

# 高教深耕計畫教學活動記錄表

1.授課教師姓名： 陳玉琪 職稱： 副教授 單位：生科系

2.課程名稱： 普通生物學實驗 開課年級： 大一 必修 選修

3.任教學期：113 學年度第二學期 114 學年度第一學期

4.課程類別：問題導向的教學 探究導向的教學 開發新的教學方法及評量工具

5.修課人數：39 人

## 6.教學概述及成效

### (1) 教學目標

本課程旨在引導學生深入理解生物代謝作用的核心機制，包含酵素作用、光合作用、以及呼吸作用等主要單元。首先，讓學生掌握影響酵素作用的關鍵因素，再探討光合作用中光反應與色素特性的關係，以及環境因子（光照、CO<sub>2</sub>濃度）對光合速率的影響，另外，探討細胞呼吸與發酵作用的原理，並分析溫度對酵素活性及代謝速率的調控機制。透過實驗設計與操作，培養學生提出假設、控制變因、收集數據及邏輯推論的科學探究能力。

### (2) 教學過程

教學採探究導向模式，分為幾個單元進行：

- 1. 酵素作用影響因素探究：**學生設計實驗分析環境因子對生物代謝酵素活性的影響。設置不同溫度梯度，以及化學環境（酸鹼度）變因部分，學生探討環境溫度與酸鹼度如何抑制細胞內酵素活性。教師在過程中巡視指導，引導學生將實驗結果數據化，並轉化為酵素動力學解釋，並討論實驗誤差來源。
- 2. 光合作用探究：**學生首先利用濾紙層析法（TLC）分離菠菜葉中的光合色素，觀察葉綠素 a、b 及類胡蘿蔔素的極性差異。接著進行排水集氣法實驗，學生分組設計變因，比較「有光/無光」及「添加碳酸鈉/清水」條件下，水蘊草產生氧氣氣泡的速率差異。
- 3. 呼吸與發酵作用探究：**學生設計實驗分析溫度對代謝的影響。在有氧呼吸部分，利用浸泡過夜的綠豆在不同溫度下反應，並以澄清石灰水混濁度及 pH 值變化檢測 CO<sub>2</sub> 產量。在發酵作用部分，將酵母菌與葡萄糖混合液置於室溫與 35°C 環境，透過氣球膨脹程度觀察無氧呼吸速率。教師在過程中巡視指導，並引導全班進行數據比對與誤差討論。

**(3) 評量方式** 評量採多元方式進行，包含實驗設計能力評估、實作技巧評量、實驗數據記錄與轉化、結果報告轉寫能力、團隊合作等層面。

**(4) 學生學習成效** 在澱粉酶活性分析中，學生能觀察到在適當溫度/酸鹼值下，澱粉能被澱粉酶作用而分解，但在高溫或不適合的酸鹼值下因酵素變性，澱粉酶失去活性，成功驗證了酵素對溫度與酸鹼值的敏感性。光合作用探究中，學生利用薄層層析法（TLC）成功分離出胡蘿蔔素、葉黃素及葉綠素 a、b，並藉由 R<sub>f</sub> 值的計算驗證了色素極性與濾紙吸附力的關係。此外，透過排水集氣法，學生量化了光合產物產率，實證了光照與碳酸根離子濃度是提升光合效率的關鍵因子。在呼吸作用探究中，學生數據顯示，在一定範圍內，提高溫度能促進酵素活性，酵母菌因呼吸作用速度達到最佳，進而加速細胞的呼吸代謝與二氧化碳產出。透過綜合討論，學生不僅掌握了代謝作用的核心概念，更具備了從實驗數據中驗證科學假說的能力。

## 7.教學反思和評估

本學期課程採「探究導向教學」，重點在於引導學生從實作中建構生物學概念。回顧整體教學歷程，學生不僅在實驗操作上展現了高度的執行力，更珍貴的是在面對實驗數據與理論不符時，展現了深入的批判性思考能力。

**1.理論與實作的成功印證** 在光合作用色素分離實驗中，絕大多數組別能精確掌握濾紙層析法（TLC）的技巧，成功分離出胡蘿蔔素、葉黃素、葉綠素 a 與葉綠素 b，並藉由 Rf 值的計算，驗證了色素極性與濾紙纖維素吸附力的關係。在呼吸與光合作用的探究中，學生成功利用排水集氣法與石灰水檢測，證實了環境因子對代謝的關鍵影響。例如，多數組別的數據顯示，在 35°C 至 50°C 的環境下，綠豆的呼吸作用與酵母菌的發酵速率（氣球膨脹度）顯著高於室溫；而在光合作用中，照光組與添加碳酸鈉（提供 CO<sub>2</sub>）組的產氣量也明顯高於對照組，成功量化了光能與原料濃度對反應速率的貢獻。這些成功的數據讓學生建立了對生物學理論的信心。

**2.從異常數據深化學習的深度** 然而，教學中最具啟發性的時刻，往往來自於「失敗」的討論。例如在發酵作用實驗中，有學生發現實驗結果與酵素動力學理論並非完全符合。針對此結果，我引導學生不應修改數據迎合理論，而是進行深度的歸納分析。學生在反思中推論出誤差來源可能包括反應物混合不均導致反應物濃度差異、反應起始時間的操作誤差，以及實驗裝置氣密性的影響。透過剖析這些操作變因，學生深刻體認到生物實驗的敏感性，這種從錯誤中反推機制過程，比單純驗證成功更能訓練科學邏輯的深度。

**3.從操作困境拓展實驗設計的廣度** 在光合作用排水集氣實驗中，許多學生反映自己設計的實驗時間過短導致氣泡產量過少，難以精確量化體積，以及操作技巧不足，使得倒置試管時易混入空氣的困難。針對這些限制，學生展開了延伸討論。他們提出若要提升數據精確度，應改良實驗設計，甚至引入數位化測量等。此外，也有組別在測試高溫呼吸作用時，發現高溫易導致石蠟膜融化爆裂，從中學到了實驗設計必須兼顧器材物理極限的實務經驗。

本次教學成功地將「驗證性實驗」轉化為「探究性歷程」。學生不僅學會了成功的操作技巧，更學會了如何誠實面對並解析失敗。這些由誤差引發的討論，成功將學習層次從「知其然」提升至「知其所以然」，具體落實了培養學生分析研究能力的教學目標。

## 8.教學照片（4-6張，附圖說）



**課程說明：**實作前進行課程說明，強化學生的先備知識，並且進行實驗設計的示範解說，以及注意事項講解。



**助教進行儀器使用解說：**各組學生進行儀器操作時，均有助教協助講解儀器的科學原理，並且輔助儀器操作。



**探究活動進行:** 各組設計好實驗流程之後，進行實作與收集分析實驗的數據結果，操作過程中教師與助教均會巡視協助。



**回饋與討論:** 學生期末進行探究活動的分組報告，說明各組的實驗設計以及成果報告，並且與師生們討論其中的邏輯推論，此過程能有效培養學生科學探究能力。

註1：問題導向的教學是通過設計問題和情境，以及教師適當的引導和支持，激發學生的興趣和動機，提高他們對學習的參與度，培養學生的思考能力、解決問題的能力和自主學習的能力。

註2：探究導向的教學是通過探究活動（包括提出問題、設計實驗、收集和分析數據、推理和解釋結果等），幫助學生建構和擴展他們的知識，培養學生主動學習、探索和思考的能力。此需要教師提供適當的指導和支持，並創造一個支持探究的學習環境。

註3：數學探究有四個主要的元素：(1) 教師給予一個能引起豐富概念性討論的數學問題。(2) 學生分組或個人解題，而教師巡視其中。(3) 全班性討論。比較、對比不同解題策略，並獲得一致的共識。(4) 總結。其中，步驟(3)是整個數學探究教學的關鍵。