

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 化學科

第三名

030214

知否？「茶」應是綠肥紅瘦 — 探討不同環境  
條件下三種脂肪酶之活性

學校名稱：高雄市立五福國民中學

作者：  國二 黃宇卉  國三 洪訢慈  國一 洪訢宸	指導老師：  何姿穎  陳宗慶
---	-----------------------------

關鍵詞：脂肪酶、減脂、分解作用

# 摘要

本研究欲找出可抑制脂肪酶活性之因子，故從 110 年 10 月展開實驗，將胰脂肪酶、小麥脂肪酶、念珠菌脂肪酶置入不同市售瓶裝茶、一系列咖啡因濃度環境中，以探討市售瓶裝茶、咖啡因及兒茶素對三種不同酶活性之影響。另外將胰脂肪酶置入以不同沖泡手法之綠茶溶液中，操作變因分別有不同沖泡溫度、茶葉浸泡時間、冷藏保存的時間，用以探討胰脂肪酶於不同環境中之活性大小。研究結果顯示，對於胰脂肪酶，兒茶素跟咖啡因均會抑制其活性，其中以咖啡因影響較為顯著。手沖綠茶之沖泡溫度及時間都會影響其活性，關鍵在於茶液中兒茶素含量；對於小麥脂肪酶，咖啡因可以抑制其活性；對於念珠菌脂肪酶，市售瓶裝茶可以抑制其活性，但並無法歸因於咖啡因及兒茶素。

## 壹、前言

現代人飲食高油高糖，其中攝入油脂經脂肪酶分解成脂肪酸後被人體於小腸處吸收，以致於過度攝食就會導致肥胖，進而導致三高等一系列的疾病。基於前述，我們思索如果可以藉由抑制脂肪酶的活性以降低油脂分解量，就可以減少脂肪酸被人體吸收，進而達到減重的效果。

根據生活經驗，日常不時在電視上可看到喝茶減重的廣告，另外不管是在大賣場或是便利超市的產品架上，各式各樣琳琅滿目的瓶裝茶飲佔據一大部分的儲位，引發我們的好奇，是不是茶裡面有什麼成分（如兒茶素、咖啡因）能夠抑制脂肪酶的活性？是不是所有的茶都有相同的效果？

透過市售瓶裝茶的廣告及包裝上，都會看到廠商標榜通過健康食品相關認證，我們查閱了衛福部健康食品資料庫的相關檢測報告，該類報告中提及檢測茶是否可以抑制脂肪酶的方法為餵食小白鼠高脂飼料及茶品作為實驗組，餵食高脂飼料及蒸餾水作為對照組，觀察該檢測茶是否可延緩由高脂飼料誘導引起的脂肪肝，作以判斷是否可獲「降低血脂」之健康食品認證。然而我們無法從上述的方法，了解茶類是直接作用在脂肪酶上，或是促進腸胃蠕動或是增加飽足感以縮短食物在消化道內時間所達到的減脂效果，因此我們想設計實驗探討茶類直接作用於脂肪酶的效果，且避免對生物體本身直接傷害。

由文獻知道脂肪酶與人體消化作用有關，因此先從胃藥著手找實驗素材。根據文獻（Medpartner, 2018），市面上胃藥功能可分四大類，分別是中和胃酸、抑制胃酸分泌、保護胃部粘膜及幫助消化，其中消化類的藥物一般含有消化酵素，可幫助消化，增進消化速度，常見的成分有蛋白酶（proteases）、脂肪酶（lipase）、澱粉酶（amylase）。本實驗選用

「胃藥」優妙化每顆膠囊內含有 280 毫克的胰脂肪酶，主要用於移植胰臟病患幫助消化脂質。

為了探討除人體脂肪酶外其他生物來源之脂肪酶的分解效用，於第二階段實驗，我們又增加了植物及微生物脂肪酶的相關實驗。植物中含有較多脂肪酶的是油料作物的種子，種子發芽時，脂肪酶會發揮作用催化分解油脂類物質生成醣類，提供種子發芽所需的養分，因此我們選用小麥脂肪酶（Wheat Germ lipase）作為研究植物脂肪酶之代表。而微生物脂肪酶之相關研究，我們則是使用念珠菌脂肪酶（*Candida Rugosa lipase*），該菌種是一種時常寄生在人體皮膚、口腔、消化道、陰道等部位的酵母菌，其可以分泌脂肪酶來幫助吸收外部營養。

由相關文獻，我們發現不同的脂肪酶在性質及用途上有很大差異，促使我們想要探究不同環境條件對不同脂肪酶的影響，因此有了以下的研究目的：

- 一、 探討不同市售瓶裝茶對三種脂肪酶活性之影響
- 二、 探討不同濃度咖啡因對三種脂肪酶活性之影響
- 三、 探討兒茶素對三種脂肪酶活性之影響
- 四、 探討不同沖泡方式茶溶液對胰脂肪酶活性之影響

## 貳、研究設備及器材

本研究所使用之實驗器材與藥品，如下表：

耗材與儀器			藥品及藥劑名稱
濾紙	離心管架	pH meter 510	鹽酸（1M）
刮勺	微量滴管	水浴槽 Water bath 810	氫氧化鉀
量筒	研鉢和杵	分光光度計 PRO-7990	三酸甘油酯
漏斗	攪拌子	電子溫度計 UL-IL01	乙醇（95%）
滴管	綠茶茶葉	電子天平 JM-203V	乙醚
玻棒	玻璃瓶（含蓋）	加熱攪拌器 Thermo IARV-SP88857100、MH-1 SK-10541	蒸餾水
試管刷	100mL 離心瓶		優妙化（膠囊）
洗滌瓶	市售瓶裝茶	5、50、500 mL 燒杯	小麥脂肪酶（粉末）
錐形瓶	本生燈	15 mL、50 mL 離心管	念珠菌脂肪酶（粉末）
拭鏡紙	比色管	振盪器 Vortex-Genie 2	咖啡因（粉末）

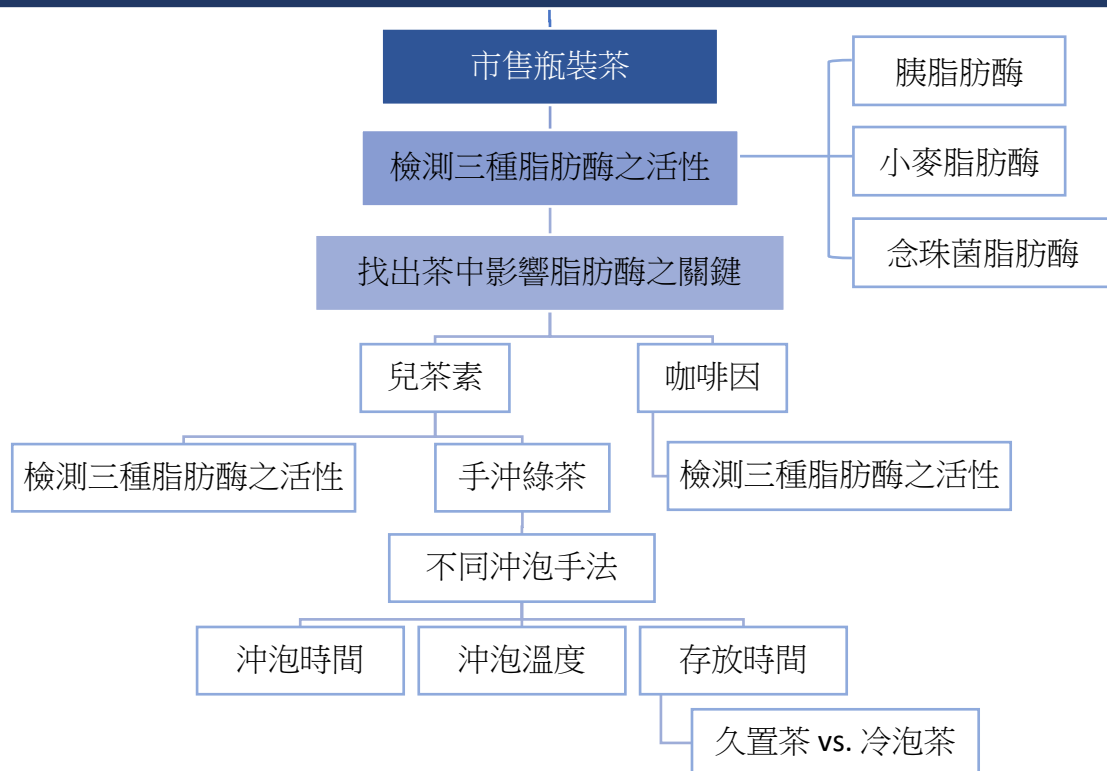


圖一、各項實驗器材照片

### 參、研究過程與方法

#### 一、研究過程架構圖

## 探討不同環境條件下三種脂肪酶之活性



## 二、 估計三酸甘油酯分解量

根據理化課本理論，一個三酸甘油酯分子會分解產生三個脂肪酸分子及一個甘油分子，其中脂肪酸為弱酸，因此本研究採用強鹼-弱酸滴定法，利用 0.1 M 氫氧化鉀滴定脂肪酸，促使其解離，另因茶液具有顏色，會影響酸鹼指示劑判定滴定終點，故改搭配 pH 計作為達當量點之依據。

## 三、 三酸甘油酯分解量計算

本實驗選用的三酸甘油酯屬棕櫚油（palm oil），我們將 0.5 g 三酸甘油酯完全分解為脂肪酸後，使用氫氧化鉀滴定，計算出產生的總  $H^+$  mole。藉由 Roland Barret (2018) 由棕櫚油的皂化價估計其分子量，進而推得分解一分子三酸甘油酯可產生之 32.2 個  $H^+$ ，供後續實驗回推三酸甘油酯分解量。

## 四、 配置脂肪酶水溶液

### (一) 胰脂肪酶

1. 將優妙化藥丸從膠囊中倒出並磨碎。
2. 加入 280 mL 蒸餾水溶解藥粉，並使用振盪器搖晃均勻後，用濾紙過濾以去除藥丸殘渣。
3. 待抽取前再次使用振盪器搖晃均勻後，用微量滴管分裝至離心管中。

### (二) 小麥脂肪酶

1. 將粉狀脂肪酶以 1 毫克加 1.0 mL 蒸餾水的比例混合，並使用振盪器搖晃均勻。
2. 待抽取前再次使用振盪器搖晃均勻後，用微量滴管分裝至離心管中。

### (三) 念珠菌脂肪酶

1. 將粉狀脂肪酶以 1 毫克加 1.0 mL 蒸餾水的比例混合，並使用振盪器搖晃均勻。
2. 待抽取前再次使用振盪器搖晃均勻後，用微量滴管分裝至離心管中。

## 五、 滴定曲線

### (一) 準備反應終止劑（乙醚乙醇）

1. 取 5 mL 乙醚加入 500 mL 乙醇中
2. 將乙醚乙醇搖晃均勻

### (二) 三酸甘油酯分解反應

1. 在 15 mL 離心管中加入 0.5 mL 三酸甘油酯及 2.5 mL 蒸餾水。
2. 將脂肪酶水溶液 1.0 mL 加入上述離心管中並使用振盪器搖晃 1 秒後，放入恆溫 37 °C 之水浴槽內（模擬人體體溫），計時 60 分鐘，期間每隔 30 分鐘使用振盪器將離心管搖晃 1 秒。
3. 待反應時間到，再將 1.0 mL 乙醚乙醇加入離心管，並使用振盪器搖晃均勻，以確保乙醚乙醇可終止脂肪酶進行分解反應。
4. 為易於滴定操作，稍微靜置離心管一段時間（約五分鐘），待液體分層後，將上清液（尚未分解的三酸甘油酯）抽出。
5. 將樣本倒入 5 mL 燒杯後，置入攪拌子。
6. 使用 0.1 M 氫氧化鉀滴入樣本，以每 0.05 mL 為 1 單位滴定，過程中輔以攪拌器攪拌，並記錄每滴氫氧化鉀滴入後的 pH 值。

## 六、 檢測市售瓶裝茶對不同來源脂肪酶活性之影響

本研究共檢測十種市售瓶裝茶，挑選原則首要為食藥署資料庫有報告資料者，其次為與前者同廠牌且有不同發酵程度茶種之市售瓶裝茶。實驗步驟如下述：

- (一) 在 15 mL 離心管中，加入 0.5 mL 三酸甘油酯及 2.5 mL 市售瓶裝茶，每種茶各 6 重複加 1 組空白組。
- (二) 將脂肪酶水溶液 1.0 mL 加入上述離心管中並使用振盪器搖晃 1 秒後，放入恆溫 37 °C 之水浴槽內（模擬人體體溫），計時 60 分鐘，期間每隔 30 分鐘使用振盪器將離心管搖晃 1 秒。
- (三) 待反應時間到，再將 1.0 mL 乙醚乙醇加入離心管，並使用振盪器搖晃均勻，以確保乙醚乙醇可終止脂肪酶進行分解反應。
- (四) 為易於滴定操作，稍微靜置離心管一段時間（約五分鐘），待液體分層後，將上清液（尚未分解的三酸甘油酯）抽出。
- (五) 將樣本倒入 5 mL 燒杯後，置入攪拌子。
- (六) 使用 0.1 M 氫氧化鉀滴入樣本，以每 0.05 mL 為 1 單位滴定，過程中輔以攪拌器攪拌，直至 pH 值超過當量點時即停止滴定，並將 0.1 M 氫氧化鉀體積換算三酸甘油酯之分解量。

## 七、 咖啡因含量對脂肪酶活性之影響

- (一) 量秤咖啡因配置一系列不同濃度咖啡因水溶液，依不同比例調製成濃度 10、20、

30、40、50 mg/100 mL 之水溶液。

- (二) 在 15 mL 離心管中加入 0.5 mL 三酸甘油酯及 2.5 mL 不同濃度咖啡因水溶液，每種濃度各 6 重複加 1 組空白組。
- (三) 將脂肪酶水溶液 1.0 mL 加入上述離心管中並使用振盪器搖晃 1 秒後，放入恆溫 37 °C 之水浴槽內（模擬人體體溫），計時 60 分鐘，期間每隔 30 分鐘使用振盪器將離心管搖晃 1 秒。
- (四) 待反應時間到，再將 1.0 mL 乙醚乙醇加入離心管，並使用振盪器搖晃均勻，以確保乙醚乙醇可終止脂肪酶進行分解反應。
- (五) 為易於滴定操作，稍微靜置離心管一段時間（約五分鐘），待液體分層後，將上清液（尚未分解的三酸甘油酯）抽出。
- (六) 將樣本倒入 5 mL 燒杯後，置入攪拌子。
- (七) 使用 0.1 M 氫氧化鉀滴入樣本，以每 0.05 mL 為 1 單位滴定，過程中輔以攪拌器攪拌，直至 pH 值超過當量點時即停止滴定，並將 0.1 M 氫氧化鉀體積換算三酸甘油酯之分解量。

#### 八、 檢測不同沖泡方式茶溶液對胰脂肪酶活性之影響

##### （一） 沖泡出一系列不同沖泡方式茶溶液

1. 用不同沖泡溫度製成之熱泡茶
  - (1) 分別將 1g 綠茶茶葉加入 75、80、85、90、95°C 熱蒸餾水 75 mL 中。
  - (2) 計時 7 分鐘後使用金屬篩網過濾茶葉，留下茶液待檢測用。
2. 用不同沖泡時間製成之熱泡茶
  - (1) 將 1 g 綠茶茶葉加入 95 °C 熱蒸餾水 75 mL 中
  - (2) 重複上述步驟三次，分別佐以不同沖泡時間（3、5、7、9 分鐘）浸泡後，使用金屬篩網過濾茶葉，留下茶溶液待檢測用。
3. 用不同沖泡時間製成之冷泡茶
  - (1) 將 1 g 綠茶茶葉和常溫蒸餾水 75 mL 加入玻璃瓶中，並關上蓋子。
  - (2) 重複上述步驟二次，分別放入冰箱計時 4、8、12 小時。
  - (3) 計時結束後，將玻璃瓶從冰箱中取出，使用金屬篩網過濾茶葉，留下茶溶液待檢測用。
4. 不同放置時間下之久置茶
  - (1) 將 1 g 綠茶茶葉分別加入 75、85、95 °C 熱蒸餾水 75 mL 中。
  - (2) 計時 5 分鐘後使用金屬篩網過濾茶葉，將茶溶液加入玻璃瓶中並關上蓋

子。

(3) 重複上述步驟二次，分別放入冰箱計時 4、8、12 小時。

(4) 計時結束後將玻璃瓶從冰箱中取出。

(二) 取上述之一系列不同沖泡方式茶溶液 2.5 mL、三酸甘油酯 0.5 mL，分別加入至 15 mL 離心管中（每組十重複，共 100 管）。

(三) 將胰脂肪酶水溶液 1.0 mL 加入上述離心管中並使用振盪器搖晃 1 秒後，放入恆溫 37 °C 之水浴槽內（模擬人體體溫），計時 60 分鐘，期間每隔 30 分鐘使用振盪器將離心管搖晃 1 秒。

(四) 待反應時間到，再將 1.0 mL 乙醚乙醇加入離心管，並使用振盪器搖晃均勻，以確保乙醚乙醇可終止脂肪酶進行分解反應。

(五) 為易於滴定操作，稍微靜置離心管一段時間（約五分鐘），待液體分層後，將上清液（尚未分解的三酸甘油酯）抽出。

(六) 將樣本倒入 5 mL 燒杯後，置入攪拌子。

(七) 使用 0.1 M 氫氧化鉀滴入樣本，以每 0.05 mL 為 1 單位滴定，過程中輔以攪拌器攪拌，直至 pH 值超過當量點時即停止滴定，並將 0.1 M 氫氧化鉀體積換算三酸甘油酯之分解量。



圖二、水浴槽內實驗操作示意圖

## 九、 檢測兒茶素含量對脂肪酶活性的影響

因兒茶素為茶液中佔比最大之主成份，為了解其對脂肪酶活性之影響，故針對其含量與三酸甘油酯分解量進行相關性分析。然而，食品藥物管理署建檔檢驗報告資料庫能取得市售瓶裝茶品資料有限，及廠商可能於食品包裝標示不明確，本實驗需自行量測兒茶素，在實驗之初曾考量液態層析儀進行檢測，但考量儀器及化學藥劑之成本，分析操作之難易，最後採取分光光度計法。由於兒茶素是複合物，各項試藥級藥品極其昂貴，本實驗藉由文獻回顧取



得吸光值及換算兒茶素含量之公式 (Jaradat, 2016)，再搭配比對食藥署資料庫加以驗證。

(一) 檢測分光光度計法換算兒茶素含量之可行性

使用分光光度計測量在波長 500 nm 下，測量食品藥物管理署建檔檢驗報告資料庫中標示有兒茶素含量的 6 種市售瓶裝茶之吸光度。

(二) 換算公式：兒茶素濃度(%) =  $\frac{(\text{吸光度})_{500\text{ nm}} - 0.0003}{0.9554}$

(三) 將所估算出兒茶素濃度與食品藥物管理署檢驗報告中所提及之兒茶素含量進行比對是否具代表性。

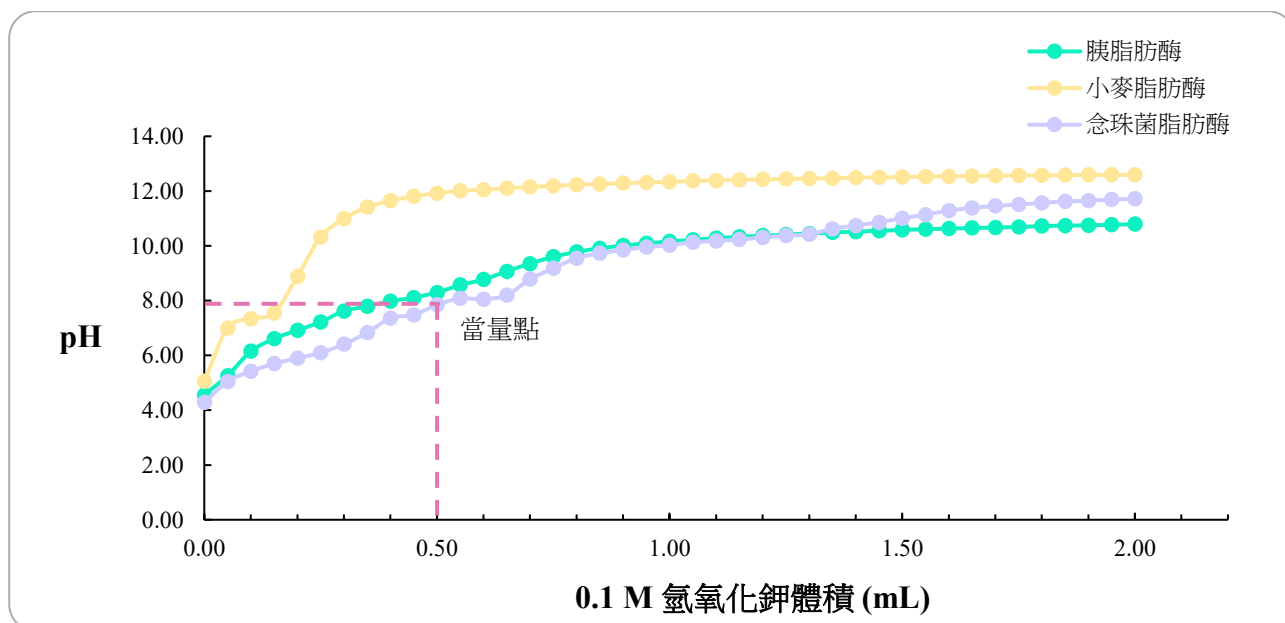
(四) 經驗證公式換算之可行性後，使用分光光度計測量在波長 500 nm 下，測量上述實驗中使用到的十種市售瓶裝茶、自製手沖綠茶之吸光度，並根據上述轉換公式推測出茶溶液之兒茶素含量。

(五) 根據兒茶素含量和上述實驗結果之三酸甘油酯分解量推測出兒茶素含量對脂肪酶活性的影響。

## 肆、研究結果

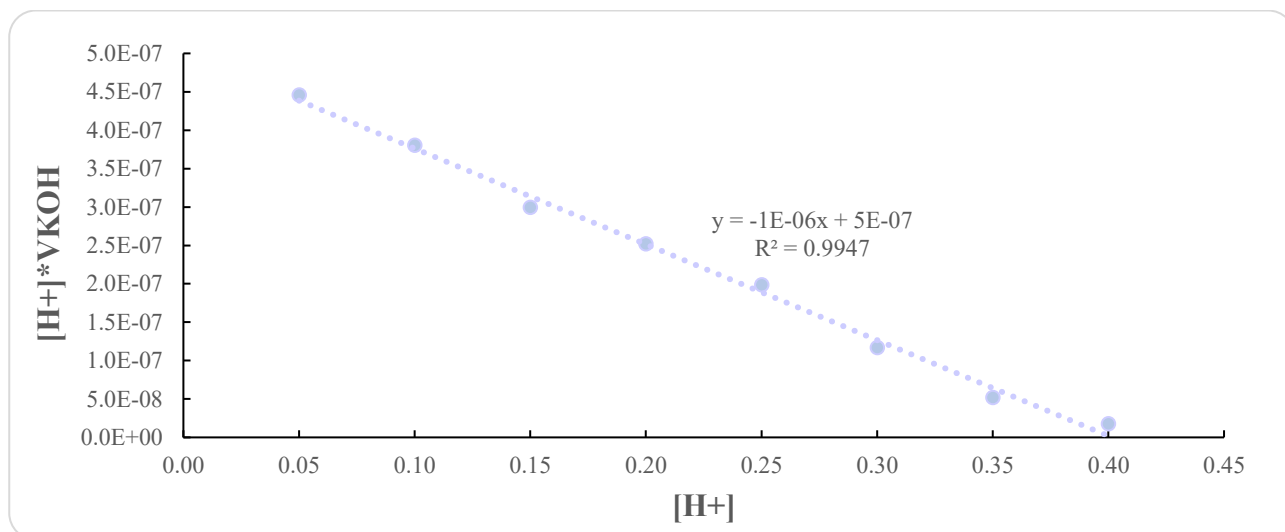
### 一、脂肪酶分解三酸甘油酯之滴定曲線

為找出滴定脂肪酸之 pH 值當量點，我們在反應樣本中滴入 0.1 M 氫氧化鉀後，記錄下 pH 值，繪製出反應一小時之滴定曲線，並計算出脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數，結果如圖三~四及表一。



圖三、反應一小時之滴定曲線

由上述滴定曲線推導出  $V_{\text{KOH}} \times [\text{H}^+] = -10^{-6} [\text{H}^+] + 5 \times 10^{-7}$ ，經計算可得當量點約為 7.85（如圖四）。



圖四、氫離子濃度與滴定氫氧化鉀之乘積與氫離子濃度之關係圖

表一、三種脂肪酶反應一小時之三酸甘油酯分解量

脂肪酶	脂肪酶分解三酸甘油酯 (μmole)
胰脂肪酶	1.58
小麥脂肪酶	0.47
念珠菌脂肪酶	1.65

☆ 小結：

- (一) 由圖三可轉作圖四，經計算氫氧化鉀滴定脂肪酶分解產生之脂肪酸的當量點約位在 pH 7.85，後續實驗皆使用 pH 7.85 作為滴定終點的判定標準。
- (二) 由表一中可以看出，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數最高，其次是胰脂肪酶，最後是小麥脂肪酶，推測在 37°C 時，念珠菌脂肪酶的活性是三者中最佳，小麥脂肪酶的活性是三者中最差。

## 二、不同市售瓶裝茶對脂肪酶活性之影響

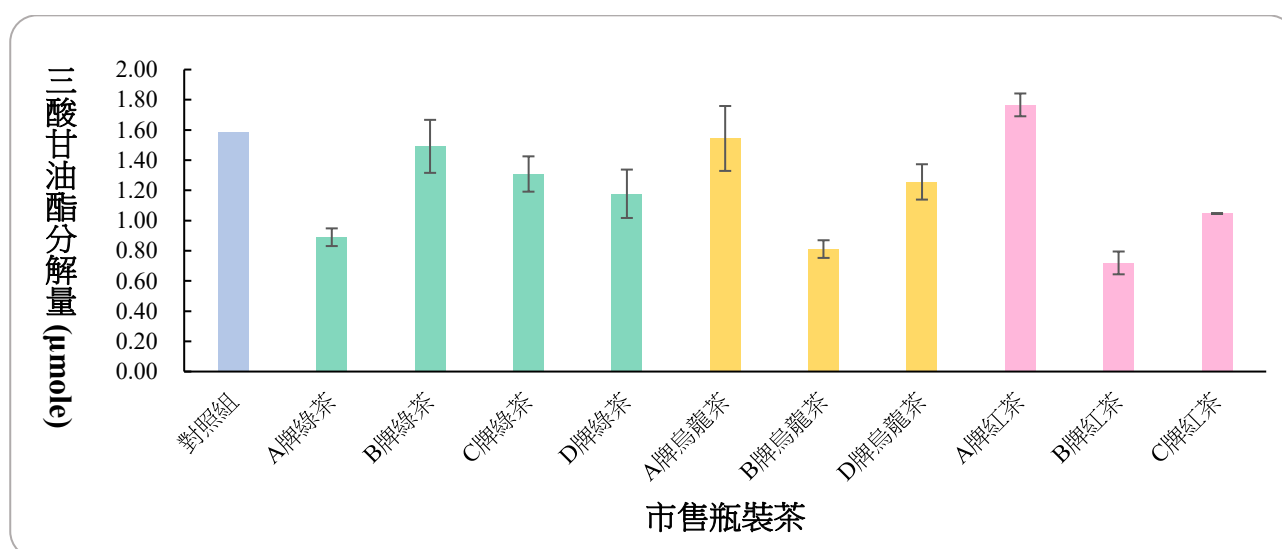
為了解不同市售瓶裝茶對三種脂肪酶活性的影響，我們選擇了十種市售瓶裝茶，測量出三種脂肪酶在不同市售瓶裝茶內分解三酸甘油酯的莫耳數，結果如表二。

表二、三種脂肪酶於不同市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量

市售瓶裝茶	平均三酸甘油酯分解量 ( $\mu$ mole)		
	胰脂肪酶	小麥脂肪酶	念珠菌脂肪酶
A 牌綠茶	0.80 $\pm$ 0.06	0.12 $\pm$ 0.00	2.24 $\pm$ 0.14
B 牌綠茶	1.49 $\pm$ 0.18	0.12 $\pm$ 0.00	1.18 $\pm$ 0.00
C 牌綠茶	1.31 $\pm$ 0.12	0.00 $\pm$ 0.00	1.34 $\pm$ 0.24
D 牌綠茶	1.18 $\pm$ 0.16	0.12 $\pm$ 0.00	1.39 $\pm$ 0.34
A 牌烏龍茶	1.54 $\pm$ 0.21	0.01 $\pm$ 0.00	0.97 $\pm$ 0.13
B 牌烏龍茶	0.81 $\pm$ 0.06	0.00 $\pm$ 0.00	0.94 $\pm$ 0.14
D 牌烏龍茶	1.26 $\pm$ 0.12	0.12 $\pm$ 0.00	0.94 $\pm$ 0.29
A 牌紅茶	1.77 $\pm$ 0.08	0.12 $\pm$ 0.00	1.06 $\pm$ 0.19
B 牌紅茶	0.72 $\pm$ 0.83	0.00 $\pm$ 0.00	1.13 $\pm$ 0.20
C 牌紅茶	1.05 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	1.04 $\pm$ 0.24

### (一) 胰脂肪酶

為了解不同市售瓶裝茶對胰脂肪酶活性的影響，將表二胰脂肪酶部分統計繪製於圖五。



圖五、胰脂肪酶於市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量

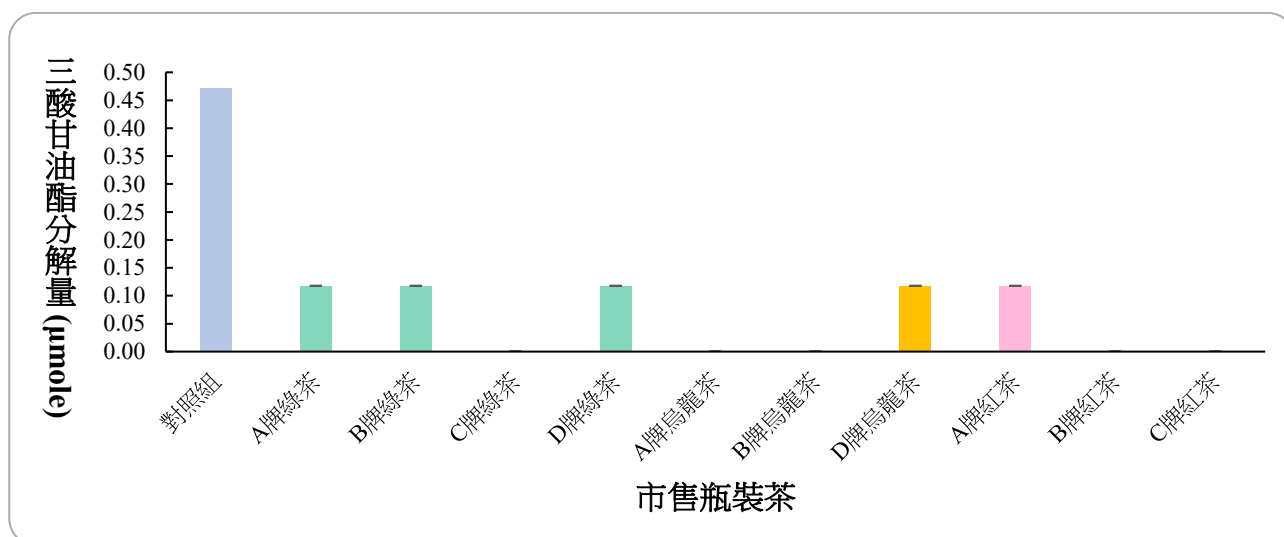
☆ 小結：

- 綠茶部分：在 A 牌綠茶中，胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著比其他綠茶品牌低 ( $p < 0.01$ )，且另三種茶中胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數與對照組並無顯著差異，推測本研究所測之市售瓶裝茶中，僅 A 牌綠茶成分抑制胰脂肪酶活性。

2. 烏龍茶部分：在 B 牌烏龍茶中，胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數明顯比其他烏龍茶品牌低 ( $p<0.01$ )，推測 B 牌烏龍茶成分抑制胰脂肪酶活性的效果較佳。
3. 紅茶部分：在 B 牌紅茶中，胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數明顯比其他紅茶品牌低 ( $p<0.01$ )，推測 B 牌紅茶成分抑制胰脂肪酶活性的效果較佳。
4. 在十種市售瓶裝茶中，除了 B、C 牌綠茶、A 牌烏龍茶、A 牌紅茶以外，胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數都顯著低於對照組 ( $p<0.01$ )，推測大部分的市售瓶裝茶有抑制胰脂肪酶活性的效果。

## (二) 小麥脂肪酶

為了解不同市售瓶裝茶對小麥脂肪酶活性的影響，將表二小麥脂肪酶部分統計繪製於圖六。



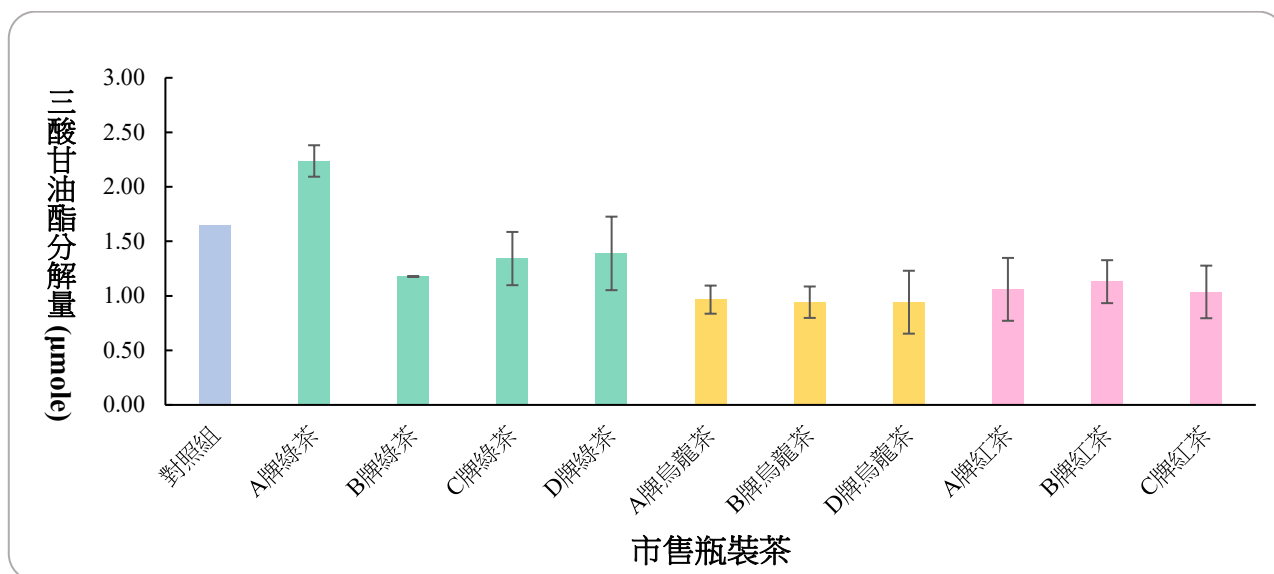
圖六、小麥脂肪酶於市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量

### ☆ 小結：

1. 綠茶部分：在 C 牌綠茶中，小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數明顯比其他綠茶品牌低 ( $p<0.01$ )，推測 C 牌綠茶成分抑制小麥脂肪酶活性的效果較佳。
2. 烏龍茶部分：在 D 牌烏龍茶中，小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數明顯比其他烏龍茶品牌高 ( $p<0.01$ )，推測 D 牌烏龍茶成分抑制小麥脂肪酶活性的效果最差。
3. 紅茶部分：在 A 牌紅茶中，小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數明顯比其他紅茶品牌高 ( $p<0.01$ )，推測 A 牌紅茶成分抑制小麥脂肪酶活性的效果最差。
4. 在十種市售瓶裝茶中，小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數都較對照組低，推測大部分的市售瓶裝茶有抑制小麥脂肪酶活性的效果。

### (三) 念珠菌脂肪酶

為了解不同市售瓶裝茶對念珠菌脂肪酶活性的影響，將表二念珠菌脂肪酶部分統計繪製於圖七。



圖七、念珠菌脂肪酶於市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量

☆ 小結：

1. 綠茶部分：在 B 牌綠茶中，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著低於對照組，推測 B 牌綠茶有抑制念珠菌脂肪酶活性的效果。
2. 烏龍茶部分：在 A、B 及 D 牌烏龍茶中，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數並無顯著差異，但三者均顯著低對照組 ( $p < 0.01$ )，推測三種品牌烏龍茶均有抑制念珠菌脂肪酶活性的效果。
3. 紅茶部分：在 A、B 及 C 牌紅茶中，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數並無顯著差異，但三者均顯著低對照組 ( $p < 0.01$ )，推測三種品牌紅茶均有抑制念珠菌脂肪酶活性的效果。
4. 在十種市售瓶裝茶中，除了 A 牌綠茶，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數都顯著低於對照組 ( $p < 0.01$ )，推測大部分的市售瓶裝茶有抑制念珠菌脂肪酶活性的效果。

### 三、咖啡因對脂肪酶活性的影響

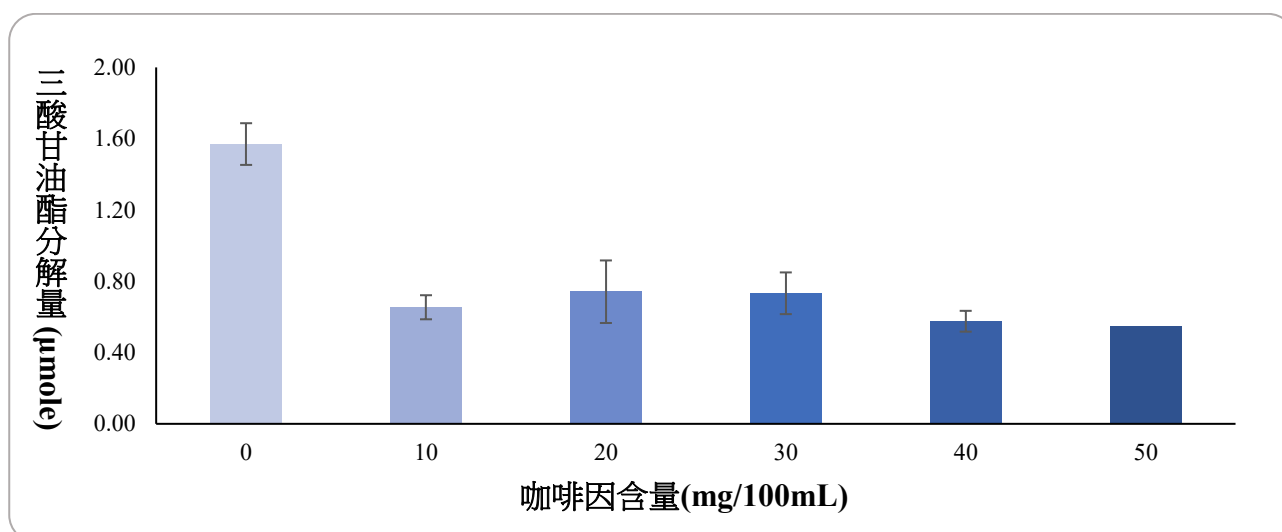
為了解咖啡因對三種脂肪酶活性的影響，我們製作了不同咖啡因濃度的環境，測量不同濃度咖啡因水溶液內三種脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數，結果如表三。

表三、三種脂肪酶於不同濃度咖啡因水溶液內之三酸甘油酯分解量

咖啡因濃度 (mg/100 mL)	平均三酸甘油酯分解量 ( $\mu$ mole)		
	胰脂肪酶	小麥脂肪酶	念珠菌脂肪酶
10	0.98 $\pm$ 0.08	0.14 $\pm$ 0.02	1.37 $\pm$ 0.08
20	0.74 $\pm$ 0.07	0.08 $\pm$ 0.01	1.44 $\pm$ 0.15
30	0.81 $\pm$ 0.21	0.12 $\pm$ 0.03	1.47 $\pm$ 0.21
40	0.58 $\pm$ 0.12	0.07 $\pm$ 0.03	1.54 $\pm$ 0.11
50	0.55 $\pm$ 0.06	0.06 $\pm$ 0.01	1.57 $\pm$ 0.16

### (一) 胰脂肪酶

為了解咖啡因對胰脂肪酶活性的影響，將表三胰脂肪酶部分統計繪製於圖八。



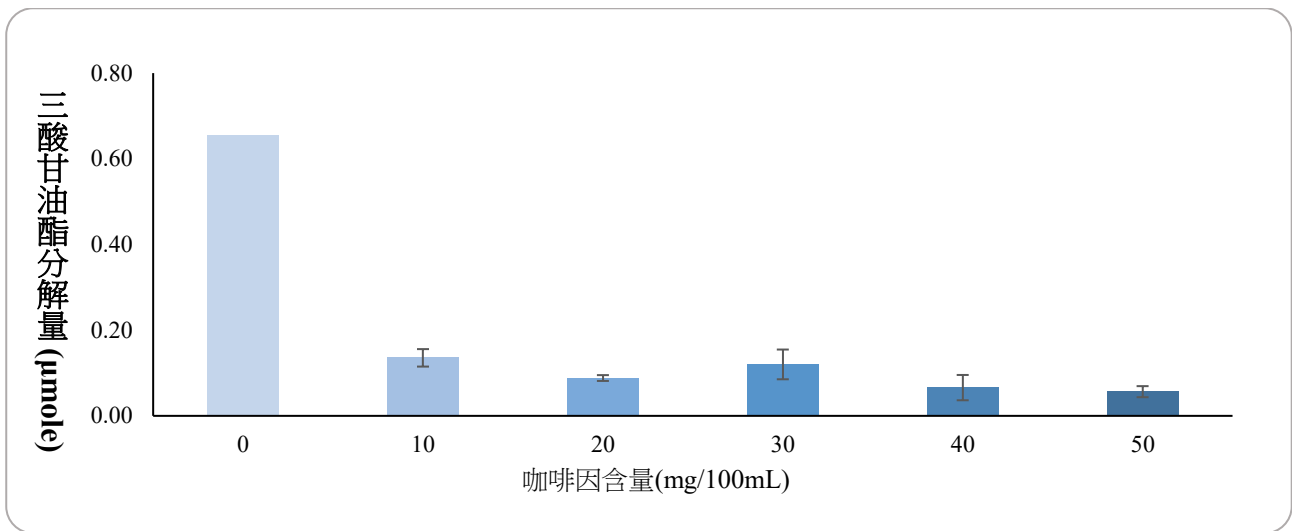
圖八、胰脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

☆ 小結：

1. 由圖八中可以看出，在不含咖啡因的環境中，胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著高於含有咖啡因的環境 ( $p < 0.01$ )，推測咖啡因有抑制胰脂肪酶活性的效果。
2. 由圖八中可以看出，在含有不同濃度咖啡因的環境中，胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數差異不大，推測咖啡因的濃度不會影響抑制胰脂肪酶活性的效果。

### (二) 小麥脂肪酶

為了解咖啡因對小麥脂肪酶活性的影響，將表三小麥脂肪酶部分統計繪製於圖九。



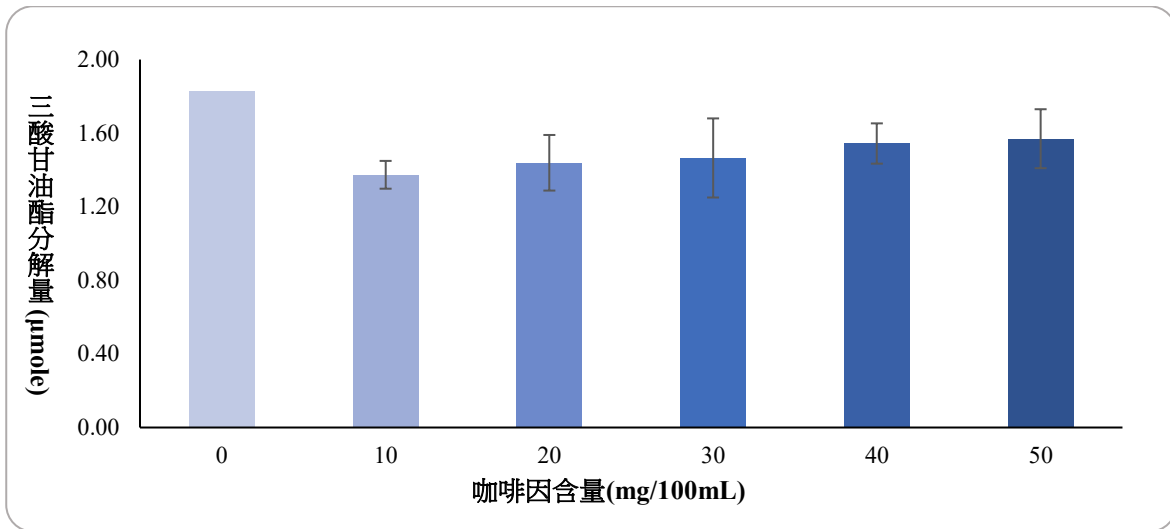
圖九、小麥脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

☆ 小結：

1. 由圖九中可以看出，在不含咖啡因濃度的環境中，小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著高於含有咖啡因的環境 ( $p < 0.01$ )，推測咖啡因有抑制小麥脂肪酶活性的效果。
2. 由圖九中可以看出，對比咖啡因濃度 10 mg/100 mL 及 20 mg/100 mL 的結果，前者中的小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著高於後者。
3. 由圖九中可以看出，咖啡因濃度高於 20 mg/100 mL 的環境中，小麥脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數無顯著差異，推測小麥脂肪酶在咖啡因濃度超過 20 mg/100 mL 後，小麥脂肪酶活性的大致固定。

### (三) 念珠菌脂肪酶

為了解咖啡因對念珠菌脂肪酶活性的影響，將表三念珠菌脂肪酶部分統計繪製於圖十。



圖十、念珠菌脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

☆ 小結：

1. 由圖十中可以看出，在不含咖啡因的環境中，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著高於含有咖啡因的環境 ( $p < 0.01$ )，推測咖啡因有抑制念珠菌脂肪酶活性的效果。
2. 由圖十中可以看出，在含有不同濃度咖啡因的環境中，念珠菌脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數差異不大，推測咖啡因的濃度不會影響抑制脂肪酶活性的效果。

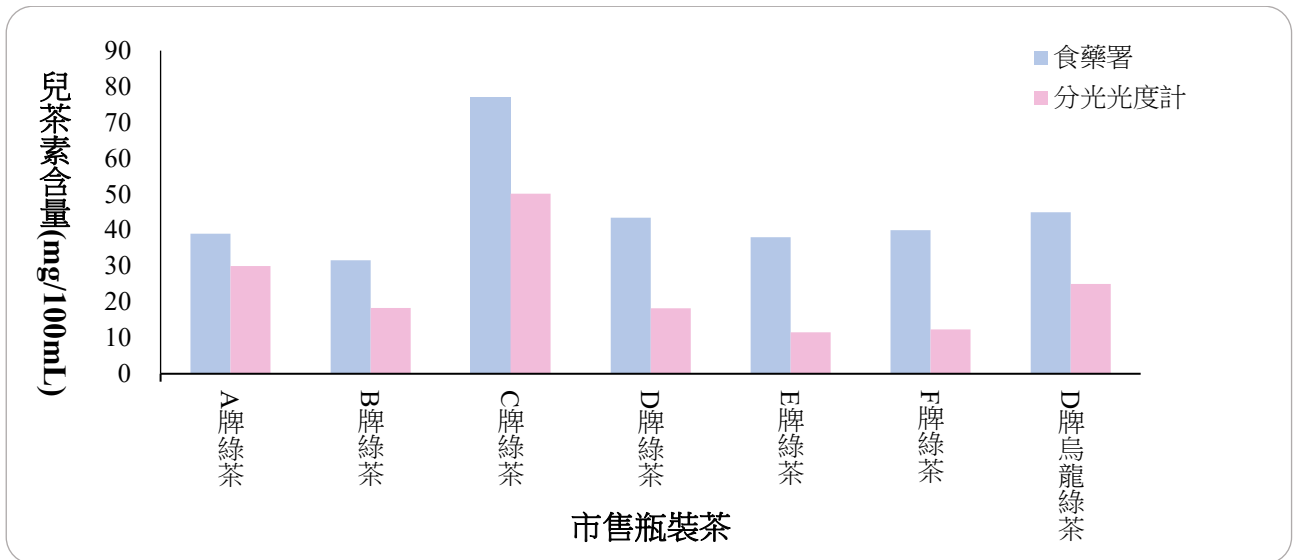
#### 四、兒茶素對脂肪酶的抑制效果

根據前述實驗三結果，咖啡因的含量對念珠菌脂肪酶活性雖有影響，但抑制效果不如另兩種酶，然而實驗二結果顯示大多市售瓶裝茶對抑制念珠菌脂肪酶活性亦不比另兩種酶差，故我們假設茶中仍有其他抑制脂肪酶活性之成分，我們懷疑是於茶溶液中佔比最多的兒茶素，因而設計相關的實驗。

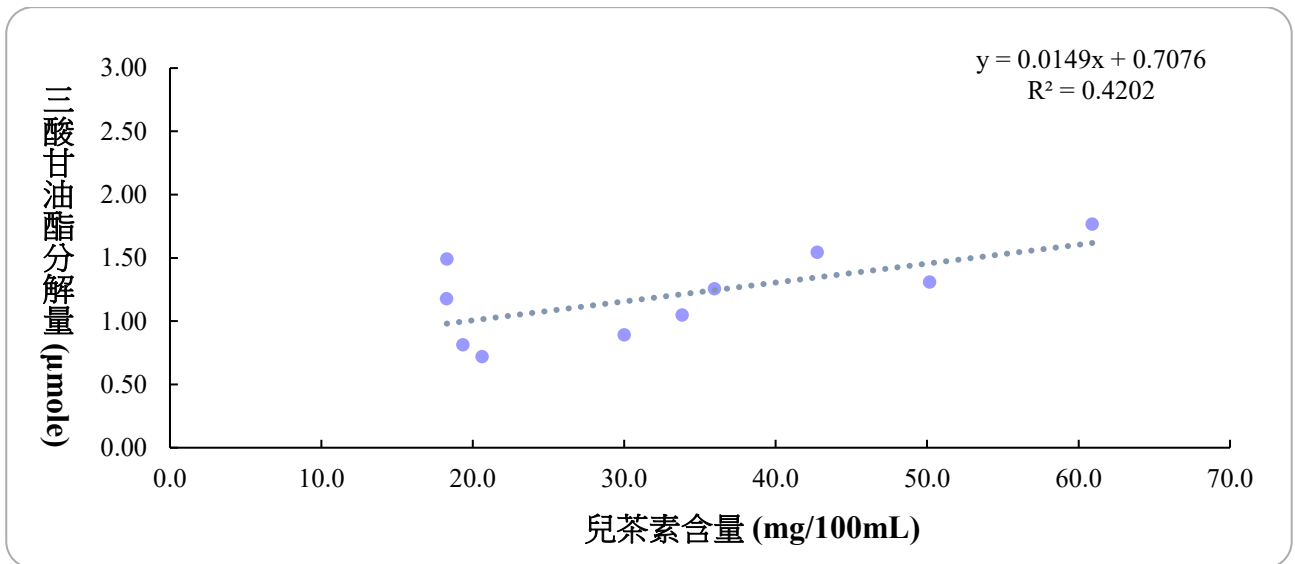
由衛生福利部審核通過之健康食品資料庫，可以知道七種市售瓶裝茶的兒茶素含量，我們也藉由分光光度計測得的吸光值，計算出市售瓶裝茶中的兒茶素含量，將兩者互相比對後（圖十一），可以看出具有相同的趨勢，證實使用分光光度計法用於比較兒茶素含量的多寡具有可行性。

為了瞭解兒茶素的含量對脂肪酶活性的影響，我們分別分析了三種不同酶在不同市售瓶裝茶中的三酸甘油酯分解量，並與兒茶素含量進行相關性分析，結果如圖十二～圖十四。

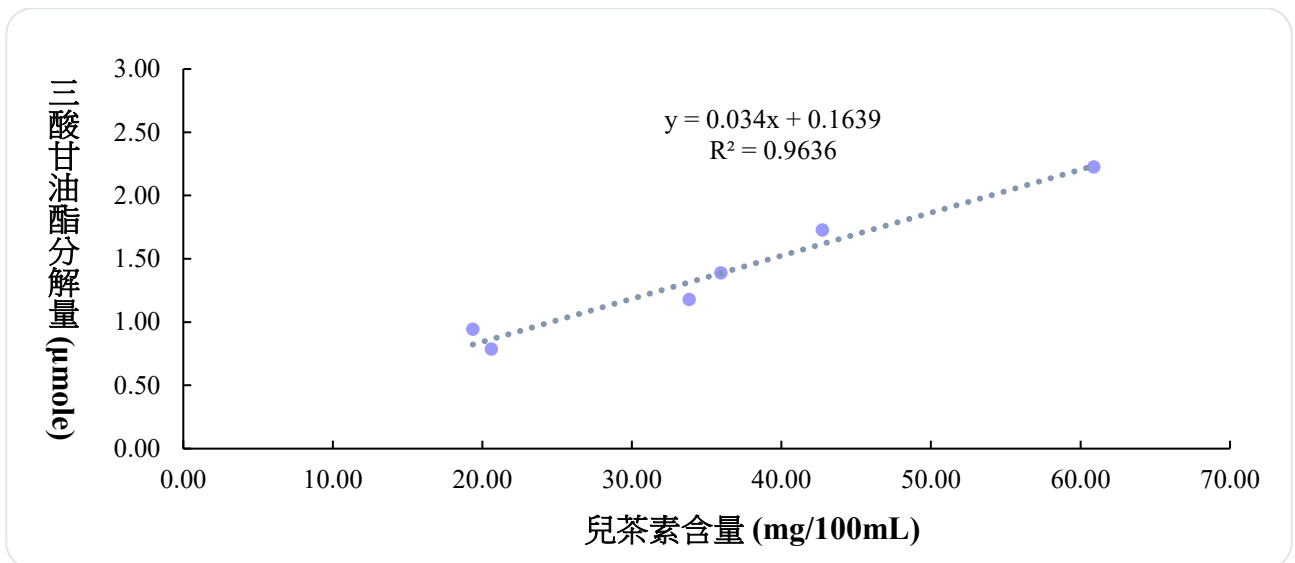




圖十一、食藥署標示及自行測量之兒茶素含量比較



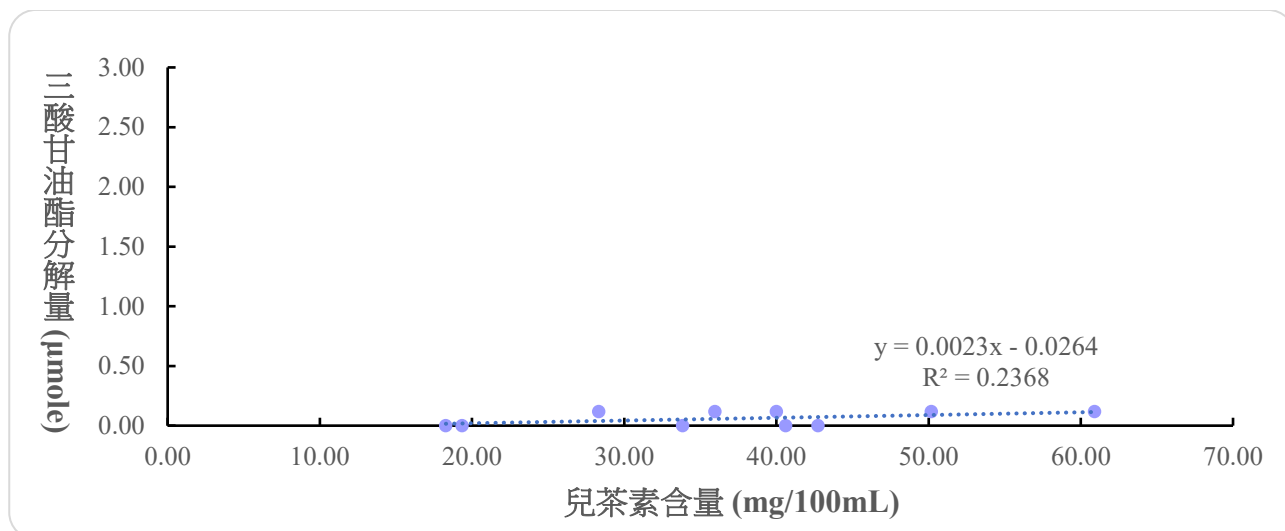
圖十二、市售瓶裝茶中兒茶素含量和胰脂肪酶三酸甘油酯分解量之相關性分析



圖十三、烏龍茶及紅茶中兒茶素含量和胰脂肪酶三酸甘油酯分解量之相關性分析

☆ 小結：

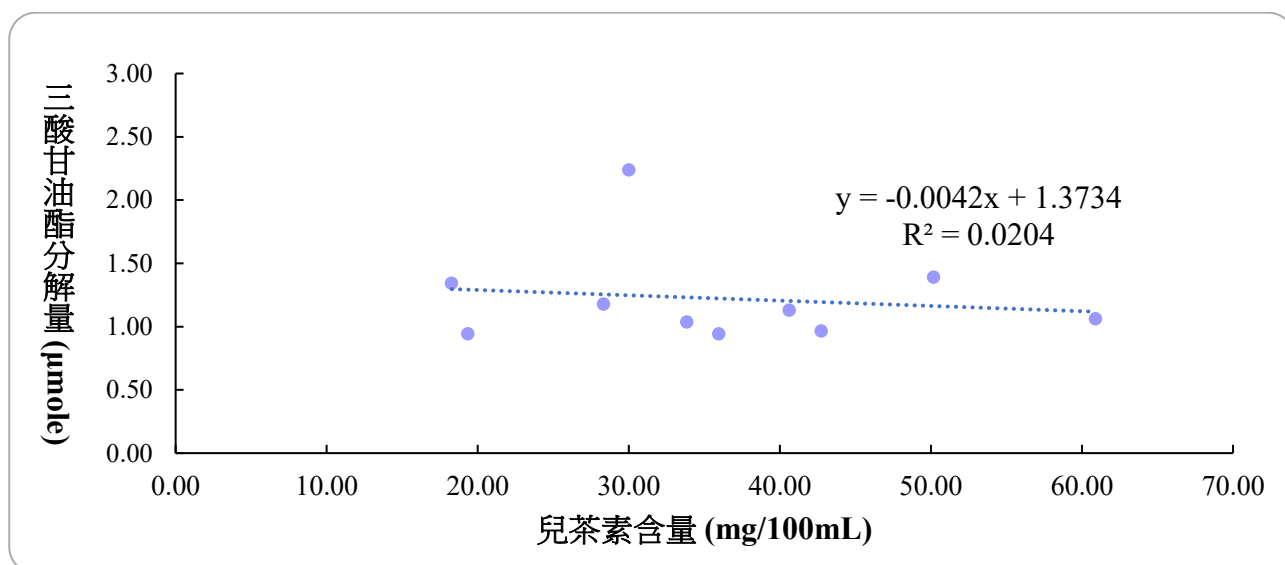
1. 由圖十二中可以看出，市售瓶裝茶中兒茶素含量和胰脂肪酶之三酸甘油酯分解量沒有顯著關聯，相關性係數僅為 0.42。
2. 由圖十三中可以看出，烏龍茶及紅茶中兒茶素含量和胰脂肪酶之三酸甘油酯分解量呈現正相關，相關性係數為 0.96，推測兒茶素對胰脂肪酶活性有影響。



圖十四、市售瓶裝茶中兒茶素含量和**小麥脂肪酶**三酸甘油酯分解量之相關性分析

☆ 小結：

由圖十四中可以看出，市售瓶裝茶中的兒茶素含量和小麥脂肪酶的三酸甘油酯分解量沒有顯著關聯，推測兒茶素對小麥脂肪酶活性沒有影響。



圖十五、市售瓶裝茶中兒茶素含量和**念珠菌脂肪酶**三酸甘油酯分解量之相關性分析

☆ 小結：

由圖十五中可以看出，市售瓶裝茶中的兒茶素含量和念珠菌脂肪酶的三酸甘油酯分

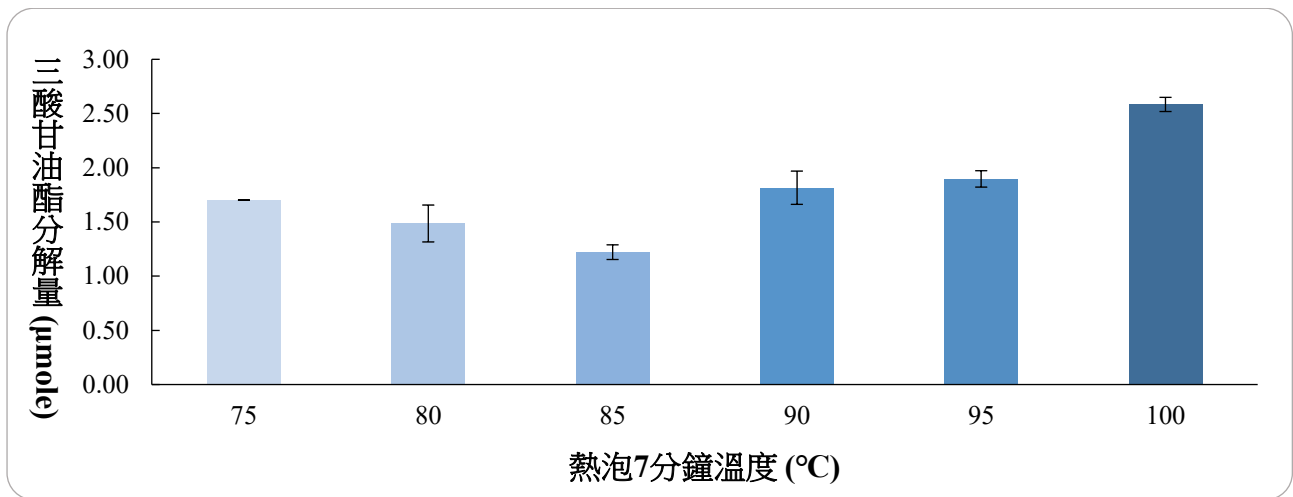
解量沒有明顯關聯，推測兒茶素對念珠菌脂肪酶活性沒有影響。

### 五、不同沖泡方式茶溶液對胰脂肪酶活性之影響

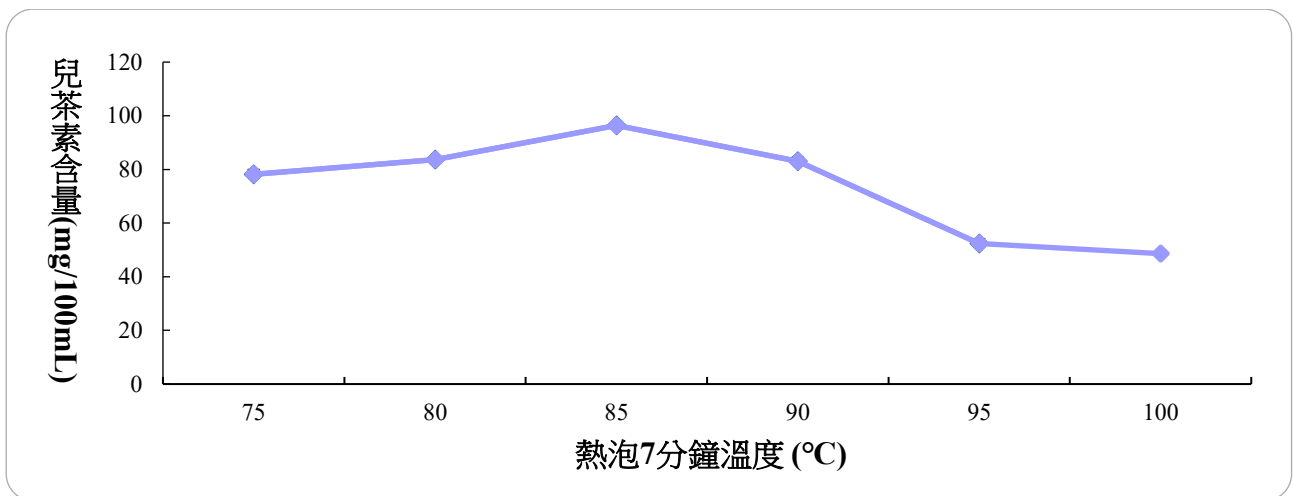
為了解不同沖泡方式之茶溶液及其兒茶素含量對胰脂肪酶活性的影響，我們用不同方式沖泡出一系列茶溶液，測量不同沖泡方式茶溶液內胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數，結果如表四及圖十五~圖十九。

表四、不同沖泡方式茶溶液之三酸甘油酯分解量

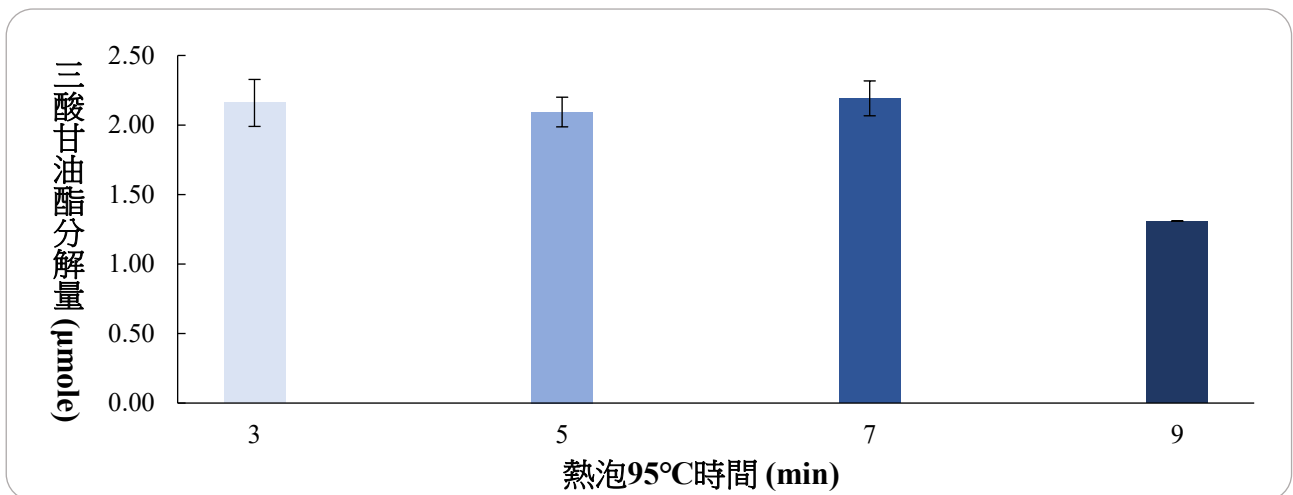
沖泡方式				胰脂肪酶分解三酸甘油酯 ( $\mu\text{mole}$ )	兒茶素含量 ( $\text{mg}/100\text{mL}$ )
種類	沖泡溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	沖泡時間 (分鐘)	冷藏時間 (小時)		
熱泡茶	95	9	0	$1.37 \pm 0.08$	$86 \pm 1.14$
		7		$2.19 \pm 0.13$	$52 \pm 1.82$
		5		$2.09 \pm 0.11$	$58 \pm 1.59$
		3		$2.16 \pm 0.17$	$53 \pm 0.89$
	100	7		$2.58 \pm 0.07$	$49 \pm 0.89$
	95			$2.19 \pm 0.13$	$52 \pm 1.82$
	90			$1.82 \pm 0.15$	$83 \pm 1.58$
	85			$1.22 \pm 0.07$	$96 \pm 0.55$
	80			$1.49 \pm 0.17$	$84 \pm 0.89$
	75			$1.70 \pm 0.00$	$78 \pm 1.79$
久置茶	95	5	4	$2.03 \pm 0.13$	$55 \pm 0.88$
	85			$1.81 \pm 0.10$	$68 \pm 2.59$
	75			$2.35 \pm 0.11$	$54 \pm 1.48$
	95		8	$2.25 \pm 0.14$	$25 \pm 0.89$
	85			$1.41 \pm 0.07$	$87 \pm 1.41$
	75			$2.62 \pm 0.11$	$42 \pm 2.74$
	95		12	$1.83 \pm 0.11$	$73 \pm 1.14$
	85			$2.05 \pm 0.07$	$66 \pm 1.95$
	75			$2.59 \pm 0.10$	$30 \pm 1.52$
冷泡茶	常溫 ( $25^{\circ}\text{C}$ )		4	$1.05 \pm 0.00$	$120 \pm 3.13$
			8	$1.14 \pm 0.07$	$89 \pm 1.10$
			12	$1.77 \pm 0.08$	$69 \pm 1.30$



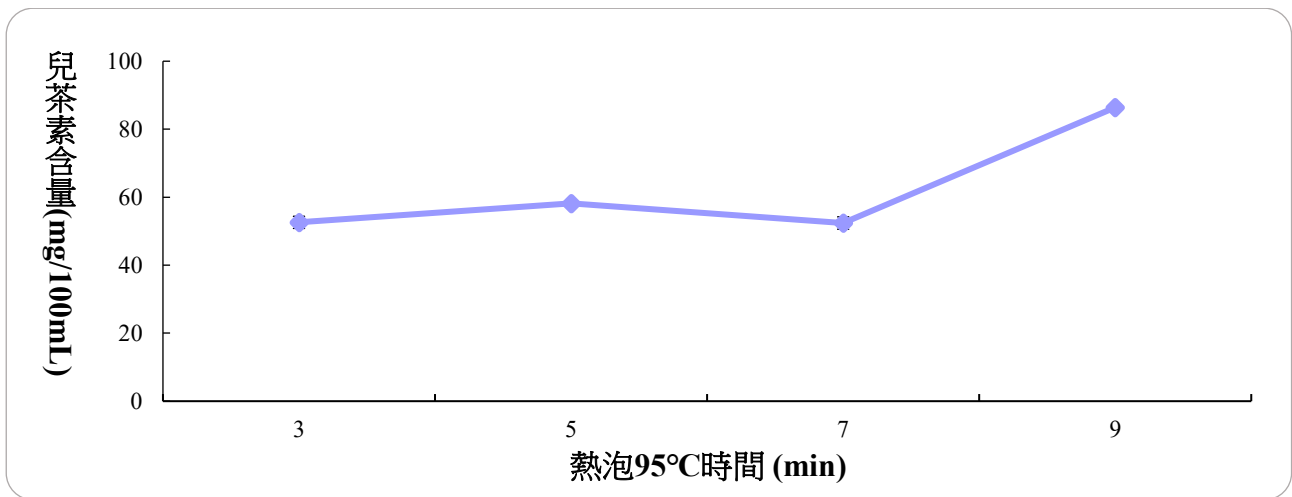
圖十六、胰脂肪酶於不同沖泡溫度熱泡茶內之三酸甘油酯分解量



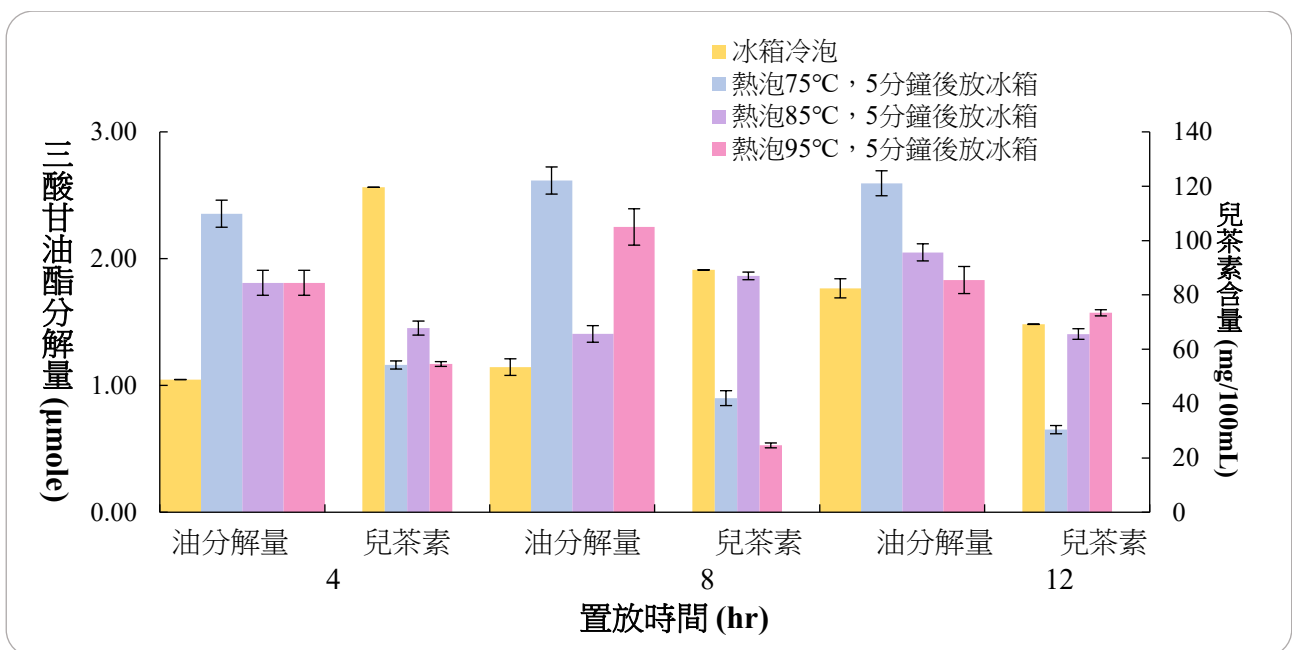
圖十七、不同沖泡溫度熱泡茶內之兒茶素含量



圖十八、胰脂肪酶於不同沖泡時間熱泡茶內之三酸甘油酯分解量



圖十九、不同沖泡時間熱泡茶內之兒茶素含量



圖二十、胰脂肪酶於冷泡茶及久置茶內之三酸甘油酯分解量

☆ 小結：

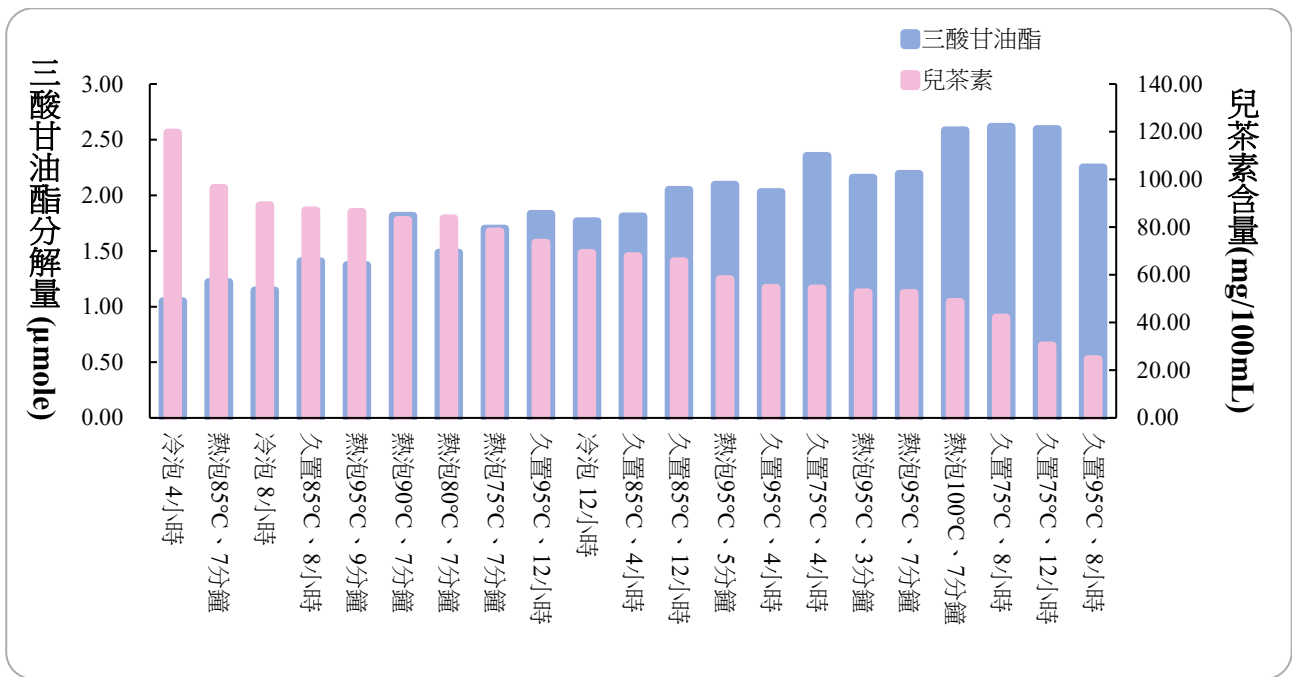
1. 由圖十六結果顯示，胰脂肪酶在六種沖泡溫度中，沖泡溫度為 85°C時三酸甘油酯分解量顯著低於其他五種沖泡溫度 ( $p < 0.01$ )，且由圖十七顯示沖泡溫度在 85°C時，兒茶素含量顯著高其他五種沖泡溫度，推測以 85°C沖泡綠茶可釋放較多兒茶素且其有抑制動物性脂肪酶活性的效果。
2. 由圖十八結果顯示，胰脂肪酶在 95 °C沖泡時間 9 分鐘時三酸甘油酯分解量顯著低於另外其他三種沖泡時間 ( $p < 0.01$ )，且由圖十九顯示沖泡時間在 9 分鐘時，兒茶素含量顯著高其三種沖泡時間，推測綠茶沖泡 9 分鐘可釋放較多兒茶素，且其有抑制胰脂肪酶活性的效果。
3. 由圖二十結果顯示，在經冰箱 4 小時冷藏過之冷泡茶中，胰脂肪酶分解三酸甘油酯

的莫耳數顯著低於經冰箱 8、12 小時冷藏之冷泡茶 ( $p<0.01$ )，且在兒茶素結果呈現相反之趨勢，推測隨著冷藏時間越長，會使兒茶素降解，進而導致抑制胰脂肪酶活性的效果變差。

4. 由圖十七及二十結果顯示，使用沖泡溫度為 85 °C 綠茶之兒茶素含量顯著高於其他溫度 ( $p<0.01$ )，且胰脂肪酶在此環境中活性較低，推測 85 °C 很適合用來沖泡綠茶。
5. 由圖二十結果顯示，沖泡溫度為 75 °C 綠茶在經冰箱 4 小時冷藏過之久置茶，其胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著低於經冰箱 8、12 小時冷藏之久置茶 ( $p<0.01$ )。且在沖泡溫度為 95 °C 綠茶中，經冰箱 8 小時冷藏過之久置茶，其胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數顯著低於經冰箱 4、12 小時冷藏之久置茶 ( $p<0.01$ )，推測綠茶不適合在冰箱存放 12 小時以上。
6. 綜述，手沖綠茶沖泡溫度及時間會直接影響茶溶液內胰脂肪酶之活性及兒茶素含量，且兒茶素有抑制胰脂肪酶活性的效果。

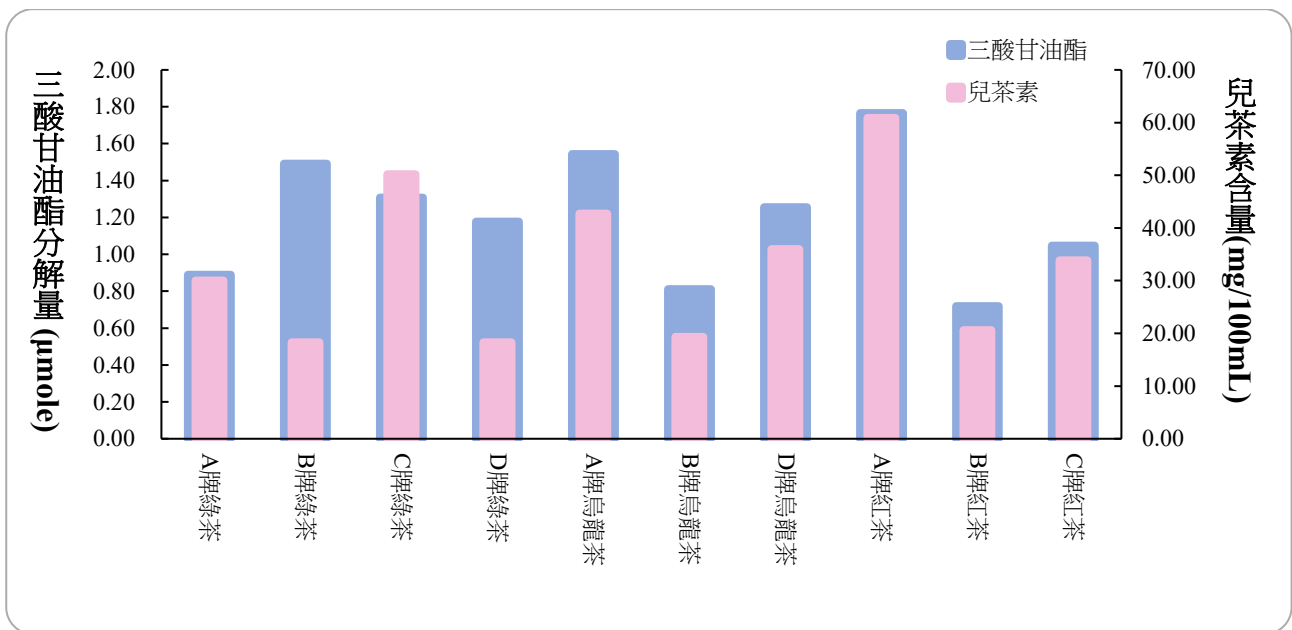
## 伍、討論

由實驗四結果，我們發現在手沖茶部分中兒茶素似乎有抑制胰脂肪酶活性之作用，然在市售瓶裝茶部分之結果兒茶素含量與胰脂肪酶活性無顯著相關。但再進一步分析卻發現在市售瓶裝烏龍茶及紅茶中，卻呈現與手沖茶部分結果相反之趨勢，即兒茶素似乎會促進胰脂肪酶活性。查詢相關文獻發現茶葉會隨發酵程度的增加，總兒茶素的含量會降低，兒茶素會轉換成其他衍生物如茶胺酸、茶黃素及茶紅素（楊，2022；羅，2015）。我們找到有關兒茶素相關衍生物可以減脂的資料並不多，可能是因為如此一般較常看到網路及廣告都宣稱喝綠茶可減重，然而曾有臨床試驗提及茶黃素具有調節血脂、預防心血管疾病的功效，而且無副作用（Bingham, 1997）。關於兒茶素可抑制脂肪酶之活性相關文獻不少（羅，2022），我們進一步以手沖綠茶之兒茶素含量與胰脂肪酶三酸甘油酯分解量進行分析（圖二十一），可以看出隨著兒茶素含量變高，三酸甘油酯分解量有降低的趨勢（相關性係數-0.92），亦再次驗證了兒茶素有抑制胰脂肪酶活性的效果。因此我們推測由於在紅茶與烏龍茶中，多數兒茶素轉換為茶黃素，且茶黃素抑制胰脂肪酶活性的效果大於兒茶素，造成兒茶素含量看似減少，但胰脂肪酶活性也有被抑制，才會造成在手沖綠茶與市售烏龍茶及紅茶呈現看似乎矛盾之結果。



圖二十一、胰脂肪酶於冷泡茶及久置茶內之三酸甘油酯分解量與兒茶素含量分析圖

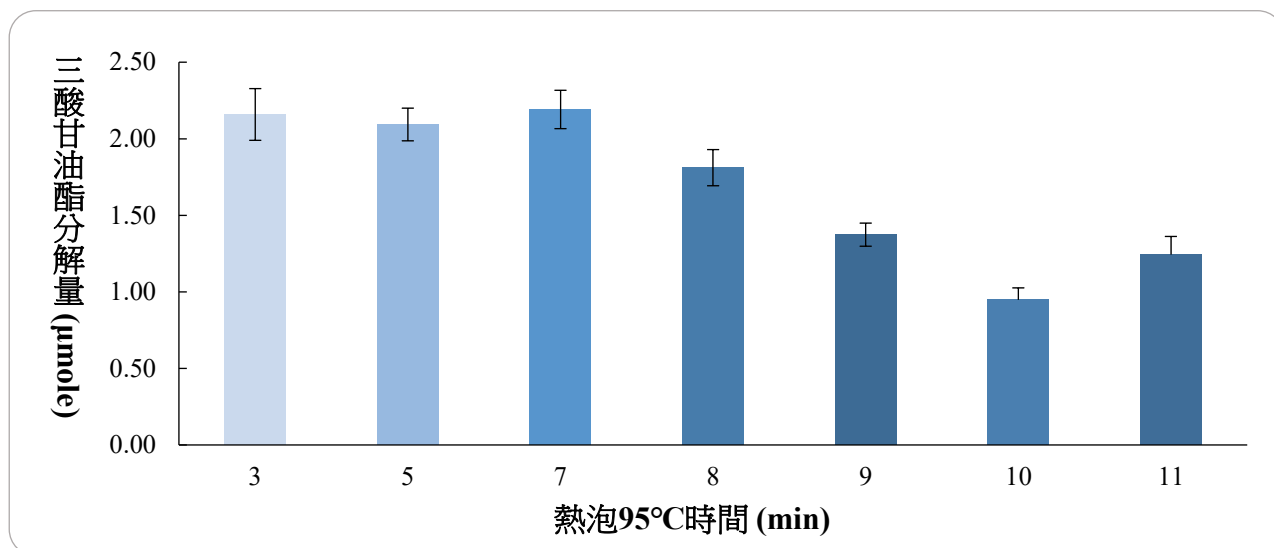
進一步分析市售綠茶中兒茶素含量與三酸甘油酯分解量之相關性係數僅 0.10（圖二十二），推測部分市售綠茶中可能有其他添加物，或許是為了讓飲用者緩解飯後之飽足感、促進消化，故添加其他物質促進脂肪酶活性。



圖二十二、胰脂肪酶於市售瓶裝茶之三酸甘油酯分解量與兒茶素含量分析圖

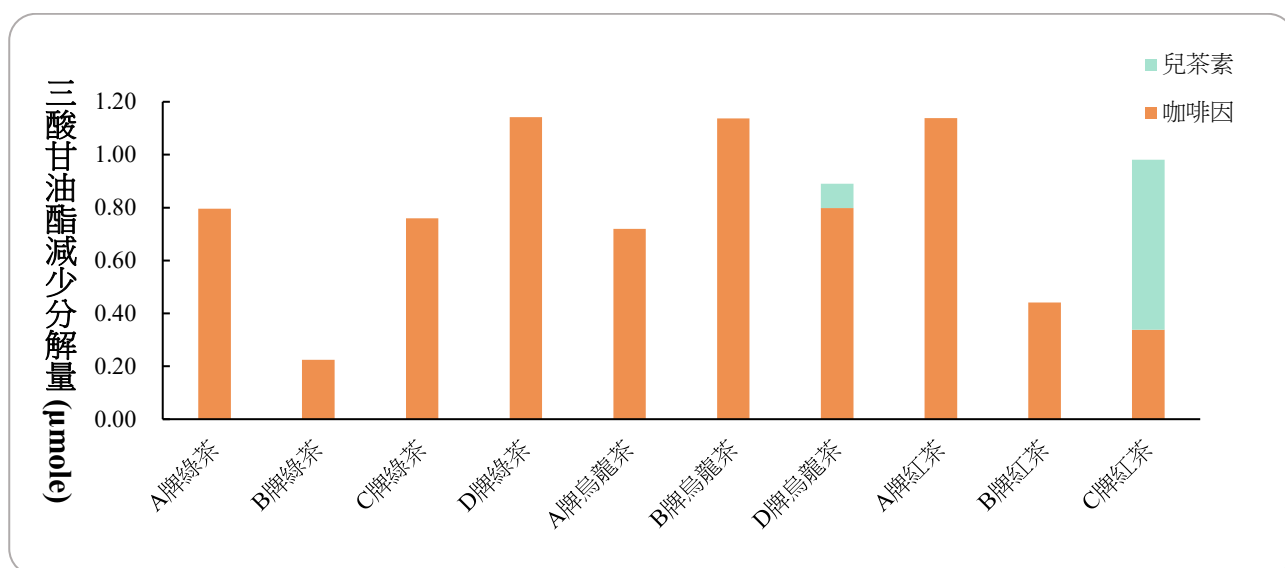
另外在實驗四手沖茶部分的結果，在原先的實驗設計裡，我們使用 95 °C 熱水沖泡四種不同時間，分別為 3、5、7、9 分鐘，結果顯示胰脂肪酶在 9 分鐘所沖泡之綠茶抑制效果最佳，因而我們又再追加實驗，檢測了沖泡時間為 10 跟 11 分鐘（圖二十三），結果顯示胰脂肪酶分解三酸甘油酯的莫耳數在 10 分鐘顯著低於 9 跟 11 分鐘，推測若使用 95 °C 熱水沖茶適

合使用 10 分鐘，可有較好之減脂效果，然可能口感會較為苦澀。



圖二十三、胰脂肪酶於不同沖泡時間熱泡茶內之三酸甘油酯分解量

由於衛生署訂定「含有咖啡因成分且有容器或包裝之飲料，應於個別產品外包裝標示咖啡因含量有關事項」，市售瓶裝茶包裝均標示咖啡因含量為「20mg/100mL 以下」。為了有助於我們釐清市售瓶裝茶中咖啡因與兒茶素分別抑制胰脂肪酶之效果，我們需要市售瓶裝茶樣本之咖啡因濃度，然相關資料於衛生署、食藥署等相關單位公布太少，故我們藉由文獻（王，2019）之作法，以稀釋十倍之市售瓶裝茶溶液，藉由公式： $\text{ppm} = 0.0456 (\text{吸光度 } 276\text{nm}) + 0.0028$ ，估算市售瓶裝茶中咖啡因對三酸甘油酯之分解量。我們將咖啡因與市售瓶裝茶之結果合併做進一步分析（圖二十四），可推測市售瓶裝茶對胰脂肪酶活性之抑制效果，多受咖啡因之影響，從網路搜尋結果來看，不少網路文章標榜飯後一杯黑咖啡有助於減肥，雖無實際科學證據，但依本研究之結果，似乎可得到論證。



圖二十四、胰脂肪酶於市售瓶裝茶內受兒茶素與咖啡因影響之三酸甘油酯分解量

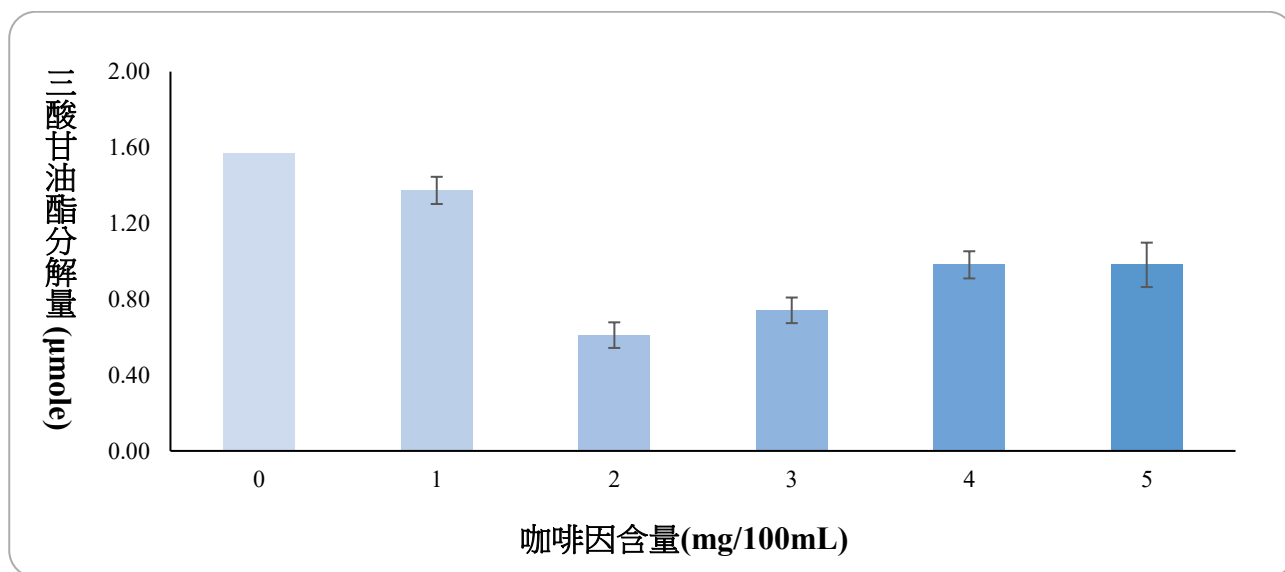


小麥脂肪酶在37°C時活性明顯比另外兩種酶低，且咖啡因有抑制其活性的效果。由於小麥脂肪酶的作用，主要有助於小麥種子分解脂肪以促進其發芽，因而我們推測將小麥種子與咖啡粉一起存放，有助於糧食保存。此外，市售瓶裝茶大多會抑制念珠菌脂肪酶的活性，但咖啡因及兒茶素對抑制念珠菌脂肪酶的活性均效果不佳，推測市售瓶裝茶中有其他的成分會抑制其活性。本研究所採用之念珠菌種是一種致病菌，在人體會好發在皮膚及口腔，因此我們推測病人可用茶溶液漱口或清洗患部，可能有助於縮短病程。

在沖泡綠茶中，以常溫水浸泡茶葉

後放進冰箱 4 小時之冷泡茶抑制胰脂肪酶的效果較久置茶佳，其次為 85 °C熱泡茶。故我們認為若訴求由飲茶可達到減重目的，若習慣飲用熱綠茶者，其沖泡條件可設定為溫度 85°C沖泡 7 分鐘；若習慣飲用冷飲者，其沖泡條件可設定為茶葉放入常溫水後置放冰箱 4 小時。

由實驗三結果，我們發現當咖啡因濃度高到一個程度，其對脂肪酶活性抑制效果不會再增加，因此我們藉由胰脂肪酶做進一步實驗分析，嘗試找到胰脂肪酶受抑制的關鍵咖啡因濃度，根據圖二十五結果顯示，胰脂肪酶在咖啡因含量 2 mg/100mL 的環境中活性最低。



圖二十五、胰脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

## 陸、結論

- 一、整體而言，市售瓶裝茶中紅茶對抑制胰脂肪酶活性的效果比綠茶及烏龍茶好，其中又以 B 品牌茶種對抑制胰脂肪酶活性較好。
- 二、各種市售瓶裝茶對抑制小麥脂肪酶活性的效果都極佳，且大多亦會抑制念珠菌脂肪酶。
- 三、咖啡因會抑制小麥脂肪酶及念珠菌脂肪酶的活性，但當咖啡因濃度超過 20 mg/100mL 時後，脂肪酶活性不再受濃度變化而變化。
- 四、咖啡因濃度 2 mg/100mL 時抑制胰脂肪酶活性的效果最佳
- 五、手沖綠茶沖泡溫度及時間會直接影響茶溶液內胰脂肪酶活性及兒茶素的釋放量。
- 六、兒茶素含量與胰脂肪酶活性呈負相關。

## 柒、參考文獻資料

- 王樂、賈宗平、趙文成、楊亞飛（2019）咖啡因檢測方法研究進展。雲南警官學院學報 132: 19-27。2022 年 5 月取自：[20190617103019697.pdf](https://www.tres.gov.tw/ws.php?id=3741&print=Y)
- 行政院農業委員會茶業改良場（2011）。臺灣特色茶分類及加工。2021 年 10 月，取自 <https://www.tres.gov.tw/ws.php?id=3741&print=Y>
- 行政院衛生署（2007）「含有咖啡因成分且有容器或包裝之飲料，應於個別產品外包裝標示 咖啡因含量有關事項」。取自：[lawtw.com](http://lawtw.com)
- 作者不詳（2018）。茶的世界。全國高級中等學校專業群科 107 年專題及創意製作競賽。2021 年 11 月，取自 <https://vtedu.mt.ntnu.edu.tw/uploads/16087083653230xmjqjwdf.pdf>
- 吳白玟、劉曉芸、鄭郁琪、曾素香、蘇淑珠、闕麗卿（2011）。液相層析法分析茶飲料中兒茶素。食品藥物研究年報. 2: 90-96。
- 李美燕、陳郁樺、葉秭庭（2012）。有了咖啡因，生活大不同。2021 年 10 月，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2012/11/2012111312580797.pdf>
- 章瑋容（2017）。調「茶」化學成分與影響。2021 年 10 月，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/11/2017111301072175.pdf>
- 陳怡岑（2022）你應該要知道的食事。取自：飲料「這樣喝」小心咖啡因超標！台北市政府衛生局抽驗 20 件市售飲料，取自 <https://www.foodnext.net/news/newssafe/paper/5739700355>
- 陳冠穎（2010）。三酸甘油酯（Triglyceride）。高瞻自然科學教學資源平台。2021 年 12 月，取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=8881>

- 曾鎧勳、葉紫婷、袁政宏 (2019)。不夜侯的鐵血韜情。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會。2021 年 11 月，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-030215.pdf>
- 楊志懷、唐毓淞、胡逸驊、陳建霖、林益卿。家庭醫學與基層醫療 第三十一卷 第四期 綠茶與減重，取自 <https://www.tafm.org.tw/viewDocument>
- 楊斯涵 (2022) 營養師的美味生活。取自：  
<https://www.facebook.com/dietitiansherryyang/posts/533560295069886>
- 廖瑋庭 (2015)。大家來找「茶」。2021 年 10 月，取自 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/11/2015111112364105.pdf>
- 臺北市政府衛生局 (2017) 食材登錄平台- 食品抽驗專區。取自：[taipei.gov.tw](http://taipei.gov.tw)
- 衛生福利部食品藥物管理署。衛生福利部審核通過之健康食品資料。2021 年 11 月，取自 <https://consumer.fda.gov.tw/Food/InfoHealthFood.aspx?nodeID=162&rand=1412158120>
- 羅利巧 (2015) 茶湯水色與茶湯內容物含量之關係，國立臺灣大學園藝暨景觀學系碩士論文。
- Nidal Amin Jaradat, Abdel Naser Zaid and Fatima Hussein (2016) Investigation of the antiobesity and antioxidant properties of wild *Plumbago europaea* and *Plumbago auriculata* from North Palestine. Jaradat et al. Chem. Biol. Technol. Agric. 3 : 31.
- Roland Barret (2018) Therapeutical Chemistry, form: sciencedirect.com
- S. Baroutian, M. KARoua, A. A. Raman, N M Sulaman (2009) RBD Palm Olein-based Methyl/Ethyl Esters, form:  
<http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/bitstream/310901800/27829/1/101CYUT5500005-001.pdf>
- S. A. Bingham, H. Vorster, J. C. Jerling, E. Magee, A. Mulligan, S. A. Runswick, J H Cummings (1997) Effect of black tea drinking on blood lipids, blood pressure and aspects of bowel habit. The British journal of nutrition, 78(1):41-55.

## 【評語】 030214

此一研究欲找出可抑制脂肪酶活性之因子。針對胰脂肪酶、小麥脂肪酶、念珠菌脂肪酶在不同市售瓶裝茶、一系列咖啡因濃度環境中，以探討市售瓶裝茶、咖啡因及兒茶素對三種不同酶活性之影響。研究主題有趣且數據豐富。

## 作品簡報

知否？「茶」應是綠肥紅瘦

—— 探討不同環境條件下三種脂肪酶之活性

組別：國中組

科別：化學科

編號：030214

# 前言



喝茶是否可以**降血脂**？



日常在電視上可看到喝茶減重的廣告，是茶中的什麼成分有這樣的功用？



**三酸甘油酯**被分解後，脂肪酸被吸收成為**血脂**

**抑制脂肪酶的活性**，即可達到**降血脂**之功效

將脂肪酶置入茶溶液中反應，藉**滴定**實驗推得脂肪酶的活性是否被抑制

茶中**何種主要的成分**有**抑制脂肪酶**之效果

科學的價值在於**實踐應用**，改善人類生活

**兒茶素**促代謝、助養生，還有助防範疾病纏身！

幫助減肥



運動前一小時攝取有助燃脂。

防慢性病



穩定血糖、血脂，助降糖尿病發生率。

資訊來源：嫻嫻營養師

今健康

圖片出處：

<https://www.facebook.com/gooddoctorweb/photos/a.101912991159703/586536376030693/?type=3>

衛福部健康食品資料庫的相關檢測報告提及檢測茶是否可以抑制脂肪酶的方法，可用以頒發**健康認證**



咖啡因是怎樣減脂的呢  
HOW DOES CAFFEINE HELPS IN REDUCING FAT?

参与身体代谢过程  
从而提升人体的基础代谢

Aid in the metabolic process,  
thereby speed up metabolic rate

活化脂肪酶  
加速脂肪的分解

Activate lipase activity,  
accelerate the breakdown of fat

白天每喝一杯咖啡  
可帮助排出体内的堆积物  
有辅助减肥的功效

A cup of coffee daily to help expel  
deposits in the body,  
and effectively weight loss

圖片出處

[https://m.facebook.com/LksDealer/posts/900666097197168?locale=ne\\_NP&rdr](https://m.facebook.com/LksDealer/posts/900666097197168?locale=ne_NP&rdr)

LKS COFFEE · THE SLIMMING SECRET

# 研究目的



## 探討不同環境條件下三種脂肪酶之活性

1 不同市售瓶裝茶對三種脂肪酶活性之影響

2 不同濃度咖啡因對三種脂肪酶活性之影響

3 兒茶素對三種脂肪酶活性之影響

4 不同沖泡方式茶溶液對胰脂肪酶活性之影響

市售瓶裝茶

檢測三種脂肪酶之活性

找出茶中影響脂肪酶之關鍵

兒茶素

咖啡因

檢測三種  
脂肪酶之活性

手沖  
綠茶

檢測三種  
脂肪酶之活性

不同沖泡手法

沖泡  
時間

沖泡  
溫度

存放  
時間

久置茶  
vs. 冷泡茶



胰脂肪酶



念珠菌脂肪酶



小麥脂肪酶



咖啡因



實驗室溫度 (冷氣) : 25 °C

反應溫度 : 37 °C

(模擬人體溫度)

三酸甘油酯 0.5 mL

酶 1.0 mL

(胰脂肪酶、小麥脂肪酶、念珠菌脂肪酶)

反應環境 1.0 mL

(市售茶、咖啡因、手沖茶、氮氣茶)

1 hr

反應終止劑 : 乙醚乙醇 1.0 mL

取上清液 (油) 後, 在環境溫度 25 °C 下滴定

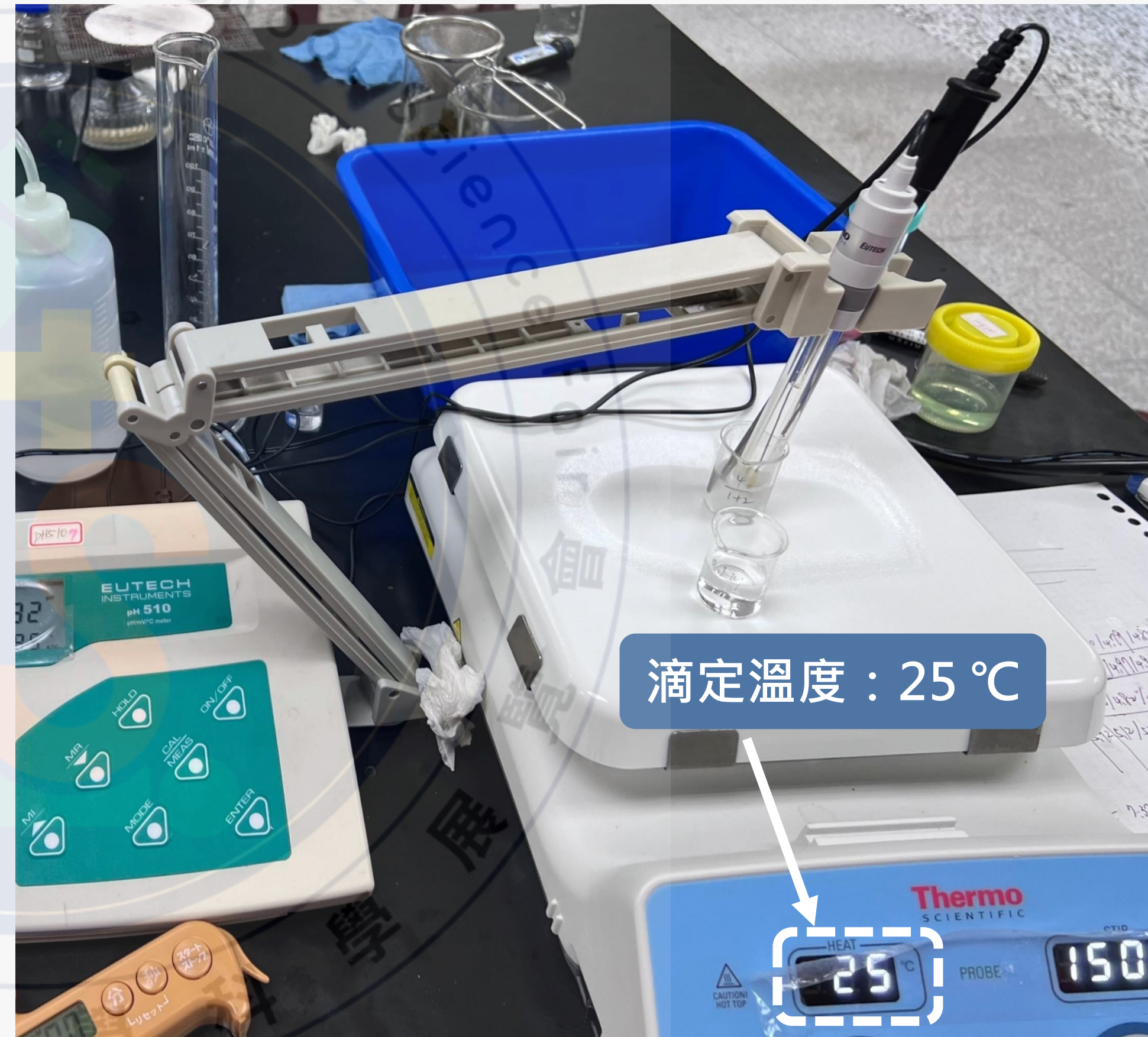
pH=6

滴定氫氧化鉀體積

[H<sup>+</sup>]

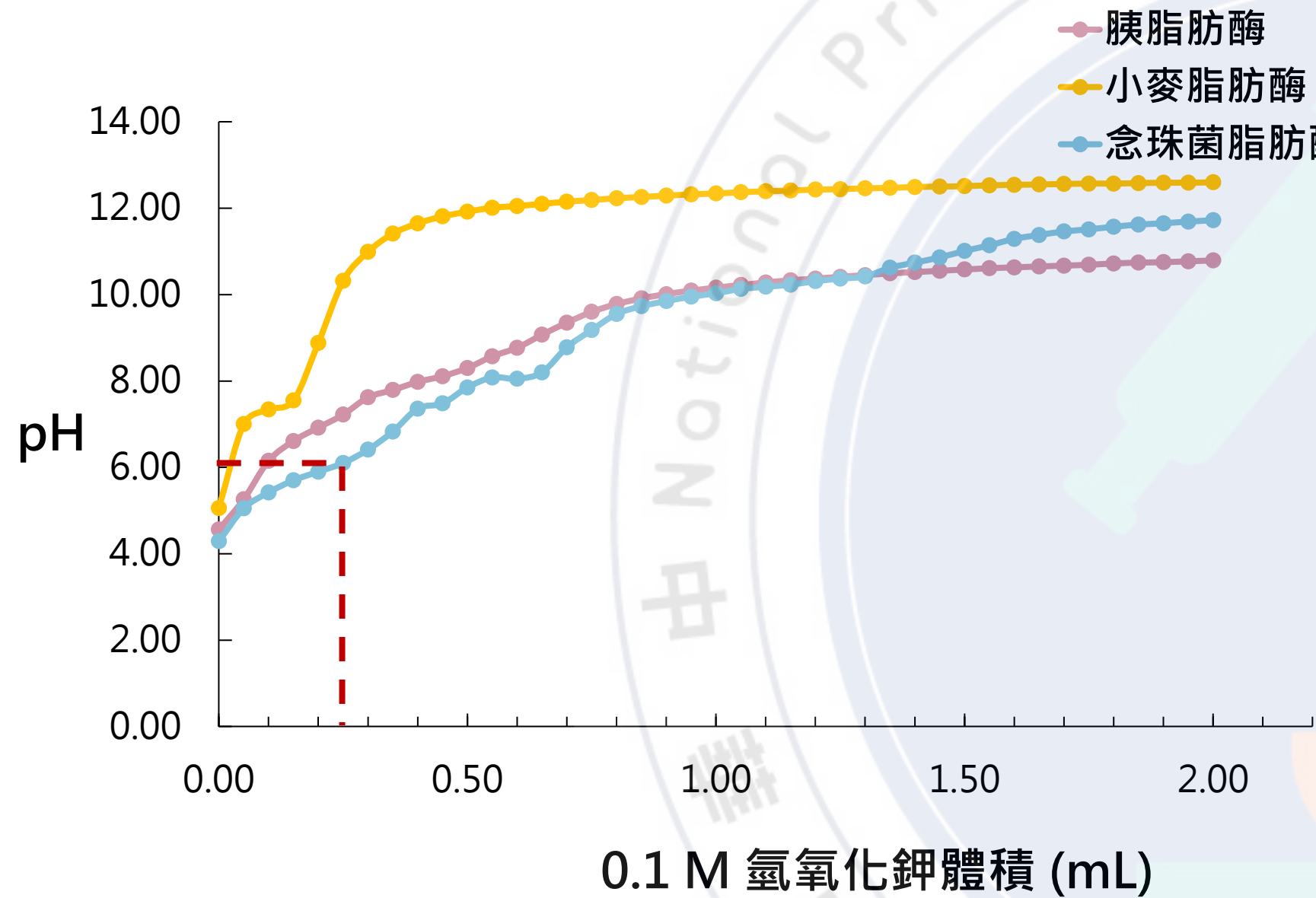
三酸甘油酯分解量  
(脂肪酶活性)

原理 : .....Roland Barret ( 2018 ) 由棕櫚油的皂化價估計其分子量, 再根據完全分解三酸甘油酯 0.5 mL 之實驗結果, 推得分解一分子三酸甘油酯可產生約 32 個 H<sup>+</sup>



滴定溫度 : 25 °C

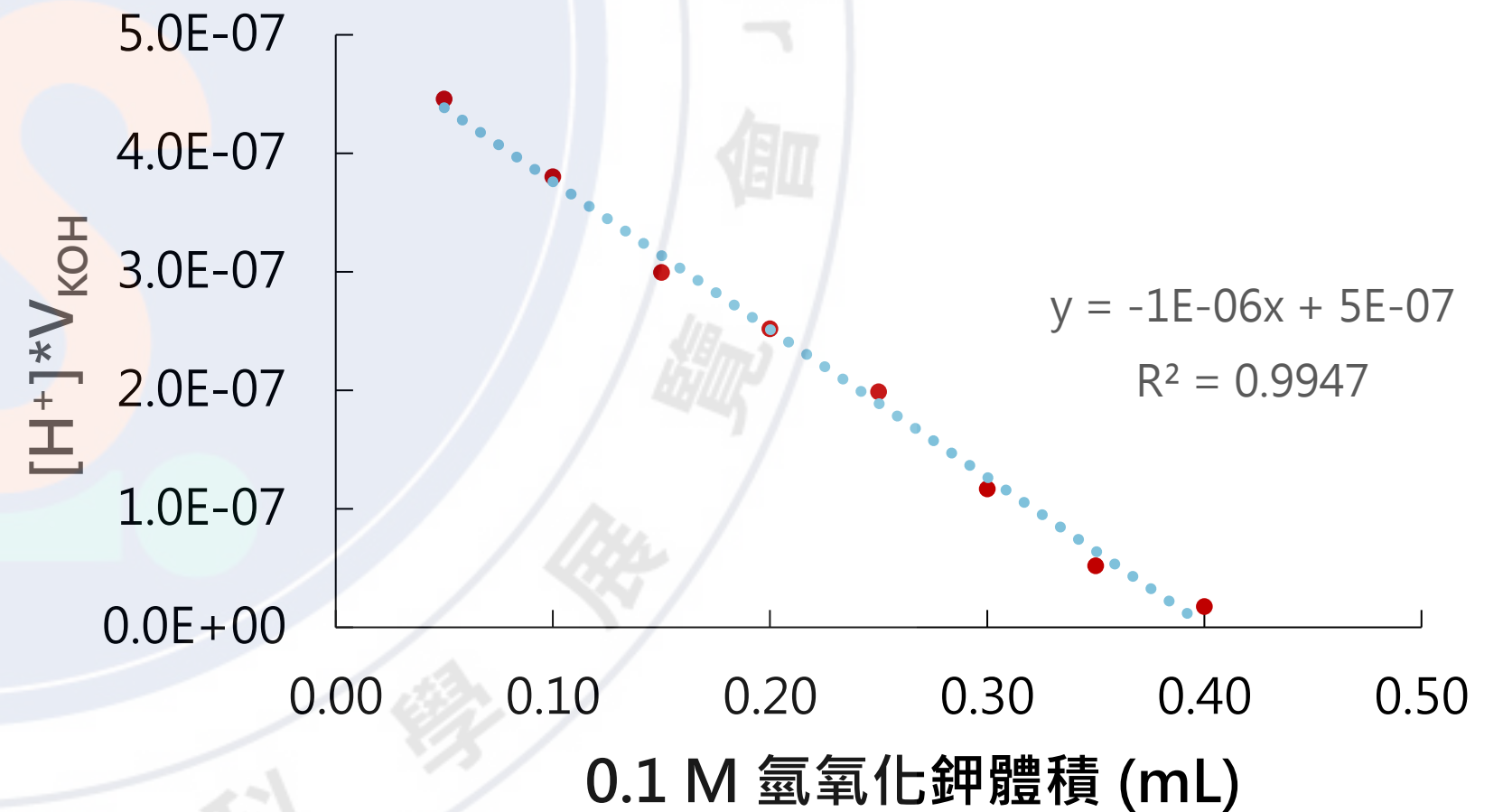
# 實驗一 脂肪酶分解三酸甘油酯之滴定曲線



圖一、滴定曲線圖

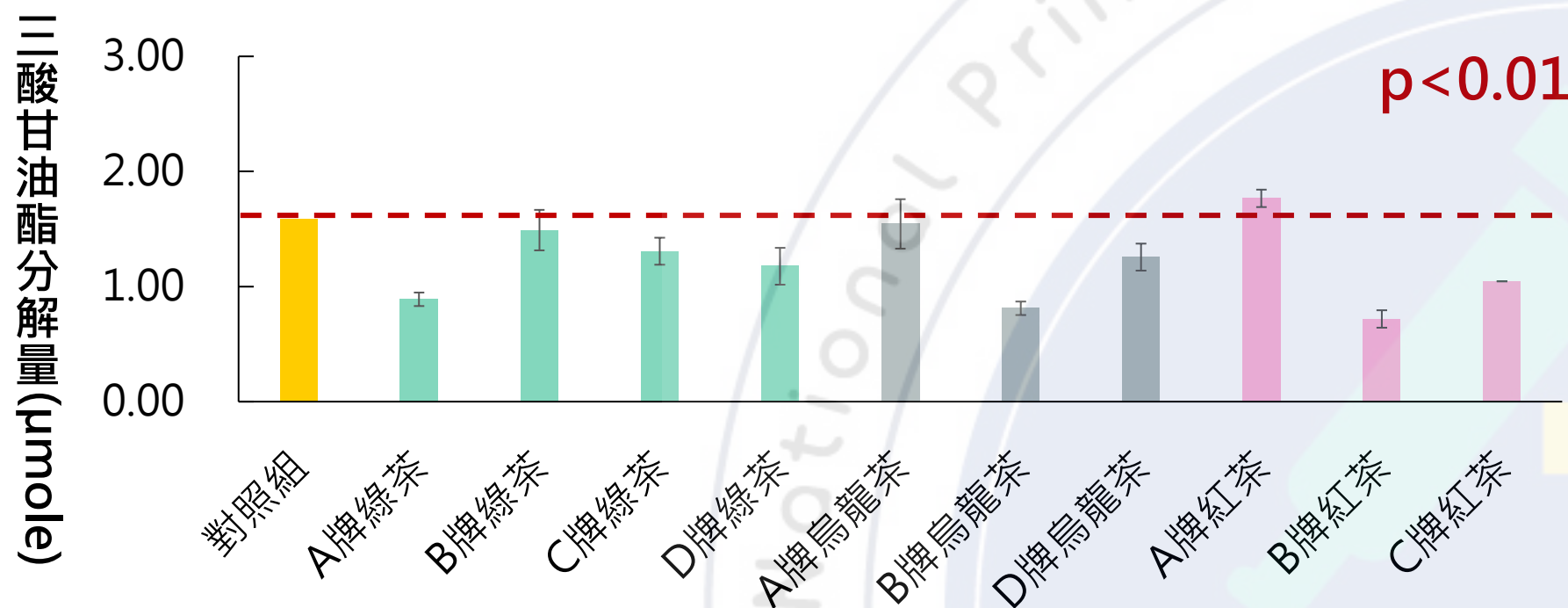
$$\begin{aligned}
 [\text{H}^+] \times V_{\text{KOH}} &= V_{\text{eq}} \times K_a - V_{\text{KOH}} \times K_a \\
 &= 5 \times 10^{-7} - 10^{-6} \times V_{\text{KOH}}
 \end{aligned}$$

求得  $K_a = 10^{-6}$   
 $V_{\text{eq}} = 0.5 \text{ mL}$

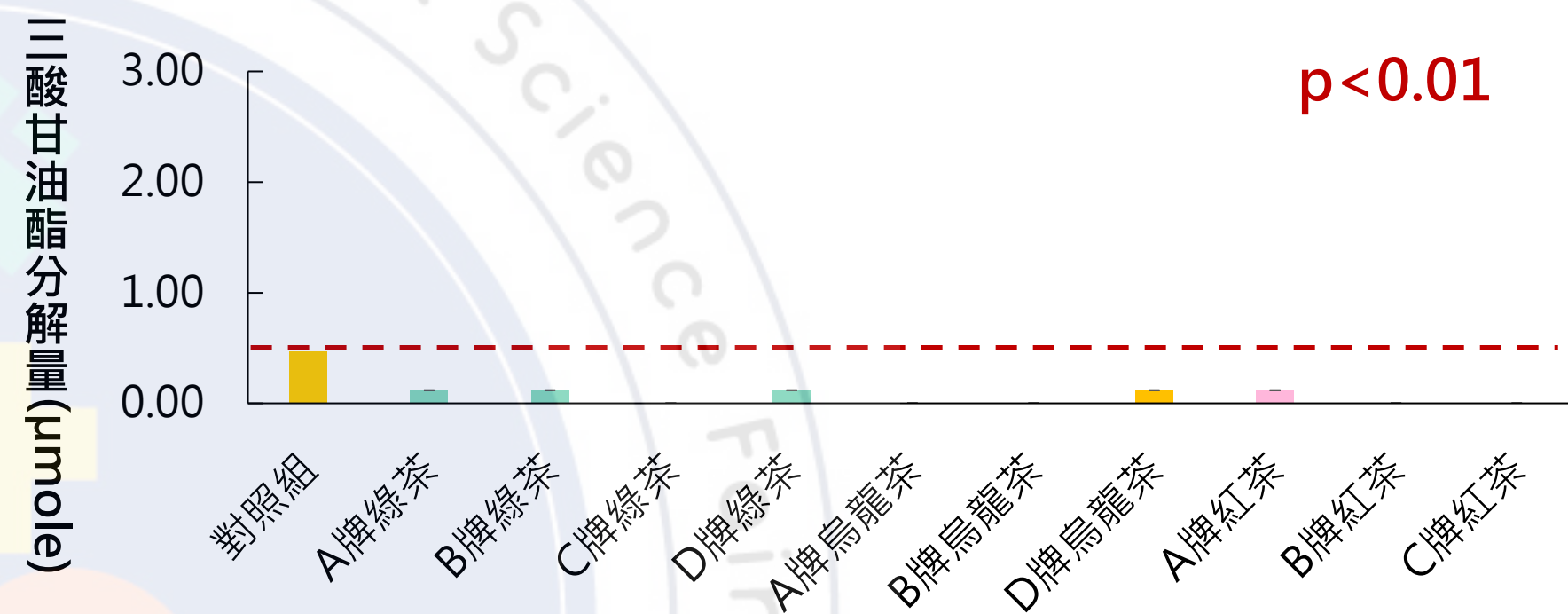


圖二、氫離子濃度與氫氧化鉀滴定體積之乘積與氫氧化鉀滴定體積之關係圖

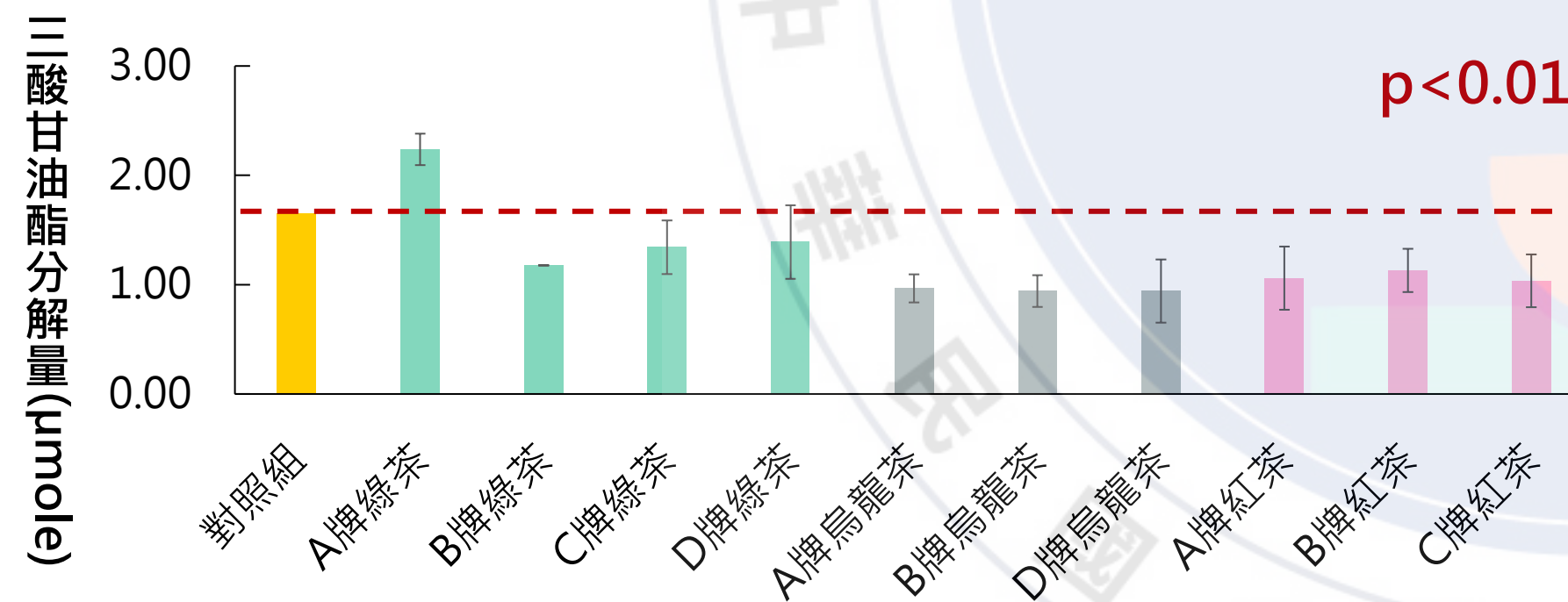
# 實驗二 不同市售瓶裝茶對脂肪酶活性之影響



圖三、胰脂肪酶於市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量



圖四、小麥脂肪酶於市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量

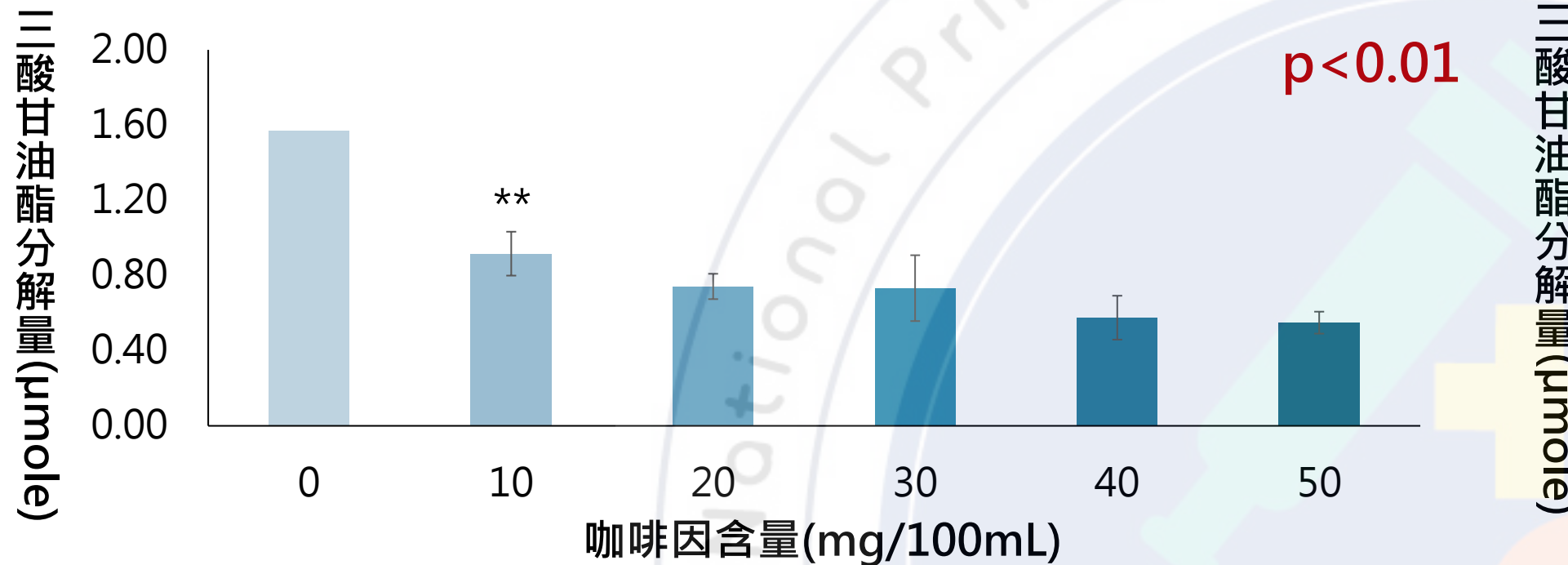


圖五、念珠菌脂肪酶於市售瓶裝茶內之三酸甘油酯分解量

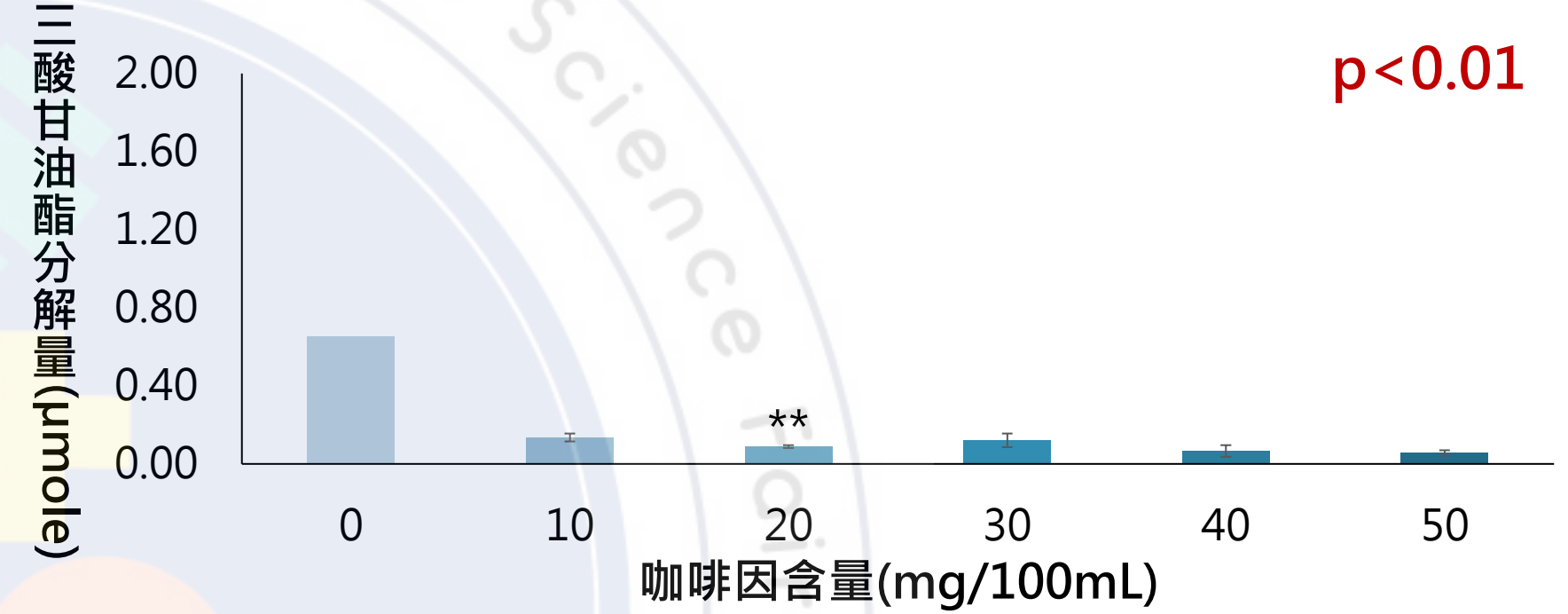
市售瓶裝茶對於三種脂肪酶活性影響結果：

1. 胰脂肪酶：B牌綠茶、A牌烏龍茶、A牌紅茶對該酶抑制效果不佳。
2. 小麥脂肪酶：十種市售瓶裝茶均對該酶有不錯的抑制效果。
3. 念珠菌脂肪酶：A牌綠茶、D牌綠茶對該酶抑制效果不佳。

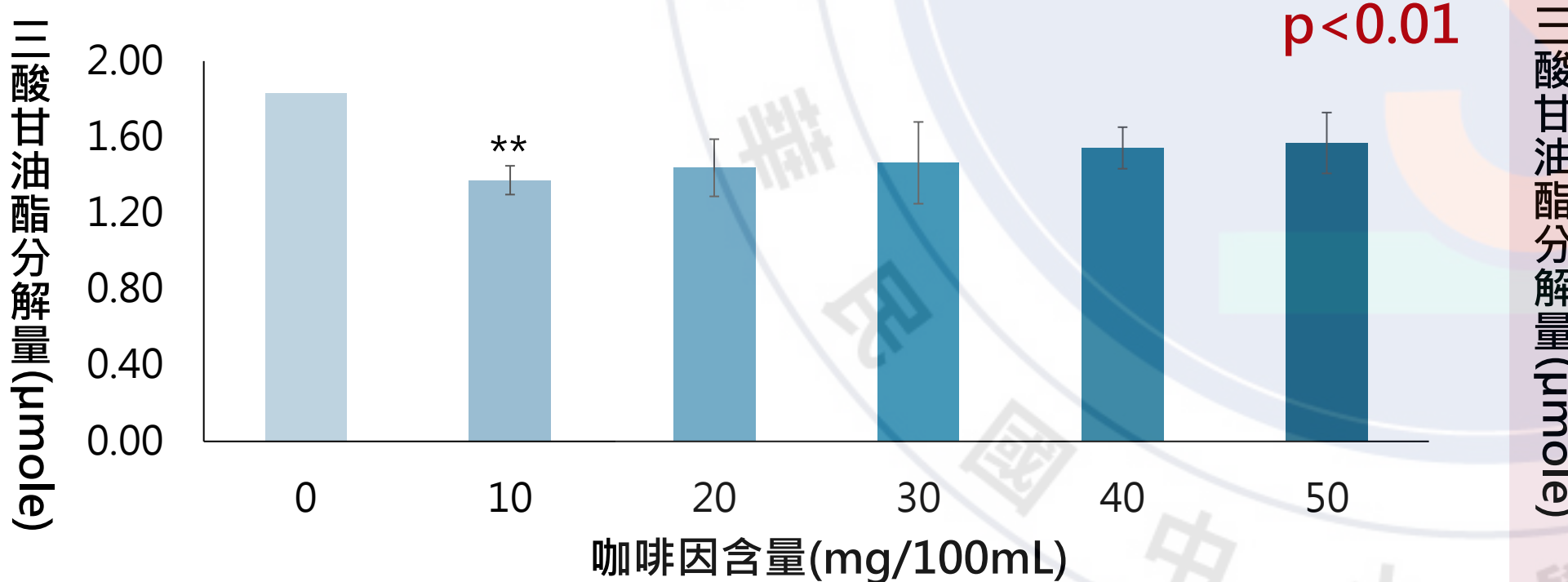
# 實驗三 咖啡因對脂肪酶活性的影響



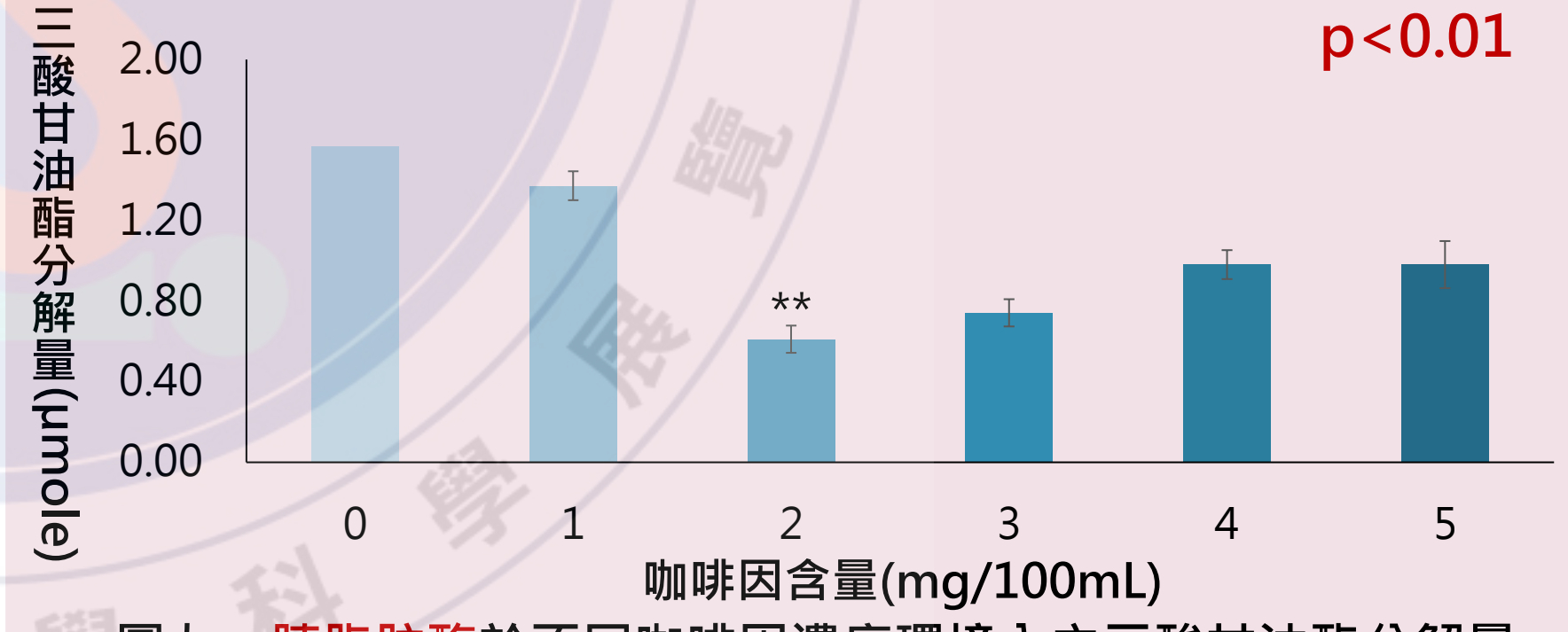
圖六、胰脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量



圖七、小麥脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

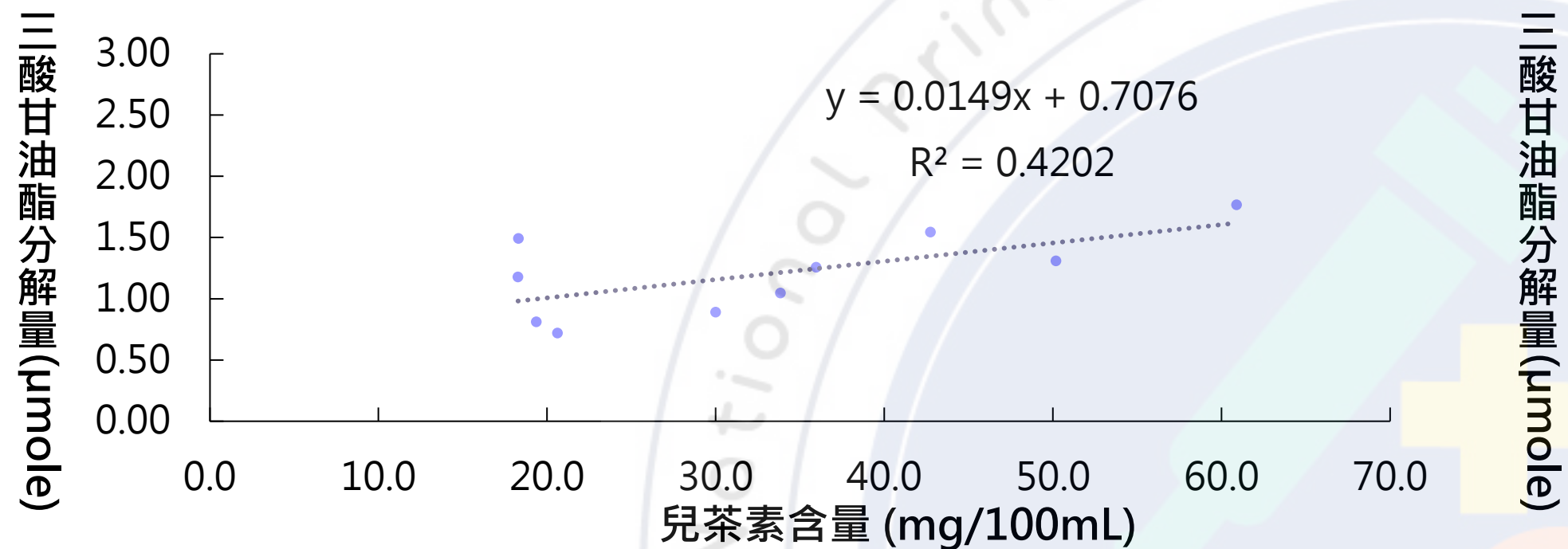


圖八、念珠菌脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

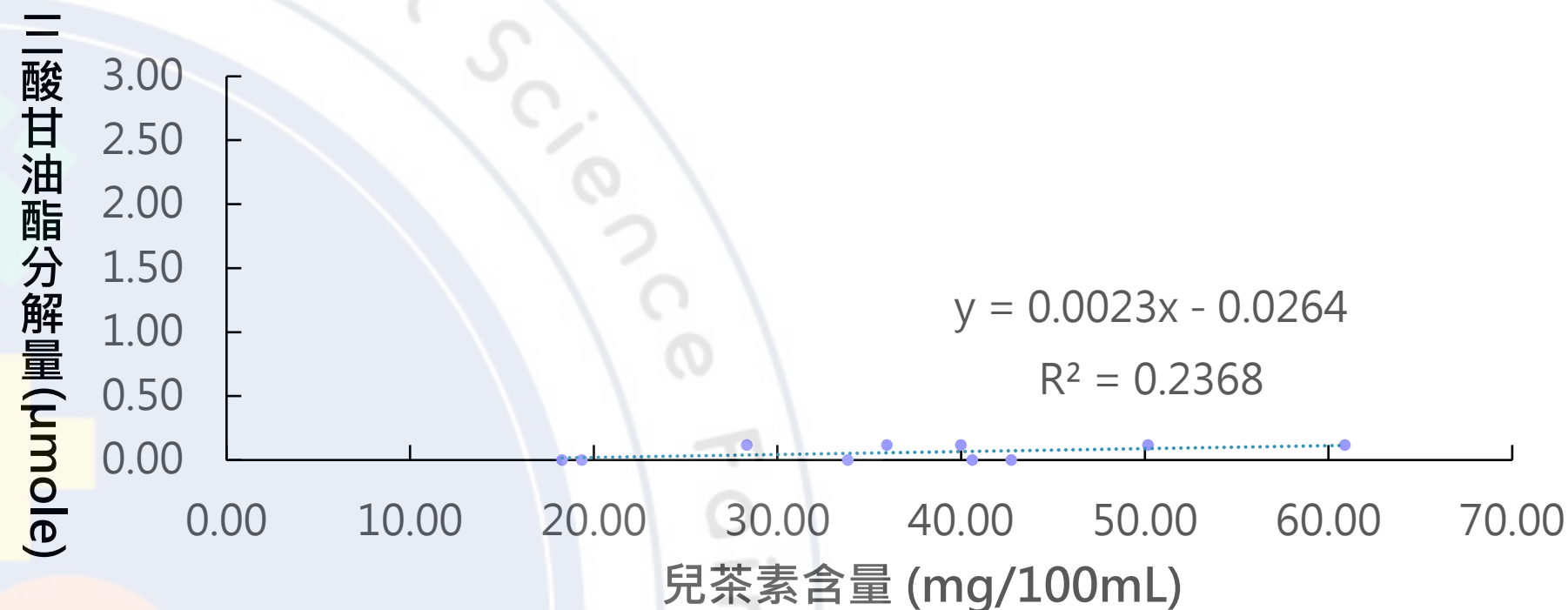


圖九、胰脂肪酶於不同咖啡因濃度環境內之三酸甘油酯分解量

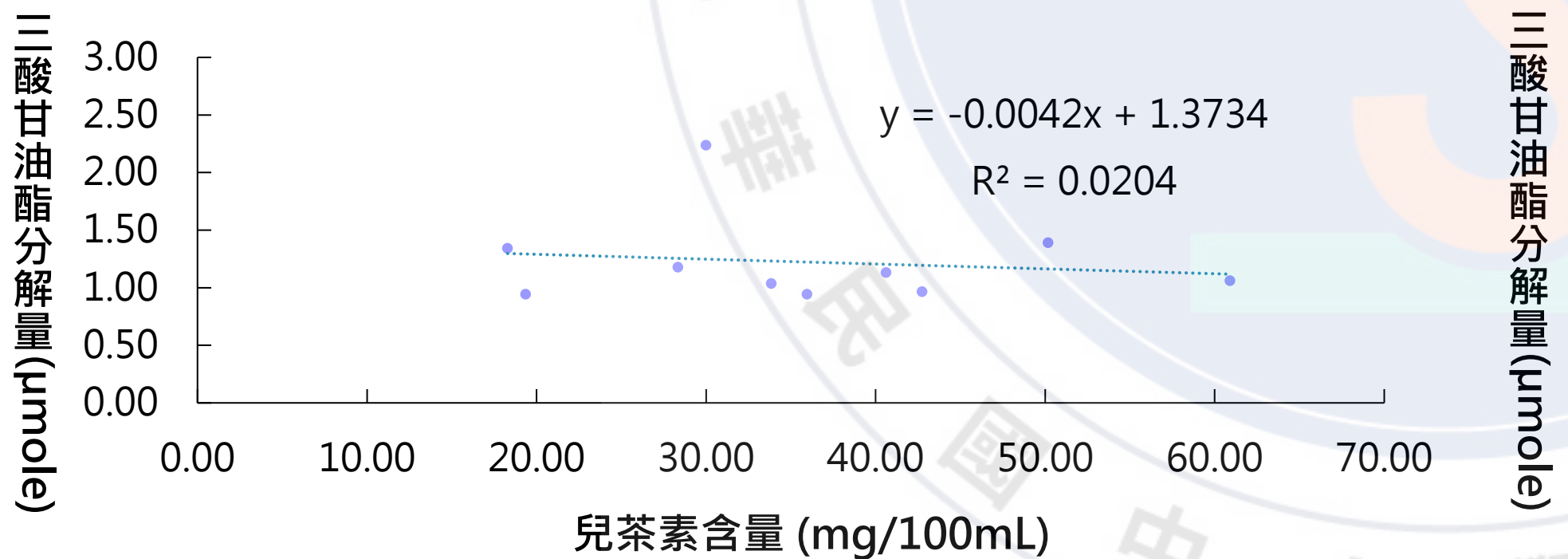
# 實驗四 兒茶素對脂肪酶的抑制效果



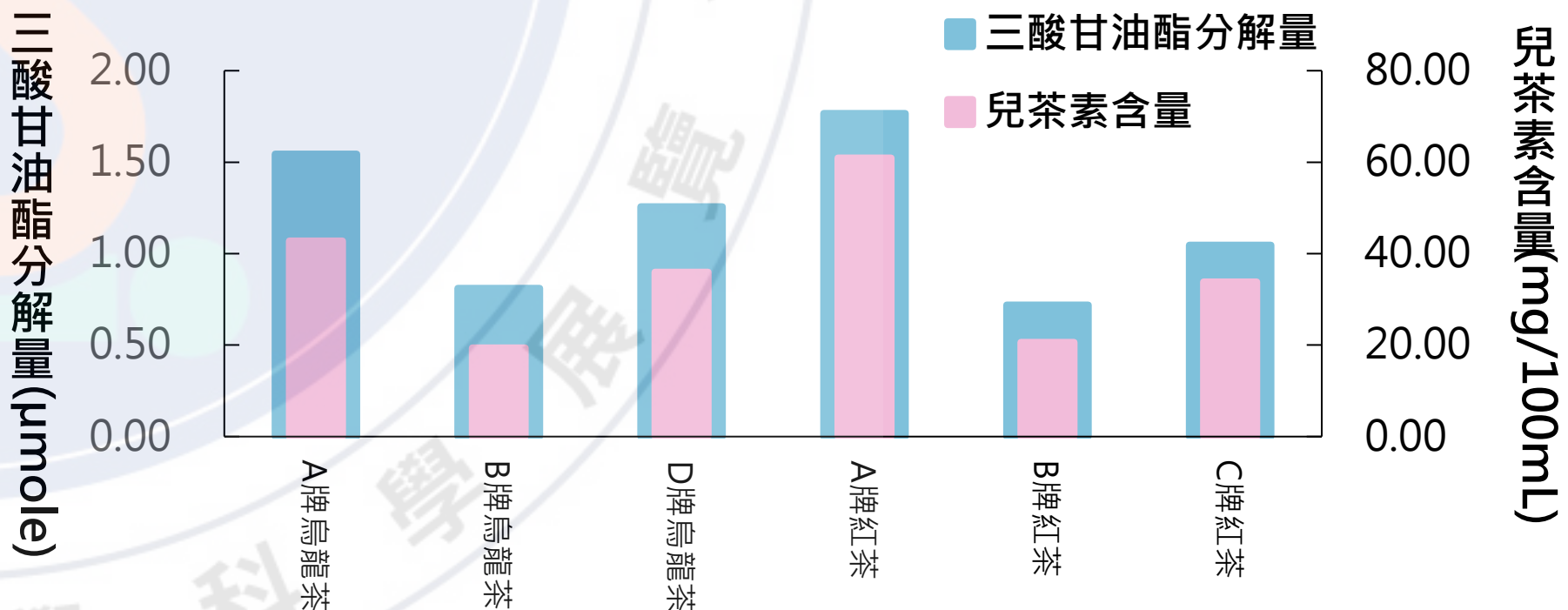
圖十、市售瓶裝茶中兒茶素含量和**胰脂肪酶**三酸甘油酯分解量之相關性分析



圖十一、市售瓶裝茶中兒茶素含量和**小麥脂肪酶**三酸甘油酯分解量之相關性分析

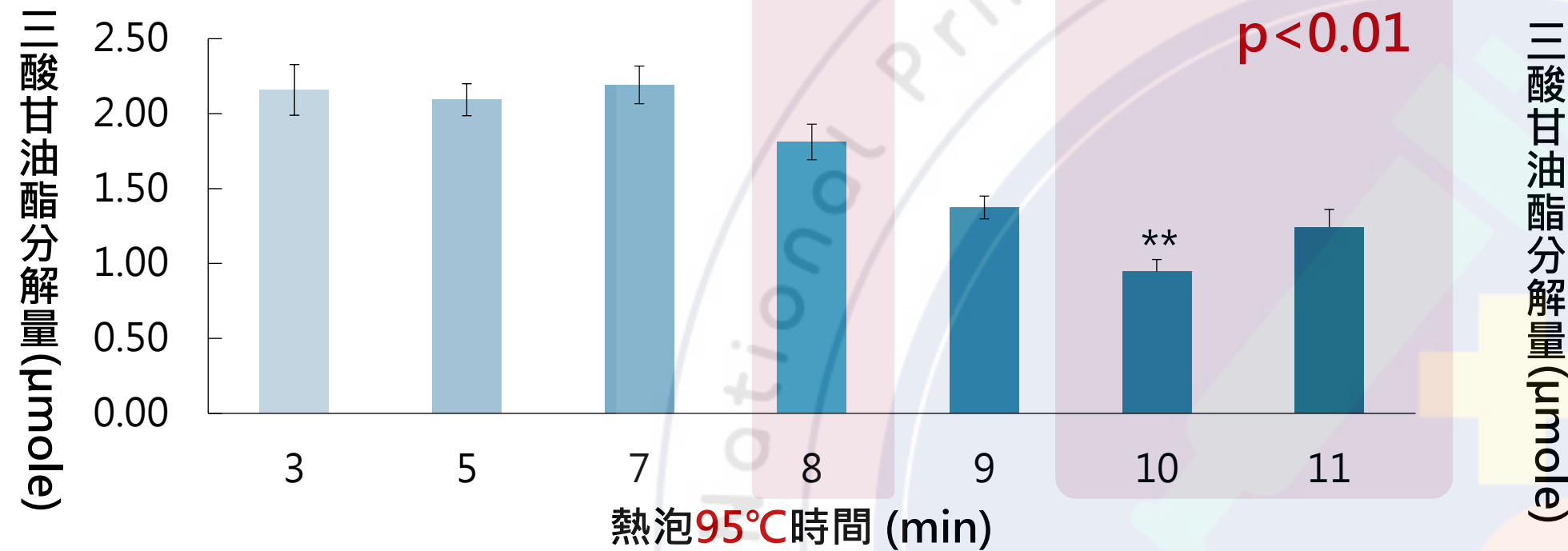


圖十二、市售瓶裝茶中兒茶素含量和**念珠菌脂肪酶**三酸甘油酯分解量之相關性分析

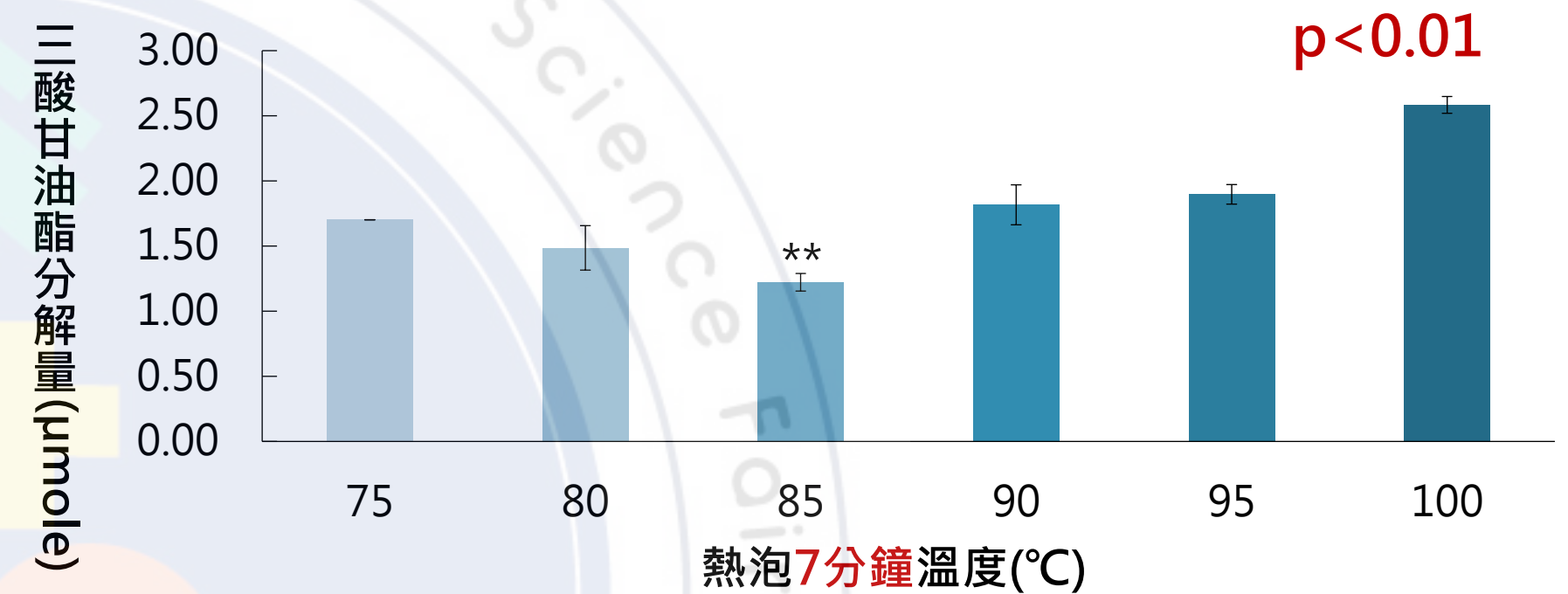


圖十三、市售瓶裝**烏龍茶及紅茶**中兒茶素含量和**胰脂肪酶**三酸甘油酯分解量之關係圖

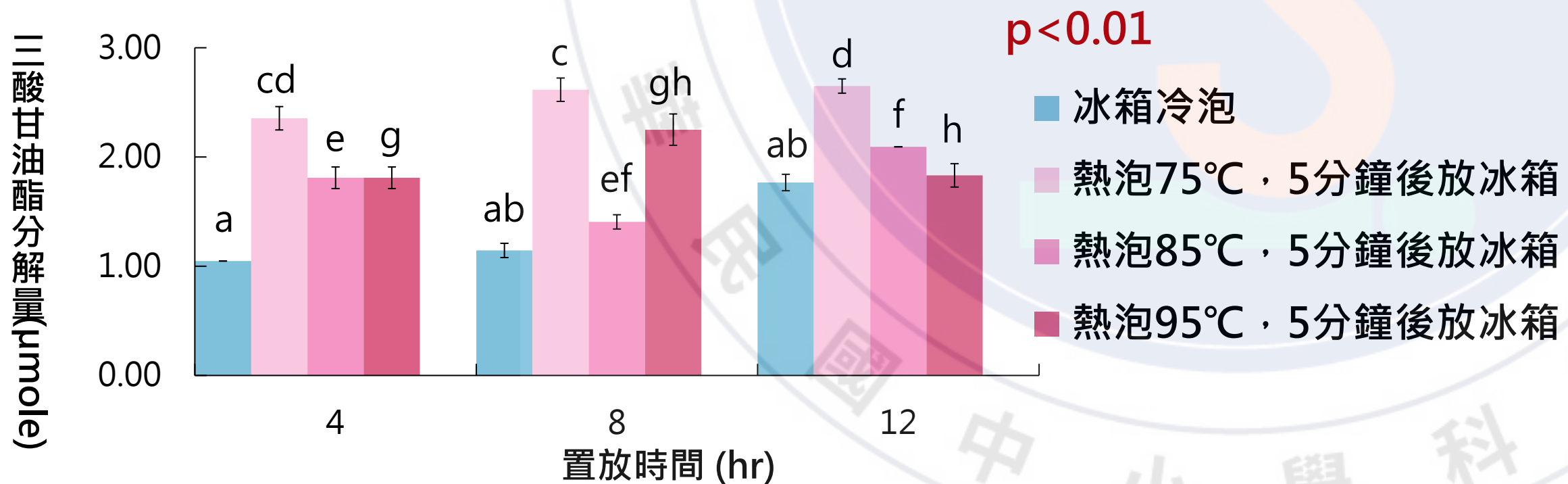
# 實驗五 不同沖泡方式茶溶液對胰脂肪酶活性之影響



圖十三、胰脂肪酶於不同沖泡時間熱泡茶內之三酸甘油酯分解量



圖十四、胰脂肪酶於不同沖泡溫度熱泡茶內之三酸甘油酯分解量

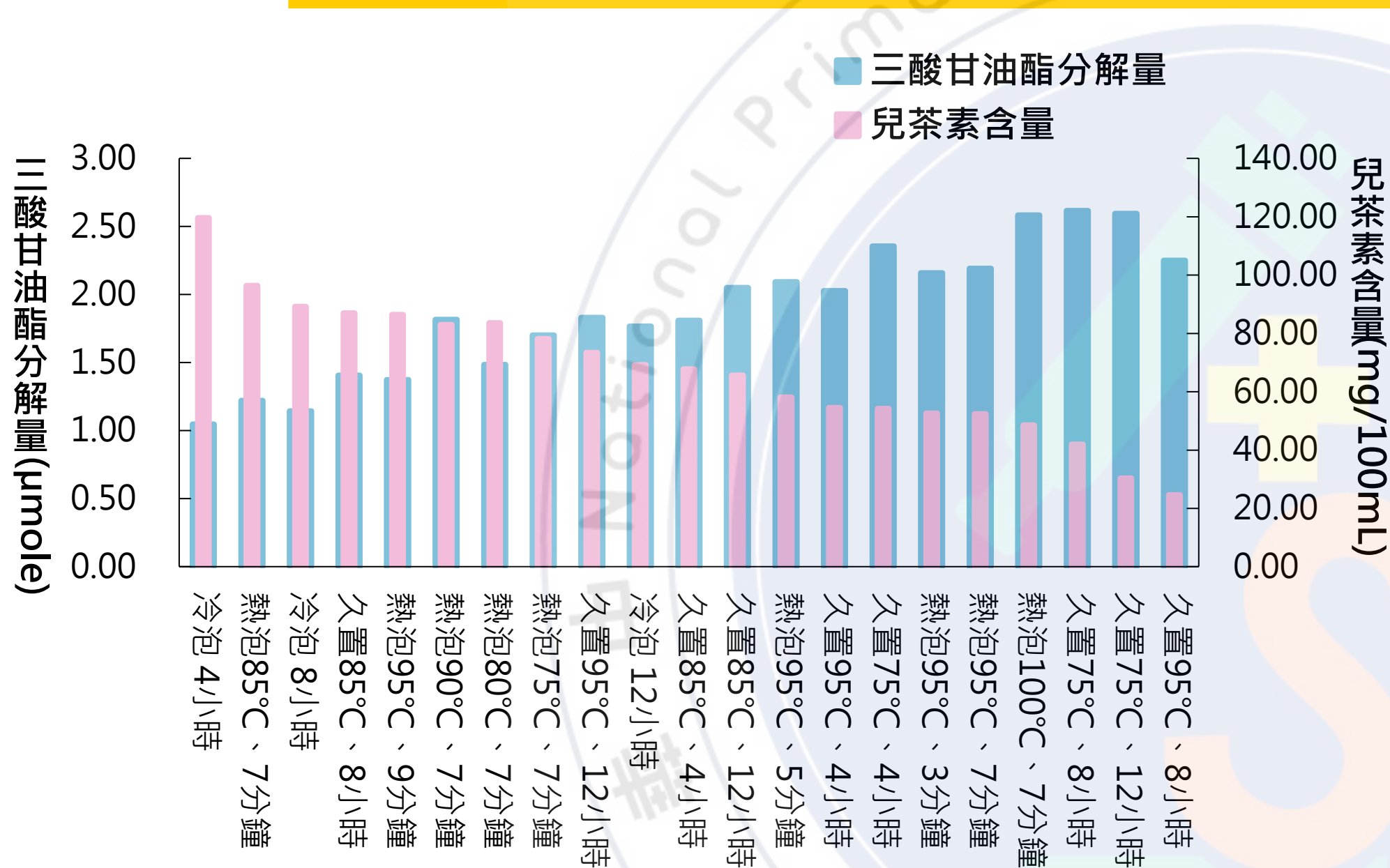


圖十五、胰脂肪酶於冷泡茶及久置茶內之三酸甘油酯分解量

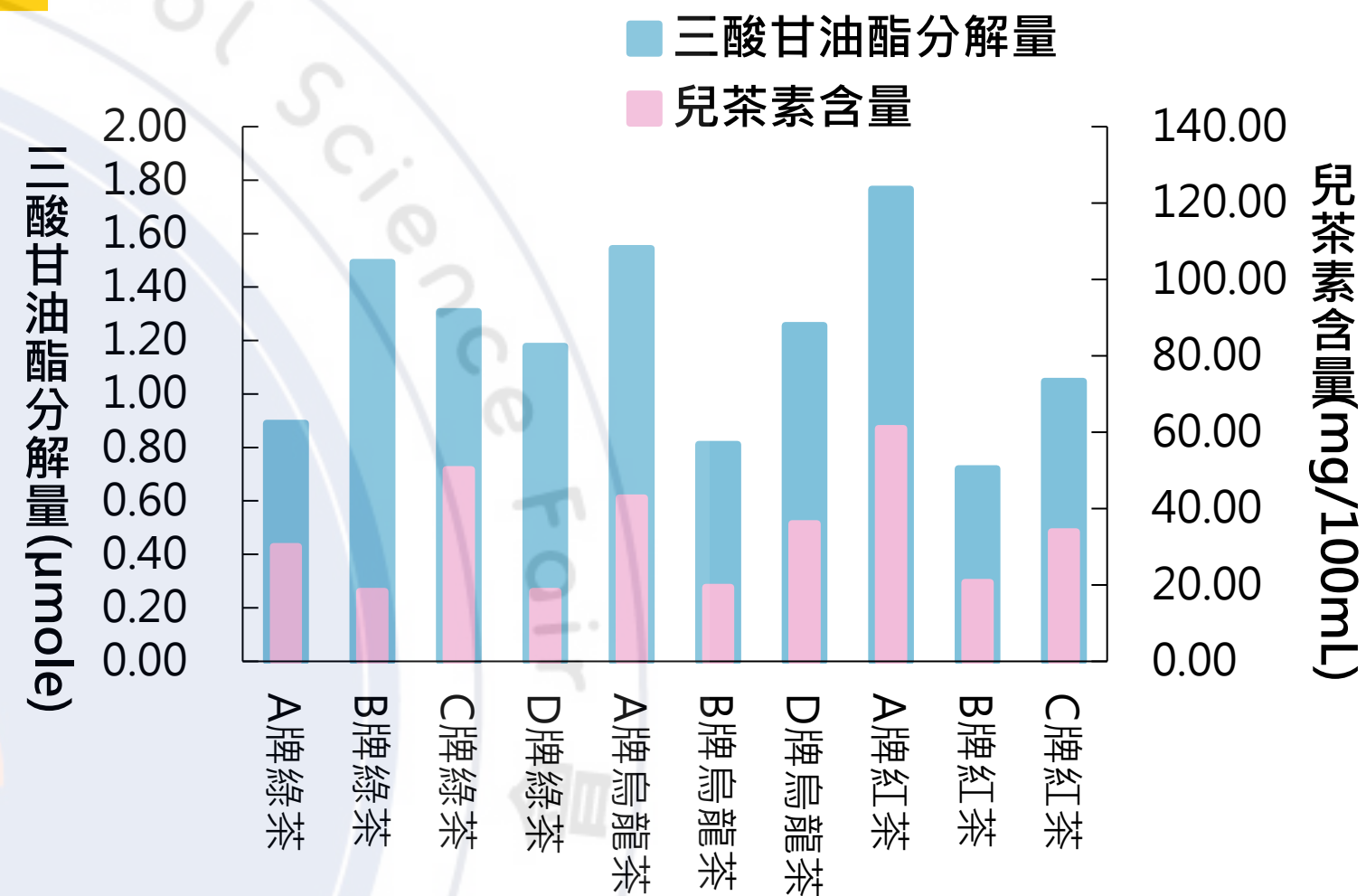
不同沖泡方式茶溶液對胰脂肪酶活性之影響結果：

1. 不同時間：沖泡時間10分鐘抑制效果較佳。
2. 不同溫度：沖泡溫度85°C抑制效果較佳。
3. 冷泡及久置茶：冷泡茶抑制效果較佳。

# 討論 兒茶素對胰脂肪酶活性的影響



圖十六、胰脂肪酶於手沖茶內之三酸甘油酯分解量與兒茶素含量分析圖



圖十七、胰脂肪酶於市售瓶裝茶之三酸甘油酯分解量與兒茶素含量分析圖

兒茶素對胰脂肪酶活性的影響之結果：

1. 手沖茶：三酸甘油酯分解量及兒茶素含量呈現**負相關**
2. 市售茶：三酸甘油酯分解量及兒茶素含量沒有明顯關聯

# 討論 兒茶素對胰脂肪酶活性的影響





## 結論

- 1 品牌以**A品牌**、茶種以**紅茶**，對於**抑制胰脂肪酶活性的效果較佳**
- 2 市售瓶裝茶對於小麥及念珠菌脂肪酶活性抑制效果良好
- 3 **咖啡因**會**抑制**三種脂肪酶的活性
- 4 手沖茶沖泡**溫度及時間**會影響**兒茶素釋放量**，進而**抑制胰脂肪酶活性**，沖泡**越久**抑制效果越佳，而沖泡溫度以**80 ~ 90°C**為宜。
- 5 **冷泡茶4 ~ 8小時**，其兒茶素含量較高，抑制胰脂肪酶活性也較佳，不失為另種泡茶的選擇。