

教育部114學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：	以 KWL 教學模式協助學生在探究實作課程進行實驗設計	
主持人：	詹捷茹	電子信箱： angelstage@smsn.ntpc.edu.tw
共同主持人：	無	
執行單位：	新北市立三民高級中學	

一、計畫目的

(一) 研究背景：

1. 根據探究與實作課堂的教學經驗，學生對於實驗設計的困難點

在於「訂定實驗假設」以及「設計實驗步驟」，因此希望以

KWL 教學模式引導學生進行實驗設計，提升學習動機。

2. 探究與實作課程的課綱精神依序為：「發現問題、提出假設、

論證與建模、表達與分享」，但學生對於未知的領域較難產生

學習動機，導致教學者在帶領實驗課時容易變成食譜式教學，

這樣一來就失去探究與實作的課綱精神了。因此教學者希望導

入 KWL 教學策略，引發學習動機，讓學生充分理解實驗原理

並能自己發想與決定實驗主題，進行深化進階的實驗，進而建

立完整的理論模組，讓實驗課不再只是食譜式教學。

3. 本研究期待以 KWL 教學策略協助學生進行實驗設計，評估學生對於實驗設計能力的變化。

(二) 研究目的：

1. 了解 KWL 教學策略對於學生實驗設計能力的影響。
2. 增加本校探究與實作課程的新主題，開發教學教材、講義，並與同領域教師分享共同成長。
3. 培養參加科學競賽的學生選手。
4. 推廣 KWL 教學策略。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

(一)針對研究目的第2點，已新增本校探究與實作新主題「發酵實驗」

於114學年度課程總體計畫書，並通過教育局審核：

- 1.計畫主持人於114/8/27自然科教學研究會表決通過，同意將探究與

實作新主題「發酵實驗」列入課程計畫中。

2. 新北市立三民高中協助尋找大學教授諮詢課程計畫，建議增列本主題對應之大學端課程，於114/10/16修改完畢。

3. 計畫主持人於114/10/17課程發展委員會表決全數通過，同意將探究與實作新主題「發酵實驗」列入課程計畫中。

4. 114學年度課程總體計畫書通過教育局審核，並於115/1/7更新至新北市立三民高中校網，相關圖示與校網連結如下：

(1) 114學年度課程總體計畫書修訂通過示意圖

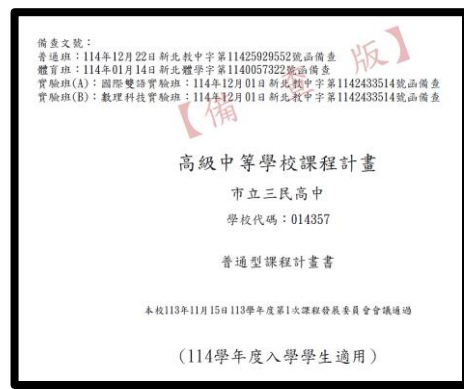


圖2-1-4-1 114學年度課程總體計畫書修訂通過示意圖

(2) 「發酵實驗」新增在探究與實作課程計畫之備註欄(頁84-85)

備註：	<p>1.同樣的課程也開在高二上學期、與自然科學探究與實作課程A對開。</p> <p>2.課程主題可視每學年學生的情況或設備條件不同而有所替換或調整。</p> <p>3.新增新主題：【酵母菌發酵實驗】課程計畫如下(共九週)</p> <p>【週次一】</p> <p>單元：發酵實驗(一)：不同醣種類對酵母菌發酵速率的影響。</p> <p>內容：《發現問題》1.回想高一教過的發酵作用原理2.理清三個變因3.了解應變變因的數據收集方式《規劃與研究》4.設計實驗流程圖5.列出實驗材料與器材清單。</p> <p>【週次二】</p> <p>單元：發酵實驗(一)：不同醣種類對酵母菌發酵速率的影響。</p> <p>內容：《規劃與研究》1.實驗器材清點2.秤量材料開始實驗，並記錄數據3.清洗器材及公用桌的电子秤4.撰寫學習歷程檔案。</p> <p>【週次三】</p> <p>單元：發酵實驗(一)：作圖。</p> <p>內容：《論證與建模》1.整理實驗數據2.計算發酵速率3.繪製折線圖4.完成發酵實驗(一)學習歷程檔案。</p> <p>【週次四】</p> <p>單元：發酵實驗(二)：不同醣濃度對酵母菌發酵速率的影響。</p> <p>內容：《發現問題》1.公布上週各組實驗結果：哪種醣的發酵速率最快？2.思考不同醣的濃度對酵母菌發酵速率的影響3.複習應變變因的數據收集方式《規劃與研究》4.設計實驗流程圖5.列出實驗材料與器材清單。</p> <p>【週次五】</p> <p>單元：發酵實驗(二)：不同醣濃度對酵母菌發酵速率的影響。</p> <p>內容：《規劃與研究》1.實驗器材清點2.秤量材料開始實驗，並記錄數據3.清洗器材及公用桌的电子秤4.撰寫學習歷程檔案。</p> <p>【週次六】</p> <p>單元：發酵實驗(二)：作圖發酵實驗：分析兩次實驗結果與討論。</p> <p>內容：《論證與建模》1.整理實驗數據2.計算發酵速率3.繪製折線圖4.完成發酵實驗(二)學習歷程檔案。</p> <p>【週次七】</p> <p>單元：發酵實驗：分析兩次實驗結果與討論。</p> <p>內容：《論證與建模》1.發酵原理研討：探討酵母菌利用醣類的方式、不同醣類分解後形成的單醣、不同醣的濃度對酵母菌生理作用的影響等2.根據兩次實驗結果進行討論，形成結論或論點《提出解決方案》3.探討與實驗假設不符的實驗結果，是否有其原理支持？或實驗操作過程中是否發生容易造成誤差的情形？探討並提出解決方案</p> <p>【週次八】</p> <p>單元：發酵實驗：完成實驗報告與簡報投影片。</p> <p>內容：《完成實驗報告與簡報投影片》1.撰寫實驗報告2.簡報投影片製作。</p> <p>【週次九】</p> <p>單元：發酵實驗：表達與分享。</p> <p>內容：《表達與分享》1.小組進行口頭報告。2.小組回答同學的問題。3.心得與反思。</p>
-----	---

圖2-1-4-2 「發酵實驗」課程計畫

(3)新北市立三民高中114學年度課程總體計畫書連結與 QRcode

<https://www.smsb.ntpc.edu.tw/p/406-1000-9997,r216.php?Lang=zh-tw>

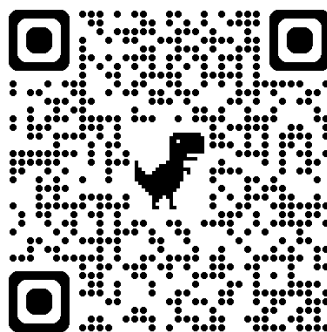


圖2-1-4-3 新北市立三民高中114學年度課程總體計畫書 QRcode

(二) 針對研究目的第3點，執行單位協助代調課支持計畫主持人報名

114/9/25 「AI時代圖書館創新應用與小論文素養的實踐力研習(北

區)」小論文競賽研習，以了解小論文競賽中 AI 使用範疇及規範，下

圖為全國教師在職進修網之個人研習紀錄：

5288960	[素養導向]AI時代圖書館創新應用與小論文素養的實踐力研習(北區)	2025/09/25	2025/09/25	國立中興高中	7
---------	-----------------------------------	------------	------------	--------	---

圖2-2 小論文競賽研習紀錄

(三) 針對研究目的第3點，執行單位協助全國小論文比賽報名事宜：

計畫主持人指導學生以「不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響」

投稿114學年度校內小論文競賽，於114/10/15獲獎並推派參加全國

賽，114/11/26中學生網站公布得獎名單，很榮幸能獲得「甲等」的肯

定。下圖為中學生網站得獎作品截圖以及作品連結：

1. 中學生網站得獎作品截圖

中學生網站 競賽訊息 得獎作品 常見問題 註冊

顯示 10 筆資料

類別	分區	縣市	學校名稱	科別	年級	班級	作者	指導老師	作品標題	名次	操作
生物類	新北	新北市	市立三民高中		三	07	花裕棋 謝衣宸	詹捷茹	不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響	甲等	檢視作品

顯示第 1 至 1 筆結果，共 1 筆 上一頁 1 下一頁

© 2026 - 中學生網站 版本: 4.0.1 [網站服務條款](#) IP位置: 113.196.146.93

- 主辦單位: 教育部國民及學前教育署
- 承辦單位: 全國高級中等學校圖書館輔導團 (National Library Advisory Group for High Schools)
- 總召學校: 國立中興高中圖書館 (049) 2332110轉1613 (library1613@mail.chsh.ntct.edu.tw)
- 小論文寫作比賽: 國立中興大學附屬高級中學 (jueiyen@mail.dali.tc.edu.tw)
- 閱讀心得寫作比賽: 國立嘉義高級工業職業學校圖書館 (05) 2763060轉1901
- 抄襲檢舉學校: 國立臺南女子高級中學 (06) 213-1928轉531 (tngs_lib@tngs.tn.edu.tw)
- 網站建置與維護: 國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心

圖2-3-1 「不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響」甲等獲獎截圖

2. 「不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響」作品連結：

<https://drive.google.com/file/d/1zvTEbWX977YTayVFBMEyMX4DS>

[Gz3pRx4/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1zvTEbWX977YTayVFBMEyMX4DS/Gz3pRx4/view?usp=sharing)

三、研究方法

(一)KWL 教學策略：

「K」的原文是：「What do I know?」（我知道什麼？），教學者進行這個提問，可以刺激學生思考之前是否學過與此主題相關的內容，進行課前預習以及引起學生思考的動機，同時教學者也能了解學生對

於教學主題的相關背景知識。(圖3-1-1)

「W」的原文是：「What do I want to know?」(我想知道什麼?)，
這個步驟可以幫助學生確立設計實驗步驟的方向，進而建立操縱變
因、應變變因以及控制變因，相信此步驟能提高學生設計實驗的動
機。

「L」的原文是：「What did I learn?」(我剛剛學到了什麼?)，

「L」讓學生檢視實驗結果是否與假設相符，另外，學生可以從

「W」跟「L」的過程中發現新問題，即「Q」—探究(Question)(圖3-
1-2)，教學步驟又再回到「W」，形成一個思考與學習的迴圈(胡秀
芳，民101)。

K-W-L 教學策略強調學生是主動的學習者，教師為引導者，使學
生能連結新、舊經驗主動探索問題、提出解決方案。

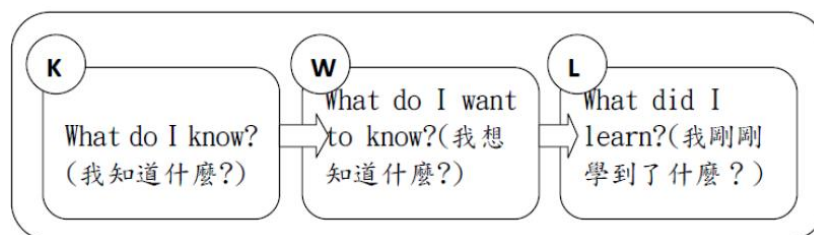


圖3-1-1 KWL 教學策略(研究者自繪)

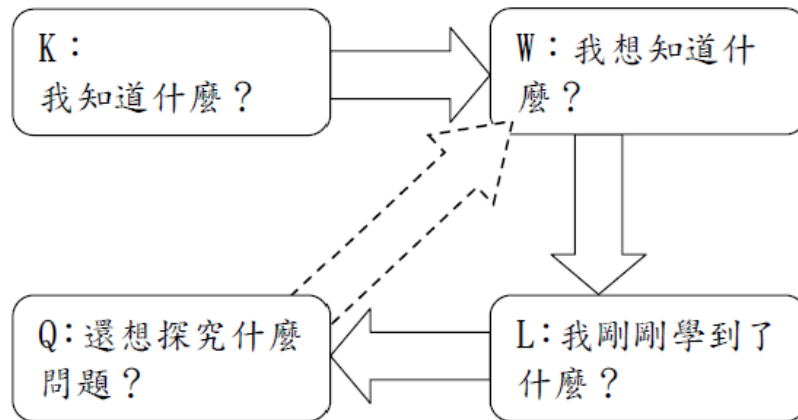


圖3-1-2 KWLQ 教學策略(研究者自繪)

(二)行動研究：

- 1.開發教材投影片並自編講義，提高教材可重複使用性。
- 2.以前測及後測收集學生質性與量化的研究資料，希望研究結束後能獲得有幫助的結論。
- 3.導入教學模組課程在實驗課上實作。

(三)選手培訓：利用課餘時間或假日訓練參加科學競賽的學生選手。

(四)推廣與分享：辦理講座邀請領域內教師觀課以及給予指教。

四、執行進度

根據計畫主持人於教育部國民及學前教育署中小學科學教育計畫

補助申請表所列之研究目的，自我評估目前完成的執行進度百分比為

61%，條列研究目的與完成進度如下：

(一)研究目的：(假設完全執行為100%，以下四點各佔25%)

1.了解 KWL 教學策略對於學生實驗設計能力的影響。(10%)

2.增加本校探究與實作課程的新主題，開發教學教材、講義，並與同
領域教師分享共同成長。(25%)

3.培養參加科學競賽的學生選手。(25%)

4.推廣 KWL 教學策略。(1%)

(二)執行成果：以下為計畫主持人依上述研究目的的排序列出目前之執
行成果

1.了解 KWL 教學策略對於學生實驗設計能力的影響

(1)課程成果：計畫主持人於生物課堂中將 KWL 教學策略融入高一生物課本第一章「細胞的構造與功能」的發酵作用章節中，將教育部規定之課綱內容結合本次研發之新主題「發酵實驗」，讓學生在課堂中

透過實驗操作學習課本內容，共有3個班級參與實作。不但能落實

KWL 教學策略，且以不影響課程進度的前提之下，使學生更加充分

理解課程內容、加深加廣。以下為學生進行實驗課程照片：



圖4-2-1-1-1 將不同糖水與酵母菌液混和均勻



圖4-2-1-1-2 將混和液到入發酵管中

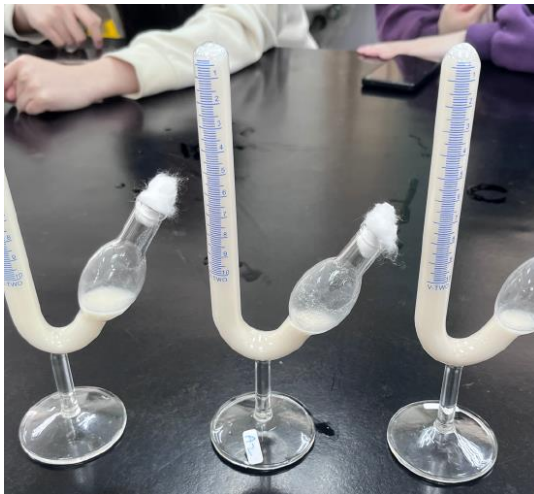
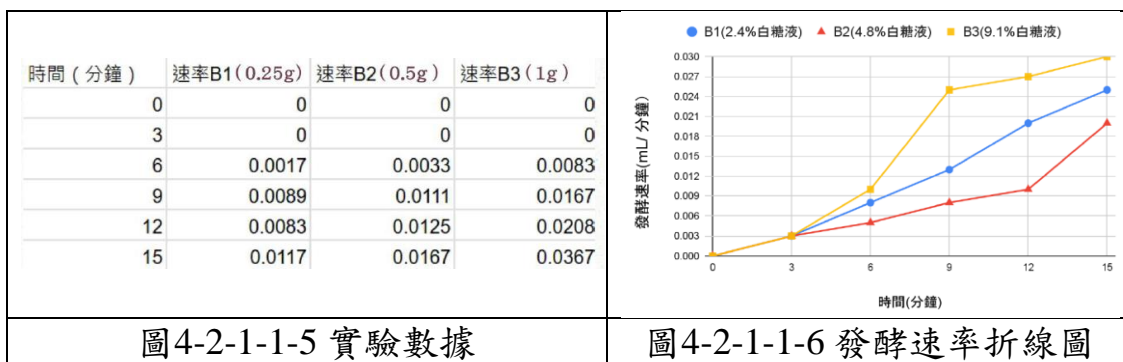


圖4-2-1-1-3 發酵實驗成果

Time (min)	Volume (ml)	Rate
0	0	0
3	0	0
6	0	0
9	0.005	$\frac{0.005}{9} = 0.00055$
12	0.01	$\frac{0.01}{12} = 0.00083$
15	0.03	$\frac{0.03}{15} = 0.002$
18		
21		
0		
3	0.001	$\frac{0.001}{3} = 0.00033$
6	0.004	$\frac{0.004}{6} = 0.00066$
9	0.01	$\frac{0.01}{9} = 0.00111$
12	0.015	$\frac{0.015}{12} = 0.00125$
15	0.035	$\frac{0.035}{15} = 0.00233$
18		
21		
0		
3	0.001	$\frac{0.001}{3} = 0.00033$
6	0.01	$\frac{0.01}{6} = 0.00166$
9	0.03	$\frac{0.03}{9} = 0.00333$
12	0.035	$\frac{0.035}{12} = 0.002916$
15	0.05	$\frac{0.05}{15} = 0.00333$

圖4-2-1-1-4 計算發酵速率



(2) 學生學習反饋：計畫主持人在進行課程時，鼓勵學生將實作經驗

製作成學習歷程檔案，學生於操作過程中表示非常喜歡課程內容。以

下載錄自學生上傳之學習歷程檔案的心得分享：

KWL 教學策略能增進學生對於實驗設計的能力	
學生1	原本以為發酵時產生的二氧化碳會非常多，結果只有一點點，為了避免酵母沉睡，偶爾必須要搖晃，此時手上的溫度就會引響到反應的精確度，使得實驗容易失敗。 經由第二個實驗可知，酵母並不是在濃度越高的糖水中反應速率就會越快，只有在最適宜的濃度時速率才會最快。這次實驗幫助我深入了解酵母代謝過程的影響因素，也讓我體會到科學實驗設計的重要性及數據分析的意義。
學生2	在這次的酵母菌實驗中，我學會透過實際操作了解酵母菌在不同條件下的變化，我也了解到控制變因的重要性，我們第一次實驗的折線圖中，A3的圖形有突然往上的跡象，後來檢討才發現可能是搖晃次數不一致的問題，這讓我學習到耐心和細心的重要性。希望未來在進行相關實驗時我能將所學應用在上面，像營養學實驗或化學實驗等等，將這些知識內化成我的能力。
學生3	這次做酵母菌發酵的實驗，讓我第一次實際看到發酵產生氣泡的樣子，覺得滿有趣的。在第二次實驗中，我們用了不同濃度的蔗糖溶液，想看看糖放多一點會不會讓酵母菌發酵得更快。結果真的如我們猜的那樣，糖加最多的A3組（1g糖）發酵速度最快，氣泡也最多，說明酵母菌有足

	<p>夠的糖就能比較快開始反應。</p> <p>不過過程中也有遇到一些小麻煩，比如要確保每杯酵母菌和糖的比例一樣，時間也要控制好，不然數據就不準了。還有讀氣體體積的時候，有時候看得不太清楚，可能會有一點誤差。</p> <p>整體來說，我覺得這個實驗很有意思，不但學到了酵母菌發酵的原理，也更懂得科學實驗的細節和重要性。做實驗時要注意控制每個條件，像是時間、用量等等，這樣結果才會準確。比起只是背理論，實際操作真的更容易懂，過程中雖然有點手忙腳亂，但也學到很多實驗的小技巧。整體來說，算是一次蠻新鮮又有收穫的經驗！</p>
學生4	<p>在這次探究發酵速率的系列實驗中，我們分別設計了兩個主題：</p> <ol style="list-style-type: none">1.比較不同糖類（果糖、白糖、蔗糖）對發酵速率的影響。2.觀察不同濃度白糖對發酵速率的影響。 <p>在第一組實驗中，我們發現果糖的發酵速率明顯高於白糖。透過資料查證與討論，我們推測原因是果糖為單糖，能直接被酵母吸收利用，而白糖和蔗糖是雙糖（由葡萄糖與果糖組成），必須先被酵素分解才能進入發酵步驟，這會降低反應效率。這讓我理解到糖的「化學結構」與酵母代謝的關聯性，也強化了我對酵素與代謝路徑的興趣。</p> <p>在第二組實驗中，我與組員合作探討不同濃度白糖液對酵母發酵速率的影響。雖然我們的實驗結果（$B3 > B1 > B2$）與老師提供的理論結果（$B2 > B1 > B3$）不同，但正因如此，我們有更多機會一起討論可能的原因並學習如何面對與解釋偏差。</p> <p>針對結果，我們共同討論出幾種可能原因，如糖液濃度誤差、反應時間不足、或是酵母活性不均等，並學習如何從結果中找出改進方法，在分工過程中，我負責記錄觀察數據並協助倒入混合溶液，其他組員則負責量取糖液、測量氣泡產生等。實驗過程中我們不時互相提醒注意操作順序與準確性，遇到疑問也會一起查資料或請教老師，這讓我體會到良好的團隊合作能有效提升實驗品質，也讓我學到「實驗並不總是完美符合理論，但每一次偏差都是學習的機會」。這次實驗除了加深我對酵母發酵與滲透壓影響的理解，也讓我意識到實驗不是只為了「做出正確答案」，而是學會觀察、分析與合作，讓學習變得更有深度與樂</p>

	趣。
KWLQ 的實現：KWL 教學策略能促使學生發現新的探究問題	
學生5	這次的實驗讓我覺得跟日常生活很有連結。平常假日我也常在家裡做麵包，原本單純是覺得有趣沒特別去注意配方的細節，從未想過糖的多寡會影響到酵母的發酵。這也讓我開始思考，在做麵包時是不是不能隨意減糖？因為可能會影響到整體發酵效果或口感，我之後會再查資料並實際操作看看，希望能找到最理想最適合麵包的配方比例。
學生6	第一次接觸到如此生活化的生物實驗，讓我了解不同種類的醣竟然會對發酵產生明顯的影響。不僅醣的種類不同，連濃度的變化也會對發酵速率造成差異。作為一個對於烘焙有很大興趣的人，讓我對麵團發酵的知識有了更大一步的了解，除了選對醣也要在適合的氣溫及環境下進行發酵才不會讓自己功虧一簣。

根據學生的回饋可以了解，KWL 教學策略有助於提升學生實驗設計的能力，並能使學生自發進行 KWL 教學策略的下一步「Q—探究 (Question)」，發現新的問題，並能自主設計下一次的實驗。本研究成果相當符合探究與實作的課綱精神：「發現問題、規劃研究、論證建模、表達分享」，研究者認為 KWL 是值得推廣的探究與實作教學策略。

2.增加本校探究與實作課程的新主題，開發教學教材、講義，並與同領域教師分享共同成長

(1)依據 KWL 教學策略發展之探究與實作「發酵實驗」，已通過教育局審核，並於115/1/7更新至新北市立三民高中校網114學年度課程總體計畫書第84-85頁。

(2)計畫主持人自製新教材投影片，並建置雲端空間與同領域教師分享

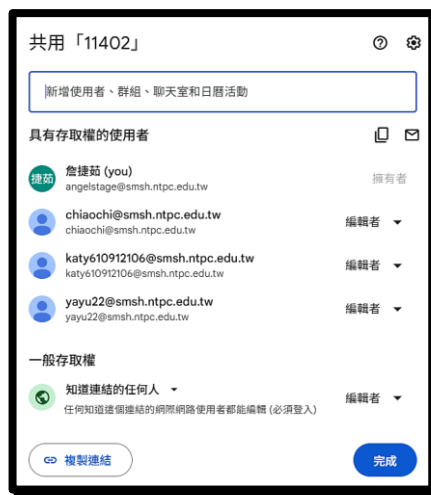


圖4-2-2-2-1 Google 雲端硬碟中共用資料夾之教師名單



圖4-2-2-2-2 教材投影片截錄(研究者自製)

3.培養參加科學競賽的學生選手

計畫主持人指導學生以「不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響」投稿114學年度校內小論文競賽，於114/10/15獲獎並推派參加全國賽，114/11/26中學生網站公布得獎名單，很榮幸能獲得「甲等」的肯定。下圖為中學生網站得獎作品截圖以及作品連結：

(1) 中學生網站得獎作品截圖



類別	分區	縣市	學校名稱	科別	年級	班級	作者	指導老師	作品標題	名次	操作
生物類	新北	新北市	市立三民高中		三	07	花裕祺 謝宸宸	詹捷茹	不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響	甲等	檢視作品

顯示第 1 至 1 筆結果，共 1 筆

2026 - 中學生網站 版本：4.0.1 [網站服務條款](#) IP位置：113.196.146.93

- 主辦單位：教育部國民及學前教育署
- 承辦單位：全國高級中等學校圖書館輔導團 (National Library Advisory Group for High Schools)
- 總召學校：國立中興高中圖書館 (049) 2332110轉1613 (library1613@mail.chsh.ntct.edu.tw)
- 小論文寫作比賽：國立中興大學附屬高級中學 (jueiyen@mail.dali.tc.edu.tw)
- 閱讀心得寫作比賽：國立嘉義高級工業職業學校圖書館 (05) 2763060轉1901
- 抄襲檢舉學校：國立臺南女子高級中學 (06) 213-1928轉531 (tngs.lib@tngs.tn.edu.tw)
- 網站建置與維護：國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心

圖4-3-1-1 「不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響」甲等獲獎截圖

(2) 「不同種類甜味劑對酵母菌發酵速率的影響」作品連結：

<https://drive.google.com/file/d/1zvTEbWX977YTavVFBMEyMX4DS>

[Gz3pRx4/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1zvTEbWX977YTavVFBMEyMX4DS/Gz3pRx4/view?usp=sharing)

4.推廣 KWL 教學策略

已訂定115/2/25-26為本課程公開觀課的日期，將開設兩場講座推廣 KWL 教學策略，並已公布此消息廣邀同領域教師參加講座，期盼能首次於校內推廣 KWL 教學策略。

五、預期成果

計畫主持人認為期中報告的目前執行成果仍是不足的，下學期預計能再補齊更多研究數據以支持及證明 KWL 教學策略對學生有實質上的幫助，在推廣課程時也更有立足點。因此列出以下幾個下學期預計實施的研究規劃：

(一)針對研究目的第1點「了解 KWL 教學策略對於學生實驗設計能力的影響」：目前僅收集學生的質性回饋，缺乏量化分析，預計於下學期探究與實作課堂中融入本課程，並讓學生進行前測與後測，收集研究數據並製作成圖表。

(二)針對研究目的第4點「推廣 KWL 教學策略」：目前僅發布

115/2/25-26為兩場公開觀課日期，計畫主持人預計製作議課回饋表邀

請同領域教師給予指點，並利用此機會分享 KWL 教學策略之教材與教案，期盼能將 KWL 融入探究與實作的教法推廣出去。

六、檢討

(一)114學年度第二學期才能將「發酵實驗」融入探究與實作的原因：

因課程與學分設計的緣故，114學年度第一學期本校之探究與實作 A(物理地科)與 B(生物化學)為對開的課程，考量到學生初次接觸實驗設計課程，不論是探究與實作 A 或 B 皆於學期初第一個單元進行基礎測量的訓練(三民高中，民115，114學年度課程總體計畫，頁81)，而114學年度第二學期更換對開的班級之後，才將基礎測量的單元改為「CER 科學辯證」。因此，計畫主持人只能在114學年度第二學期探究與實作的「CER 科學辯證」中融入本計畫的「發酵實驗」課程，時程稍微有延宕，甚感抱歉。

不過能在第一學期的生物課堂中試行課程，並確保實驗成效，對於第二學期的融入也是一大助力，期盼下學期能有顯著的課程成果。

(二)課程成果並無收集量化數據之原因：

在試行「發酵實驗」時，因實施的班級尚未分一、二、三類組，學生也還在探索階段，計畫主持人並沒有強制將實驗課程納入平時成績計算，僅鼓勵學生上傳學習歷程檔案，因此僅收到少部分學生的質性回饋。計畫主持人預計於第二學期將課程融入在高二探究與實作的課程中，屆時每位學生都會參與課程並接受前後測，期盼能看見量化數據中有顯著的教學成效。

七、參考資料

胡秀芳(民101)。閱讀融入教學-自然領域教師專業社群經營。2012

科學教育與傳播論壇，你今天科學了沒？(頁29-57)。臺北市：

國立臺灣科學教育館。

新北市立三民高級中學(民115)。高中課程總體計畫。新北市立三民高

中114學年度課程總體計畫書(115.01.07更新)(頁84-85)。

<https://www.smsn.ntpc.edu.tw/p/406-1000-9997,r216.php?Lang=zh-tw>

教育部國民及學前教育署。中學生網站。

<https://www.shs.edu.tw/Customr/Winning/EssayIndex>