

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PSK1100501

學門專案分類/Division：[專案]技術實作

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2022.07.31

專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程/Project-based learning is applied to fermentation technology course on the theme of fermentation to produce coffee beans with different flavors

發酵技術產業應用/Industrial application of fermentation technology

計畫主持人(Principal Investigator)：張晉峰

共同主持人(Co-Principal Investigator)：徐志杰

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

中華科技大學/生物科技系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：111.09.16

專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程/Project-based learning is applied to fermentation technology course on the theme of fermentation to produce coffee beans with different flavors

一. 本文 Content

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

過去大專院校針對微生物發酵技術進行模組化、專題式系統性的教學甚少，多以分科為主的傳統教法為主，由微生物學實驗學習微生物操作的相關技術如顯微鏡觀察、染色技術、四區畫線培養與微生物計數等建立基礎，但到高階專業部分的發酵技術教學，應該是驗收過去所學相關實驗技術並加以提升的時候，但目前教學多以理論教學為主，少有系統性的教授市場與業界需求的知識與技能，完整的以模組化的教學單元連結業界需求的模式進行。也由於少子化、學生素質不一及控制成本導致實作時數減少的現象，許多學生在學習到大三或大四到業界去實習時，對微生物的操作培養技術完全陌生，這已是業界普遍的反應，遑論學生畢業後投入職場或業者在選才時面臨的挑戰與難處。

因此，本計劃以發酵生產不同風味咖啡豆為主題，在發酵技術課程中讓學生分組進行發酵主題訂定，其中可學習微生物菌株的篩選、菌株分子鑑定、發酵菌株的測試、發酵產程的控制等發酵技術課程中需具備的實作技能並搭配現今高產值的咖啡產業，完成後續的烘豆與杯測的結果，除達到專題式教學的目的與建立模組式的完整實用技術學習外，也藉由現今時尚流行的咖啡主題，可提升學生的學習興趣，並藉由實驗紀錄報告、專題書面報告、以及成果發表會邀請校內師生品嚐各組咖啡、專業評審進行海報與成果評量等方式進行評量，藉此改變技職學生不擅長的紙筆考試評量，達到多元評量的目的，另藉由學習前後問卷的調查來了解學習的成效。

2. 文獻探討 Literature Review

專題式學習(Project-Based Learning, PBL)是「一種以建構為取向的學習方法，提供學習者複雜度高且真實性的專題計畫，讓學習者藉此找出主題、設計題目、規劃行動方案、收集資料、執行問題解決、建立決策行動、完成探究歷程，並呈現作品的學習方式」(徐新逸, 2001)。專題式學習經常也被稱為「問題式學習」(problem-based learning)，但兩者間仍然是有所區隔。問題式學習屬於要求學習者試圖去解決一個尚未解決的問題，反之，專題式學習較注重動手執行，強調做中學的精神，有明確的目標與最後作品產出(Moursund, 1999)。目前在國內外已有許多學校的教學都採用專題式學習的方式，台灣一

些高中參與微軟未來學校實施專題導向學習之成效調查顯示成果良好(蕭旭宏,2008)。曹嘉秀與陳少芬(2015)以專題導向數位學習融入大專技職生英文課程，研究調查顯示參與度及學習成效都有明顯提高。Karpudewan 等(2016)以太陽爐、生質燃料為主題進行專題、問題和探究導向學習活動的研究結果顯示，學生在能源知識、能源態度與節能行為上相較之前都有明顯的不同並朝正向改變。不僅是大專校院的教學，包括中小學與高中職更是融入許多專題式學習的教法，讓學生從小就能培養獨立思考、跨域整合、分工合作等能力，現今在美國有超過 5 千所國高中改採專題式學習法(親子天下)。

透明度市場研究 (Transparency Market Research) 發佈了一份名為《發酵化學品市場：2013 至 2019 年全球產業分析、規模、份額、增長、發展趨勢和預測》的市場報告。該報告指出，2012 年發酵化學品市場產值為 415.677 億美元，2019 年，該產值預計將達 601.239 億美元，2013 至 2019 年的複合年均增長率 (CAGR) 將達 5.4%。該份報告顯示出未來在發酵工業的發展前景。台灣過去有味精王國的美譽，主要就是依靠發酵工業的味精生產，現今除傳統食品或酵素、胺基酸、多醣體、維生素、色素和香料等機能成分的發酵外、藥物與保健食品的市場更是多家業者投入，其他包括農業、環境復育與能源發展部分微生物的發酵也是重要的產業焦點，發酵產業具高度發展前景。因此，人才的培訓及業界合作的部分，更是刻不容緩的課題。

發酵技術涉及微生物在發酵製程中物理、化學及營養因子的控制之外，發酵前的無菌技術、菌種的製備與保藏等技術，甚或下游目標產品的最佳化等，都是業界進行微生物發酵所必備的技能。另一方面，相關功能性微生物的開發需針對目前或未來具開發潛力的菌株進行研究思考，並加以實踐應用(McNeil 與 Harvey, 2008)。

咖啡僅次於石油為全球第二大貿易產品，另與茶葉、可可並稱為世界三大飲料，而論產量、產值與消費量，咖啡高居其冠。根據國際咖啡組織(International Coffee Organization)統計資料顯示，2015 年全世界的咖啡產量約為 868 萬公噸，在台灣，一年咖啡市場產值可高達 700 億元。咖啡果實處理方式如以是否去除果皮可區分為日曬(乾式)及水洗(濕式)等方式；如以果膠的處理方式則又可區分為蜜處理、半水洗等方式。另外，由於麝香貓咖啡也發展出生物體內發酵法的處理方式。在咖啡豆的處理方法中，以濕式及生物體內發酵法需經過微生物的發酵，此類方式處理後的咖啡豆品質佳，屬精品咖啡豆，市場價值高。台灣具有高潛力的咖啡產業，礙於種植面積所限，台灣以發展精品咖啡為主要方向，而經微生物發酵後的咖啡豆風味，在精品咖啡市場受到高度歡迎。本計畫擬以發酵技術課堂專題式學習的模式，以微生物發酵生產不同風味咖啡豆為主要教學目標，並開發功能性菌株的研究的概念，以精品咖啡業界實際在產線應用的技術搭

配業師進行授課，讓參與同學了解目前業界使用的製程方法外，也了解微生物在發酵中所扮演的關鍵角色來進行學習，以期減少學用落差。全世界的技職教育體系，德國的發展模式是全世界各國參考的主要對象，德國技職教育有相當明確的定位，以發展實用技術，培訓學生實務操作能力為主要目標，強調「工作教育」的理念核心延伸至各級教育(謝與黃，2015)。近年教育部高教深耕計劃中的專題式學習、師徒制教學或是業界實習等措施，就屬於參考德國的制度讓學生能有許多時間自主式的動手進行實務的學習，透過小組間的學習者經由一連串的探索行動，以及合作學習的情境，學習問題解決的知能以及知識活用的技能(國家教育研究院)。

3. 研究問題 Research Question

發酵技術課程內容廣泛，但在學校能學習的實用技能包括發酵菌種的分離篩選與保存、發酵製程參數條件的設定與控制等。發酵菌種的分離篩選與保存中，至少需學習培養基的成分與功能、滅菌技術、微生物培養無菌操作技術與菌種的製備與保存等知識與技術，發酵製程參數條件的設定與控制部分，需學習培養裝置設備的認識、發酵參數條件的設計與發酵製程的控制等。這些技術互相聯貫並隨實際產業應用的不同而需進行調整，但基本的原理與技術都是相同的，過去學習的方式不是太過於教授理論，就是片段式的示範與學習不同單元的知識，造成學生無法有系統性的學習，尤其是技職體系學生更無法由動手做的過程中去達到做中學的目的。

本計劃搭配現今熱門的咖啡產業，以專題學習方式讓學生針對微生物發酵生產不同風味咖啡豆為主題，尋找進行發酵的微生物標的，並透過資料收集、整理與實驗進行發酵程序中關鍵技術的學習，同時結合咖啡豆的烘培與杯測等體驗式教學，與發酵產品成果發表的方式進行驗收，研究能否達到提升學生的學習興趣，提高學習成效的目的?同時也進行學習前後問卷的調查來研究了解學習的成效。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

本課程開設在生物科技系，本系分為生物科技組與化妝品生技組，2 組發展目標雖然不同，但是發酵技術在該組發展領域，如保健生技或化妝品生技皆是屬於高度應用科技，應是本系學生學習的重要技能。因此，透過本計劃的教學方式研究大三/大四學生在學習發酵技術前後的學習成效。實作場域主要位於一般上課教室、專題實驗室、飲調教室、咖啡莊園等。

本計畫課程，在學生學習表現的資料蒐集與研究部分，首先利用問卷調查法，在學期開始的第 1 週進行前測、學期結束 18 週進行後測。設計五點量表問卷進行調查，主要針對下列 4 大面向進行調查，量表選項分為「非常同意」、「同意」、「不確定」、「不同意」與「非常不同意」，分別量化為 5 至 1 分，觀察進行咖啡豆發酵專題式學習前後的計量變化，評估學生對於發酵技術之工作內涵是否更加具備自信、且了解整體工作面貌。

中華科技大學 110 學年第 2 學期教學實踐研究計畫
發酵技術產業應用 學習前/後測調查表

班級 _____ 學號 _____ 姓名 _____

1. 學生對於咖啡產業的了解程度:

項目	非常了解	了解	尚可	不了解	非常不了解
你知道市售咖啡豆的主要品種嗎?					
你知道生產咖啡豆的相關流程嗎?					
你知道台灣咖啡豆的主要產區嗎?					

2. 發酵技術菌種分離、鑑定與保存的熟悉度

項目	非常了解	了解	尚可	不了解	非常不了解
你了解分離酵母菌需要用何種培養基嗎?					
你了解分離酵母菌的主要實驗流程嗎?					
你了解酵母菌分子鑑定程序的操作流程嗎?					

3. 咖啡豆發酵過程的熟悉度?

項目	非常了解	了解	尚可	不了解	非常不了解
你了解咖啡豆發酵過程的主要流程嗎?					
你了解咖啡豆發酵過程的觀察指標?					
你了解咖啡豆發酵過程酵母菌參與的顏色嗎?					

4. 烘豆與杯測流程的了解

項目	非常了解	了解	尚可	不了解	非常不了解
你是否了解咖啡豆烘豆的程序嗎?					
你是否了解咖啡豆烘豆過程的觀察指標嗎?					
你是否了解國際精品咖啡杯測的程序嗎?					

另外，規劃 3 次實驗紀錄報告、成果發表靜態海報展示、專題解說與咖啡風味品評的專業評審結果、最受歡迎投票結果、完整專題報告的分數比重，滿分 100 進行最後各細項加總。

3 次實驗紀錄報告平均分數	海報展示	專業評審結果	最受歡迎投票結果第 1 名 100 分、第二名 90 分、第三名 80 分、第四名 70 分，依序遞減)	完整專題報告	參與度與課堂表現作為個人增減分依據
15%	15%	30%	10%	30%	
質化評語					

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

本課程規劃的實施程序參照表 1 與圖 1 所示來進行。規劃五個不同階段的教學活動（圖 1）為架構，包括準備、實施、發表、評量與修正五個階段，設定不同階段精神與執行任務，執行期間搭配學期共計 18 週的時間(表 1)

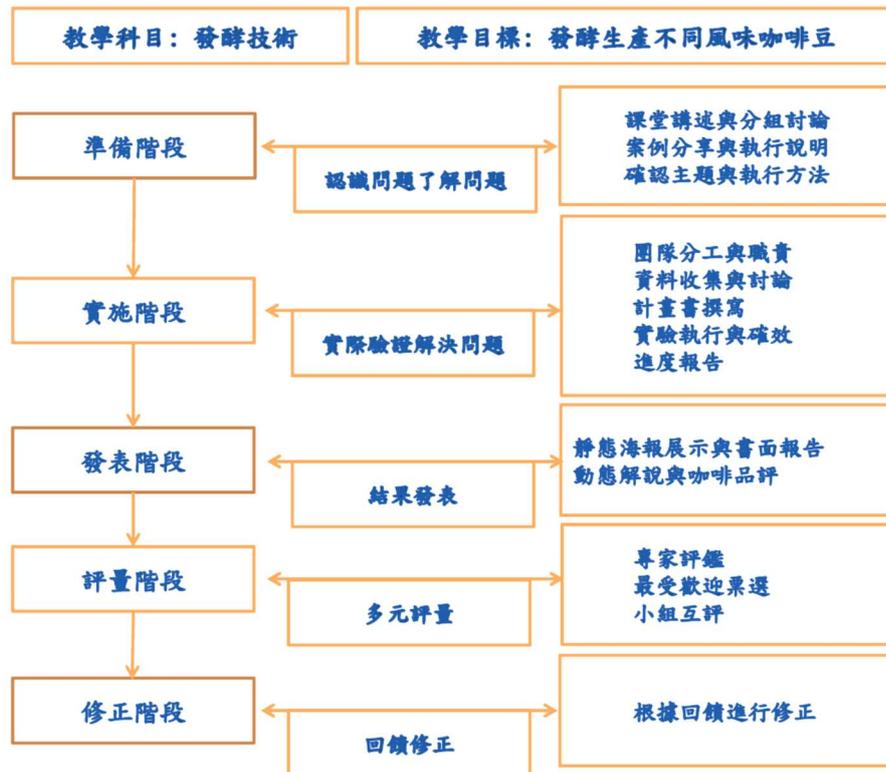


圖 1. 本計畫研究架構與實施程序

1-3 週為準備階段，透過教師對咖啡產業與發酵微生物案例的介紹，經小組討論訂定主題、搜尋資料與確立執行方法。

4-9 週為第二階段實施過程 Part I，4-7 週發酵菌種篩選培養的實驗操作、第 8 週參觀咖啡莊園、第 9 週繳交第 1 次實驗紀錄。

10-14 週為第二階段實施過程 Part II，主要聚焦在咖啡豆的發酵製備，並於第 15 週繳交第 2 次實驗紀錄。

15-16 週為第二階段實施過程 Part III，主要聚焦在咖啡豆的烘培與杯測體驗教學，並於第 17 週繳交第 3 次實驗紀錄。

第 17 週為第三階段舉辦成果發表會，同時也是第四階段多元評量的進行。

第 18 週為最後修正階段，根據上述各階段的反饋進行修正與完成最後專題完整報告。

執行期間根據實際執行進度與學生反饋加以調整進程與時數分配。

表 1. 發酵技術課程規劃週次表

週次	課程主題	課程進度	教學方法/(評量)
1	課程說明與分組	說明課程內容、目標與教學方式並設定組別	簡報輔助多媒體/教師指導
2	咖啡豆產業介紹與分組討論	介紹咖啡豆產業的發展與咖啡豆生產流程與咖啡豆發酵過程中不同微生物扮演的角色，小組討論咖啡豆發酵微生物的主要目標與研究方法	簡報輔助多媒體/教師指導
3	咖啡豆發酵微生物介紹與分組討論	介紹咖啡豆發酵研究案例與相關應用技術後，小組討論咖啡豆發酵微生物的主要目標與研究方法	簡報輔助多媒體/教師指導
4	菌株的篩選、鑑定與保存-1	微生物菌株分離篩選實作	實際操作/教學影片/教師指導
5	菌株的篩選、鑑定與保存-2	微生物菌株分離篩選實作	實際操作/教學影片/教師指導
6	菌株的篩選、鑑定與保存-3	微生物菌株鑑定與保存實作	實際操作/教學影片/教師指導
7	菌株的篩選、鑑定與保存-4	微生物菌株鑑定與保存實作	實際操作/教學影片/教師指導
8	咖啡豆莊園參訪	了解咖啡豆的種植與生長	校外參訪/
9	期中測驗	期中進度驗收與綜合座談	(參訪心得報告)/(實驗報告 1 繳交)/(分離菌株查驗)
10	發酵量化程序-1	發酵量產培養基與裝置製備	實際操作/教學影片/教師指導
11	發酵量化程序-2	發酵菌母培養	實際操作/教學影片/教師指導
12	發酵量化程序-3	發酵程序與製程監控	實際操作/教學影片/教師指導
13	發酵量化程序-4	發酵程序與製程監控	實際操作/教學影片/教師指導
14	發酵量化程序-5	發酵後產物處理	實際操作/教學影片/教師指導/
15	烘豆	發酵後咖啡豆烘培	實際操作/教學影片/教師指導/(實驗報告 2 繳交)
16	杯測	發酵後咖啡豆杯測	實際操作/教學影片/教師指導/
17	成果發表	期末成果發表會	(實驗報告 3 繳交)/(靜態海報)/(動態咖啡品評)/(解說與專業評審評核)/最受歡迎票選
18	期末評量	透過反饋進行最後報告整理與綜合座談	(成果報告)

教學暨研究成果

(A) 業師授課

課程中邀請具有多項技術認證，包括咖啡官能鑑定師、茶葉官能鑑定師與可可官能鑑定師及擔任多場競賽評審的咖啡講師巧御股份有限公司執行長簡子紘老師，課程中老師講述與咖啡方面相當多的歷史與產業面向的知識，包括何謂精品咖啡、咖啡的發現與傳遞、台灣咖啡沿革與現況、咖啡篩選方式說明等，老師幽默風趣彩的、深入淺出的精彩內容率先帶領學生進入本課程並讓學生對後續課程有更多期待(圖 2)。



圖 2. 業師授課情形

(B) 咖啡種植莊園參訪

橫鹿咖啡莊園位於新北市中和區橫路里是北部少有種植咖啡的產地，當初由於意外發現在區內有一棵百年咖啡樹，在莊園主人與咖啡愛好人士的推動下，現今整個橫路里約有 8 個莊園。產量每年亦可達到 2 噸的種植產量，且持續成長中。也由於過去此地有鹿寮的地名稱號，因此莊園主人註冊「橫鹿咖啡」為商標，代表橫路里的地方特色對於地區也具有相當重要的意義存在。此次參訪莊園主人除講授莊園的由來以外，並帶領學生現地勘查咖啡豆的生長狀況、教導與讓學生體驗採摘咖啡豆、直接咖啡果皮的品嚐，也示範如何進行咖啡豆脫殼方法，最後展示莊園主人自行製作的咖啡豆與沖泡給大家品嚐。此行的參訪讓學生走出戶外，了解地方咖啡發展歷史外，也體驗手工採摘咖啡豆的辛苦，相信對咖啡產業有更深層的認識(圖 3)。



圖 3. 咖啡種植莊園參訪情形

(C) 發酵菌株篩選、分子鑑定與咖啡豆發酵

設定 5 大壓力測試進行菌株篩選，測試項目包括果膠酶的產生、熱、酸、滲透壓與酒精的耐受程度進行發酵咖啡豆的菌株篩選。每組根據結果挑選具潛力的菌株，進一步進行分子生物學的鑑定與咖啡豆的發酵及發酵後處理(圖 4、圖 5、圖 6、圖 7)。



圖 4. 壓力測試結果照片

菌株代號	最相近菌株學名	相似度(%)
TCJ30	<i>Candida homilentoma</i>	100%
08	<i>Pichia manshurica</i>	100%
TCJ236	<i>Wickerhamomyces subpelliculosus</i>	99%
TC10S06	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	100%
SJ1L04	<i>Pichia membranifaciens</i>	100%
ES4M07	<i>Candida intermedia</i>	100%
WV10R02	<i>Pichia minuta var. minuta</i>	100%
A024S04	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	100%

圖 5. 菌株分子生物學鑑定結果



圖 6. 咖啡豆發酵與 pH 測量



圖 7. 發酵後水洗咖啡豆低溫乾燥

(D) 咖啡豆發酵後處理程序

發酵完成並經水洗乾燥後咖啡豆需再經過瑕疵豆篩選、烘豆與杯測部分的程序，這部分的課程由共同主持人徐志杰老師負責教授。

a. 瑕疵豆篩選

發酵完成並水洗乾燥後咖啡豆進一步將具有瑕疵的部分挑選出來，所謂瑕疵豆的定義與如何實際判斷的方式，在課堂間老師以多媒體簡報呈現外，也現場提供一些樣品給同學參考，各組針對乾燥後咖啡豆進行挑選(圖 8)。



圖 8. 瑕疵豆篩選

b. 烘豆程序與杯測程序

適逢疫情改為遠距教學方式，因此，及時修正課程改為線上直播進行烘豆程序與杯測程序的講解，除同學可透過鏡頭更準確的角度觀看老師授課外，錄製下

來的影音檔案未來同學想再複習或是之後課程的應用都提供了很好的教材，也協助計畫執行中多了數位影音教材的錄製成果(圖 9、圖 10)。在做好防疫準備的情形下，同學也學習如何進行實際杯測的訓練並進行小組間的互評(圖 11)。

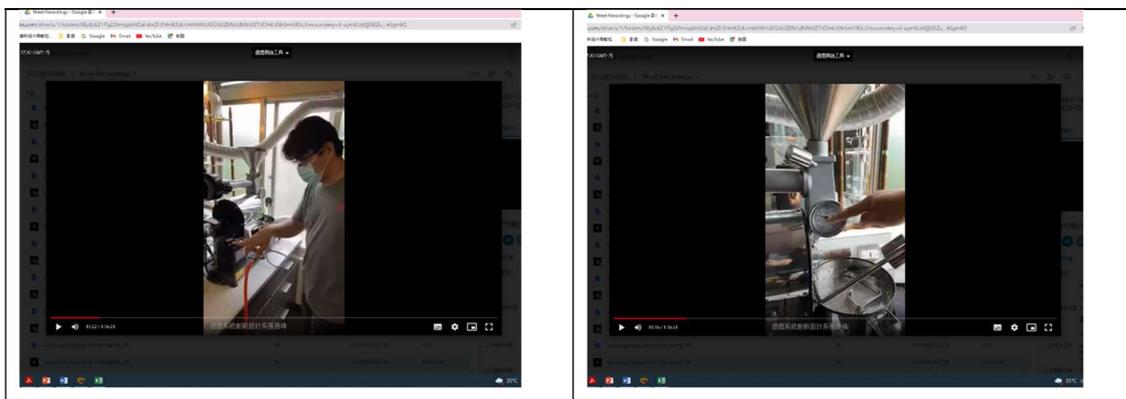


圖 9. 烘豆程序線上授課情形

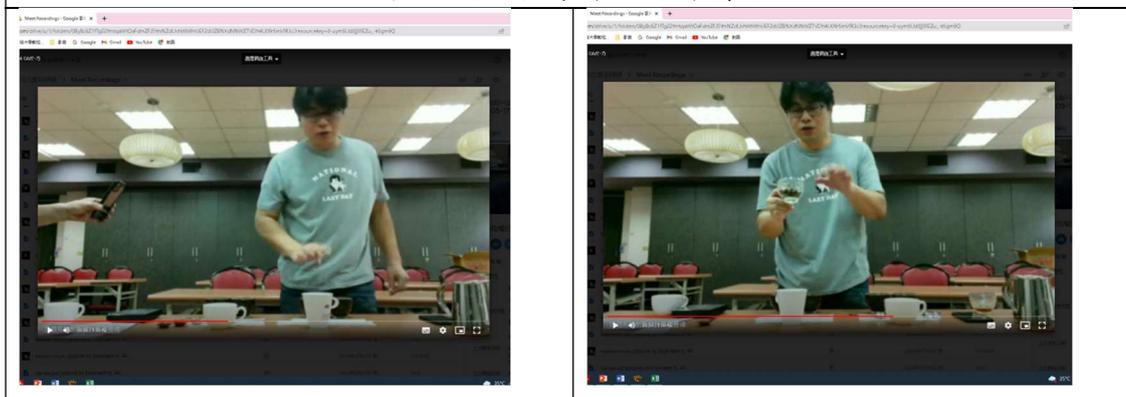


圖 10. 杯測程序線上授課情形



圖 11. 小組杯測互評授課情形

E. 成果發表

各組完成最後咖啡豆成品後，製作海報以成果發表會的方式進行評量驗收，由小組成員向評審說明專題執行過程與成果，同時師生品嚐每組的咖啡，投出受歡迎程度排名。



教學實踐研究計畫
發酵技術產業應用
 中華科技大學 生物科技系 張中峰、鄭俊管理系 徐志杰
 107148009 蕭景雄 107148049 林嘉恩 107148054 林大志
 107148023 陳如瑜 107148065 蕭景雄 107148079 洪志亨

摘要
 本研究以咖啡發酵過程為主題，旨在探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化。本研究以不同處理條件之咖啡果實，分別進行不同處理，包括：自然發酵、人工發酵、25°C/25% PC、30°C/25% PC、35°C/25% PC、40°C/25% PC、45°C/25% PC、50°C/25% PC、55°C/25% PC、60°C/25% PC、65°C/25% PC、70°C/25% PC、75°C/25% PC、80°C/25% PC、85°C/25% PC、90°C/25% PC、95°C/25% PC、100°C/25% PC。本研究之主要目的在於探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化，並探討其與咖啡品質之關係。本研究之主要結果如下：

處理條件	咖啡酸	綠原酸	奎寧酸	阿拉伯糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	總糖	總酸	總酚	揮發性有機物
自然發酵	1.2%	1.5%	1.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.8%	5.5%	1.5%	1.8%	1.2%
人工發酵	1.5%	1.8%	2.1%	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	6.7%	1.8%	2.1%	1.5%
25°C/25% PC	1.8%	2.1%	2.4%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	7.9%	2.1%	2.4%	1.8%
30°C/25% PC	2.1%	2.4%	2.7%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	9.1%	2.4%	2.7%	2.1%
35°C/25% PC	2.4%	2.7%	3.0%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	10.3%	2.7%	3.0%	2.4%
40°C/25% PC	2.7%	3.0%	3.3%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	11.5%	3.0%	3.3%	2.7%
45°C/25% PC	3.0%	3.3%	3.6%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	12.7%	3.3%	3.6%	3.0%
50°C/25% PC	3.3%	3.6%	3.9%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	13.9%	3.6%	3.9%	3.3%
55°C/25% PC	3.6%	3.9%	4.2%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	15.1%	3.9%	4.2%	3.6%
60°C/25% PC	3.9%	4.2%	4.5%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	16.3%	4.2%	4.5%	3.9%
65°C/25% PC	4.2%	4.5%	4.8%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	17.5%	4.5%	4.8%	4.2%
70°C/25% PC	4.5%	4.8%	5.1%	4.2%	4.5%	4.8%	5.1%	18.7%	4.8%	5.1%	4.5%
75°C/25% PC	4.8%	5.1%	5.4%	4.5%	4.8%	5.1%	5.4%	19.9%	5.1%	5.4%	4.8%
80°C/25% PC	5.1%	5.4%	5.7%	4.8%	5.1%	5.4%	5.7%	21.1%	5.4%	5.7%	5.1%
85°C/25% PC	5.4%	5.7%	6.0%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	22.3%	5.7%	6.0%	5.4%
90°C/25% PC	5.7%	6.0%	6.3%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	23.5%	6.0%	6.3%	5.7%
95°C/25% PC	6.0%	6.3%	6.6%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	24.7%	6.3%	6.6%	6.0%
100°C/25% PC	6.3%	6.6%	6.9%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	25.9%	6.6%	6.9%	6.3%

AS1014 咖啡果實處理



教學實踐研究計畫
發酵技術產業應用
 中華科技大學 生物科技系 張中峰、鄭俊管理系 徐志杰
 107148011 蕭景寬 107148015 林育庭 107148019 蕭景洋 107148010 陳冠龍
 107148011 蕭景寬 107148015 林育庭 107148019 蕭景洋 107148010 陳冠龍

摘要
 本研究以咖啡發酵過程為主題，旨在探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化。本研究以不同處理條件之咖啡果實，分別進行不同處理，包括：自然發酵、人工發酵、25°C/25% PC、30°C/25% PC、35°C/25% PC、40°C/25% PC、45°C/25% PC、50°C/25% PC、55°C/25% PC、60°C/25% PC、65°C/25% PC、70°C/25% PC、75°C/25% PC、80°C/25% PC、85°C/25% PC、90°C/25% PC、95°C/25% PC、100°C/25% PC。本研究之主要目的在於探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化，並探討其與咖啡品質之關係。本研究之主要結果如下：

處理條件	咖啡酸	綠原酸	奎寧酸	阿拉伯糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	總糖	總酸	總酚	揮發性有機物
自然發酵	1.2%	1.5%	1.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.8%	5.5%	1.5%	1.8%	1.2%
人工發酵	1.5%	1.8%	2.1%	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	6.7%	1.8%	2.1%	1.5%
25°C/25% PC	1.8%	2.1%	2.4%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	7.9%	2.1%	2.4%	1.8%
30°C/25% PC	2.1%	2.4%	2.7%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	9.1%	2.4%	2.7%	2.1%
35°C/25% PC	2.4%	2.7%	3.0%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	10.3%	2.7%	3.0%	2.4%
40°C/25% PC	2.7%	3.0%	3.3%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	11.5%	3.0%	3.3%	2.7%
45°C/25% PC	3.0%	3.3%	3.6%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	12.7%	3.3%	3.6%	3.0%
50°C/25% PC	3.3%	3.6%	3.9%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	13.9%	3.6%	3.9%	3.3%
55°C/25% PC	3.6%	3.9%	4.2%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	15.1%	3.9%	4.2%	3.6%
60°C/25% PC	3.9%	4.2%	4.5%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	16.3%	4.2%	4.5%	3.9%
65°C/25% PC	4.2%	4.5%	4.8%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	17.5%	4.5%	4.8%	4.2%
70°C/25% PC	4.5%	4.8%	5.1%	4.2%	4.5%	4.8%	5.1%	18.7%	4.8%	5.1%	4.5%
75°C/25% PC	4.8%	5.1%	5.4%	4.5%	4.8%	5.1%	5.4%	19.9%	5.1%	5.4%	4.8%
80°C/25% PC	5.1%	5.4%	5.7%	4.8%	5.1%	5.4%	5.7%	21.1%	5.4%	5.7%	5.1%
85°C/25% PC	5.4%	5.7%	6.0%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	22.3%	5.7%	6.0%	5.4%
90°C/25% PC	5.7%	6.0%	6.3%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	23.5%	6.0%	6.3%	5.7%
95°C/25% PC	6.0%	6.3%	6.6%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	24.7%	6.3%	6.6%	6.0%
100°C/25% PC	6.3%	6.6%	6.9%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	25.9%	6.6%	6.9%	6.3%



發酵技術產業應用
中華科技大學 生物科技系
 高潔清 陳冠傑 鍾宇軒 陳嘉豪
 林冠傑 許若瑄 陳奕辰 徐佳穎

摘要
 本研究以咖啡發酵過程為主題，旨在探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化。本研究以不同處理條件之咖啡果實，分別進行不同處理，包括：自然發酵、人工發酵、25°C/25% PC、30°C/25% PC、35°C/25% PC、40°C/25% PC、45°C/25% PC、50°C/25% PC、55°C/25% PC、60°C/25% PC、65°C/25% PC、70°C/25% PC、75°C/25% PC、80°C/25% PC、85°C/25% PC、90°C/25% PC、95°C/25% PC、100°C/25% PC。本研究之主要目的在於探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化，並探討其與咖啡品質之關係。本研究之主要結果如下：

處理條件	咖啡酸	綠原酸	奎寧酸	阿拉伯糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	總糖	總酸	總酚	揮發性有機物
自然發酵	1.2%	1.5%	1.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.8%	5.5%	1.5%	1.8%	1.2%
人工發酵	1.5%	1.8%	2.1%	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	6.7%	1.8%	2.1%	1.5%
25°C/25% PC	1.8%	2.1%	2.4%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	7.9%	2.1%	2.4%	1.8%
30°C/25% PC	2.1%	2.4%	2.7%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	9.1%	2.4%	2.7%	2.1%
35°C/25% PC	2.4%	2.7%	3.0%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	10.3%	2.7%	3.0%	2.4%
40°C/25% PC	2.7%	3.0%	3.3%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	11.5%	3.0%	3.3%	2.7%
45°C/25% PC	3.0%	3.3%	3.6%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	12.7%	3.3%	3.6%	3.0%
50°C/25% PC	3.3%	3.6%	3.9%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	13.9%	3.6%	3.9%	3.3%
55°C/25% PC	3.6%	3.9%	4.2%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	15.1%	3.9%	4.2%	3.6%
60°C/25% PC	3.9%	4.2%	4.5%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	16.3%	4.2%	4.5%	3.9%
65°C/25% PC	4.2%	4.5%	4.8%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	17.5%	4.5%	4.8%	4.2%
70°C/25% PC	4.5%	4.8%	5.1%	4.2%	4.5%	4.8%	5.1%	18.7%	4.8%	5.1%	4.5%
75°C/25% PC	4.8%	5.1%	5.4%	4.5%	4.8%	5.1%	5.4%	19.9%	5.1%	5.4%	4.8%
80°C/25% PC	5.1%	5.4%	5.7%	4.8%	5.1%	5.4%	5.7%	21.1%	5.4%	5.7%	5.1%
85°C/25% PC	5.4%	5.7%	6.0%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	22.3%	5.7%	6.0%	5.4%
90°C/25% PC	5.7%	6.0%	6.3%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	23.5%	6.0%	6.3%	5.7%
95°C/25% PC	6.0%	6.3%	6.6%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	24.7%	6.3%	6.6%	6.0%
100°C/25% PC	6.3%	6.6%	6.9%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	25.9%	6.6%	6.9%	6.3%



教學實踐研究計畫
發酵技術產業應用
 中華科技大學 生物科技系
 蕭景寬 蕭景洋 蕭景雄 蕭景龍

摘要
 本研究以咖啡發酵過程為主題，旨在探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化。本研究以不同處理條件之咖啡果實，分別進行不同處理，包括：自然發酵、人工發酵、25°C/25% PC、30°C/25% PC、35°C/25% PC、40°C/25% PC、45°C/25% PC、50°C/25% PC、55°C/25% PC、60°C/25% PC、65°C/25% PC、70°C/25% PC、75°C/25% PC、80°C/25% PC、85°C/25% PC、90°C/25% PC、95°C/25% PC、100°C/25% PC。本研究之主要目的在於探討不同處理條件下，咖啡果實中各種有機酸、糖類、多酚類、揮發性有機物等之含量變化，並探討其與咖啡品質之關係。本研究之主要結果如下：

處理條件	咖啡酸	綠原酸	奎寧酸	阿拉伯糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	總糖	總酸	總酚	揮發性有機物
自然發酵	1.2%	1.5%	1.8%	1.0%	1.2%	1.5%	1.8%	5.5%	1.5%	1.8%	1.2%
人工發酵	1.5%	1.8%	2.1%	1.2%	1.5%	1.8%	2.1%	6.7%	1.8%	2.1%	1.5%
25°C/25% PC	1.8%	2.1%	2.4%	1.5%	1.8%	2.1%	2.4%	7.9%	2.1%	2.4%	1.8%
30°C/25% PC	2.1%	2.4%	2.7%	1.8%	2.1%	2.4%	2.7%	9.1%	2.4%	2.7%	2.1%
35°C/25% PC	2.4%	2.7%	3.0%	2.1%	2.4%	2.7%	3.0%	10.3%	2.7%	3.0%	2.4%
40°C/25% PC	2.7%	3.0%	3.3%	2.4%	2.7%	3.0%	3.3%	11.5%	3.0%	3.3%	2.7%
45°C/25% PC	3.0%	3.3%	3.6%	2.7%	3.0%	3.3%	3.6%	12.7%	3.3%	3.6%	3.0%
50°C/25% PC	3.3%	3.6%	3.9%	3.0%	3.3%	3.6%	3.9%	13.9%	3.6%	3.9%	3.3%
55°C/25% PC	3.6%	3.9%	4.2%	3.3%	3.6%	3.9%	4.2%	15.1%	3.9%	4.2%	3.6%
60°C/25% PC	3.9%	4.2%	4.5%	3.6%	3.9%	4.2%	4.5%	16.3%	4.2%	4.5%	3.9%
65°C/25% PC	4.2%	4.5%	4.8%	3.9%	4.2%	4.5%	4.8%	17.5%	4.5%	4.8%	4.2%
70°C/25% PC	4.5%	4.8%	5.1%	4.2%	4.5%	4.8%	5.1%	18.7%	4.8%	5.1%	4.5%
75°C/25% PC	4.8%	5.1%	5.4%	4.5%	4.8%	5.1%	5.4%	19.9%	5.1%	5.4%	4.8%
80°C/25% PC	5.1%	5.4%	5.7%	4.8%	5.1%	5.4%	5.7%	21.1%	5.4%	5.7%	5.1%
85°C/25% PC	5.4%	5.7%	6.0%	5.1%	5.4%	5.7%	6.0%	22.3%	5.7%	6.0%	5.4%
90°C/25% PC	5.7%	6.0%	6.3%	5.4%	5.7%	6.0%	6.3%	23.5%	6.0%	6.3%	5.7%
95°C/25% PC	6.0%	6.3%	6.6%	5.7%	6.0%	6.3%	6.6%	24.7%	6.3%	6.6%	6.0%
100°C/25% PC	6.3%	6.6%	6.9%	6.0%	6.3%	6.6%	6.9%	25.9%	6.6%	6.9%	6.3%

圖 12. 成果發表會情形

F. 學習前與學習後問卷調查

在學習問卷調查部分，針對 1) 學生對於咖啡產業的了解程度、2) 發酵技術菌種分離、鑑定與保存的熟悉度、3) 咖啡豆發酵過程的熟悉度或 4) 烘豆與杯測流程 4 大部分，在前測時屬於不了解的佔 74-93%、尚可 4-22%、了解 4-7%，而在後測時屬於了解的比例則大幅提升至 56-78%、尚可 19-33%、不了解則大幅降低至 4-11%，顯示該課程是有良好的學習成效。

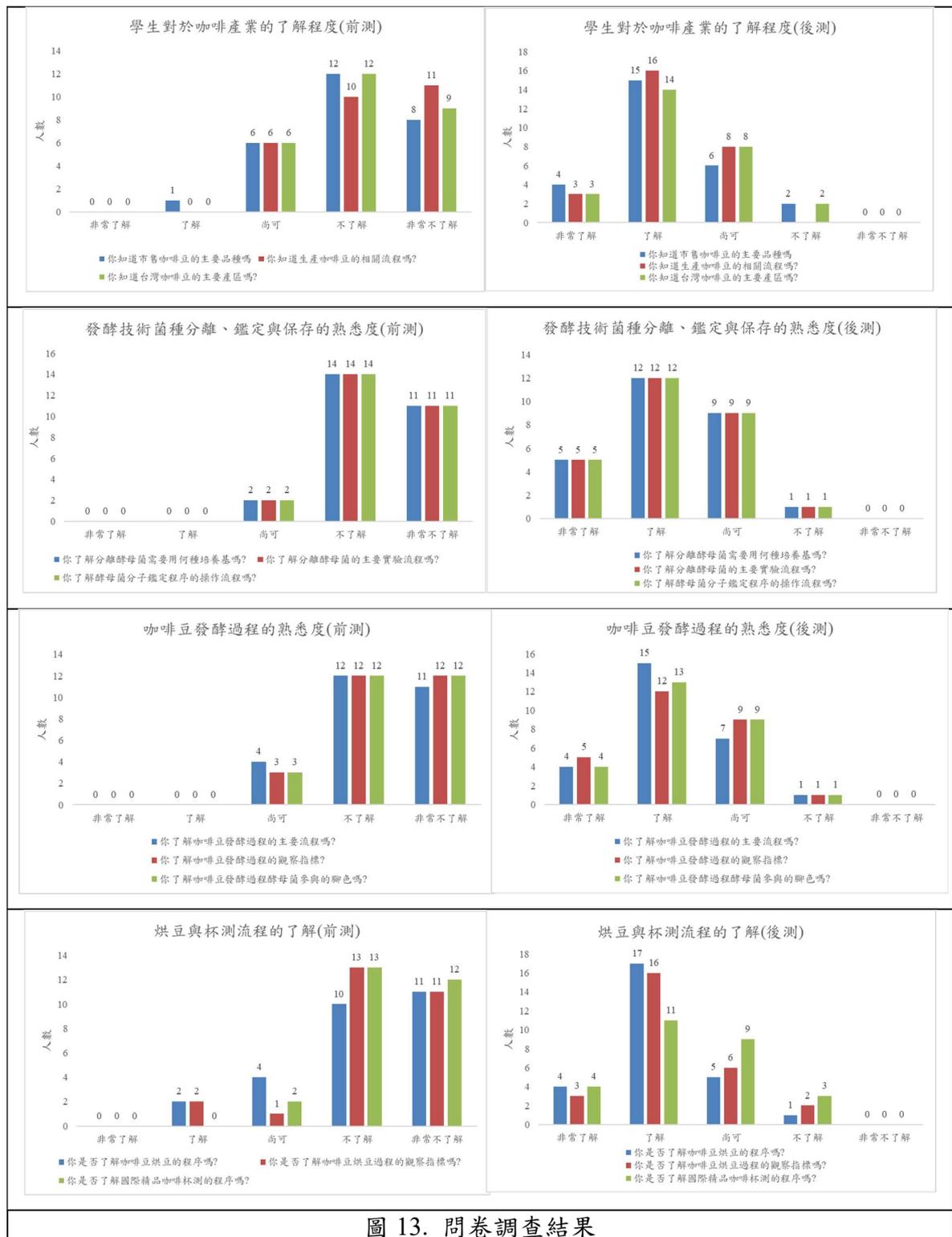


圖 13. 問卷調查結果

(2) 教師教學反思

1. 單向學習改分組團隊合作的不知所措與分工合作

計畫執行過程在教學現場發現同學對於分組合作的方式尚屬陌生，團隊合作往往會有分工不均與協調不周的方式，對於在職場上團隊合作是必須的，團結力量大，好的團隊合作往往產生 1 加 1 大於 2 的結果。同學一開始都只個做各的事，沒有達到互相協調與分工互助，在經過老師慢慢地協助與導引後，同學逐漸掌握與了解如何主動參與團隊的工作，產線小組間良好的默契。

2. 適合現今技職同學的學習方式

曾經有一位老師問過我一個問題，他認為我的課程安排以咖啡產業當發酵技術的主題是否過於狹隘無法教授發酵技術的精髓？其實這個問題凸顯了 2 個層面，首先是許多老師對於教學還是停留在教科書式的教學法，本計畫課程中雖然是以咖啡產業為主題，但是關於發酵技術相關的訓練，如發酵菌株分離培養基、發酵菌株篩選方法、發酵菌株鑑定方法、發酵與製程條件控制與發酵後處理方法等，是一體適用在其他產業的。另一層面主要考量學生對象的不同應該調整教學的方式，先引起學生的學習興趣才能更深入的教下去，尤其老師在面臨現今技職體系的學生，拋開傳統教科書的單向授課方式，找出引領學生能更有效率的學習，是老師們需要更努力的課題。

3. 課程的安排與延續性

計畫的教學過程大致順利，隨然遇到疫情原因有幾周改為線上授課，但是線上直播並錄下影音檔的方式，也能製作新的教材。未來開設該課程時，會將加相關技術過程製作成影音教材，增加更多學習的機會。

(3) 學生學習回饋

綜合學生的學習回饋，首先學生對於該門課的相關教學方式都非常感興趣，由發酵技術產業應用課程教學評量達 97.56 分也可看出學生的肯定。另外，出席率的部分顯示，平時缺曠課與上課遲到的人數變少了，尤其是在疫情期間進行實體授課時，除少數須隔離學生無法到課外，舉行杯測品評與成果發表會幾乎都準時出席，展現更負責的態度，在發表會結束後同學們都詢問是否可以將咖啡豆成果帶回家給家人品嚐，也算是另一種成就。在問卷調查的結果部分，整題而言都呈現明顯的學習成效，這是在之前未曾遇過的。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

其實一開始撰寫教學實踐研究計畫是千頭萬緒不知從何著手，剛好有這個機緣將過去的研究、帶學生專題製作及競賽的成果及經驗與過去的教學經驗融合為一門課程，感謝教育部的經費支持及審查委員的審查協助，讓計畫能順利執行。由於專業領域不同，經常面臨到在計畫成效相關的評量與如何進行研究上的問題，建議承辦單位可針對此部分開設研討會或講習讓更多有興趣的老師能了解與更好的參與計畫的執行。

二. 參考文獻 References

- Karpudewan, M., Ponniah, J., & Zain, A. N. Md. (2016). Project-based learning: An approach to promote energy literacy among secondary school students. *The Asia Pacific Education Researcher*, 25(2), 229-237.
- McNeil B. and L. Harvey. (2008) *Practical Fermentation Technology*. Wiley, UK. Moursund, D. (1999). *Project-Based Learning Using Information Technology*. Eugene, Oregon: ISTE Publications.
- 國家教育研究院，<http://terms.naer.edu.tw/detail/1678794/>。
- 國際咖啡組織(International Coffee Organization)，<http://ico.org>。
- 透明度市場研究 (Transparency Market Research) 。2013 。發酵化學品市場。
<https://adhesivesalants.wordpress.com/>。
- 親子天下。<https://www.parenting.com.tw/article/5068906>。
- 徐新逸。2001。如何利用網路幫助孩子成為研究高手？網路專題式學習與教學創新。台灣教育，607，25-34。
- 曹嘉秀、陳少芬。2015。自律學習及專題導向數位學習對大專技職生英文課程之參與度及學習成效之影響。輔英通識教育學刊，2，61-94。
- 蕭旭宏。2008。台灣地區微軟未來學校(SOF)實施專題導向學習(PBL)之調查研究台灣地區微軟未來學校(SOF)實施專題導向學習(PBL)之調查研究。碩士論文、致遠管理學院、教育研究所。新北市、台灣。
- 謝宗順、黃兆璽。2015。臺灣技職教育學術化發展省思—從德國、美國、新加坡經驗分析。臺灣教育評論月刊。4(11)，75-80。

三. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

計畫執行過程中，召開了一場期初諮詢會議、期中諮詢會議與期末諮詢會議，邀請相關專家學者進行指導，相關會議記錄列於附件中。

中華科技大學 110 年教學實踐研究計畫活動/聚會紀錄表

填表日期：111 年 2 月 26 日

計畫名稱	專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程			
計畫主持人	張晉峰	聯絡電話	分機：265ext.16	
			手機：0922-216110	
活動類型	期初諮詢會議			
活動日期	111.02.16	活動時間	<input type="checkbox"/> 上午 <input checked="" type="checkbox"/> 下午	12 時 00 分 至 13 時 30 分
參與人員	詳見簽名簿	參與人數	4	
活動地點	中華科大至正樓 J201			

活動內容簡述

本次會議主要目的為舉辦課程前期諮詢會議，會中邀請永茂生技實業股份有限公司陳智宏副總、國立空中大學生活科學系林高永副教授商研課程的內容、授課方式進行討論：

1. 陳智宏副總，過去公司也曾進行過咖啡豆發酵試驗，但未掌握相關核心技術。科大能開設此課程藉由 2 位老師的專長授予一系列咖啡豆製作專業知識培養發酵人才，對學生在發酵技術的認識與未來求職都有許多幫助。現在永茂生技也著重開發一系列機能性飲料，未來能結合該計畫的核心技術在咖啡飲品中加入機能性的概念與成分會更多的應用性。

5. 林高永博士，過去參與許多教育部的課程評鑑，覺得本課程整體內容的安排十分的有條理，針對咖啡產業的認識並學習發酵的技術對學生十分有幫助。下次若有機會繼續執行，建議可安排更多與業界的連結，讓學生更近產業。



會議過程 1



會議過程 2

中華科技大學 110 年教學實踐研究計畫活動/會議簽到表

計畫名稱：專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程

負責教師：張晉峰

活動類型：期初諮詢會議

日期：111 年 2 月 16 日 (三)

時間：12 時 00 分 至 13 時 30 分

地點：Y201

編號	單位	職稱	姓名	簽到
1	國立空中大學生活科學系	副教授	林高永	林高永
2	永茂生技實業股份有限公司	研發副總	陳智宏	陳智宏
3	中華科技大學餐旅管理系	講師	徐志杰	徐志杰
4	中華科技大學生物科技系	助理教授	張晉峰	張晉峰
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

中華科技大學 110 年教學實踐研究計畫活動/聚會紀錄表

填表日期：111 年 3 月 09 日

計畫名稱	專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程		
計畫主持人	張晉峰	聯絡電話	分機：265ext.16
			手機：0922-216110
活動類型	諮詢會議		
活動日期	111.03.09	活動時間	<input type="checkbox"/> 上午 <input checked="" type="checkbox"/> 下午 11 時 30 分至 12 時 30 分
參與人員	詳見簽名簿	參與人數	2
活動地點	橫鹿咖啡莊園		
活動內容簡述			
<p>本次會議主要目的為舉辦課程諮詢會議，會中邀請橫鹿咖啡負責人呂星輝先生針對課程的內容、授課方式進行諮詢：</p> <p>1. 呂星輝先生，橫鹿咖啡本身種植數公頃咖啡豆，自己也利用不同方式生產咖啡豆，但後續烘豆與測試則未參予相關技術。中華科大此課程讓學生由咖啡生長地狀況開始認識，覺得是非常好的開始，在參訪過程也能感受學生的熱烈參予，對於該課程非常肯定。</p>			
			
會議過程 1		會議過程 2	

中華科技大學 110 年教學實踐研究計畫活動/會議簽到表

計畫名稱：專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程

負責教師：張晉峰

活動類型：諮詢會議

日期：111 年 3 月 9 日 (三)

時間：11 時 30 分 至 12 時 30 分

地點：橫路咖啡

編號	單位	職稱	姓名	簽到
1	橫路咖啡莊園	負責人	呂星輝	呂星輝
2	中華科技大學生物 科技系	助理教授	張晉峰	張晉峰
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

中華科技大學 110 年教學實踐研究計畫活動/聚會紀錄表

填表日期：111 年 6 月 24 日

計畫名稱	專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程			
計畫主持人	張晉峰	聯絡電話	分機：265ext.16	
			手機：0922-216110	
活動類型	期末諮詢會議			
活動日期	111.06.24	活動時間	<input type="checkbox"/> 上午 <input checked="" type="checkbox"/> 下午	12 時 00 分 至 13 時 30 分
參與人員	詳見簽名簿	參與人數	4	
活動地點	中華科大至正樓 J202			
活動內容簡述				
<p>本次會議主要目的為舉辦課程後期末諮詢會議，會中邀請永茂生技實業股份有限公司陳智宏副總、國立空中大學生活科學系林高永副教授商研課程的內容、授課方式進行討論：</p> <p>1.陳智宏副總，看完本學期相關課程執行情形與成果，覺得兩位老師相當用心的教授，學生的成果也可看出學生有許多的收穫。未來這門課程若再擴大衍生擴及更多咖啡豆不同生產的方式，可以成為一套該咖啡豆製作課程的指標。</p> <p>5.林高永博士，由於疫情的影響許多學校都改線上授課這對於以實作為主的課程是不利的，但本計劃在線上授課部分除教授相關實驗的原理外，也由老師親自示範並以直播方式線上授課，這部分相當肯定。未來可以考慮將所有課程製作成數位教材，可以讓更多學生受益。</p>				
				
會議過程 1		會議過程 2		

中華科技大學 110 年教學實踐研究計畫活動/會議簽到表

計畫名稱：專題導向學習應用在發酵生產不同風味咖啡豆為主題的發酵技術課程

負責教師：張晉峰

活動類型：期末諮詢會議

日期：111 年 6 月 24 日 (五)

時間：12 時 00 分 至 13 時 30 分

地點：Y202

編號	單位	職稱	姓名	簽到
1	國立空中大學生活科學系	副教授	林高永	林高永
2	永茂生技實業股份有限公司	研發副總	陳智宏	陳智宏
3	中華科技大學餐旅管理系	講師	徐志杰	徐志杰
4	中華科技大學生物科技系	助理教授	張晉峰	張晉峰
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				