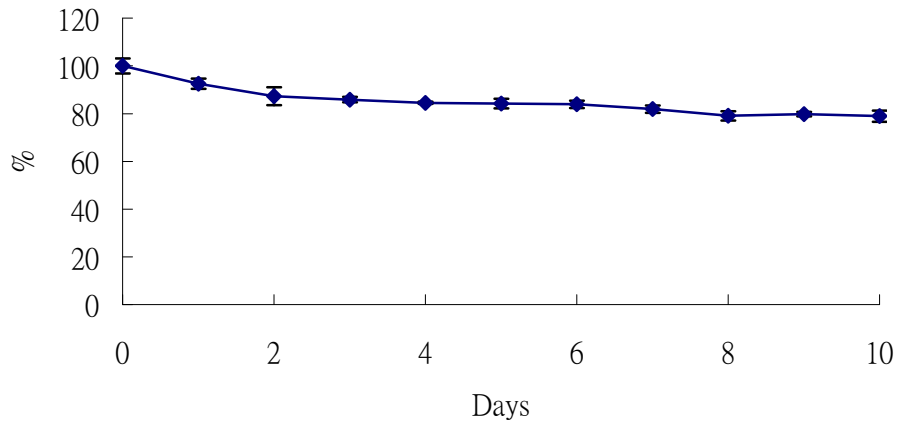
圖三十一、paeoniflorin 於 306 nm 紫外線波長反應



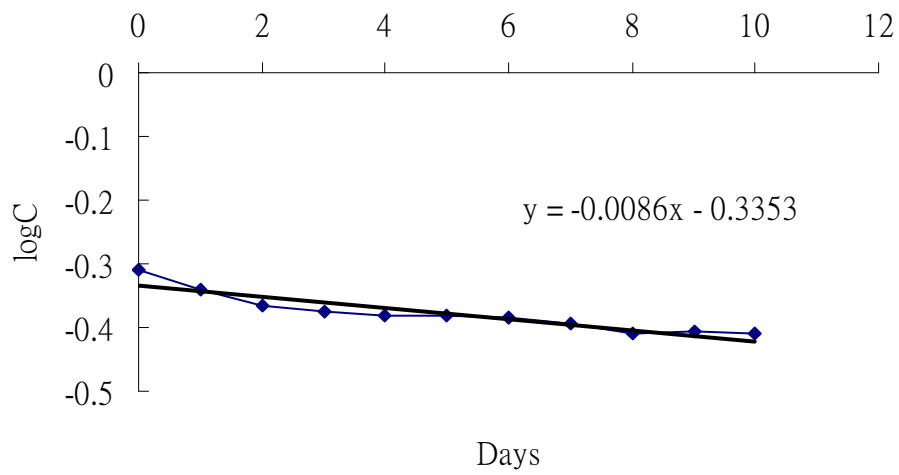
圖三十二、paeoniflorin 於 352 nm 紫外線波長反應



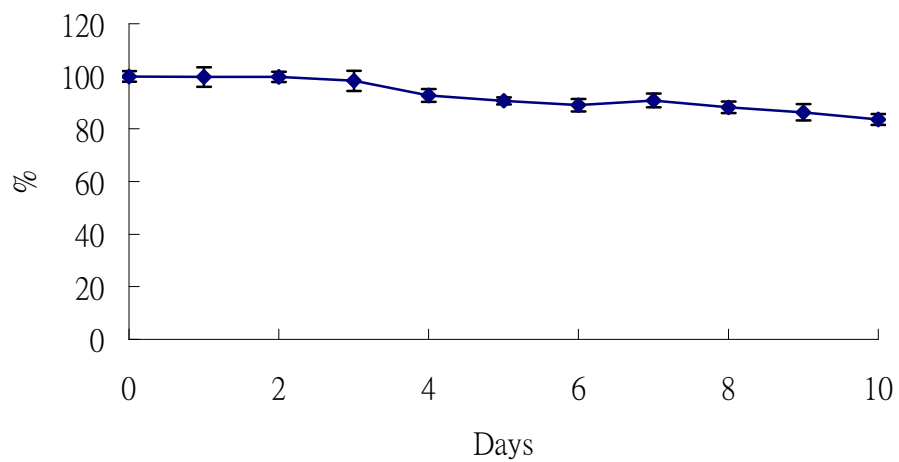
圖三十三、紫外線對 paeoniflorin 降解的影響



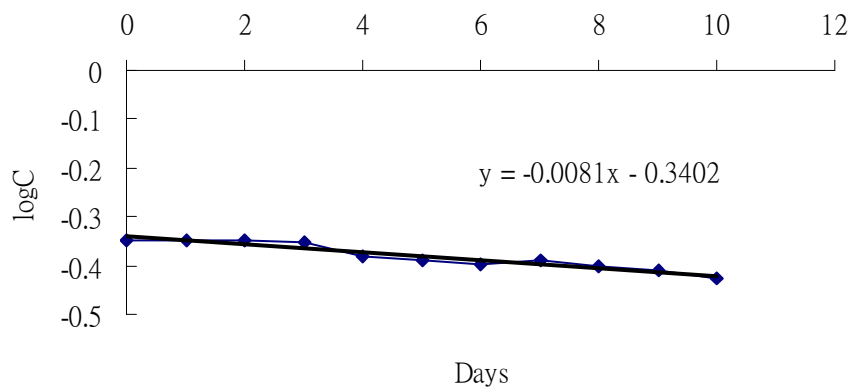
圖三十四、paeoniflorin 於日光燈照射下反應



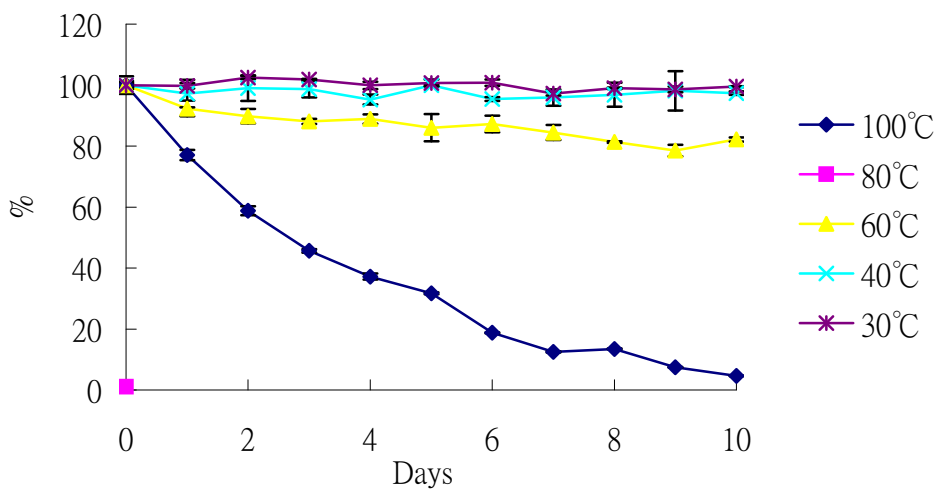
圖三十五、一級反應圖



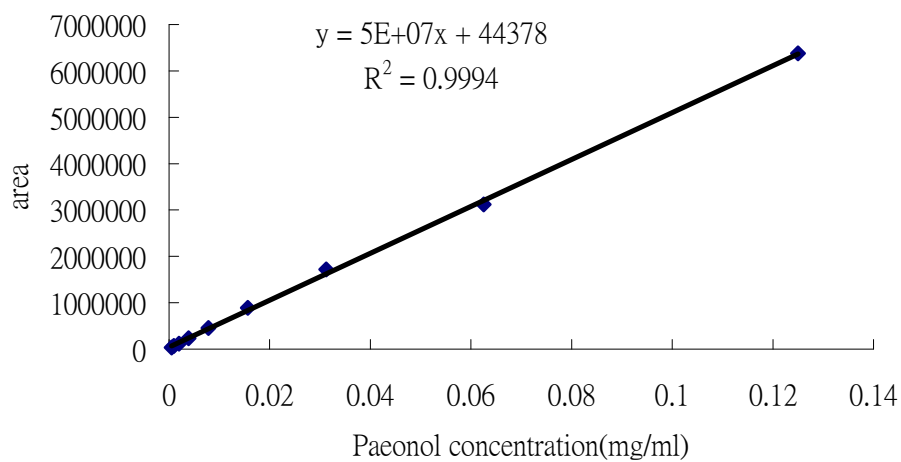
圖三十六、paeoniflorin 於太陽光波長反應



圖三十七、一級反應圖

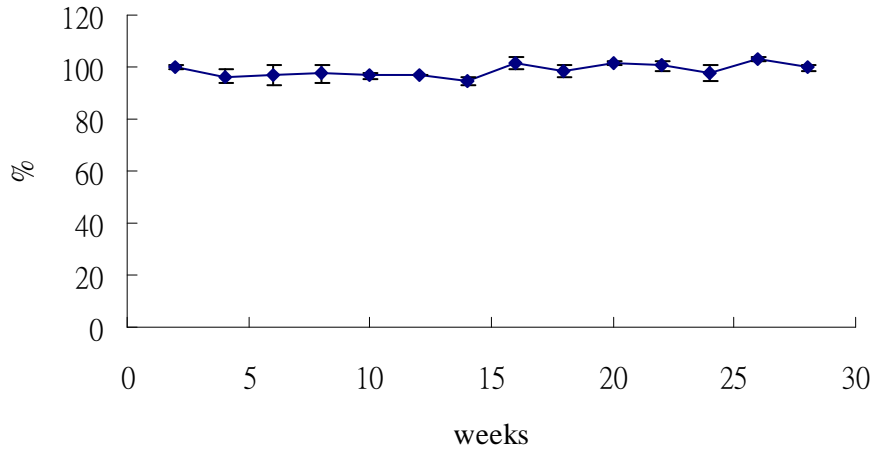


圖三十八、溫度對 paeoniflorin 降解影響

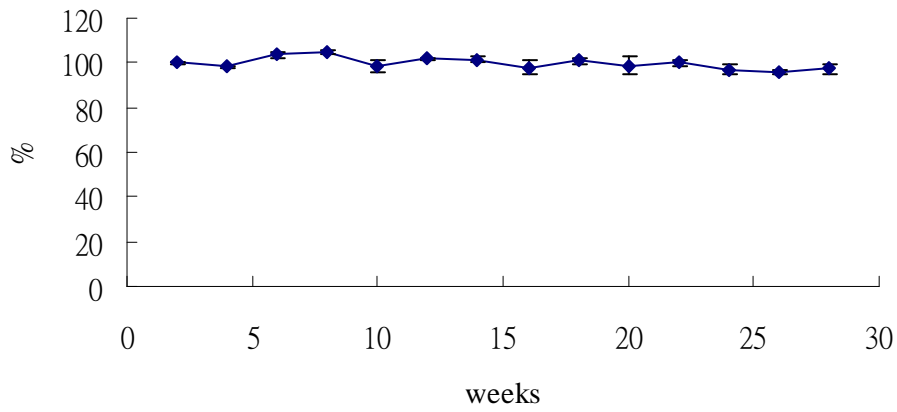


圖三十九、paeonol 標準檢量線

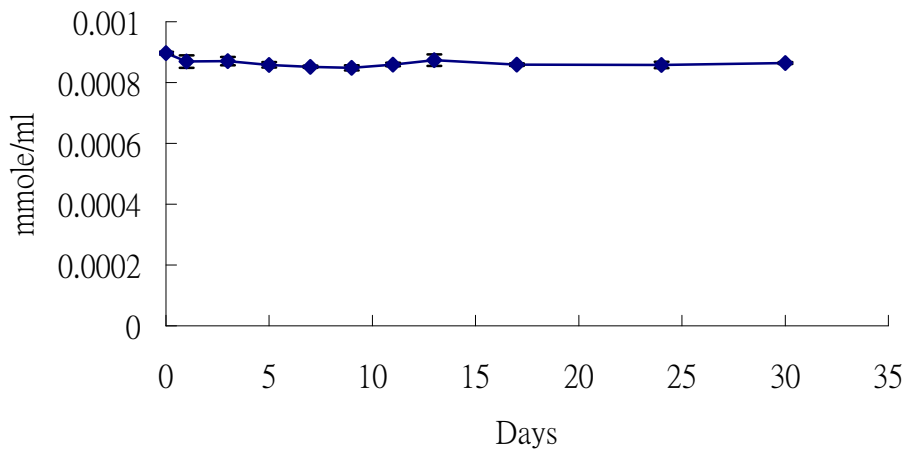




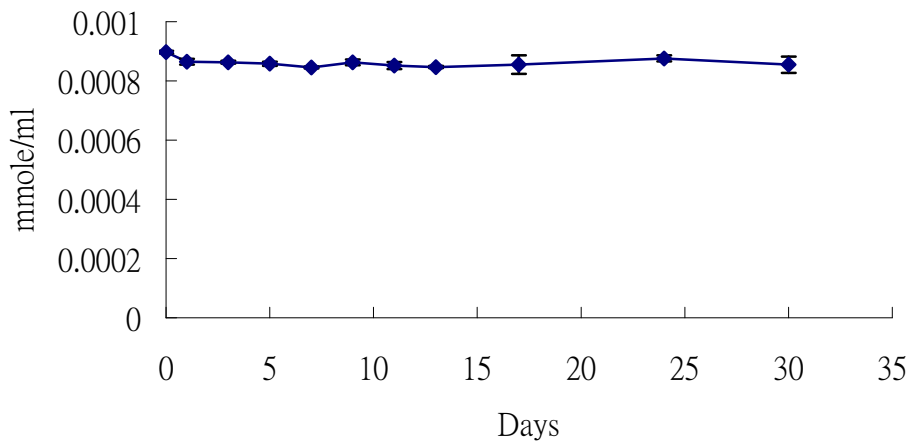
圖四十、paeonol 於-20°C 儲存成份之變化



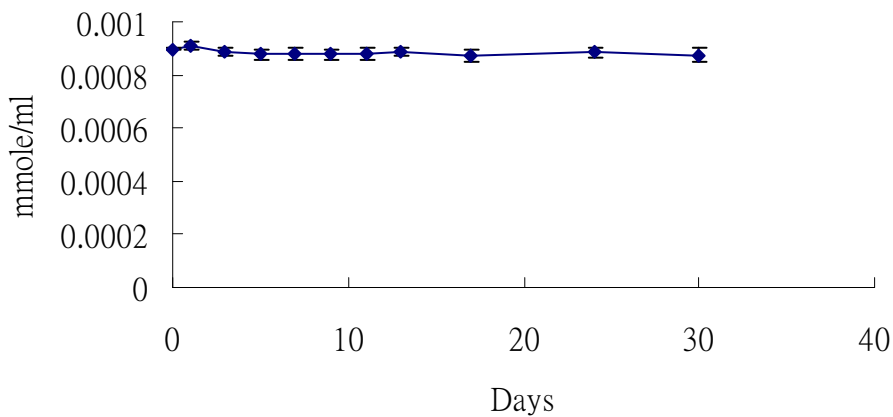
圖四十一、paeonol 於 4°C 儲存成份之變化



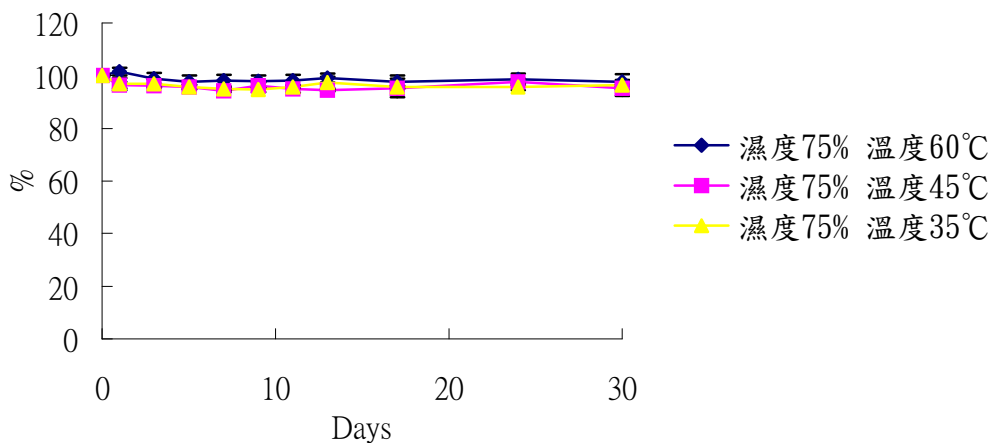
圖四十二、paeonol 儲存於相對濕度 75%，溫度 35°C



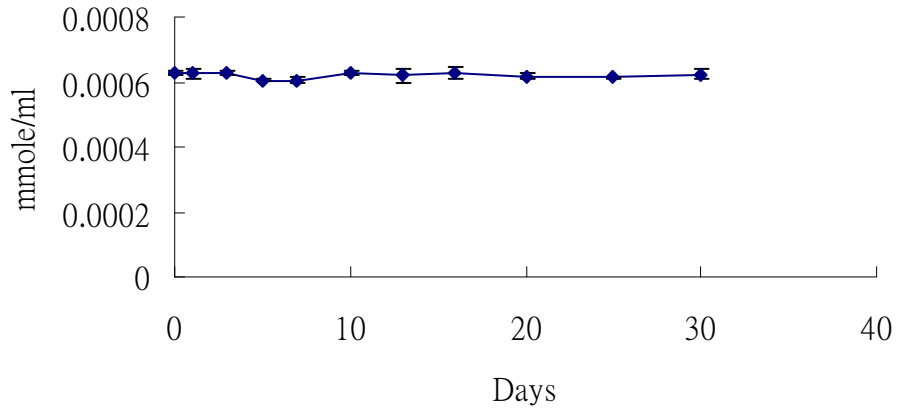
圖四十三、paeonol 儲存於相對濕度 75%，溫度 45°C



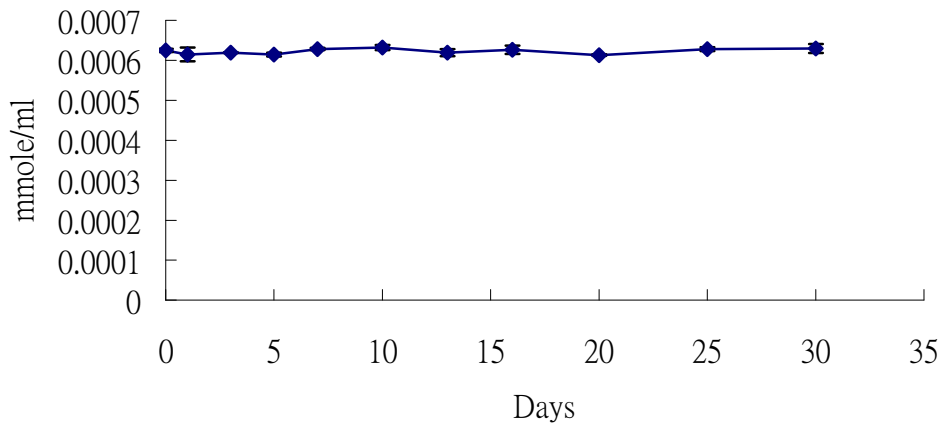
圖四十四、paeonol 儲存於相對濕度 75%，溫度 60°C



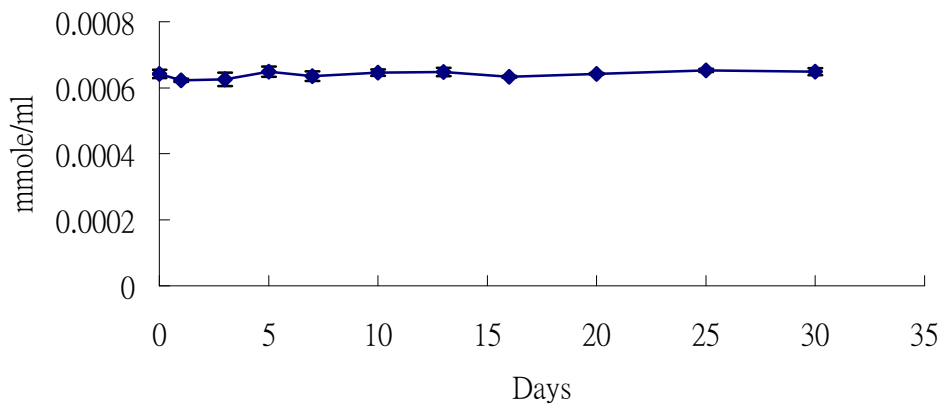
圖四十五、溫、濕度對 paeonol 降解的影響



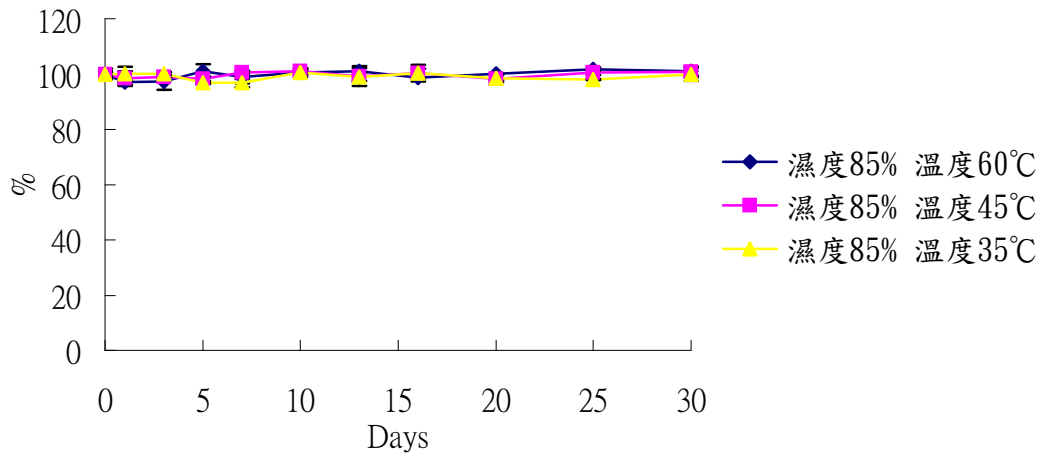
圖四十六、paeonol 儲存於相對濕度 85%，溫度 35 °C



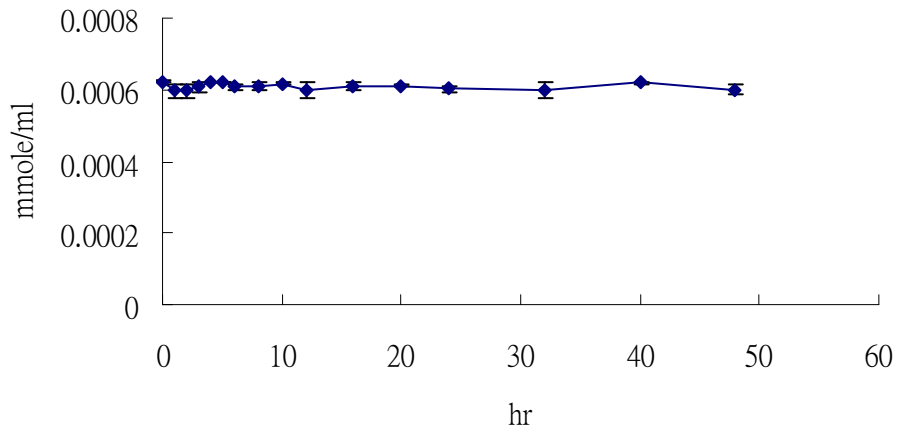
圖四十七、paeonol 儲存於相對濕度 85%，溫度 45 °C



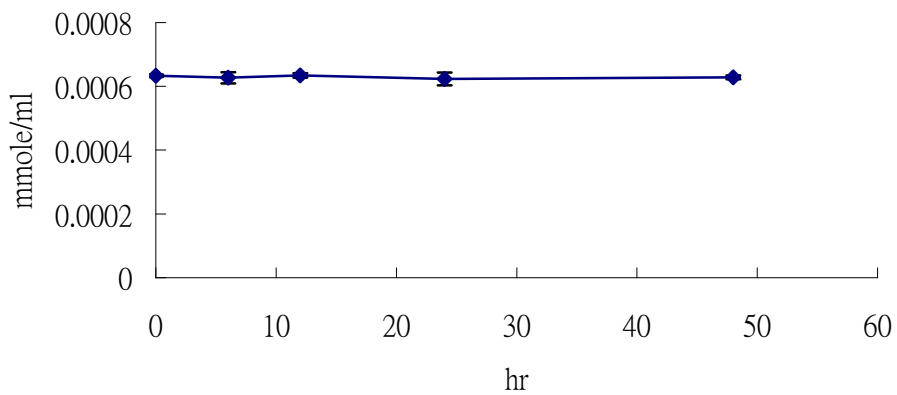
圖四十八、paeonol 儲存於相對濕度 85%，溫度 60 °C



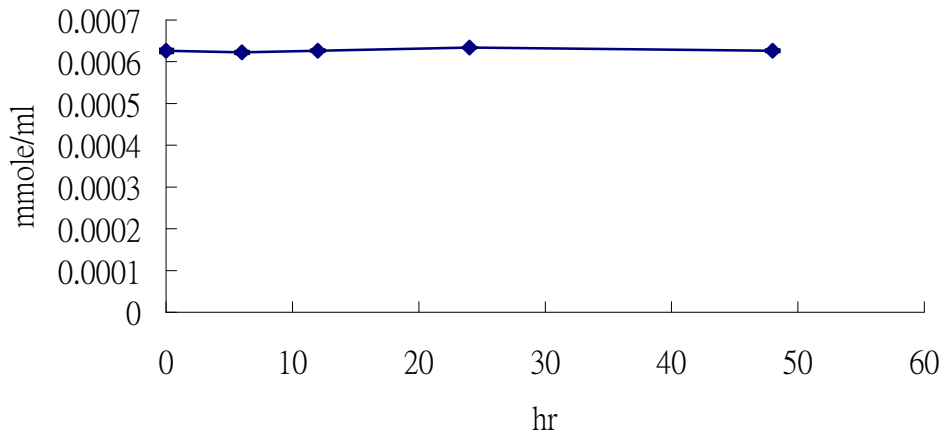
圖四十九、溫、濕度對 paeonol 降解的影響



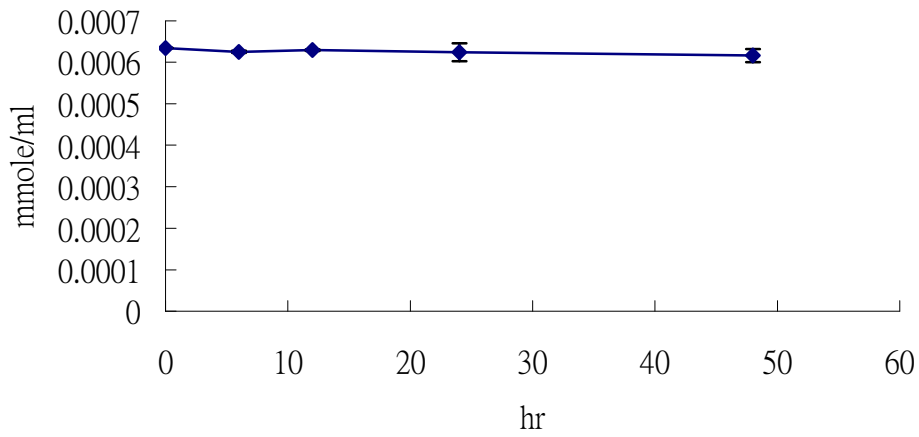
圖五十、paeonol 於 pH 值 2.03 儲存



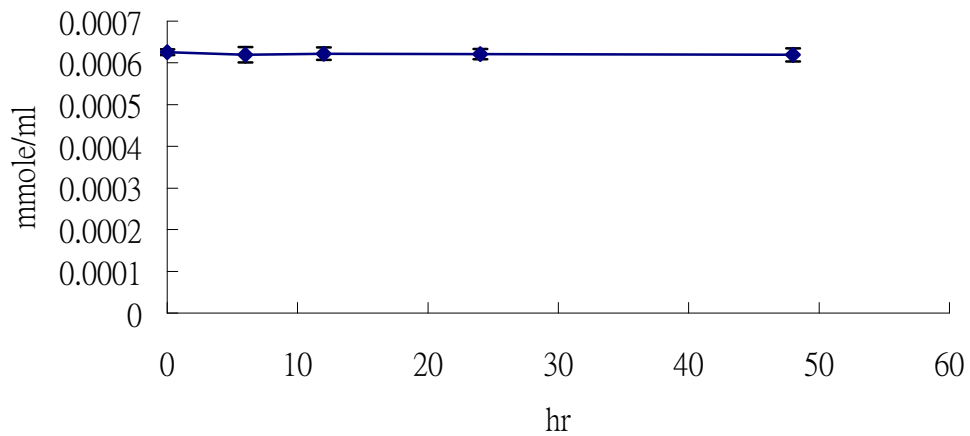
圖五十一、paeonol 於 pH 值 3.02 儲存



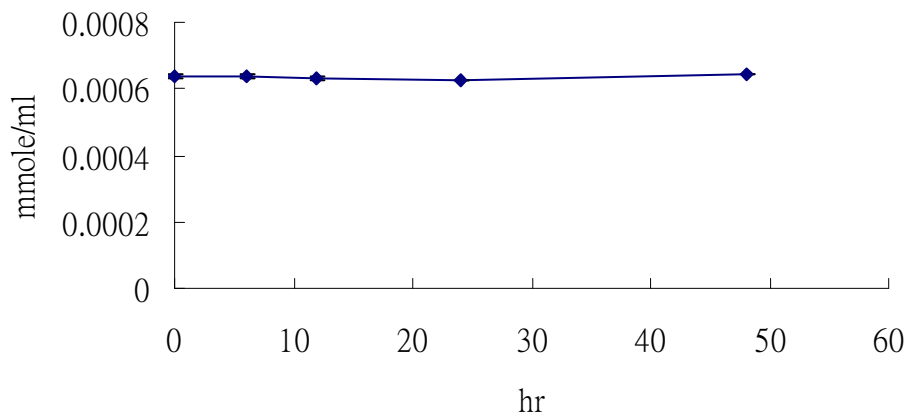
圖五十二、paeonol 於 pH 值 4 儲存



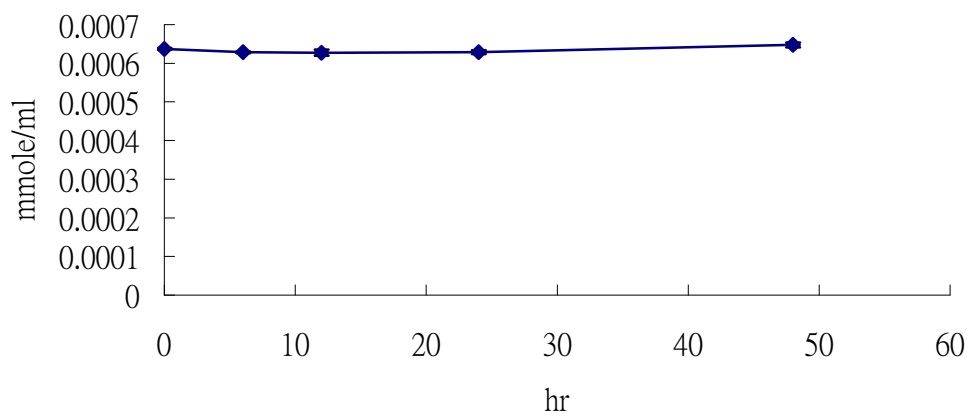
圖五十三、paeonol 於 pH 值 5 儲存



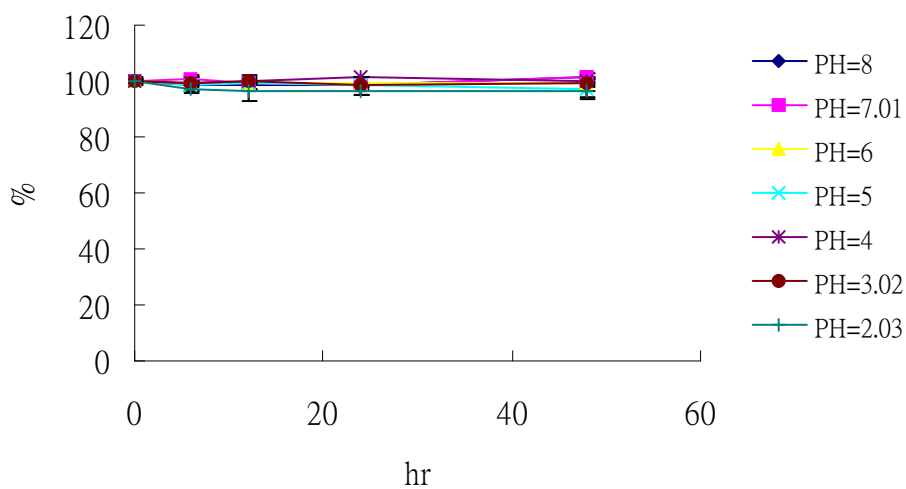
圖五十四、paeonol 於 pH 值 6 儲存



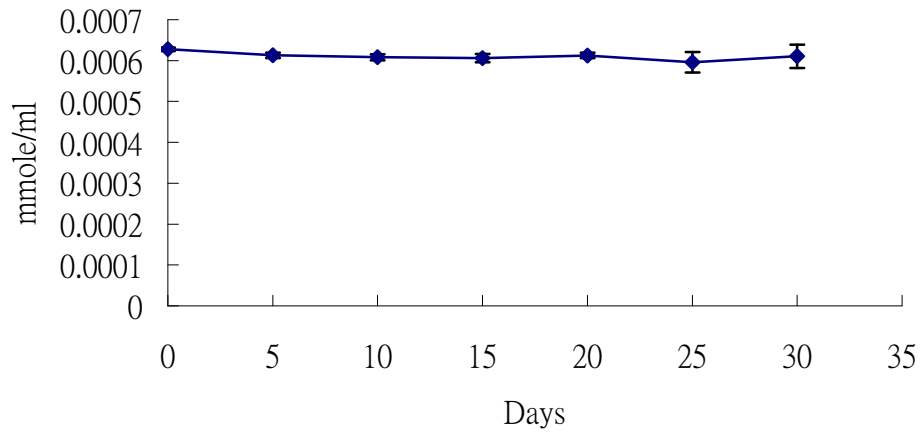
圖五十五、paeonol 於 pH 值 7.01 儲存



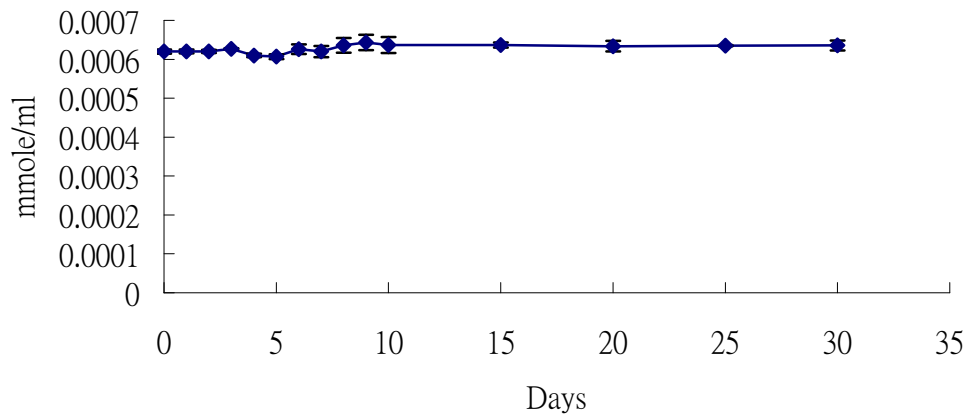
圖五十六、paeonol 於 pH 值 8 儲存



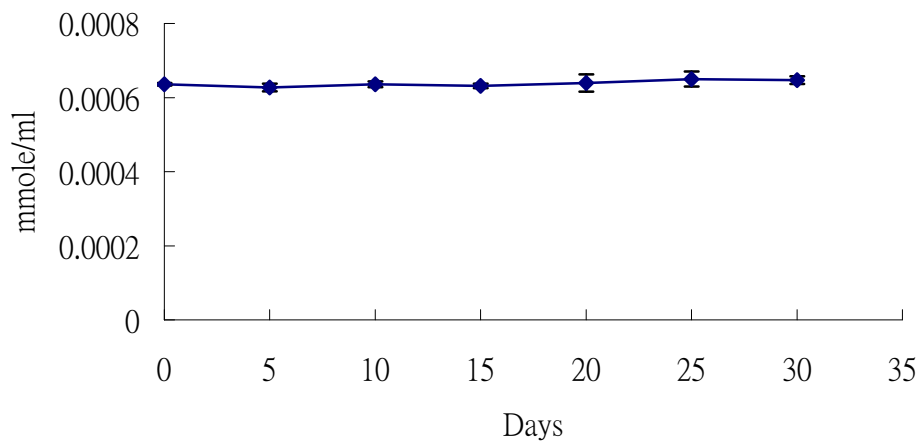
圖五十七、酸鹼值對 paeonol 降解的影響



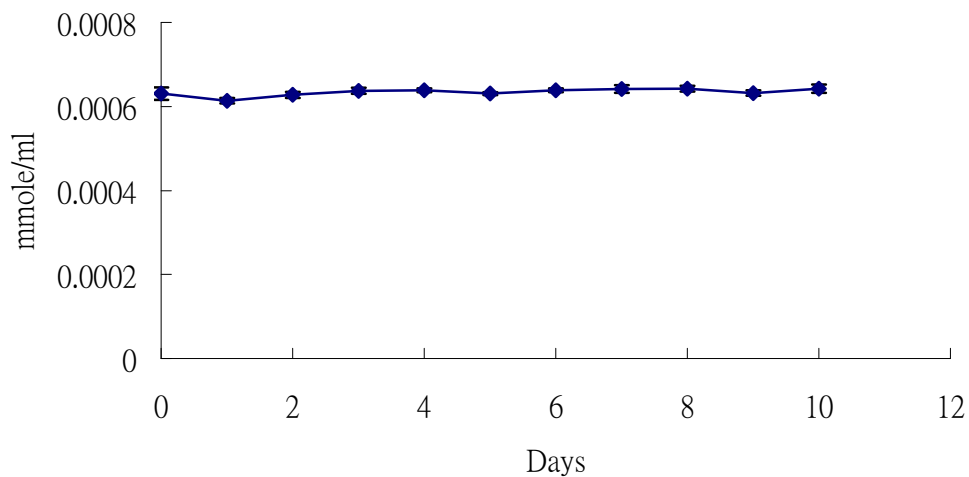
圖五十八、paeonol 於 40 度儲存



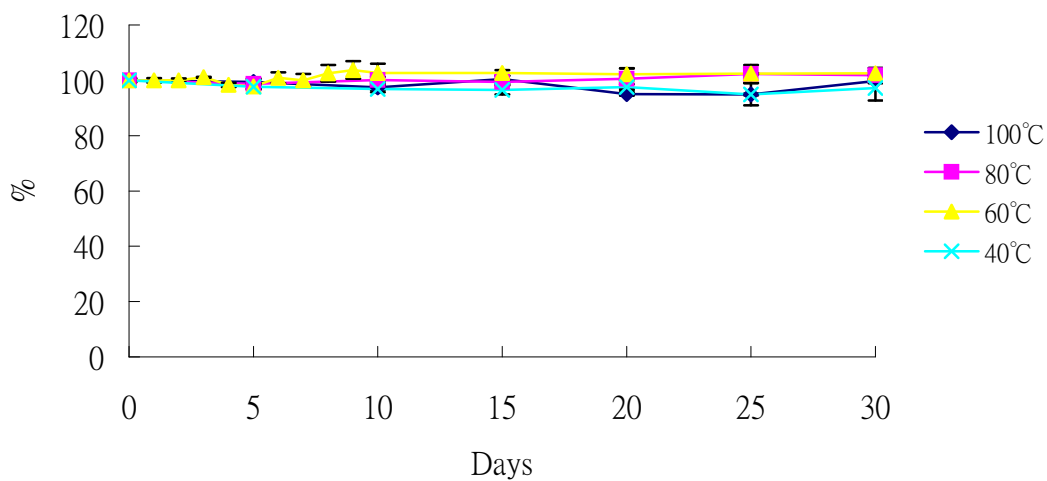
圖五十九、paeonol 於 60 度儲存



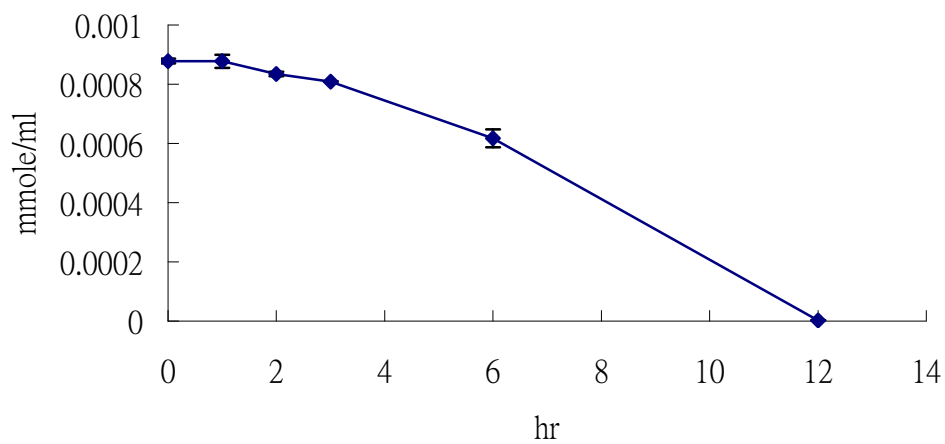
圖六十、paeonol 於 80 度儲存



圖六十一、paeonol 於 100 度儲存

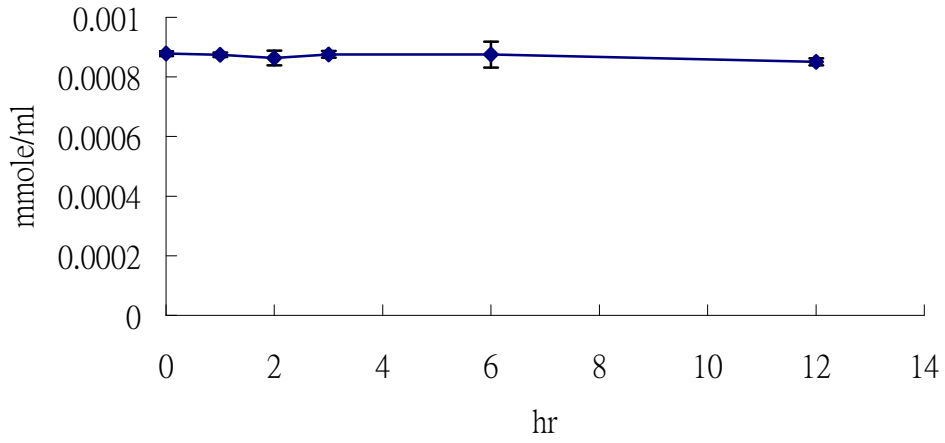


圖六十二、溫度對 paeonol 降解的影響

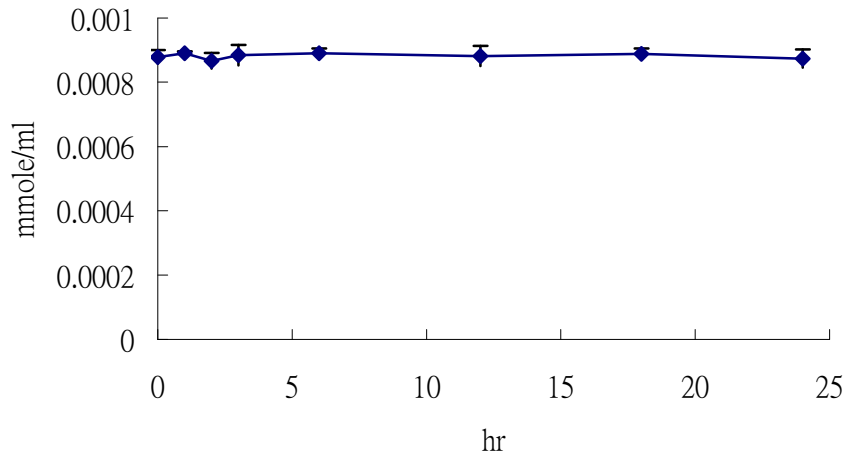


圖六十三、paeonol 於 254 nm 紫外線波長反應

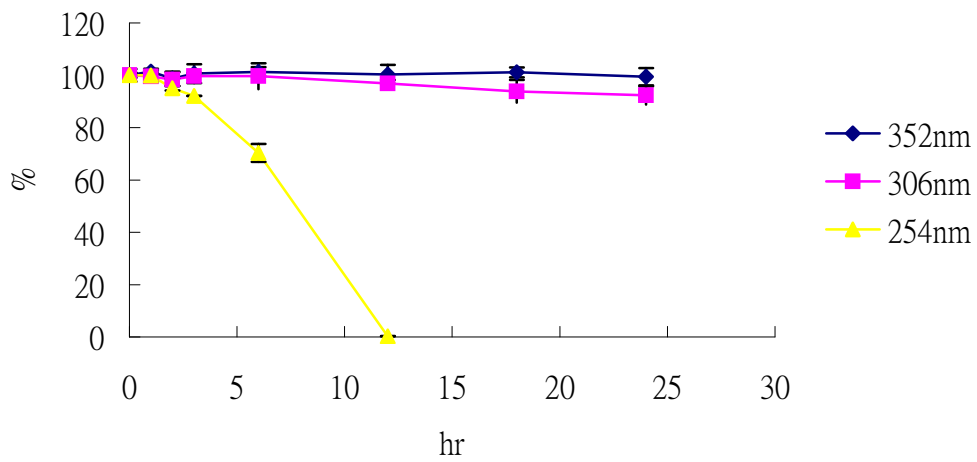




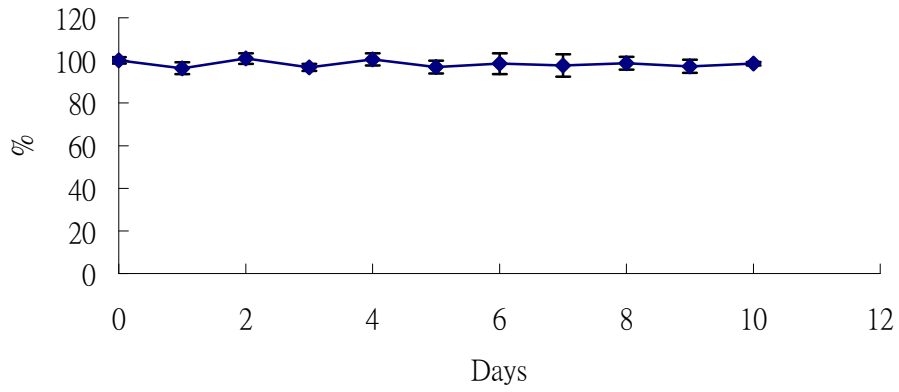
圖六十四、paeonol 於 306 nm 紫外線波長反應



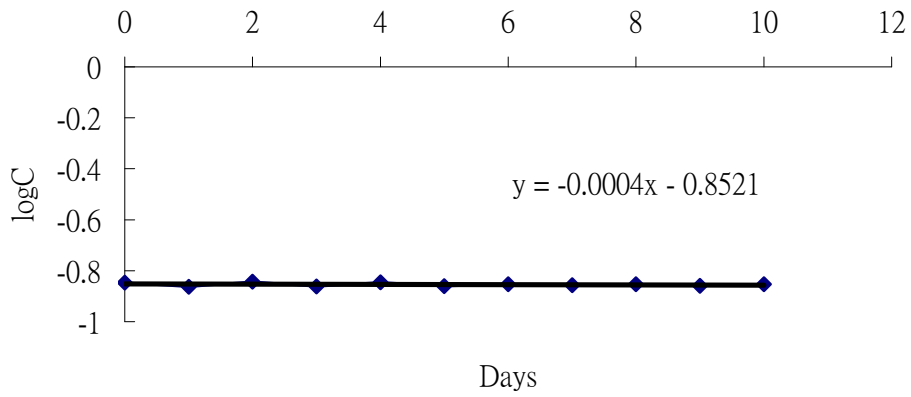
圖六十五、paeonol 於 352 nm 紫外線波長反應



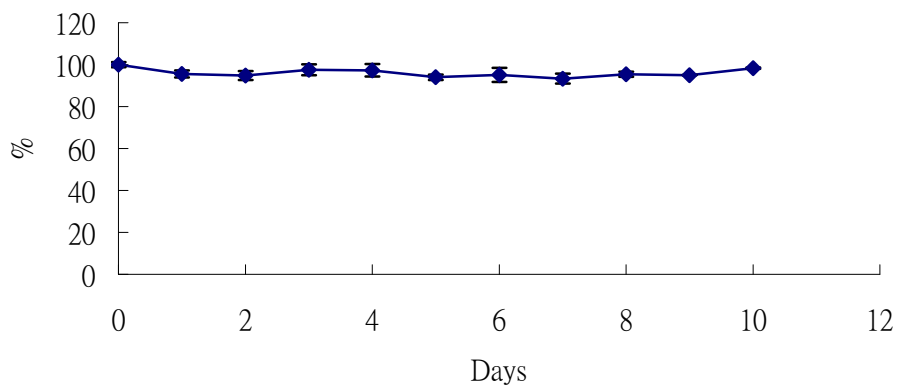
圖六十六、紫外線對 paeonol 降解的影響



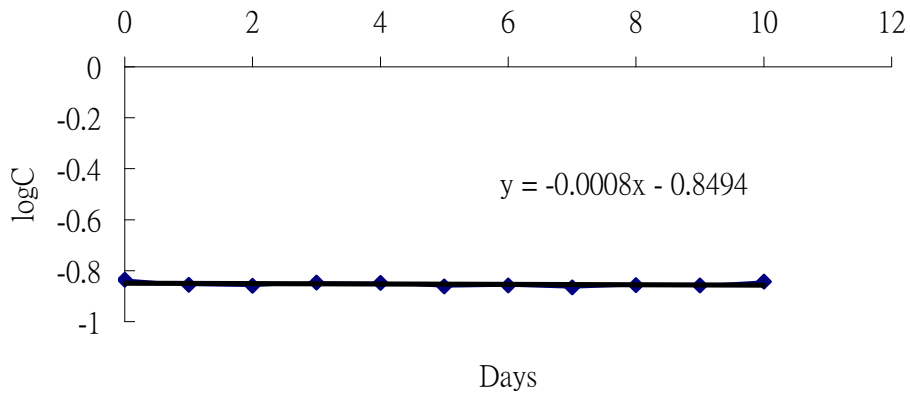
圖六十七、paeonol 於日光燈照射下反應



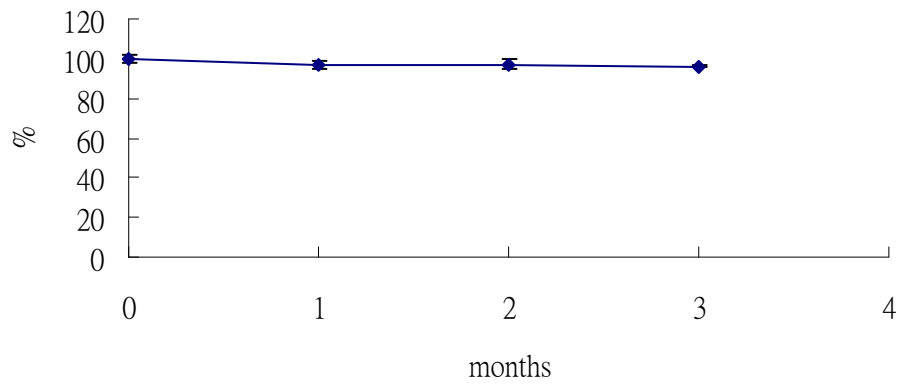
圖六十八、一級反應圖



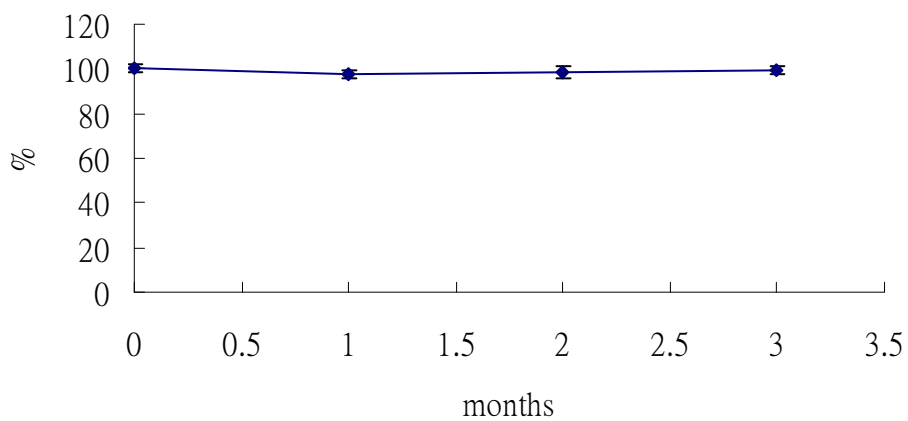
圖六十九、paeonol 於太陽光照射下反應



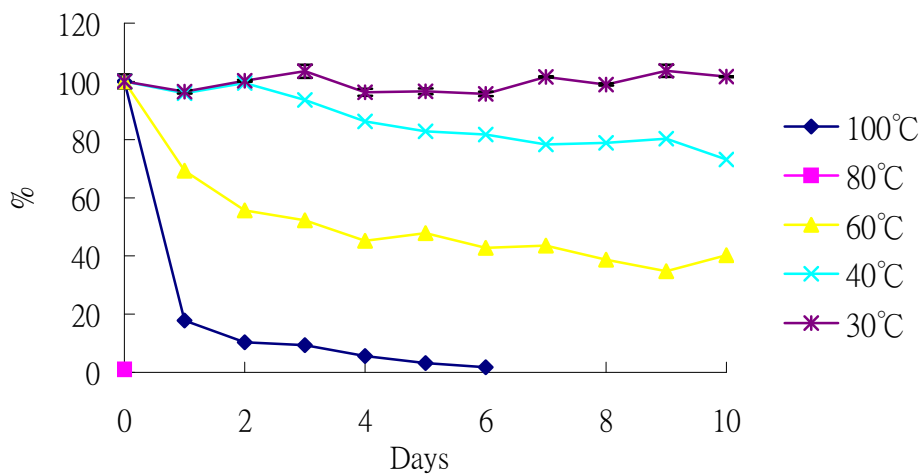
圖七十、一級反應圖



圖七十一、濕度 60% 溫度 25°C 對 paeonol 降解的影響



圖七十二、濕度 75% 溫度 40°C 對 paeonol 降解的影響



圖七十三、溫度對 paeonol 降解影響

表一、Paeoniflorin 酸鹼值安定性試驗

pH 值	降解 10 % 所需之時間 (hrs)	
	Paeoniflorin	
2	114.41	
3	—	
4	—	
5	—	
6	152.55	
7	9.15	
8	1.44	

註 1: 樣品溶在 70% 的甲醇水溶液，裝在鋁蓋樣品瓶

註 2: paeonol 在酸鹼值安定性試驗表現安定，並無數據

註 3: “—”表示安定

表二、赤芍(*P. obovata* Maxim.) 中藥材之安定性及儲存試驗

溫度	降解 10 % 所需之時間 (Days)	
	Paeoniflorin	Paeonol
30	49.76	—
40	50.85	3.41
60	5.72	1.31
80	---	---
100	0.35	0.18

註 1: 粉末過篩(過 20 號篩，不過 40 號篩)精稱 1g 分裝至 20ml 樣品瓶，進行試驗

註 2: 樣品經甲醇萃取，裝至樣品瓶進行分析

註 3: “—”表示安定

註 4: “---“表示實驗未有數據

表三、Paeoniflorin 及 Paeonol 光安定性試驗與光分解反應研究

波長 (nm)	降解 10 % 所需之時間 (hrs)	
	Paeoniflorin	Paeonol
254	0.215	0.219
306	0.450	32.690
352	41.605	1144.100

註: 樣品溶於甲醇，裝在 16mm 外徑之石英管中，試驗完分裝至鋁蓋樣品瓶儲存

表四、Paeoniflorin 及 Paeonol 日光燈與太陽光分解反應研究

燈源	降解 10 % 所需之時間 (Days)	
	Paeoniflorin	Paeonol
日光燈	5.321	114.416
太陽光	5.650	57.208

註: 樣品溶甲醇，裝在鋁蓋樣品瓶

表六、市售白芍之外觀與 Paeonol 及 paeoniflorin 之含量

白芍 編號	外觀				主成份含量	
	dE	dL	da	db	Paeoniflorin(mg/g)	Paeonol(mg/g)
N1	21.24	-4.62	1.02	20.76	0.589±0.003	0.645±0.005
N2	27.70	-8.16	1.96	26.40	2.201±0.006	0.801±0.013
N3	38.46	-21.74	7.66	30.80	0.579±0.003	1.078±0.007
N4						
N5	28.84	-12.50	3.90	25.68	2.054±0.011	1.177±0.023
N6						
N7	26.76	-9.94	1.52	24.78	0.256±0.001	0.919±0.011
N8	26.62	-5.86	1.20	25.94	1.385±0.005	1.116±0.015
N9	25.46	-12.58	2.28	22.00	2.559±0.014	1.202±0.018
N10	27.74	-13.34	3.14	24.10	0.557±0.002	0.733±0.014
N11	28.20	-6.84	1.98	27.32	0.063±0.001	0.658±0.007
N12	23.60	-7.24	0.36	22.42	0.731±0.002	1.114±0.000
N13	20.22	-7.05	2.56	18.92	1.383±0.009	0.944±0.001
N14						
N15	32.28	-7.74	0.90	31.30	0.160±0.002	0.654±0.004
N16	21.16	-7.44	1.02	20.64	1.483±0.014	0.881±0.012
N17	31.54	-14.86	4.36	27.50	0.289±0.003	1.211±0.011
N18	24.16	-9.36	0.50	22.18	2.016±0.014	0.891±0.012
N19	32.06	-9.92	3.04	30.36	0.780±0.007	0.538±0.018
M1	32.48	-13.60	4.78	29.10	0.203±0.003	0.591±0.010
M2						
M3	26.20	-9.12	2.70	24.44	0.266±0.000	0.581±0.004
S1	24.94	-8.58	1.46	23.38	0.588±0.010	0.522±0.002
S2	26.78	-13.78	2.10	22.82	0.266±0.000	0.723±0.003
S3	25.62	-10.12	2.90	23.36	2.839±0.009	0.498±0.007
S4	25.22	-8.22	2.38	23.74	0.128±0.001	0.394±0.006
S5	24.86	-8.42	2.30	23.26	0.596±0.003	0.296±0.000
S6	23.74	-8.26	0.82	22.20	0.724±0.013	0.594±0.004
S7	25.88	-7.26	1.34	24.82	1.137±0.000	0.555±0.005
S8	36.54	-18.70	6.00	30.84	0.073±0.000	0.480±0.011
S9	24.02	-9.48	1.24	22.02	0.686±0.009	0.561±0.003
S10	37.36	-18.20	7.26	31.78	0.032±0.001	1.248±0.011

表七、市售炒白芍之外觀與 Paeonol 及 paeoniflorin 之含量

炒白芍 編號	外觀				主成份含量	
	dE	dL	da	db	Paeoniflorin(mg/g)	Paeonol(mg/g)
N1	63.44	-42.84	18.44	42.94	0.102±0.000	0.660±0.002
N2	51.78	-18.56	9.06	47.60	2.926±0.039	0.516±0.002
N3	50.20	-22.22	10.42	43.78	0.051±0.000	0.735±0.002
N4	60.70	-18.04	6.72	57.58	3.360±0.021	0.549±0.003
N5	49.94	-14.46	0.82	47.82	2.178±0.065	0.728±0.011
N6	53.58	-24.88	9.74	46.40	0.056±0.000	0.519±0.001
N7	56.52	-20.96	7.38	52.28	1.721±0.006	1.186±0.001
N8	59.88	-19.76	10.18	55.60	1.139±0.006	0.595±0.002
N9	54.04	-23.08	9.14	47.98	0.054±0.000	0.769±0.009
N10	54.26	-26.78	10.70	45.94	0.083±0.000	1.313±0.000
N11	60.80	-26.20	15.60	52.54	0.667±0.007	0.488±0.001
N12	59.34	-21.94	12.76	53.66	0.312±0.002	0.992±0.000
N13	39.74	-15.38	1.14	36.62	1.417±0.011	0.499±0.002
N14	53.54	-29.90	8.54	43.52	0.421±0.000	0.727±0.002
N15	55.08	-24.90	10.28	48.04	1.166±0.007	0.463±0.000
N16	57.62	-20.08	9.04	53.38	0.467±0.004	0.421±0.006
N17	55.56	-24.06	10.90	48.88	0.958±0.002	0.695±0.001
N18	57.60	-22.28	11.40	51.84	0.337±0.002	0.744±0.000
N19	38.74	-18.64	4.28	33.72	0.252±0.003	0.606±0.006
M1	41.02	-17.18	5.50	36.86	2.693±0.003	0.558±0.002
M2	55.22	-33.68	15.08	41.08	4.173±0.033	0.406±0.004
M3	60.52	-29.50	14.02	50.92	1.513±0.027	0.241±0.006
S1	53.18	-16.18	7.42	50.10	0.428±0.003	0.334±0.001
S2	26.24	-9.18	1.86	24.48	0.449±0.009	0.294±0.008
S3	48.72	-19.30	8.56	43.90	0.333±0.005	0.343±0.002
S4	54.86	-27.00	12.90	45.96	0.144±0.000	0.404±0.002
S5	60.94	-29.78	17.28	50.30	0.525±0.002	0.446±0.007
S6						
S7	44.04	-14.80	4.36	41.28	0.228±0.009	0.406±0.007
S8	64.40	-38.00	20.58	48.12	1.218±0.014	0.285±0.005
S9	31.86	-10.88	3.58	29.68	2.364±0.033	0.216±0.002
S10	61.32	-29.16	10.68	52.86	0.448±0.017	0.358±0.003

表八、市售赤芍之外觀與 Paeonol 及 paeoniflorin 之含量

赤芍 編號	外觀				主成份含量	
	dE	dL	da	db	Paeoniflorin(mg/g)	Paeonol(mg/g)
N1	24.82	-12.10	2.54	21.54	22.002±0.258	0.978±0.020
N2	47.98	-30.34	10.34	35.68	19.003±0.064	1.472±0.019
N3	33.82	-24.74	4.14	22.64	16.102±0.301	1.030±0.007
N4	33.34	-20.42	4.26	26.00	19.686±0.304	1.224±0.003
N5	31.62	-18.88	3.26	25.12	9.181±0.065	1.570±0.003
N6	31.18	-21.50	3.56	22.30	21.824±0.229	0.880±0.004
N7	31.64	-17.66	5.20	25.72	16.553±0.051	2.123±0.008
N8	31.24	-15.40	5.20	26.66	22.943±0.438	1.536±0.010
N9	31.80	-18.77	4.29	25.16	19.758±0.106	1.139±0.016
N10	39.02	-24.84	6.70	29.32	16.337±0.110	1.775±0.023
N11	34.94	-19.88	4.40	28.38	23.200±0.519	1.869±0.027
N12	36.90	-20.50	6.22	29.92	22.139±0.364	3.504±0.010
N13	26.06	-8.82	2.90	24.38	21.951±0.353	1.673±0.008
N14	38.26	-22.90	9.20	29.20	23.287±0.151	1.247±0.002
N15	43.76	-34.44	20.60	26.00	18.855±0.493	0.983±0.006
N16	28.70	-17.66	3.42	22.42	9.464±0.091	1.097±0.010
N17						
N18	31.54	-17.26	3.28	26.20	14.845±0.226	1.499±0.022
N19	21.68	-9.02	1.92	19.62	7.706±0.173	1.147±0.021
M1	28.10	-9.80	4.00	22.76	4.603±0.086	2.437±0.040
M2	27.18	-10.54	3.06	24.82	14.613±0.339	3.007±0.025
M3	46.16	-29.78	9.16	34.06	23.098±0.303	1.936±0.011
S1	37.24	-22.88	4.58	29.04	4.189±0.056	1.821±0.024
S2	27.96	-9.12	2.60	26.28	3.261±0.023	0.850±0.005
S3	34.52	-21.08	5.00	26.84	17.354±0.152	0.629±0.003
S4	28.88	-18.38	2.68	22.12	21.599±0.173	0.671±0.002
S5	40.66	-26.74	7.62	29.66	15.784±0.020	1.039±0.009
S6						
S7	26.96	-14.12	2.62	22.82	20.505±0.278	0.768±0.005
S8	28.40	-15.44	4.36	23.48	18.583±0.115	0.863±0.015
S9	35.34	-22.32	5.84	26.74	20.931±0.192	1.450±0.001
S10						



表九、市售牡丹皮之外觀與 Paeonol 及 paeoniflorin 之含量

牡丹皮 編號	外觀				主成份含量	
	dE	dL	da	db	Paeoniflorin(mg/g)	Paeonol(mg/g)
N1	27.38	-19.66	3.00	18.80	1.539±0.071	17.917±0.174
N2	39.00	-33.26	4.20	19.92	3.359±0.024	19.246±0.188
N3	38.58	-27.66	6.60	26.04	5.634±0.027	15.984±0.140
N4	24.76	-15.54	3.84	18.62	0.317±0.002	15.500±0.164
N5	40.04	-31.38	5.74	24.16	4.094±0.063	17.982±0.495
N6	41.98	-33.90	6.36	23.90	6.242±0.027	12.547±0.157
N7	38.46	-31.64	5.06	21.26	1.161±0.007	19.184±0.079
N8	41.88	-36.08	6.10	20.34	5.036±0.030	19.854±0.159
N9	26.16	-21.86	2.98	14.34	1.270±0.019	18.919±0.245
N10	41.80	-32.24	7.96	25.38	1.537±0.047	17.544±0.288
N11	44.36	-36.68	6.58	24.10	1.098±0.027	13.942±0.136
N12	43.70	-37.66	5.60	21.44	2.091±0.020	15.759±0.165
N13	32.40	-21.14	5.40	23.90	4.435±0.019	16.885±0.344
N14	41.98	-37.06	4.56	19.26	4.541±0.146	21.686±0.088
N15	55.48	-51.34	7.18	19.78	5.874±0.078	20.321±0.050
N16	46.54	-41.68	7.50	19.08	3.900±0.031	12.265±0.100
N17	47.42	-41.94	5.72	21.30	2.232±0.020	9.807±0.015
N18	38.60	-33.08	4.54	19.46	0.723±0.013	8.823±0.024
N19	21.48	-12.54	2.34	17.30	2.807±0.026	10.791±0.050
M1	38.84	-32.08	4.98	21.30	4.682±0.047	14.119±0.025
M2	48.88	-43.82	5.72	20.92	3.924±0.086	17.069±0.133
M3	43.90	-38.18	4.82	21.18	0.851±0.015	8.846±0.021
S1	42.66	-35.00	7.64	23.26	0.097±0.001	9.709±0.150
S2	42.68	-35.00	7.60	23.18	2.975±0.067	15.180±0.156
S3	36.90	-24.72	5.72	26.80	1.631±0.028	17.380±0.124
S4	35.08	-25.42	6.34	23.30	4.228±0.014	12.946±0.045
S5	38.00	-26.96	8.38	25.40	5.014±0.064	10.594±0.063
S6	44.04	-37.58	4.24	22.54	5.069±0.141	16.621±0.189
S7	36.84	-30.52	3.20	20.36	2.858±0.014	13.578±0.296
S8	50.06	-41.62	9.40	26.16	4.440±0.011	18.298±0.432
S9	42.46	-35.88	6.02	21.86	1.426±0.022	9.925±0.087
S10	37.07	-25.72	8.22	25.36	1.836±0.036	8.129±0.079

