
植物次級代謝為主體的新農業建構：以台南東山咖啡與香草為例

Construction of new farming based on the functions of secondary compounds, taking coffee and herbs at Dongshan (Tainan) as an example

期末報告書

執行單位：國立成功大學

執行期間：112年02月08日至112年12月31日

計畫主持人：蔣鎮宇 教授(國立成功大學熱微所所長)

共同主持人：許再文 副研究員(農委會特有生物研究保育中心)

江友中 教授(國立中山大學理學院副院長)

黃浩仁 教授(國立成功大學生命科學系主任)

黃兆立 副教授(國立成功大學熱微所)

王雲哲 教授(國立成功大學土木科學系系主任)

林幸君 教授(嘉義大學應用經濟學系)

農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 112 年 11 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考)

目次

目次.....	I
表次.....	II
圖次.....	III
第一章 緒論.....	1-1
第一節 背景	1-1
第二節 問題分析	1-2
第三節 計畫目標	1-4
第二章 工作執行方法與步驟	2-1
第一節 工作執行方法	2-1
第二節 工作執行步驟	2-16
第三章 工作進度與交付項目	3-1
第一節 計畫甘特圖	3-1
第二節 計畫交付項目	3-12
第四章 結果及建議	4-1
第一節 結果	4-1
第二節 建議	4-18
參考文獻.....	參-1
附錄.....	附錄-1
附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-1
附錄二、期中報告書審查意見暨回覆辦理情形	附錄-6
附錄三、期中報告書審查意見暨回覆辦理情形	附錄-14

表次

表 1-1 台南農產資料分析(節錄).....	1-2
表 2-1 計畫團隊與合作對象	2-1
表 2-2 咖啡生豆價格表	2-3
表 2-3 本研究的標的藥用植物種類及特性	2-15
表 3-1 原計畫甘特圖.....	3-1
表 3-2 淺山區、半山區土壤化性分析表	3-2
表 3-3 可量化效益表.....	3-12
表 4-1 過長沙機能性物質萃取實驗結果	4-11

圖次

圖 2-1 食力報導，2022 年.....	2-2
圖 2-2 咖啡種植區域.....	2-3
圖 2-3 你我他生態農場咖啡生長狀況	2-5
圖 2-4 咖啡發酵過程.....	2-7
圖 2-5 發酵後的咖啡豆.....	2-7
圖 2-6 不同型態藥用雷公根.....	2-10
圖 2-7 月桃花及果實特寫.....	2-11
圖 2-8 過長沙植株.....	2-12
圖 2-9 忍冬植株.....	2-13
圖 2-10 洋甘菊幼苗.....	2-13
圖 2-11 百香果.....	2-14
圖 2-12 你我他生態農場的水資源回收設備	2-17
圖 2-13 萃取儀器.....	2-18
圖 3-1 團隊依咖啡樹種、種植農法分區採土壤樣本	3-1
圖 3-2 土壤取樣.....	3-3
圖 3-3 微生物農法 VS.傳統農法	3-3
圖 3-4 菌母冷藏測試結果	3-4
圖 3-5 菌母冷凍測試結果	3-4
圖 3-6 咖啡植栽營養管理研討	3-5
圖 3-7 自然農法咖啡園	3-6
圖 3-8 三尖山咖啡農場.....	3-6
圖 3-9 紫葉咖啡.....	3-7
圖 3-10 結實累累的鐵皮卡咖啡(自然農法).....	3-7

圖 3-11 草生自然農法	3-8
圖 3-12 香草植物坡面	3-8
圖 3-13 石斛	3-9
圖 3-14 水資源管理	3-9
圖 3-15 場域全貌	3-10
圖 3-16 咖啡選育	3-10
圖 3-17 蜜處理豆加入不同菌種後的發酵反應	3-11
圖 3-18 團隊與東山區農民分批包裝發酵後的蜜處理豆	3-11
圖 3-19 咖啡樹種植.....	3-11
圖 3-20 印尼茂物市郊保護區有機咖啡園參訪.....	3-12
圖 3-21 印尼萬隆山區咖啡園參訪.....	3-12
圖 3-22 印尼茂物農業大學實驗咖啡園參訪.....	3-12
圖 3-23 過長沙(野外族群).....	3-14
圖 3-24 移入溫室後分組實驗之過長沙	3-15
圖 3-25 過長沙酒萃與水萃流程	3-15
圖 3-26 過長沙凍乾物	3-15
圖 3-27 流蘇石斛.....	3-16
圖 3-28 流蘇石斛水萃流程	3-16
圖 3-29 百香果開花.....	3-16
圖 3-30 ASIATIC ACID 結構式	3-17
圖 3-31 ASIATIC ACID 老鼠生理試驗.....	3-17
圖 4-1 微生物農法與慣行農法下的葉菜類作物的產量	4-3
圖 4-2 野生林、農園以及山坡崩塌地土壤微生物組成	4-3
圖 4-3 ALPHA-DIVERSITY 分析.....	4-4
圖 4-4 階層分群分析.....	4-4

圖 4-5 NON-METRIC MULTIDIMENSIONAL SCALING 分析	4-5
圖 4-6 野生林、農園以及山坡崩塌地土壤微生物組成	4-5
圖 4-7 微生物農法與慣行農法之微生物組成	4-6
圖 4-8 咖啡發酵過程中，醣類、有機酸與 pH 值的變化	4-8
圖 4-9 優格發酵中的咖啡豆	4-8
圖 4-10 過長沙萃取物之總多酚含量分析	4-11
圖 4-11 過長沙萃取物之自由基清除能力分析	4-12
圖 4-12 過長沙萃取物之總抗氧化能力分析	4-12
圖 4-13 ASIATIC ACID 老鼠強迫游泳試驗(FORCED SWIMMING TEST)結果	4-12
圖 4-14 ASIATIC ACID 老鼠開闊場實驗(OPEN FIELD TEST) 結果	4-13
圖 4-15 ASIATIC ACID 老鼠 CENTRAL ZONE TEST 結果	4-13
圖 4-16 ASIATIC ACID 老鼠 ANESTHESIA LATENCY TEST 結 果.....	4-13
圖 4-17 巴西與越南咖啡在自然農法與慣行農法之間的 碳足跡差異	4-19
圖 4-18 咖啡生產國與消費國在 2008 年的量.....	4-20
圖 4-19 龍眼乾傳統烘焙窯	4-20
圖 4-20 龍眼乾電動烘焙機	4-21
圖 4-21 龍眼乾分粒機.....	4-21

第一章 緒論

第一節 背景

台灣的農業從廿世紀以糧食為主要生產的戰時計畫經濟，逐漸轉型為以高單價特色產業為主的自由經濟，從營養的意涵，可以簡略地理解為從植物的初級代謝物(一如澱粉作物: 稻米與甘藷、製糖作物: 甘蔗等)轉換為對植物次級代謝的需求，其中最具代表性的莫過於台灣的茶葉與咖啡，廿一世紀的台灣居民不再缺糧，所追求的是飲食上的樂趣以及身心的保健，也因此有機、自然農法因應而生，甚至每日攝取健康食品已經蔚為國民的一種新風尚，如何建構具有高單價及保健價值的新農業是當今生物科技重要的課題。

社會結構上，台灣已步入高齡少子化人口結構的型態，國民的平均壽命因為醫學的發達明顯地加長，長者追求健康以維持生活品質儼然成為國民保健的主流，此外，因生理老化或生活壓力(經濟的或家庭照護問題等)所衍生之睡眠品質低落，乃至神經系統與生理機能退化等狀態，許多的研究都指出老年人口睡眠障礙嚴重，女性有高於男性的趨勢，新冠肺炎侵擾下老人的睡眠障礙更形惡化(<https://reurl.cc/94Dvnn>)，因應這樣普遍又日趨嚴重的老人保健問題，多數的長者並不會選擇以藥劑來控制老化的症候群，相對地保健營養食品在全球預防保健上則扮演極其重要的角色，保健食品的訴求往往是健康、活力與預防(cf. 老人醫學 <https://reurl.cc/aVeqxX>)；根據台灣睡眠醫學學會進行的「國人睡眠趨勢大調查」結果顯示，國人慢性失眠的盛行率高達 21.8%，而 60 歲以上的人中會有 30-50% 失眠現象，是一個普遍的健康問題，且與生活壓力與身體健康狀況

有關，且失眠者罹患三高比例亦高於非失眠(<https://reurl.cc/y7RLAl>)。

台灣現行「健康食品」保健功能 13 項評估包含了延緩衰老模式，但產品項目仍屬少數，至 2021 年底通過健食認證產品僅有 10 項，素材包含有靈芝、肉蓯蓉、四物、綠藻、蜂王漿與猴頭菇等(<https://reurl.cc/01KvWM>)，顯示中藥材為產品開發之重要標的之一，且延緩老化與睡眠品質提升之相關素材加深加廣的開發與檢測是一重要課題。

第二節 問題分析

一、東山的農業現況：

相較於鄰近平原為主的後壁區以水稻為主要農產，以山坡地為主的東山區，主要以火龍果、咖啡、青皮椪柑、龍眼(乾)、荔枝等為主要農產，台南農產資料分析(節錄)如表 1-1 所示。

表 1-1 台南農產資料分析(節錄)

農產項目	栽種面積(公頃)	年產量(公斤)	主要種植面積
水稻	630-700/期	7,500,000	平原地區
火龍果	111	3,129,280	平原地區
絲瓜	136	3,131,220	平原地區
青皮椪柑	745	22,555,728	淺山地區
柳丁	380	11,055,670	淺山地區
龍眼	1,387	2,081,475	淺山地區
咖啡	55	70,174	淺山地區

其中青皮椪柑雖具特色，但單價不高，造成利潤有限，加上需要

高度的勞力投入，往往不受青農的青睞；東山的龍眼乾則是最具在地特色的農產品之一，然受到全球暖化的影響，最近幾年呈現每兩年才結果的趨勢，加上結果季節往往遇到強降雨，容易引發裂果，另一方面，龍眼乾的製作，雖具在地特色，然傳統烘焙造成的空汙以及需要高度的勞力，最近幾年亦呈現衰退。東山的咖啡則是具有歷史意義的特色農產，日治時代，當時的政府選定東山為發展台灣咖啡的植栽地，特別是環繞崁頭山的淺山地區，然隨著二戰的結束以及日本的戰敗，咖啡產業的發展開始停滯，一直到最近幾年，莊園咖啡開始抬頭，並與雲林古坑咖啡齊名。然而這兩年來東山咖啡受到阿里山咖啡的競爭，以及產銷的失衡漸漸失去優勢，甚至許多的優質咖啡必須降價以求(<https://reurl.cc/65Kvq6>)，如何提振東山咖啡的品質以及風味是重要的課題之一。

相較於台南市以種植文旦、白柚為主的麻豆地區的富庶，東山區因地處山區，發展上較為受限，而農業因上述因素的限制，亟需建構高產值的特色新產業，以提升競爭力，一方面改善當地的經濟現況，另一方面更吸引青農鮭魚返鄉。

二、機能性香草植物（中草藥）現況：

所謂的機能性香草植物，強調的是作物的二級代謝物的機能與功效，包含了中草藥(Chinese herbs)，絕大多數的藥材來自於中國，而許多中藥都有重金屬與農藥過剩的問題(<https://reurl.cc/VLYzWN>)。台灣保健食品使用之植物類原料以及國際草本素材發展熱絡，台灣草本複方保健產品之市場規模達 23 億元，但一直以來十分仰賴進口原料，本土農產運用實為少數。中國中藥問題多，成藥中常常摻有西藥，高達 60%(<https://reurl.cc/o78RYl>)，而農藥問題自始至終都是中藥最大

的問題，連中國也開始倡議種植安心中藥材，根據我們長年在雲南與中科院植物所合作的經驗，從文山取得的三七(雲南人參，雲南白藥的主要原料)，帶回台灣檢驗出七種農藥的超標(依據台灣標準)，而從雲南白藥雲南本舖購得的白藥也驗出有三種農藥超標；而中國國家產業鐵皮石斛，也因為農藥問題被日本及香港拒於門外，加上產銷失衡量產引發了價格崩盤(<https://reurl.cc/aVeqMY>)，這也顯現在昆明的中藥市場。也因此對於中草藥的品質要求，已經到了無可妥協的地步，如何利用微生物農法培育出無毒的中草藥材料，是本計畫重要的指標，希冀建構東山地區特色的新農業。

本計畫擬解決的問題有二：

(一) 提升東山咖啡的品質與獨特性(鑑別度)。

(二) 創造東山機能性香草植物在老年安神與安眠的健康食品的新農業。

二者的共同性則在植物的次級代謝物的商品化，訴諸生物科技(包括微生物技術)的導入。

第三節 計畫目標

一、全程目標：

本計畫的目的在建構以植物次代謝為核心的特色新農業，發展台南市東山區的咖啡及機能性香草植物為主軸的特色產業，透過微生物農法強化作物的根部以及提升作物標的器官的營養(一如咖啡、百香果的果實，以及香草的莖葉等)，以生物科技導入咖啡豆的發酵以及機能性香草植物的次級代謝物萃取，輔以機能性的配方，提升莊園咖啡風味的獨特性與競爭力，以及針對老人安神與安眠為對象的健康食

品。台南東山的傳統農業必須轉型，種植高單價的作物是提升青農返鄉最大的動力之一，其中經濟作物咖啡、茶葉等都是現代農業的首選，也占了台灣農業產值重要的部份，另一個新的選項則是本土中草藥的植栽，背景來自於台灣在藥材的需求上過度向中國傾斜，類似於農產品(農林漁牧皆然)外銷過度倚賴中國，往往受制於對方，嚴重偏離自由市場的模式，另一個主因則是來自於中國藥材及大多數有農藥殘留的問題，日常食用藥食同源的藥材(一如枸杞等)則影響了國民的健康，也因此台灣的藥材需求漸漸轉向日韓或具有潛力的東南亞各國，而更具有將來性的模式則是台灣培植本土的藥草產業(機能性香草植物)，以中藥市場的經濟模式考量，不少機能性香草(中草藥)或保健食品的物種具有極高的市場價值，值得鼓勵青農的投入。

二、本年度目標：本年度的目標有二：

(一)建構東山咖啡的參考模式、營養管理系統、咖啡豆發酵最佳模式。

(二)建構東山機能性香草植物的種植模式、最佳萃取模式。

第二章 工作執行方法與步驟

第一節 工作執行方法

計畫團隊與合作對象如表 2-1 所示。

表 2-1 計畫團隊與合作對象

計畫團隊：總主持人	執行內容
1. 蔣鎮宇 教授	整體籌畫、機能性萃取
計畫團隊：共同主持人	共同執行內容
1. 許再文 副研究員	種源採集與保存
2. 江友中 教授	遺傳多樣性的偵測
3. 黃浩仁 教授	土壤微生物分離
4. 黃兆立 副教授	微生物農法
5. 王雲哲 教授	土壤物性分析
6. 林幸君 教授	農業成本效益分析
實驗場域與合作農民	實驗與合作內容
1. 南方森林咖啡(東山淺山區樟樹林)	咖啡
2. 你我他生態農場(東山半山區)	咖啡與機能性香草植物
合作生物科技公司	合作執行內容
1. 金富成生物科技股份有限公司 (成大技術轉移 spin off 公司)	發酵技術
2. 龍飛生物科技股份有限公司	機能性萃取與配方技術
合作法人	合作執行內容
1. 社團法人中華食品安全雙盲檢驗認證學會	雙盲認證

資料來源：本計畫

一、東山咖啡的莊園化模式建構：

擬透過食力媒體記者的專訪推廣東山咖啡，如圖 2-1 所示。



圖 2-1 食力報導“讓東山咖啡再起！成大教授蔣鎮宇以 3 項改良技術重塑 175 咖啡公路產地文化”，2022 年

資料來源：<https://reurl.cc/AAM9pE>

過去我們的團隊針對東山咖啡的提升提出了下列的建言，也是本研究將落實的項目東山多以自然農法種植咖啡，已具備良好品質(<https://reurl.cc/GAna6v>)，然而日本植物學者(玉山學者)的專業意見表示，東山咖啡喝起來就是味道缺乏層次，需要讓風味更加多元，而關鍵技術則在於利用微生物科技發酵，讓原本風味良好的咖啡呈現更多的層次，更具有鑑別度與獨特性。我們的團隊與農民將合作共同研究開發，以三項研究項目開發完整東山咖啡產地系統。在以生物科技導入東山咖啡之前，選擇正確的參考模式是公的第一步，從咖啡地圖

的緯度分布來看，以接近北回歸線又是島嶼地形的夏威夷(可娜)以及牙買加(藍山)最為近似 (<https://reurl.cc/kXnpKd>)，他們的咖啡豆都以小量的莊園豆著稱，並且都擁有極高的單價(在全球數一數二的獨特性咖啡)，地理距離上又以夏威夷離台灣最近，其種原以及植栽方式都值得作為台灣的模式與借鏡，如圖 2-2 所示。



圖 2-2 咖啡種植區域

資料來源：<https://reurl.cc/XEA2n3>

咖啡生豆的價格是重要的指標，也同時顯示台灣咖啡產業的問題，以網路獲得的資訊，咖啡生豆價格如表 2-2 所示。

表 2-2 咖啡生豆價格表

單位：新台幣(元)

產地咖啡名稱	每公斤(kg)價格
1. 東山咖啡	700-800/kg
2. 阿里山咖啡	1,100/kg
3. 阿里山藝妓	3,000/kg

4. 夏威夷可娜	4,100/kg
5. 牙買加藍山	2,800-6,200/kg
6. 巴拿馬藝妓	1,280-4,500/kg
7. 哥倫比亞藝妓	1,300/kg
8. 哥倫比亞	315/kg
9. 衣索匹亞耶加雪菲	500/kg
10. 巴西	285/kg
11. 蘇門達臘曼特寧	185/kg

資料來源：網路約略價格

顯而易見地，東山咖啡的價格明顯高於一般的哥倫比亞、摩卡、巴西、曼特寧等，而距離高端的藝妓、藍山及可娜，則仍有許多的差異，簡單的說”高不成低不就”恐怕是東山咖啡面臨最大的困境，即使有高值的莊園豆標價來到一萬元每公斤，然而多數的咖啡生豆則落在每公斤 600-800 元左右，依品質而有差異。分析整體產業的問題，可以歸結出缺乏土壤與營養的管理、缺乏微生物發酵的技術以及缺乏冷鍊儲存的技術。

(三)營養管理與土質適性研究：土壤的物性化性分析

1.場域設定：東山淺山區的南方森林咖啡以及半山區的你我他生態農場(黃文賢)中有不少人提出東山海拔過低不適於咖啡植栽的質疑，然如果以夏威夷咖啡植栽為標的，其所謂的”Kona Coffee Belt” (The Kona Coffee Belt is a recognized "terroir" located on Hualalai Mountain and Mauna Loa, ranging from 500 to 3200 feet above sea level. <https://reurl.cc/M839YW>)分布在海拔 300- 1000 公尺的坡地，而東山的咖啡大道海拔則為 500-800 公尺，同樣為海

島地形，甚至夏威夷的緯度比東山還要南，所生產的咖啡豆卻是名列世界前茅，顯示海拔的效應並非是決定性的，多數專家認為火山灰的土壤是決定可娜咖啡獨特性的主要因子之一。多數高單價的咖啡種植在偏酸性的土壤，然東山地區的土質以青灰岩(惡地)為主，偏鹼性、排水差、微生物多樣性較低都是發展高品質咖啡的限制。透過土壤的物性化性分析，將提供農作土壤管理的基本資訊，而要提升咖啡的營養及品質，改變土質以及導入微生物農法是第一步(<https://reurl.cc/3xKmL9>)，藉由微生物多樣性的微生物農法是我們團隊過去五年在溪北地區所累積的正向經驗，咖啡生長狀況如圖 2-3 所示。



圖 2-3 你我他生態農場咖啡生長狀況

- 2.土壤樣品收集：依據需求收集不同咖啡樹區的土壤樣品。
- 3.土壤物性分析：對土壤樣品進行物理性質分析，包括土壤導電度以及 pH 值等指標的測定。

- 4.土壤化學性質分析：對土壤樣本進行化學應質分析，包括pH值、養分含量(氮、磷、鉀等)等的測定。
- 5.養分需求評估：根據土壤分析結果，評估咖啡樹的營養需求，確定適宜的施菌方案。
- 6.營養管理措施：根據評估結果，制定適當的營養管理措施。
- 7.監測與調整：定期監測土壤和植物營養狀況，進行必要的調整與改進。

(四)發酵技術升級：

1.確定研究目標：明確研究咖啡發酵的目的和目標

莊園咖啡發展的趨勢之一，即為以微生物發酵提升咖啡的風味，除了自然發酵的方式，以微生物科技導入漸漸成了莊園咖啡的主流，發酵是人類古老的技術，包括醬油、釀酒、乳酪等都是發酵的產物，然而發酵雖然是人人都会，要達到高品質及穩定的量產，則是需要微生物學系統化的技術。

2.配方優化與實驗設計：

菌種的分離、機能性混合比例、發酵時間及溫度等，都是關鍵的因子；技術上咖啡發酵概分為濕式發酵與乾式發酵，前者即是在發酵桶內以適當的菌種進行無氧呼吸，而後者則是多數以曝曬法，緩慢地進行發酵，每顆豆子的發酵程度不盡相同，基本上在健康元素的加入上比不上濕式發酵。台灣的氣候濕度較大，濕式發酵在咖啡豆的品質及味道的控制上比較容易達到系統化。

3.實驗執行、數據分析、評估調整：根據我們的菌種分離與前測，已經有不錯的味道增添，顯示微生物發酵的可行性，咖啡發酵過程如圖 2-4、圖 2-5 所示。

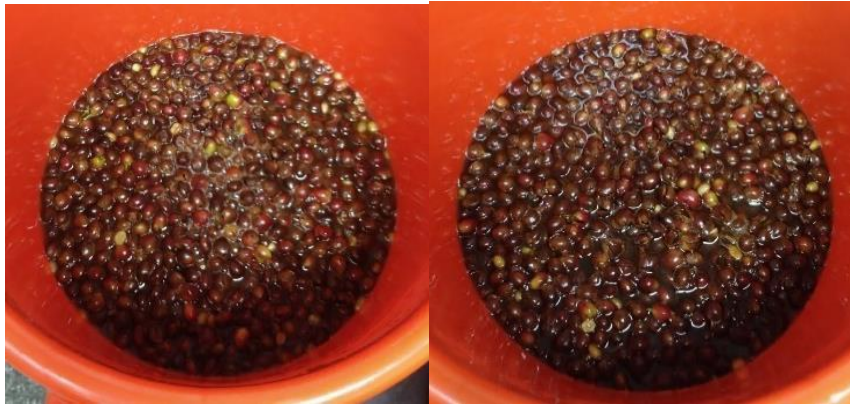


圖 2-4 咖啡發酵過程



圖 2-5 發酵後的咖啡豆

當然烘焙技術也是決定風味及層次的主要關鍵之一，然烘焙技術屬於各個莊園的商業機密，溫度的上升曲線、時間與冷卻都至關重要，不過前提也必須是品質良好的咖啡豆。

(五)生豆保存冷練技術：

開發咖啡「生豆保存冷鏈技術」是台灣咖啡目前最缺乏的，然而基礎的設施需要政府的支持與輔導。這個步驟最容易被忽略，特別是在台灣炎熱的天氣環境裡，保存不好的咖啡豆極易發霉，便會因此產生『赭麴毒素』，對人體將有很不良的健康影響，不得不留心。

二、東山機能性香草植栽與萃取：

植物次代謝物是作為機能性香草(中草藥)重要的來源，其機能性往往仰賴植栽的條件以及萃取的條件，也因此如何以多樣的根部微生物強固作物的生長以及合成有效的物質，是計畫的第一步，透過最佳化的萃取分離並鑑定出有效的 candidate compounds 則是第二步，而關鍵的第三步則是機能性的配方，第四步最終的商品化則必須輔以適口性的配方及測試，香草植栽與萃取執行方法如下：

- (一) 植栽系統建立：依據香草植物的特性，建立適宜的植栽系統，包括土壤選擇、種植容器、溫度和光照等外在因素。
- (二) 植栽與管理：進行香草植物的種植與日常管理，包括灌溉、施肥、病蟲害防治等。
- (三) 萃取方法選擇：根據不同香草植物的化學成分與特性，選擇適合的萃取方法，例如蒸餾、溶劑提取或超臨界流體萃取等。
- (四) 萃取過程優化：進行萃取實驗，優化萃取條件，包括溫度、時間、溶劑比例等參數的調整。
- (五) 萃取產物分析：對萃取得到的產物進行分析，包括化學成分的檢測和定量。

(六) 萃取效果評估：根據分析結果評估萃取效果，確定產物的品質和應用價值。

新的農業具有無窮的潛力，然而本土物種應用於保健食品或中藥則有一些問題必須要被思考並面對，首先台灣的本土物種往往不是傳統中藥的本種，而是姊妹種，一如北五味子，有別於藥用的中國五味子，台灣的本土物種則為阿里山五味子，雖然許多植物化學的分析指出阿里山五味子具有類似的機能性物質及功效，然而野生物在未經馴化時，性狀上多數具有多形性與不穩定性，不少研究顯示不同地理區的族群，在次代謝物呈現了極大的差異，必須透過選育以及機能性物質的確認，才能有效地育出所欲性狀的 candidate strains，此外，除了遺傳因子決定了植物次代謝物的合成(種類及效能)，環境因子以及植栽的技術(包括根部微生物的種類)也都可能是影響的藥性的因子，這些都必須透過生物科技的驗證。本土機能性香草植物的植栽及研發必須符合農業與農村三生(生產 to 生態 to 生活) 的發展目標，才具有競爭力，隨著需求的改變，農業將轉為支援民生的營養健康產業。

本計畫欲探索與開發的藥用植物應用於安神、安眠，睡眠的治療除了藥物的使用及心理干預之外，植物次級代謝物提供了人類醫藥上寶貴的自然資源，過往科學的研究累積了許多關於具安神/安眠功能的植物種類以及機能性化合物的知識，在歐美國家已廣泛使用機能性香草植物作為輔助，如：薰衣草、洋甘菊、聖約翰草與纈草等，中藥材亦可見作為治療失眠之藥方，如：酸棗仁、茯苓、白芍、合歡皮等。

適合東山區植栽的機能性香草植物，經過文獻搜尋以及分析，條列出下列的候選物種：

1. 雷公根：

繖形科植物，廣泛分布台灣全境及澎湖、蘭嶼，為廣泛使用的民俗植物，以 *Centella asiatica* (L.) Urban 為模式物種，雷公根具有增加記憶力、防止認知缺陷與阿茲海默症以及抗老化等多重的功效，主要的機能性化合物為 triterpene saponins 以及 caffeoylquinic acids，如圖 2-6 所示。



圖 2-6 不同型態藥用雷公根

2. 月桃：

月桃是本土最常見的民俗植物，性喜高溫潮濕環境，多長於地邊、路旁、田頭及溝邊草叢中，早期台灣原住民平埔族中的西拉雅及馬卡道族人，用葉片包裹粽子，台灣南部居民亦稱月桃為肉粽葉仔，台灣民間相傳月桃的根莖，具健脾暖胃、利尿、排汗、舒緩感冒症狀及治療消化性潰瘍等功效，主治腹脹、胃痛、嘔吐腹瀉及消化不良等。近期有文獻報告指出，月桃萃取物具神經保護作用，可減少 Glutamate 對皮質神經細胞的傷害，也可以降低 AB 蛋白的沉積，延緩阿茲海默症的病發，其作用機制尚未被確定，但推測可能和其具

有抗氧化作用及改善乙醇膽鹼神經系統有關。月桃果實可以延後阿滋海默症，其作用機制可能經由抑制 $A\beta$ 蛋白表現量。越來越多的研究分析指出月桃是渾身是寶的雜 (<https://reurl.cc/N0YDM9>)，月桃具有抗癌、消炎、抗菌、降血脂、抗氧化、抗抑鬱、抗焦慮等多重功效，主要成分為 galangin、flavonoids 以及 terpenoids。月桃在台灣至少有 14 個分類群 (<https://reurl.cc/XEA3KR>)，可謂歧異度極高的植物，本研究主要針對低海拔的 *Alpinia zerumbet* 進行研究與分析，如圖 2-7 所示。



圖 2-7 月桃花及果實特寫

3.過長沙：

車前草科(Plantaginaceae)過長沙屬(*Bacopa*)匍匐草本植物，也就是常見的假馬齒莧植物 (<https://pse.is/53v6ef>)，為多年生濕生草本，也是台灣原生植物。具有促智、保護神經、對抗阿茲海默以及改善睡眠品質並能減輕情緒不穩的困擾、提高認知等功能，目前的醫學研究也發現，主要成分 bacoside 是

一種 dammarane-type triterpenoid saponins，有防止海馬迴 (Hippocampus) 中神經的崩壞，增進認知功能的功效。過長沙具抗焦慮及抗憂鬱功效。本研究主要針對低海拔濕地的 *Bacopa monnieri* 進行研究與分析，如圖 2-8 所示。



圖 2-8 過長沙植株

4. 忍冬：

忍冬(*Lonicera*)又稱為金銀花、花蕾是傳統中藥，採集後陰乾，可直接沖泡飲用，氣味芬芳甘涼，具有清熱解毒、消炎退腫，殺菌等效果。忍冬的果實含豐富的 phenolic 及 flavonoids 化合物因此具抗氧化及抗氧化及抗發炎作用。台灣低海拔的 *L. japonica* 具有清熱解毒，涼散風熱。用於癰腫疔瘡、喉痹、丹毒、熱血毒痢、風熱感冒、溫病發熱等作用，忍冬在本研究主要作為調味劑之用，如圖 2-9 所示。



圖 2-9 忍冬植株

5.洋甘菊：

德國洋甘菊(*Matricaria chamomilla* L.) 具有安神的作用，為歐洲廣用的藥材，洋甘菊中多樣的萜類及黃酮類物質，被認為具有抗氧化、抗發炎、抗真菌、鎮痛、止痙攣、鎮靜等效果。本研究除了考慮它的功能性，亦使用洋甘菊作為調味的材料，如圖 2-10 所示。



圖 2-10 洋甘菊幼苗

6.百香果：

Passiflora edulis 是台灣的歸化植物，氣味特別芳香，可散發出香蕉、菠蘿、檸檬、草莓、番桃、石榴等多種水果的濃郁

香味而被舉為“百香果”，百香果富含植化素、類胡蘿蔔素等抗氧化物質，有抵抗衰老的功效及可抑制癌細胞的生長。文獻回顧亦指出服用百香果 1-30 天後，參與臨床試驗的參加者均感到，生活壓力降低，減少焦慮及憂鬱心情，而且沒有任何副作用。腹腔注射百香果水或酒萃取物可延長睡眠時間，利用明暗箱測試驗，則具抗焦慮作用，其作用機制被認為是經由增加 BDNF 的表現而來。百香果容易栽培，同時也是重要的藥用植物，具有保護神經及安神的作用 (<https://reurl.cc/r5Enab>)，主要的成分是 flavonoids。本研究選用百香果除了考慮它的功能性外，主要也用來調味，使保健食品更為適口，如圖 2-11 所示。



圖 2-11 百香果

7. 石斛：

蘭科石斛屬在中國是傳統藥用植物，有名的霍山石斛及鐵皮石斛都是這個蘭屬植物重要的成員之一，石斛具有抗氧化、治胃病、抗焦慮的機能，石斛具有多醣體及植物鹼 Dendrobine。其中多醣功效多，有助抗腫瘤、抗衰老、降血糖等。

擬研發的目標健康食品如下：

(1)雷公根、過長沙、月桃、百香果

(2)月桃、酸棗、葡萄、洋甘菊、忍冬

本年度的目標設定在雷公根、過長沙、月桃、百香果的植栽系統的確立，以及機能性物質的分離與萃取。物種選擇的依據主要優先選擇短作(草本或一年生為主)、易於栽培、高成本回饋效益等，因此多年生的藤本植物一如南北五味子、葡萄則列為順序較後的候選植物，如表 2-3 所示。

表 2-3 本研究的標的藥用植物種類及特性

中名	學名	地理分布	有效部位	種源與形態變異
雷公根	<i>Centella asiatica</i>	全臺 低海拔	全草	海邊的雷公根全株光滑，葉較厚；低海拔的植株有毛，葉較薄。
過長沙	<i>Bacopa monnieri</i>	低海拔 濕地	全草	本土的相關形態變異與族群結構的研究缺乏。
月桃	<i>Alpinia zerumbet</i>	全臺低 海拔	全株	月桃屬植物變異大
德國洋甘菊(母菊)	<i>Matricaria suaveolens</i>		全草	現有的藥材獲得
百香果	<i>Passiflora edulis</i>	低海拔	果	歸化植物
忍冬	<i>Lonicera japonica</i>	低海拔	花、全草	應用於藥用主要有忍冬、裡白忍冬與大花忍冬3種。
石斛	<i>Dendrobium</i> spp.		全草	石斛屬種類眾多，只要為中藥流蘇石斛、鐵皮石斛與台灣的金草蘭。

第二節 工作執行步驟

一、野生物種的擷取(種原保存)與植栽、微生物農法與植物次級代謝物的最佳植栽條件：

這是最上游又是最關鍵的工作內容，保健食品的研發基本上除了從市面上獲得某些被廣泛使用的材料，一如酸棗與洋甘菊，創新產品的研發必須仰賴潛在物種的開發，從生物多樣性自然資源永續經營的角度來看，外來物種即便是古老被選取的種類，貿然的引進乃至大面積種植，提高了外來種入侵的機會，另外本土植物在馴化的過程中比較能適應在地的環境，機能物質的生成上也較能夠確保。主要的工作有如下列：

(一) 植栽與微生物農法：

生產無毒的藥用植物(以藥食同源為主)是本計畫重要的目標之一，在山地農場及溫室條件的控制下，利用微生物農法導入藥用植物的種植，以降低對農藥及化學肥料的倚賴。

(二) 植物機能性次代謝物與農法之間的相關：

藥用植物最重要的是機能性物質的存在，往往與環境(日照時間及溫度等)以及土壤的微生物有高度相關，也因此如何確保有效成分生產的品系篩選以及微生物的篩選，都是重要的課題，並提供中下游目標的材料。

(三) 植栽的放大與大量的繁殖：

根據配方與機能性確認的實驗，鑑定出最具機能的適性族群，並依據上述植栽最佳化的條件與農法，建構示範農場，讓有機能物質的藥用植物能大面積的種植與收成。

除上述技術的研發與優化，針對東山地區缺乏水資源的問題，有效截水以及水循環再利用決定了植栽的成敗，以黃文賢農友的你我他生態農場作為香草植物的示範場域，其中極大的著眼在於水資源有效的管理與利用，即使在今年(2023)遭遇 50 年大旱的衝擊下，該農場仍能有效地運作，透過蓄水池、淨化池、生態池以及回收井的循環再利用，提供了機能性香草植物適合生長的環境，如圖 2-12 所示。



圖 2-12 你我他生態農場的水資源回收設備

(由左至右為儲水池、淨化池和循環井)

二、植物次代謝物之萃取、製備與配方：

(一) 野生植物的採擷與遺傳多樣性的偵測：

藥用植物的機能性物質的存在，於保健產品的製備上需建構最佳化的萃取模式，本試驗取得無毒之植株後，亦以安全無毒之萃取方式取得保健產品原料。

(二) 萃取物之功能性初探：

人體老化的過程，主要與體內抗氧化營養素的含量隨之降低有關，本計畫擬以總多酚含量、抗氧化能力與抗發炎能力等分析進行萃取物之延緩老化相關機能性初探，並作為後續配方設計與功能性。

(三) 產品配方設計：

取得本計畫栽種之作物，以雷公根、過長沙、五味子、石斛等主要作物為主，以不同比例進行複方設計，以最佳化萃取方式與功能性評估法，取得最佳化之配方比例。並規劃以茶包、藥膳即食餐包與飲品等友善保健食品劑型，及膠囊型態保健產品為標的商品。

(四) 功效指標成分鑑定：

本計畫研究具功能性之萃取物，再進一步進行次代謝產物之分離純化與分析，作為後續失眠與焦慮等生理機制研究探討研究使用，如圖 2-13 所示。



圖 2-13 萃取儀器

(左圖為超音波萃取儀，右圖為超臨界萃取儀，圖片引用自台超萃取洗淨精機股份有限公司)

第三章 工作進度與交付項目

第一節 計畫甘特圖

表 3-1 計畫甘特圖

GANTT CHART

TASK	MONTH 2-3	MONTH 3-4	MONTH 5-6	MONTH 7-8	MONTH 9-10	MONTH 11-12
土壤物性化性分析(10%)						
土壤微生物分析1區(30%)						
2種種原材及與保存(5%)						
微生物農法轉型5公頃(15%)						
使用咖啡微生物發酵農民2家(10%)						
機能性物質萃取4種植物(15%)						
保健食品2種配方(15%)						
累計進度						

實際執行進度如下：

一、土壤物性化性分析(10%)：

為咖啡樹的營養管理提供了重要的基礎資料，有助於我們制定適合的營養管理策略，如圖 3-1 所示。



圖 3-1 團隊依咖啡樹種、種植農法分區採土壤樣本

土壤物性化性分析已於 3 月分析完成，結果如表 3-2、圖 3-2 所示。

表 3-2 淺山區、半山區土壤物性化性分析表

場域	測量項目	平均值	標準差
微生物農法土壤	pH 值	4.97	0.38
	導電度($\mu\text{S}/\text{cm}$)	261.3	69.67
	密度(g/cm^3)	0.93	0.32
	濕度(%)	32.32	10.37
	有機物含量(%)	3.22	0.92
周圍背景(慣行農法)土壤	pH 值	4.92	0.7
	導電度($\mu\text{S}/\text{cm}$)	353.78	148.43
	密度(g/cm^3)	0.94	0.13
	濕度(%)	24.1	1.19
	有機物含量(%)	2.65	0.7

二、土壤微生物分析1區(30%)：

土壤已於 6 月完成採樣。11 月初完成樣本定序以及分析。



圖 3-2 土壤取樣



圖 3-3 微生物農法 vs.傳統農法。

(左側為微生物農法，右側為傳統農法)

三、發酵菌種純化與保菌 (5%)：

菌種分離：已於 4-6 月完成菌種分離。根據使用 PCR 引子擴增序列鑑定，2 種菌種分別為 Sc 酵母菌以及 Pf 酵母菌。於 11 月完成冷藏以及保冷測試

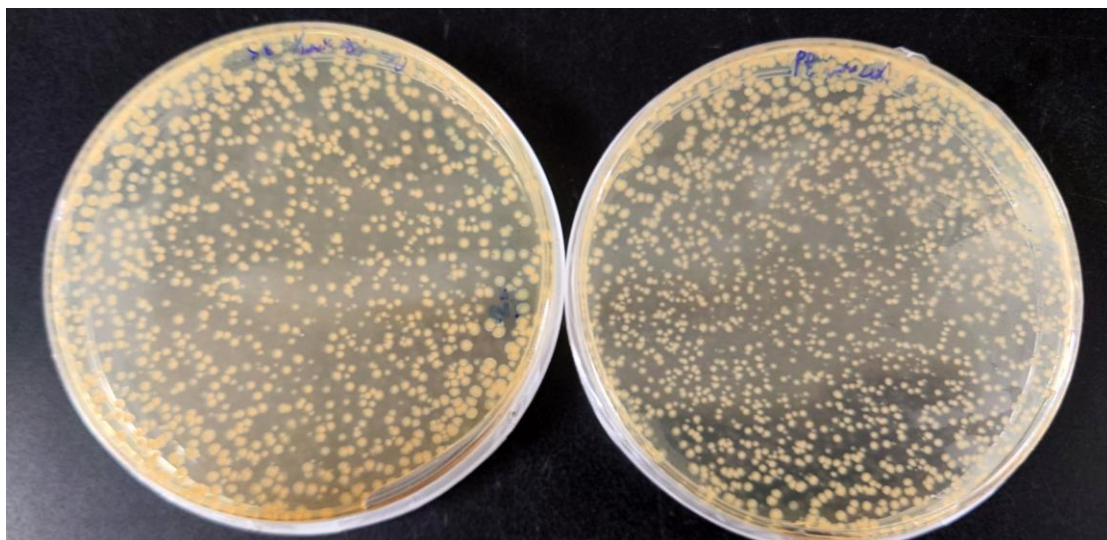


圖 3-4 菌母冷藏測試結果

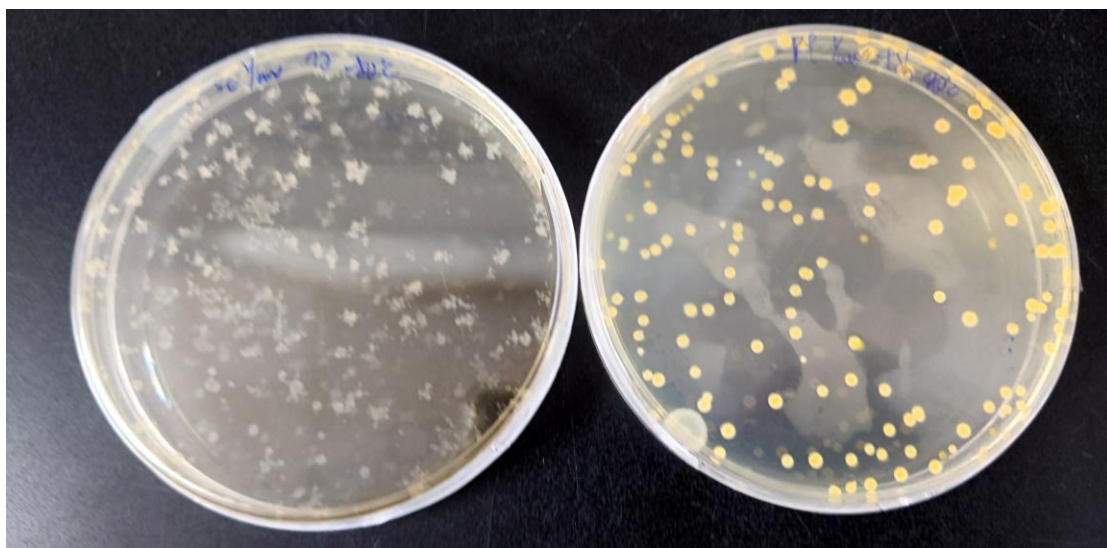


圖 3-5 菌母冷凍測試結果

四、微生物農法應用於植栽5公頃(15%)：東山區場域

農民互動：已於 1-3 月完成，如圖 3-6 所示。



圖 3-6 咖啡植栽營養管理研討

示範場域展示：已於 4-6 月完成

農場轉型：已於 10 月完成。(如圖 3-7 至 3-16 所示)

五、使用咖啡微生物發酵與2家農民合作(10%)：南方森林咖啡 & 三尖山咖啡農場

發酵菌種及生物科技已於 3 月導入，並嘗試了多種配方，這有助於了解咖啡發酵的過程和影響因素，並與東山區農民合作，測試不同菌種與處理時間下的咖啡豆風味，如圖 3-17、圖 3-18 所示，目前已確定菌種以及發酵時間。此外，為了盡教育意義，於成功大學校園內種植咖啡樹，如圖 3-19 所示。亦參訪印尼等咖啡生產國，進行國際交流(如圖 3-20 至 3-22 所示)。

三尖山咖啡農場:



圖 3-7 自然農法咖啡園



圖 3-8 三尖山咖啡農場



圖 3-9 紫葉咖啡



圖 3-10 結實累累的鐵皮卡咖啡(自然農法)

你我他香草農場：



圖 3-11 草生自然農法



圖 3-12 香草植物坡面



圖 3-13 石斛



圖 3-14 水資源管理



圖 3-15 場域全貌



圖 3-16 咖啡選育



圖 3-17 蜜處理豆加入不同菌種後的發酵反應



圖 3-18 團隊與東山區農民分批包裝發酵後的蜜處理豆



圖 3-19 咖啡樹種植。

(於國立成功大學校園種植咖啡樹，以盡到教育意義)



圖 3-20 印尼茂物市郊保護區有機咖啡園參訪



圖 3-21 印尼萬隆山區咖啡園參訪



圖 3-22 印尼茂物農業大學實驗咖啡園參訪

成果發表: 2023 年 11 月 22 日於國立成功大學生命科學院，將舉辦咖啡發酵的成果發表



六、針對4種植物進行機能性物質萃取 (15%)：石斛、雷公根、百香果以及過長沙

過長沙與流蘇石斛的機能性物質萃取過程如圖 3-23 至 3-13。

過長沙酒萃流程如下：(1)以 95%酒精：過長沙粉末 = 10ml：1g 的比例混合均勻；(2) 將過長沙溶液放入超音波萃取機，以室溫溫度進行萃取 90 分鐘；(3) 以孔徑 6 μ m 濾紙過濾萃取後的過長沙溶液 3 次；(4) 將過濾後的過長沙溶液進行減壓濃縮。

過長沙水萃步驟如下：(1) 以 dd 水：過長沙粉末 = 20ml：1g 的比例混合均勻；(2) 將過長沙溶液放入超音波萃取機，以 80°C進行萃取 120 分鐘；(3)以紗布過濾萃取後的過長沙溶液 3 次。

流蘇石斛以酒萃萃取出的物質功效不彰，因此只以水萃萃取。流蘇石斛水萃步驟與過長沙水萃相同。



圖 3-23 過長沙(野外族群)



圖 3-24 移入溫室後分組實驗之過長沙

過長沙酒萃&水萃

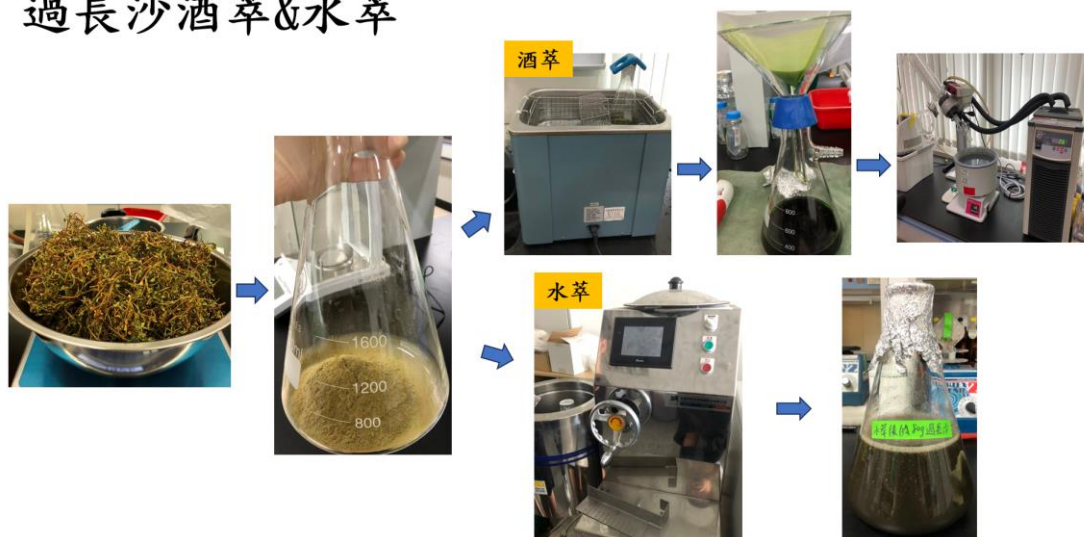


圖 3-25 過長沙酒萃與水萃流程

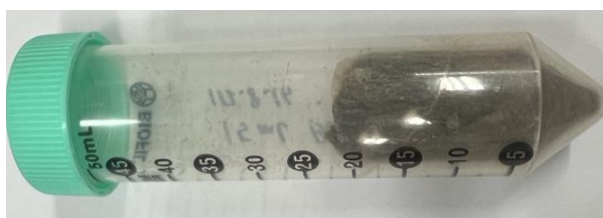


圖 3-26 過長沙凍乾物



圖 3-27 流蘇石斛(由左至右為植栽管理與採摘)

流蘇石斛水草



圖 3-28 流蘇石斛水草流程

確定了百香果的植栽系統，如圖 3-29，為後續的研究提供了有價值的成果。



圖 3-29 百香果開花

雷公根的萃取、樣品檢驗及物質分離計已於 9 月完成。純物質分析及測試預計於 10-12 月完成。目前針對其萃取物 asiatic acid (結構式如圖 3-30 所示)，國立成功大學生物科學與科技學院簡伯武院長運用老鼠試驗已有初步結果，實驗過程如圖 3-31 所示。

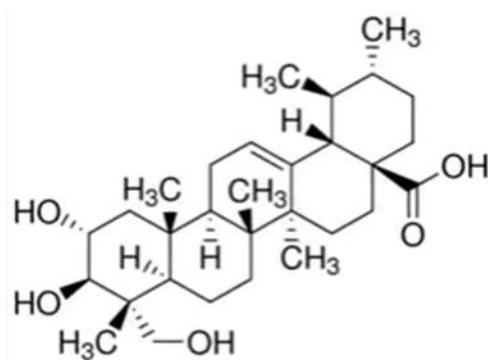


圖 3-30 Asiatic acid 結構式

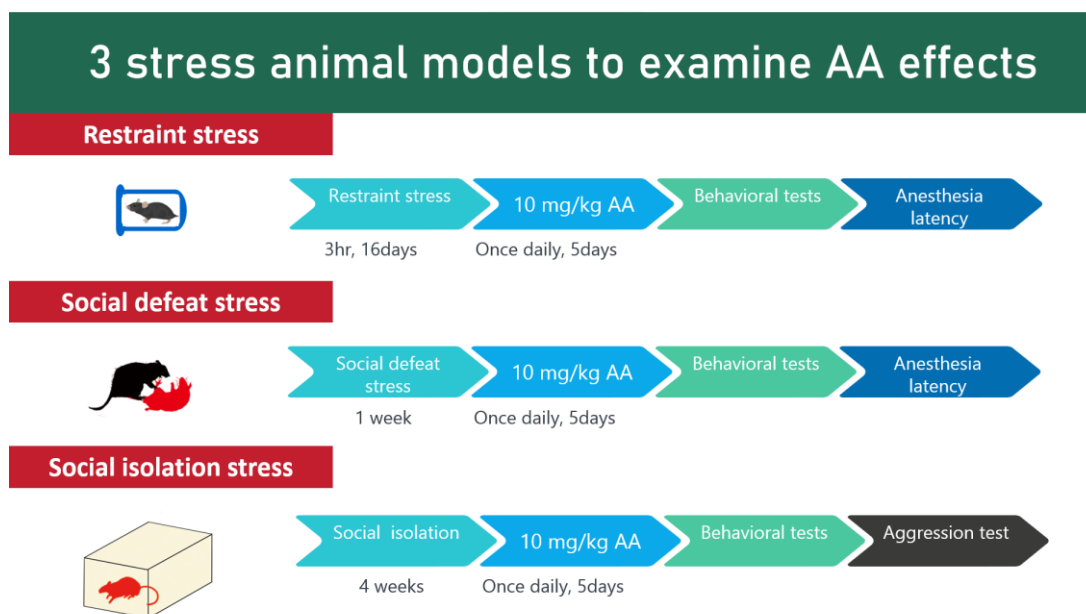


圖 3-31 Asiatic acid 老鼠生理試驗

七、保健食品2種配方(15%)：

食品已於 11 月完成研發。第一種食品以雷公根的代謝物 Asiatic acid 為主體，推出口服藥品。第二種以過長沙的萃取物，混合飲品推出保健飲料。

第二節 計畫交付項目

可量化效益：包含技術創新、產業推動、科學研究、人才培育及學術貢獻等方面的目標，如表 3-3 所示。

表 3-3 可量化效益表

指標項目	單位	預期成果
		112年度
新技術(或改良技術)產出	項	4
促進產業發展	項	2
促進基礎科學發展	項	2
產出碩士論文	篇	1
促進社會經濟發展	項	1
研發人才培育	人	15
促進跨域技術整合	項	2
產出技術手冊(或供本局技術手冊修訂參考)	冊	1
國內研討會發表	篇	1
國際研討會發表	篇	0
國內期刊發表	篇	1
國外期刊發表	篇	3
產出博士論文	篇	2
產出具體教案(或納入教學內容)	項	1
促進前瞻策略擬訂	項	0

第四章 結果及建議

第一節 結果

一、微生物農法：

以國立成功大學熱帶植物與微生物科學研究所李瑞花副教授，針對微生物農法對葉菜類作物的產量的研究，已確認相比於慣行農法，微生物農法可顯著提升葉菜類作物的產量。李副教授選擇了台灣常見的三種葉菜類作物-空心菜、青江菜以及芥菜，作為實驗材料。每一種作物種植 20 棵植株，微生物農法的微生物液肥以同等慣行農法的化學肥料的含量進行澆灌，採收後秤量作物的乾重，並重複 4 個生長季度，如圖 4-1 所示，使用微生物農法的作物，其乾重顯著高於慣行農法。這結果顯示了微生物農法確實可以提升作物的產量，並且有很高的自信推測微生物農法能顯著提升咖啡以及香草的產量以及品質。

而本計畫已完成野生林(Camphor)、農園(含微生物農法 H_Citrus、H_mango 與 H_Nature 以及慣行農法 H_Normal)以及崩塌地(H_collapse；原本為農園一部分，但因山坡土石崩塌而廢耕)土壤微生物的 DNA 定序以及分析。以 rarefaction 檢測各土壤樣本的定序深度，結果如圖 4-2。Rarefaction 分析顯示隨著獲得的 reads 數(sample size)提升，檢測到的 operational taxonomic unit (OTU)種類數量(species)越來越趨緩，表示定序的深度足以呈現樣本中的微生物的多樣性。而以

reads 數 10,000 為標準進行 normalization，可發現崩塌地的 OTU 數量最少，其次是野生林，農園的土壤 OTU 數量最多。Alpha-diversity 結果如圖 4-3，不論是 OTU 數量還是 shannon's index，崩塌地的樣本最低，其次是野生林，而農園最高。然而三組之間並沒有顯著差異。Beta-diversity 結果如圖 4-4 與圖 4-5，顯示農園土壤之間的微生物組成最為相似，而崩塌地反而與農園以及野生林最不相似，這可能表示植物(尤其是樹木)的有無，會大幅影響當地土壤的微生物結構。微生物組成結果如圖 4-6 所示：其中以菌門 Proteobacteria(包含了菌綱 Alpha-, Beta-, Gamma-以及 Delta-proteobacteria，平均相對豐度 34.4%)以及 Actinobacteria (30.2%) 為大宗。崩塌地之 Alpha-, Gamma-proteobacteria & Acidobacteria 豐度顯著低於野生林與農園，而 Actinobacteria, Chloroflexi & Firmicutes 的豐度則高於野生林與農園。將農園區分成微生物農法以及慣行農法(圖 4-7)，在菌門的階層來看，並沒有顯著的差別。微生物農法以及慣行農法的土壤微生物組成差別不大，但又對作物生長有著重大差異，這或許暗示了微生物影響作物生長的關鍵在土壤以外的區域，如：根際 rhizosphere，或是根部內部 root endosphere，這有再進一步研究的必要。

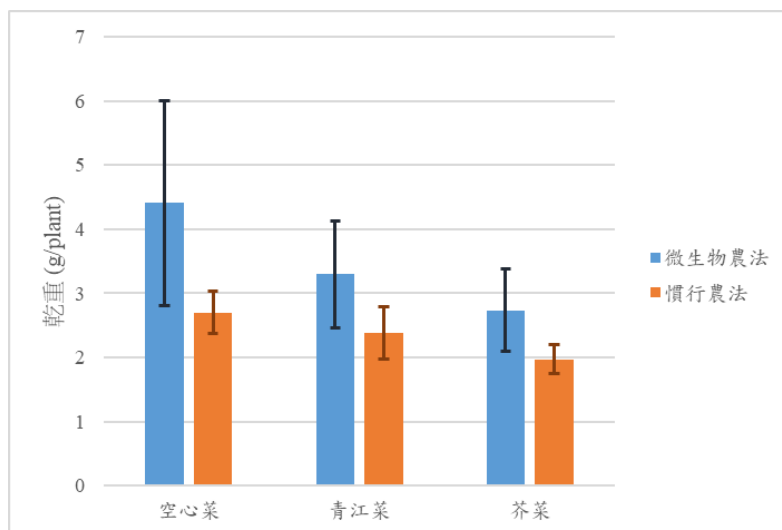


圖 4-1 微生物農法與慣行農法下的葉菜類作物的產量

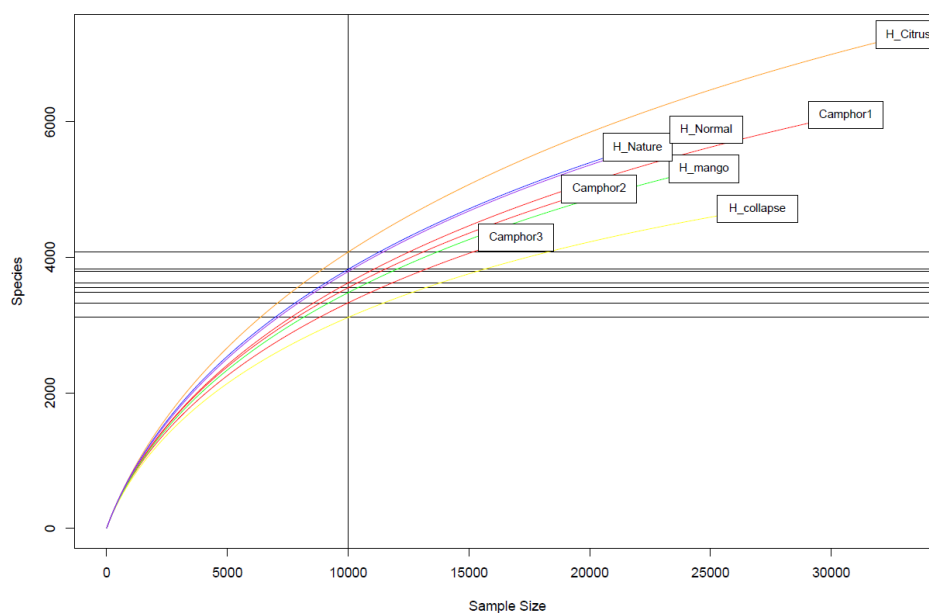


圖 4-2 各土壤樣本之 rarefaction 分析

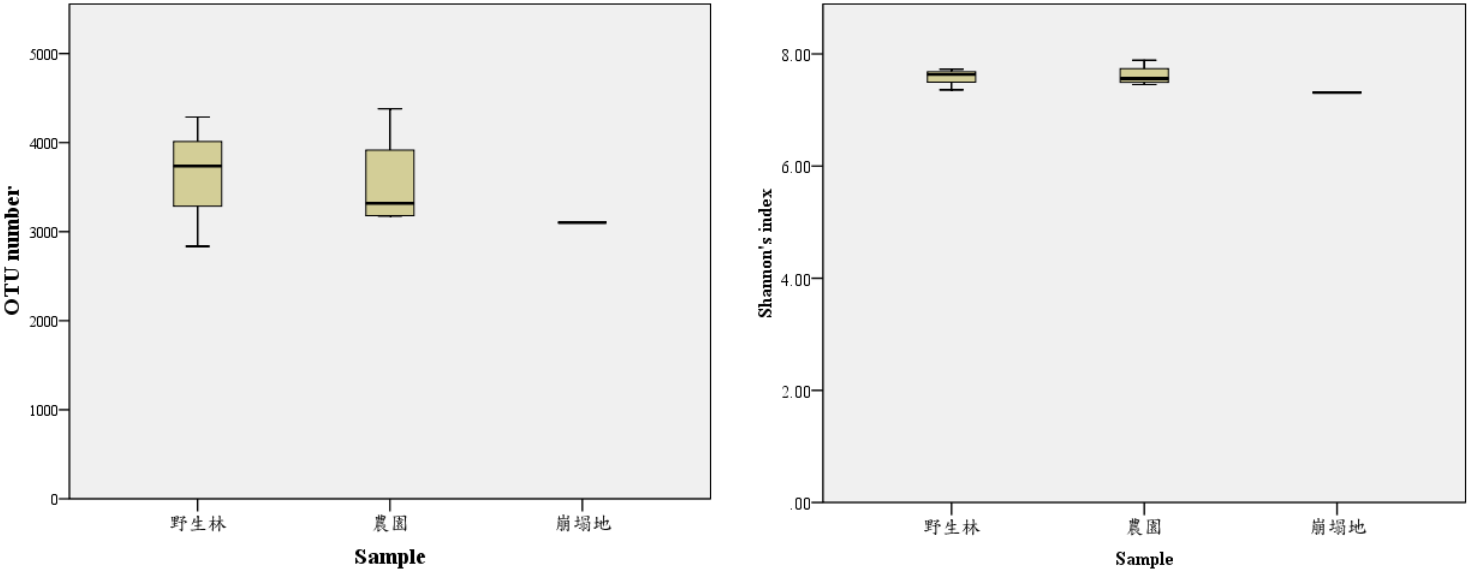


圖 4-3 Alpha-diversity 分析

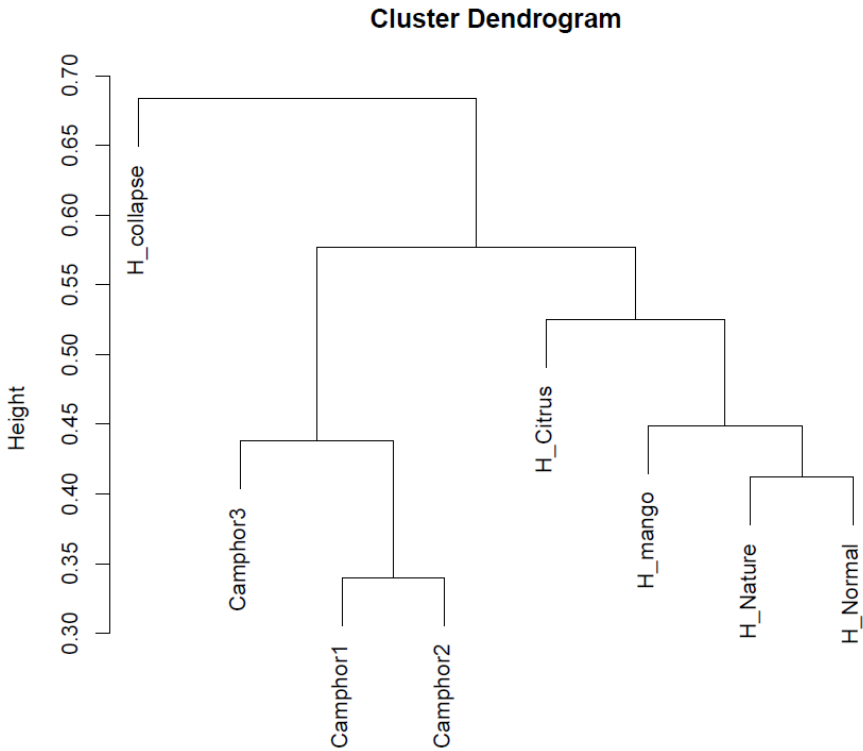


圖 4-4 階層分群分析

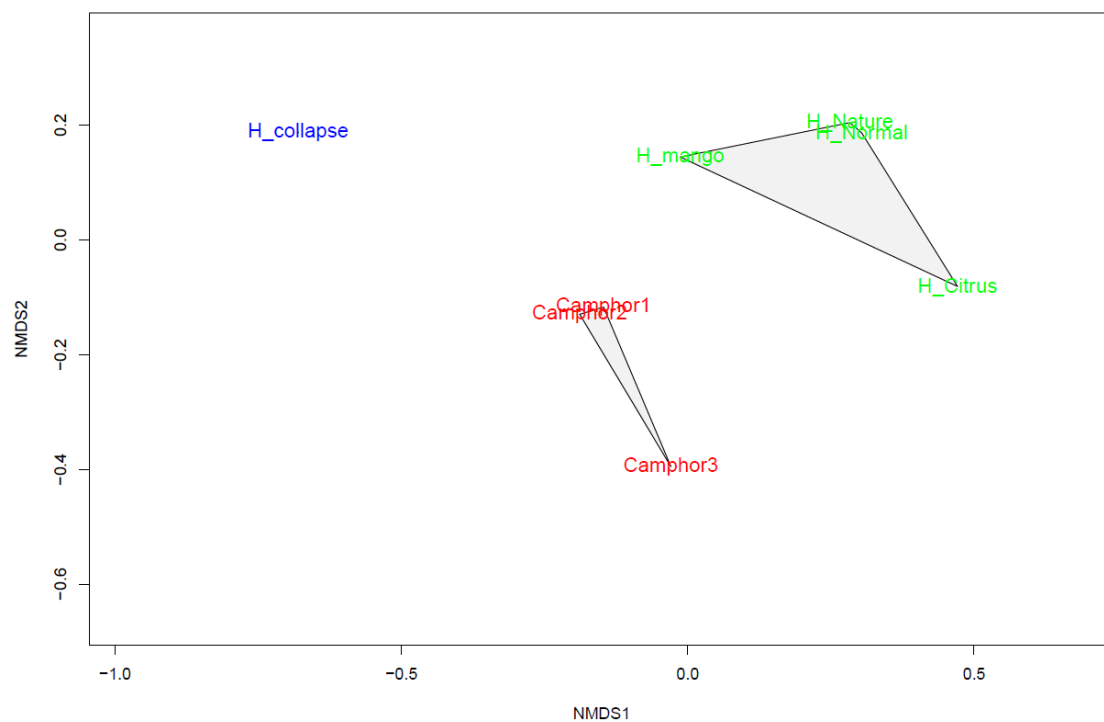


圖 4-5 Non-metric multidimensional scaling 分析

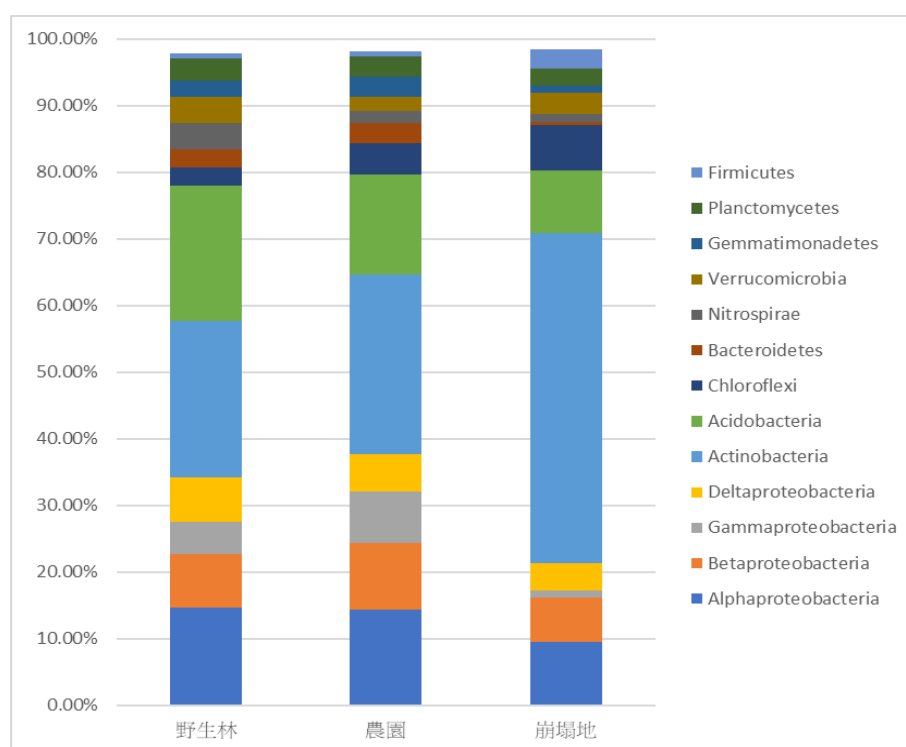


圖 4-6 野生林、農園以及山坡崩塌地土壤微生物組成

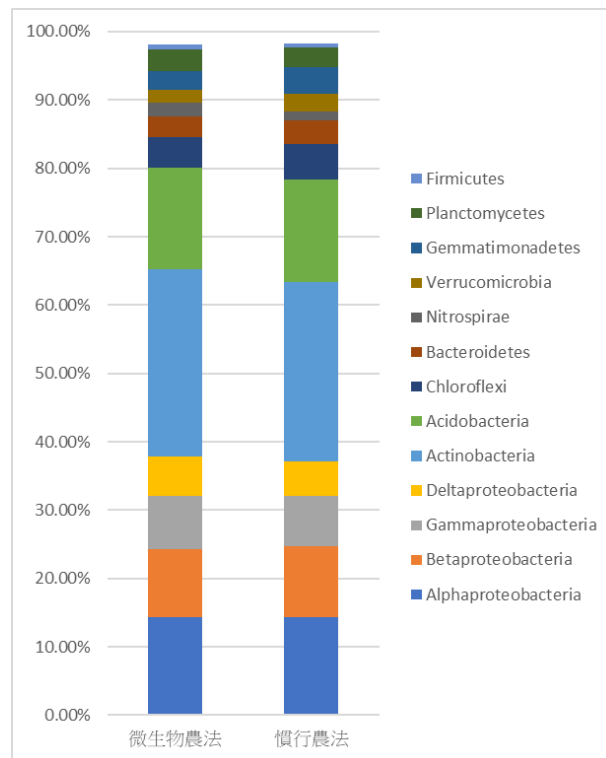


圖 4-7 微生物農法與慣行農法之微生物組成

二、咖啡發酵：

針對咖啡利用微生物發酵，已建立與 2 家農場的合作關係，並分離出 2 種發酵用微生物：Sc 菌以及 Pf 菌。兩株菌的發酵製程如下：

- (1) Sc 菌以及 Pf 菌分別使用 YPD/MRS broth 為培養基，在 35°C 恆溫環境下培養，並以吸光值 $OD_{600} \geq 2$ 作為菌種生長濃度達標的指標。
- (2) 泡水 24 小時的咖啡豆：菌液：2M 二號砂糖糖水，以 3 kg：3 L：1 L 的比例混合，以室溫 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ 的環境下發酵 12 小時。

本計畫以發酵 12、24、36 及 48 小時的風味比較，發現發酵越久，咖啡的酸味越明顯，且以 Sc 菌發酵的咖啡酸度明顯高於 Pf 菌發酵的，主要是因為發酵過程會逐漸累積乳酸 (圖 4-8; da Silva Vale *et al.*,

2019)。除此之外，發酵時間過長，咖啡豆會失去本身的香味，取而代之的是豆豉的味道。前人研究發現，一些帶有缺陷的咖啡豆，在發酵的過程會產生 2,3,5,6-tetramethylpyrazine，而此物質會帶有發酵的大豆味道(Seninde and Chambers, 2020)。這或許代表東山咖啡豆的品質還有可改善的地方。另一方面，亦有發現咖啡會帶有鹹味，主要是因為氯化鈉的形成(Chambers *et al.*, 2016)。這些都必須藉由發酵菌種、添加物質(砂糖、發酵乳、白酒等)、條件(溫度、濕度以及發酵時間等)進行優化。因此，咖啡豆發酵的時間縮短至 12 小時時具有最佳的風味，不僅保留了咖啡原本的風味，亦有可可或是威士忌的新風味產生(Seninde and Chambers, 2020)。除了調整發酵時間，亦嘗試添加其他物質進行發酵，如：乳酸、優格……等等(圖 4-9)。

咖啡豆的前期營養管理是影響風味的主要因子。然而大部分的台灣咖啡莊園，即使在自然農法之下，都有”營養不良”的問題，而一個強化與補救的因子則是生豆在第一次自然發酵與脫水後，可以進行有效的第二次發酵。本計畫證實了二次發酵的可行性，從事二次發酵的好處有二：除了添增特殊的風味，提升了咖啡豆的可辨識性，另一個考量則是在鮮果採收階段如欲實施控制菌種的發酵，僅會加增農作的複雜度與勞力。

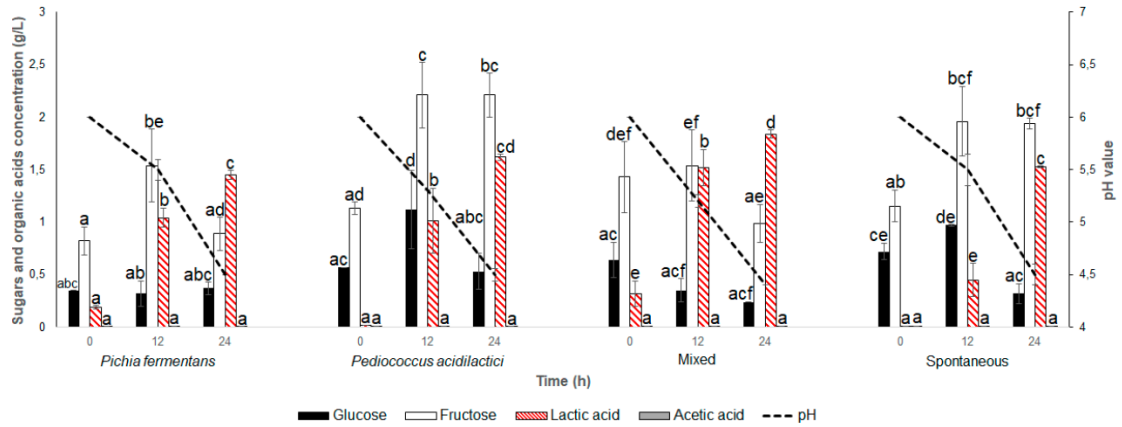


圖 4-8 咖啡發酵過程中，醣類、有機酸與 pH 值的變化 (da Silva Vale *et al.*, 2019)



圖 4-9 優格發酵中的咖啡豆

三、香草植物的植栽與萃取：

已知老化的過程體內抗氧化營養素的含量會隨之降低，本實驗以總多酚含量與 DPPH 自由基清除能力、總抗氧化能力、等分析，進行過長沙萃取物之延緩老化相關機能性初探，並作為後續配方設計與功能性試驗之參考依據。

本實驗已確定流蘇石斛、百香果以及過長沙的萃取條件以及植栽系統。過長沙的酒萃與水萃萃取率已確立(表 4-1)，過長沙之酒精萃取率約 17.63%，熱水萃取率約 50%；每克萃取物之總多酚含量分別為 64mg (BE) 與 38mg (BWD) 之沒食子酸 (gallic acid) 當量(圖 4-10)；進一步評估過長沙萃取物之清除 DPPH 自由基能力，酒精萃取物與水萃取物皆具有清除 DPPH 自由基功能，二者之半抑制劑量 (IC₅₀) 分別為 0.29 mg/mL 與 0.55 mg/mL，顯示酒精萃取物之清除自由基功能高於水萃取物(圖 4-11)；並再透過 Total Antioxidant Capacity(T-AOC)實驗評估過長沙萃取物之總抗氧化能力，二者之半抑制劑量 (IC₅₀) 分別為 0.42 mg/mL 與 0.58 mg/mL (圖 4-12)。綜合本試驗結果顯示，過長沙之萃取物具有抗氧化功能，且以酒精萃取物之自由基清除能力高於水萃取物。以乾燥過長沙作為原料進行產品開發，以酒精萃取物計每公克原料含有 11.28 mg 總多酚，以水萃取物計每公克原料含有 19 mg 總多酚，顯示水溶性之多酚含量高，值得作為產品開發之標的。以上成果亦經由媒體詳細報導 (<https://reurl.cc/edgXRQ>；<https://reurl.cc/5OQM6v>)。

國立成功大學生物科學與科技學院簡伯武院長對雷公根萃取物 asiatic acid 已有顯著結果。雷公根主要的成分是 Asiatic acid (AA) ，

先建立了限制壓力(Restraint stress)、社交挫敗壓力(Social defeat stress)、社交孤立壓力(Social isolation stress) 等動物模式，然後以腹腔注射 Asiatic acid，劑量 10 mg/kg 每天一次連續注射 5 天，第六天以強迫游泳模型(Forced swim test)，測試 Asiatic acid 抗憂鬱的程度，如圖 4-13 所示，在 3 種動物模式中，注射 Asiatic acid 可以減少限制壓力導致小鼠靜止不動時間($t_{(8)}=2.334$, $p<0.0479$)、社交挫敗導致小鼠靜止不動時間($t_{(8)}=2.334$, $p<0.0479$)、社交孤立導致小鼠靜止不動時間($t_{(11)}=2.388$, $p<0.036$)，這些結果顯示 Asiatic acid 具有抗憂鬱的效果。以開闊場實驗(Open Field Test)，測試 Asiatic acid 對小鼠活動力(Locomotion)的影響，如圖 4-14 所示，在 3 種動物模式中，注射 Asiatic acid 對小鼠活動力沒有影響($p>0.1$)。測試 Asiatic acid 抗焦慮的程度，在限制壓力動物模式中，注射 Asiatic acid 對小鼠在中心區域時間($t_{(8)}=0.711$, $p>0.1$)、步行距離($t_{(8)}=2.147$, $p=0.0641$)、進入頻率($t_{(8)}=1.23$, $p>0.1$)，沒有作用(圖 4-15)。同樣地，在社交挫敗壓力及社交孤立壓力動物模式中，注射 Asiatic acid 對小鼠在中心區域時間、步行距離、進入頻率，沒有作用(圖 4-15)。這些結果顯示 Asiatic acid 沒有抗焦慮的效果。接著利用戊巴比妥鈉昏迷測驗 (Sodium pentobarbital hypnosis test)，測試 Asiatic acid 對小鼠睡眠的影響，如圖 4-16 所示，在限制壓力及社交挫敗壓力動物模式中，注射 Asiatic

acid 對小鼠在進入昏迷的時間以及昏迷總時間沒有作用。最後探討 Asiatic acid 對衝動型暴力行為的影響，對於屬於群居動物的人類而言，家人或社群的支持力量對一個人的身心健康發展和維持是很重要的因子之一，長期非意願性的孤獨往往引起相當大的心理壓力。我們利用社交孤立壓力導致小鼠攻擊行為動物模式，探討 Asiatic acid 對暴力行為的影響，如圖 4-16 所示，注射 Asiatic acid 對小鼠攻擊行為沒有作用。

表 4-1 過長沙機能性物質酒萃萃取實驗結果

	95%酒精萃取(BE)	熱水萃取(BWD)
萃取率 (%)	17.63%	50%

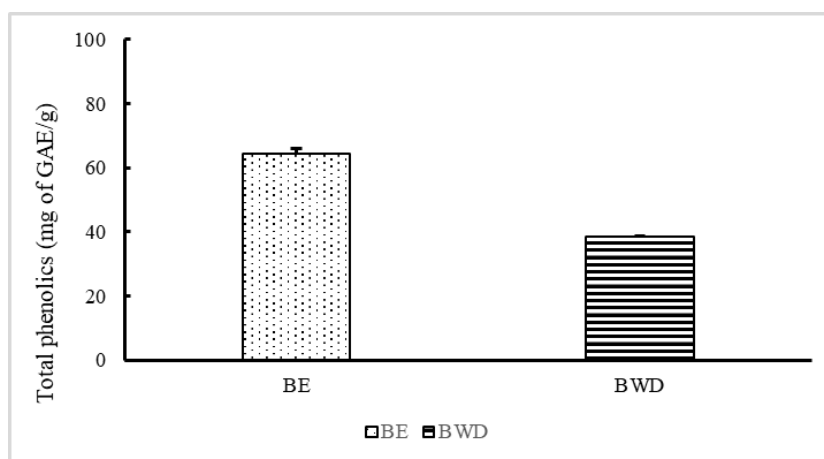


圖 4-10 過長沙萃取物之總多酚含量分析

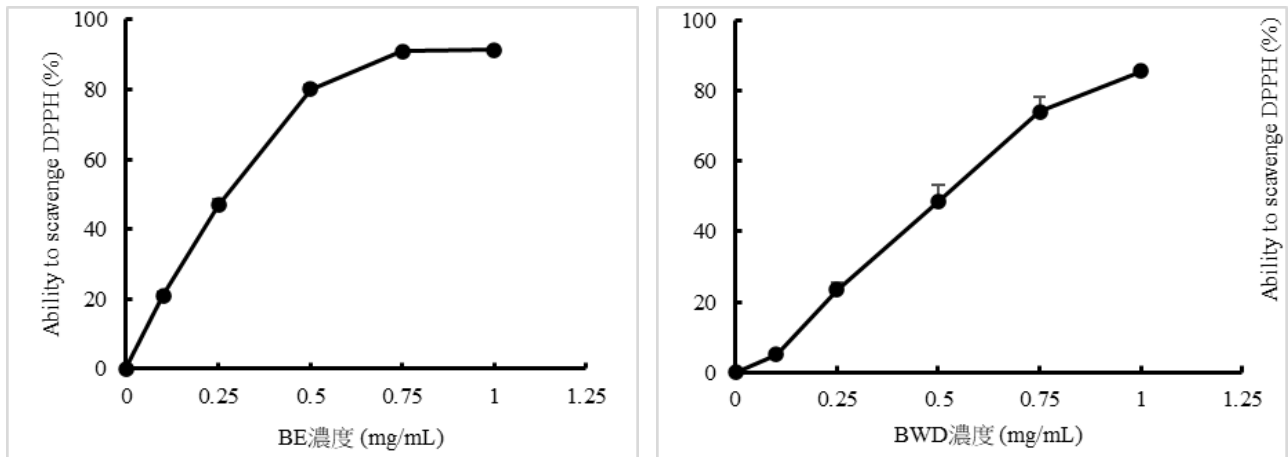


圖 4-11 過長沙萃取物之自由基清除能力分析

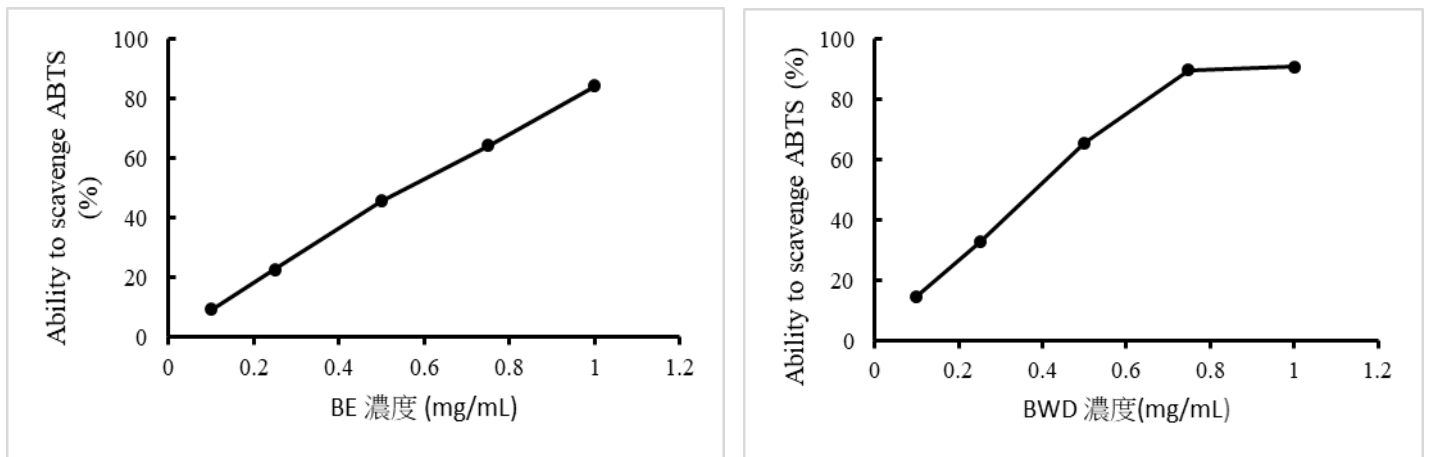


圖 4-12 過長沙萃取物之總抗氧化能力分析

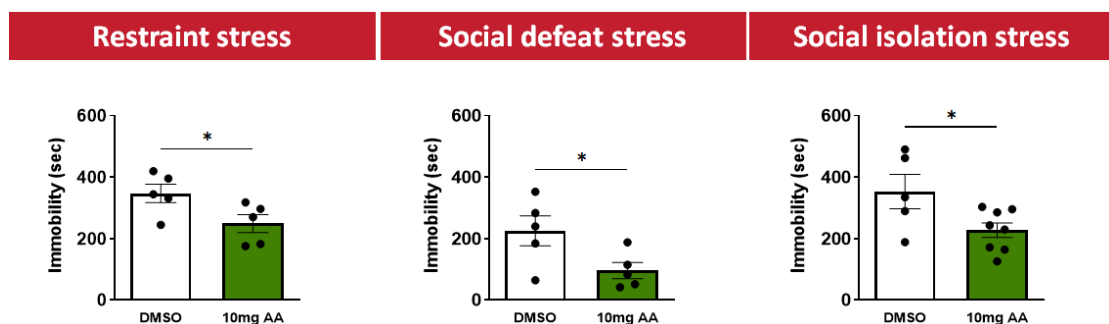


圖 4-13 Asiatic acid 老鼠強迫游泳試驗(forced swimming test)結果

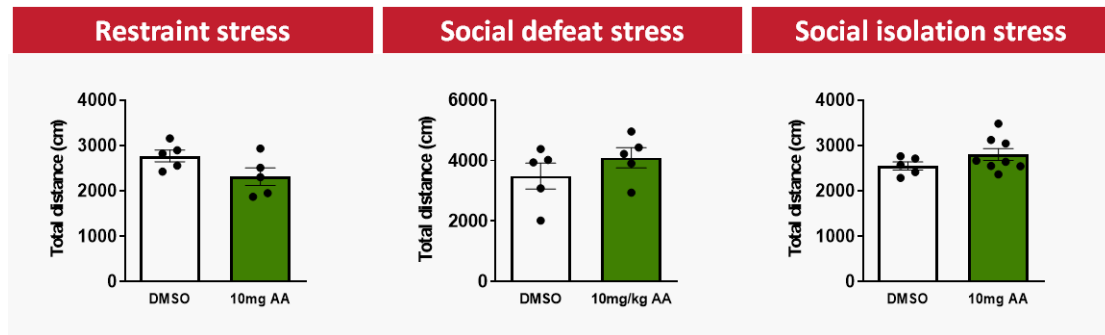


圖 4-14 Asiatic acid 老鼠開闊場實驗(open field test)結果

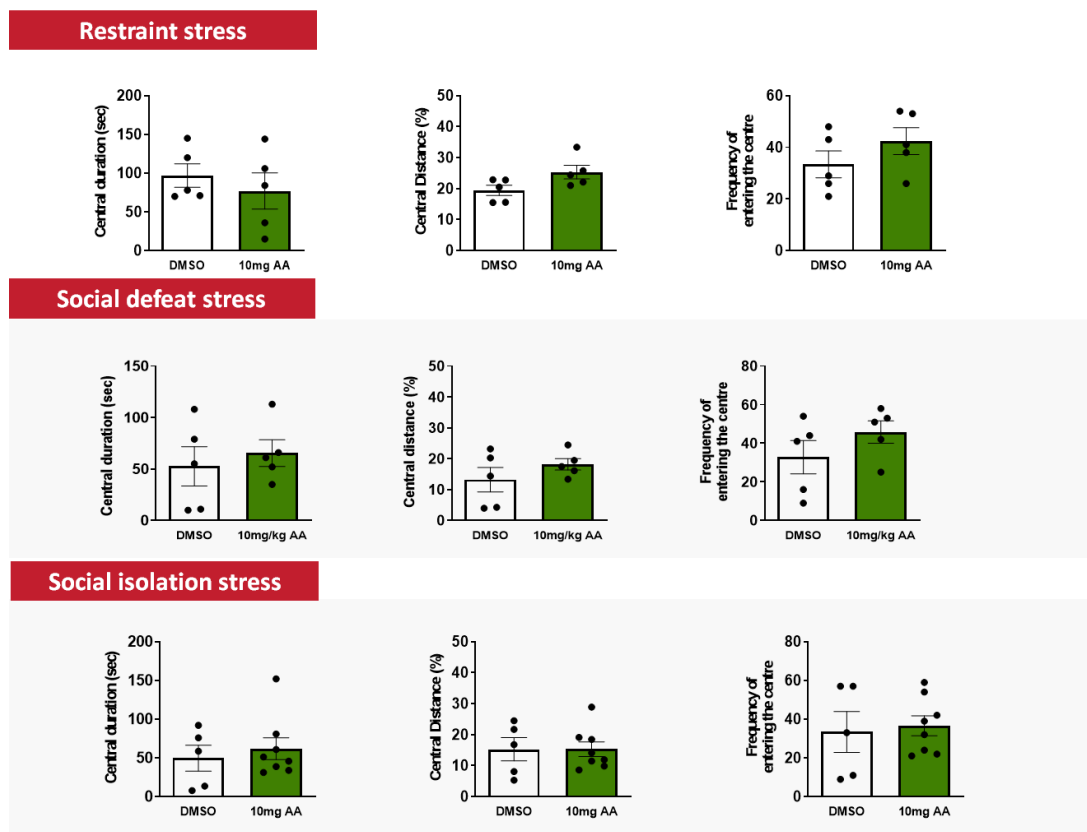


圖 4-15 Asiatic acid 老鼠 central zone test 結果

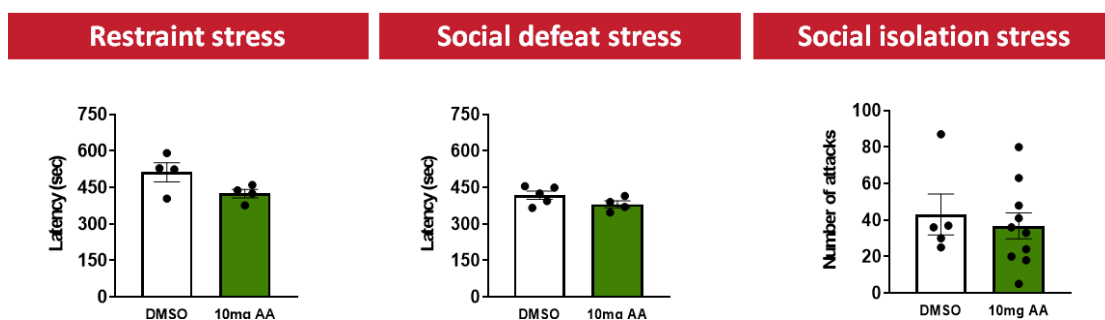
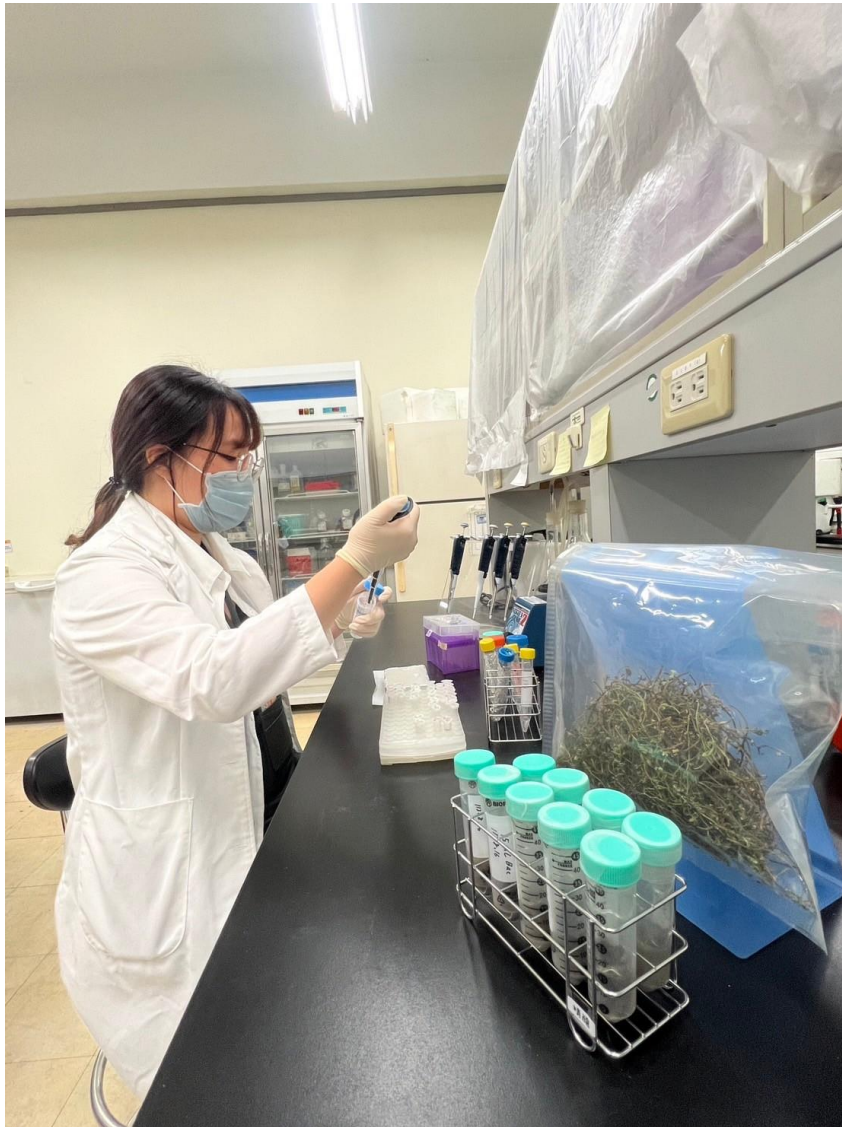


圖 4-16 Asiatic acid 老鼠 anesthesia latency test 結果





研究成果受到媒體的關注與報導，包括經濟日報
(<https://money.udn.com/money/story/5723/7562183>)以及爽報新聞網
(<https://www.aplusnews.net/news/landing/20231109-ncku>):

成大跨領域精準藥農團隊 老年安眠藥物嶄新突破

2023/11/09 12:08:28

經濟日報 張傑

面對失眠及心神不寧等惱人問題，影響現代人日常作息，而相關藥物研發更可謂是重中之重，尤其高齡化社會來臨，許多高齡者也擔心對於安眠藥物的倚賴，及其對身體相關副作用，而植物天然物萃取的機能保健食品，更隨著高齡者身心靈問題，隨之蓬勃發展。

隨著整個社會逐漸邁入高齡化，所謂的高齡者不再是社會的負擔，而是扮演著智慧奉獻的角色，隨著高齡者身體逐漸老化，身心靈健康開始不如往昔，失眠抑或心神不寧問題，更是悄悄地來報到，調整作息固然是有效的方式，但焦慮不僅是心理的負擔所致，更可能是身體機能衰退所引發的症候之一，這也成了老年醫學重要的一環。

由成大生命科學系籌組的跨領域精準藥農團隊，結合了自然農法、精準配方、細胞活性實驗以及資訊科學，日前完成具機能又適口的安神、安眠配方，團隊中的成員，包括成大生命科學系助理教授許祐薰，利用生態棲位分析模型探究適合配方植物栽種區域和其相關重要環境因素分析，以及成大生命科學系特聘教授蔣鎮宇、農委會生物多樣性研究所許再文博士，利用微生物科技培育無毒又具有機能性的石斛、雷公根等具有安定心神的內含物中草藥。

此外，團隊中成員還包含長榮大學保健營養學系助理教授陳妙齡及成大生科系研究生黃沛瑜，透過萃取、發酵，研製候選的安神安眠配方，除了層層的儀器測定，保留保健食品的機能物質外，更顧慮到老人對

於「藥物」的抗拒，並以百香果為基底，研製成果汁抑或適口的果凍，透過對老年消費者的雙盲測試，挑選出優化的候選產品。

而成大藥理研究所講座教授簡伯武及其團隊，則是透過以細胞實驗及動物實驗，建立限制壓力、社交挫敗壓力、社交孤立壓力等動物模式，以腹腔注入團隊所研製候選的配方，其中發現雷公根的主要成份 Asiatic acid，進行強迫游泳模型，測試並顯示配方具有抗憂鬱的效果，更進一步以開闊場實驗，測試並發現對小鼠活動力沒有負面影響後，再利用戊巴比妥鈉昏迷測驗，發現 Asiatic acid 對小鼠在進入昏迷時間及昏迷總時間均沒有作用，此實驗也同時注意到 Asiatic acid 對小鼠攻擊行為沒有作用。

而成大資工系的鄭憲宗教授則是帶領研究團隊，透過物聯網技術監測植栽周圍的多種環境因素，包括土壤濕度、氣象變化以及水質等要素，並即時提供寶貴的數據反饋，結合深度學習技術，進而實現更植物更精確灌溉和施肥及病蟲害監測。

面對未來全球均逐漸浮現有關人口老化、糧食安全、環境變遷、永續發展等問題下，多元農業產業發展，亦刻不容緩，成大生命科學系所籌組的跨領域精準藥農團隊，此次在老年安眠藥物發展上，有嶄新突破與進展，將有助於國內推動精準醫療，並展現團隊在跨域學科整合智慧、培養統整能力、帶入社會關懷、發展對世界重要議題的產學合作成功模式。

四、衍伸成果：

(1)咖啡產業減碳

咖啡在作物中碳排第一，對環境極不友善。作物馴化的過程中，為了提升作物的產量，廣泛的使用化肥以及除草劑、農藥，卻大大加增了碳排，這在咖啡及可可中尤為嚴重，咖啡的植栽過程因為肥料的使用會產生一氧化二氮(笑氣)，對於全球暖化的衝擊是二氧化碳的 265 倍。自然農法的綠色植栽則是極具口碑碳捕手，透過選種、低碳栽培(無農藥及化肥)、水資源的管理、土壤微生物的經營等，將有效地達到碳中和的功能(圖 4-17；Nab and Maslin, 2020)。而造成咖啡碳排居高不下的則是國際間的運輸，這對於本土咖啡而言無異是極大的鼓舞，進一步分析咖啡高碳排的原因則是異地的消費行為，也就是第三世界生產的咖啡銷往先進國家(圖 4-18；Nab and Maslin, 2020)。

為了呼應聯合國環境永續的目標(SDGs)，本土咖啡的競爭力提升除了藉由營養管理以及咖啡生豆的二次發酵外，藉由在地消費，降低進口量以降低國際貨運的大量碳排放，也就是所謂台灣低碳排咖啡的品牌建立，都有助於台灣咖啡的市場競爭力。而萬中選一的頂級咖啡豆也可以因為營養管理以及二次發酵更加提升品質，有助於進軍國際。也就是兩個不同的策略：其一台灣優質上等的咖啡豆必須進軍國際，藉由國際的賽事而曝光，提升台灣咖啡豆的外銷率；其二則是針對台灣多數的本土咖啡豆(尚不及出口的高級優質豆)，以低碳排為訴求，藉由碳足跡的建構本土的品牌，讓多數的咖啡飲用

者喜好，以品質慢慢取代進口的咖啡豆，而上述二者，無論營養管理以及二次發酵都會是新的元素。因此結論：台灣咖啡莊園應因地制宜 從種植到烘焙的投入缺一不可。除上述技術的研發與優化，水資源缺乏的問題，也影響了咖啡的植栽以及碳足跡，如何有效截水以及水循環再利用決定了成敗，以黃文賢農友的你我他農場作為香草植物的示範場域，其中極大的著眼在於水資源有效的管理與利用，即使在 50 年大旱的衝擊下，該農場仍能有效地運作，透過蓄水池、淨化池、生態池以及回收井的循環再利用(圖 2-12)，提供了耐旱品系咖啡機能性香草植物適合生長的环境。

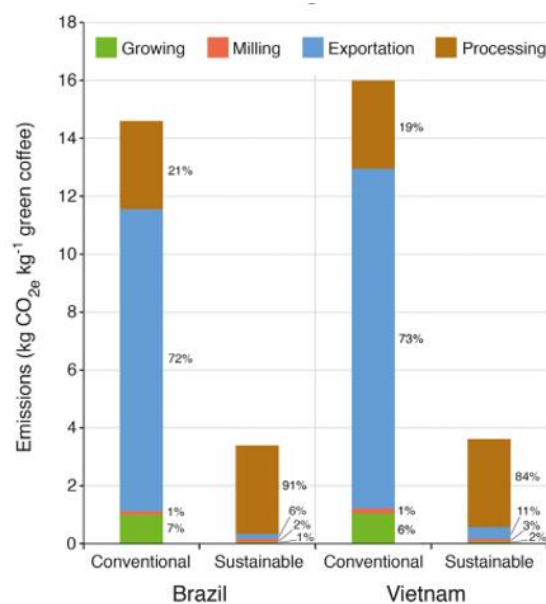


圖 4-17 巴西與越南咖啡在自然農法與慣行農法之間的碳足跡差異(Nab and Maslin, 2020)

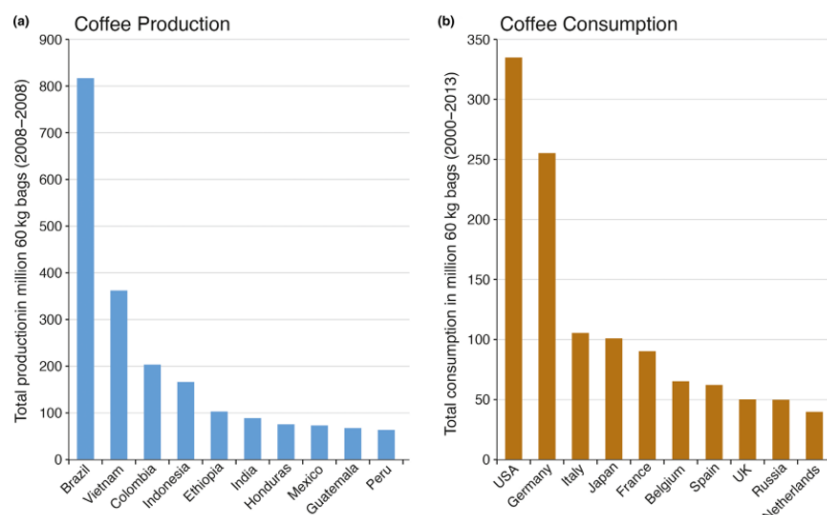


圖 4-18 咖啡生產國與消費國在 2008 年的量 (Nab and Maslin, 2020)

(2)龍眼乾烘焙(圖 4-19 至 4-21)

除了東山的咖啡以及香草產業，本團隊亦協助東山龍眼產業的發展，並改善龍眼乾烘焙的空氣汙染問題。本團隊以電動的烘焙機(專利申請中)取代傳統的龍眼木的燃燒烘焙，不但降低了龍眼乾(東山特色作物)烘焙時的煙排，更吸附了烘焙過程的微塵粒子，這樣的成果受到了公視台語台的關注與採訪(預計於 2023 年 11 月 20 日，節目《台灣新眼界》播出)。



圖 4-19 龍眼乾傳統烘焙窯



圖 4-20 龍眼乾電動烘焙機



圖 4-21 龍眼乾分粒機

第二節 建議

一、立即可行建議：

(一) 咖啡發酵實驗：

- 1.主辦機關：計畫團隊。
- 2.建議：增加咖啡發酵試驗的樣本數量，以獲得更多結果和數據，進一步評估不同配方對咖啡品質的影響。
- 3.理由：透過增加樣本數量，可以更全面地了解咖啡發酵的變異性，並確定最佳的配方和發酵條件。

(二) 土壤的物性化性分析：

- 1.主辦機關：計畫團隊。
- 2.建議：擴大土壤物性分析的範圍，包括更多土壤樣本的採集和分析，以獲得更全面的土壤特性資料。
- 3.理由：進一步研究不同土壤的特性與植物的生長和營養吸收之關聯，有助於制定更精確的營養管理策略。

二、中長期建議：

(三) 咖啡發酵技術改進：

- 1.主辦機關：計畫團隊、東山場域農業合作夥伴。
- 2.建議：與咖啡農戶合作，提供技術培訓和指導，以推廣優質咖啡發酵技術，改善農民的咖啡品質和產量。
- 3.理由：透過技術培訓和指導，可以提升農民對咖啡發酵的理解和操作技能，進而改善整體咖啡產業的競爭力。

(四) 香草植物的多樣化研究：

- 1.主辦機關：計畫團隊、東山場域合作夥伴、合作研究機構。
- 2.建議：加強對其他香草植物的植栽與萃取研究，以擴大產品種類和市場競爭力。
- 3.理由：透過對其他香草植物的研究，可以發掘更多有潛力的香草產物，並豐富市場選擇，促進農業多元發展。

這些建議將有助於提升計畫的執行效果和成果，並在短期和長期內產生積極的影響。主辦機關與協辦機關可以依據具體情況與計畫需求進行細分，並隨計畫進行，滾動式調整建議事項。

參考文獻

1. 社區後期高齡老人睡眠質量及其相關因素分析，中華保健醫學雜誌，第 2 期，94-97 頁，2014。
2. 陳韋彤（民國 110 年 11 月 1 日）。4 成民眾有睡眠困擾！新冠疫情助長失眠，高齡族群最受影響。親子天下媒體中心。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://www.parenting.com.tw/article/5091220>
3. 國人睡眠趨勢大調查（民國 98 年）。據台灣睡眠醫學學會。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://www.tssm.org.tw/file/1483672508.pdf>
4. 王涵平（民國 108 年 1 月 9 日）。產銷失衡 台南東山咖啡降價求售。自由時報。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/1259993>
5. 趙麗妍（民國 109 年 8 月 6 日）。中市再爆中藥重金屬超標 九福診所遭勒令停業一個月。中央通訊社。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202008060295.aspx>
6. 中藥竟含西藥！大陸中藥驗出最多 比例高達 66%（民國 105 年 1 月 8 日）。生活中心。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://www.setn.com/News.aspx?NewsID=117196>
7. 中成藥質量問題頻被曝光 部分中藥材價暴跌 7 成（2014 年 11

- 月 07 日)。中國企業報。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://finance.sina.com.cn/chanjing/cyxw/20141107/014620754168.shtml>
8. 110 年臺南市精品咖啡評鑑成績揭曉(民國 110 年 4 月 22 日)。
臺南市政府農產行銷科。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
https://www.tainan.gov.tw/news_content.aspx?n=13371&s=7760048
9. 老林還年少(2022 年 10 月 28 日)。咖啡地圖 | 美洲產地里的
牙買加藍山與夏威夷科納。少數派。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://sspai.com/post/76465>
10. 張語屏(民國 111 年 2 月 9 日)。減氮肥 作物更茁壯！成功大學以微生物科技解決慣型農法土壤負擔 提升農民收入。食力。
民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://www.foodnext.net/life/placemaking/paper/5470671689>
11. 蔡佳珊(民國 108 年 10 月 22 日)。下一個抗癌新星，月桃！無毒卻能抑制癌細胞，抗抑鬱鎮痛，抗菌吸汗還能美白！。上下游新聞。民國 112 年 11 月 8 日，取自：
<https://www.newsmarket.com.tw/blog/126034/>
12. 張傑(民國 112 年 11 月 9 日)。成大跨領域精準藥農團隊 老年安眠藥物嶄新突破。經濟日報。民國 112 年 11 月 9 日，取自：
<https://money.udn.com/money/story/5723/7562183>

13. 張志豪（民國 112 年 11 月 9 日）。成大跨領域精準藥農團隊 老年安眠藥物嶄新突破。爽報新聞網。民國 112 年 11 月 9 日，取自：<https://www.aplusnews.net/news/landing/20231109-ncku>
14. Chambers IV, E., Sanchez, K., Phan, U. X., Miller, R., Civile, G. V., & Di Donfrancesco, B. (2016). Development of a “living” lexicon for descriptive sensory analysis of brewed coffee. *Journal of Sensory Studies*, 31(6), 465-480.
15. Hayakawa, F., Kazami, Y., Wakayama, H., Oboshi, R., Tanaka, H., Maeda, G. O. U., ... & Miyabayashi, T. (2010). Sensory lexicon of brewed coffee for Japanese consumers, untrained coffee professionals and trained coffee tasters. *Journal of Sensory Studies*, 25(6), 917-939.
16. Kalschne, D. L., Viegas, M. C., De Conti, A. J., Corso, M. P., & de Toledo Benassi, M. (2018). Steam pressure treatment of defective *Coffea canephora* beans improves the volatile profile and sensory acceptance of roasted coffee blends. *Food Research International*, 105, 393-402.
17. Seo, H. S., Lee, S. Y., & Hwang, I. (2009). Development of sensory attribute pool of brewed coffee. *Journal of Sensory Studies*, 24(1), 111-132.
18. Seninde, D. R., & Chambers IV, E. (2020). Coffee flavor: A review. *Beverages*, 6(3), 44.
19. Toci, A. T., & Farah, A. (2008). Volatile compounds as potential defective coffee beans' markers. *Food chemistry*, 108(3), 1133-1141.

20. da Silva Vale, A., de Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Rodrigues, C., Pagnoncelli, M. G. B., & Soccol, C. R. (2019). Effect of co-inoculation with *Pichia fermentans* and *Pediococcus acidilactici* on metabolite produced during fermentation and volatile composition of coffee beans. *Fermentation*, 5(3), 67.

附錄

附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	為配合本局業務需求，計畫內容建議調整(或納入後續執行評估參考)部分： 1.技術審查之委員意見如後附。 2.本案所編預算多為定序鑑定、實驗研究，如按計畫主軸(提升咖啡風味與獨特性)、預計進度(涵蓋2種保健食品街訪)，未見有如何執行咖啡風味品質分析，以及產品市場調查？另本年12月初所辦期末發表是否會一併說明前述成果？	定序的目的在了解土壤微生物及咖啡豆發酵的微生物動態及演替；風味的提升則說明於技術審查回覆，也將在年底發表報告今年度的成果。
二、	有關計畫書格式及經費審查部分： 1.計畫執行期程為10.9個月(112年2月8日至112年12月31日)，案內所編23-00(按日按件計資酬金)所聘人員請依執行期限編列。 2.23-00按日	將遵照編列及修訂(詳見修正後計畫說明書)。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	案件計資酬金：研究主持人、兼任研究助理請補充各受領人姓名、職別(或學歷)、擔任本計畫執行內容等；請補充出席費與實施計畫之關聯。 3.26-10雜支：請補充說明所編300個便當與實施計畫之關聯。 4.25-00物品：請補充說明與實施計畫之關聯。 一、預算明細表補充說明各項小計請填寫。 二、28-10國內旅費請補充說明內容另合計與說明加總金額未符。	
三、	技術審查階段之審查意見： 1.本計畫涉及發酵，似乎不應使用生豆，而是應使用剛摘的鮮豆。 2.如何定義發酵成果？何謂最佳之成果？ 3.經費表中生豆每公斤1200元似乎較東山咖啡之生豆市價高了許多。 4.發酵時間、咖啡豆產期，是	1.是，主要是使用鮮豆，然前期的實驗結果顯示，為打破果皮的鮮果，微生物的滲透性較差，而脫掉果肉的帶殼(種皮)的種子發酵效果較佳，而發酵進行時亦將脫落下的果皮共發酵。 2.這是委由咖啡評鑑達人品嘗的結果，對風味層次的雙

項次	審查意見	回覆辦理情形
	否可在計畫期間配合得上？ 5.本計畫所使用之菌種如何取得？預計有幾種？發酵試驗的變因如何控制？預計幾組試驗？ 6.本計畫之試驗控制參數有哪些？溫度、生豆重量、各香草重量等是否均納入控制變因？ 7.建議將重點放在農民的不同管理方式影響後續次級代謝物的含量，最後推廣大家用研究產出的種植方法培養含量較高的次級代謝物。 8.提案研究主題為「植物次級代謝為主體的新農業建構」，目前研究內容的規劃中，次級代謝物的萃取是主持人的強項，但是，文中提及作物栽培方式是影響成分的重要因子，建	盲測試的結果，同時也對一般的消費者進行測試，所謂最佳成果應該修正為多層次較佳的風味。 3.已重新修訂整個預算表(詳見修正後計畫說明書)。 4.目前已經在進行，並且完成了第一批的發酵，今年的產期以及發酵期限，將針對不同天數進行實測，從7日、14日、30日乃至45日，應該可以如期完成。 5.主要從食工所以及實驗室從咖啡鮮果分離的微生物，主要有酵母菌、不同的乳酸菌等、有3-6種組合，以清水微控制組(目前所得沒有菌的發酵，口味不佳)，主要是溫度的控制，希冀在室溫下進行，選拔風味較佳的成品，主要顧慮到將來農民的可行性及成本。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	議要提出建立這些栽培方式的操作流程，以確定控制因子與影響因子之間的關係。 9.文中提及「自然農法」，但是栽培管理的手段卻要導入微生物農法，由於自然農法就是不要人為干預了，因此這部分若要介入不同的栽培方法，建議比較「自然農法」、「微生物農法」、「野生」栽培方法三者與產出之間的關係。 10.預定進度中，1-3月欲分析土壤物理性分析，可以透過沈澱試驗便可以縮短分析時間；如果需要的是土壤的化學資訊，才建議送檢驗，取得土壤試驗報告，獲得土壤的質地、結構與化學性報告。	6.本計畫咖啡豆試驗控制參數包含了咖啡豆發酵的溫度、發酵菌種濃度，以及發酵配方的比例。香草培育試驗控制參數包括了香草重量(含土壤)、培育溫度與濕度，以及肥料濃度。 7.謝謝委員的建議，以咖啡為例，營養的管理是重要的第一步，所以必須顧慮到土壤的酸鹼度、微生物的多樣性等，次級代謝物的分析將與長榮大學合作，無論是咖啡或香草的成果都將與在地青農分享。 8.謝謝委員專業的意見！合作的農民在植栽有多年的經驗，更重要的是他們願意改變，測試不同的生長條件，尤其是土壤的營養管理。 9.定義的差異，不干擾的農法現在被稱為生態農法，而

項次	審查意見	回覆辦理情形
		自然農法則可定義為不使用化肥、農藥、除草劑的農法，有些農民也使用”草生農法”的名詞，而施以微生物資材是可以接受的(相對地，如果是有機農法就會有疑慮)，為了避免困擾，文中的自然農法將修訂為微生物農法。 10.感謝委員的專業建議，將遵照辦理。

附錄二、期中報告書審查意見回覆暨辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
期中報告書內容審查意見：		
(一)	本此試驗選擇於淺山區、金山區土壤特性進行分析，建議可與價值及風味較佳之咖啡產區(如阿里山)等當地土壤進行比較，了解不同地區土壤特性與咖啡風味之關聯性，俾利進行比較試驗。	謝謝委員的建議，本實驗的先期設定在於不同農法之間的土壤微生物差異，以及有機農地與崩塌坡地微生物的差異，礙於廠商定序時程的限制，目前已完成的棲地間的菌相分析，自然農法與傳統農法間的差異，則已完成取樣，並送定序，預計於 11 月初可完成資料分析。而土壤的物化性分析，刻由土木系王雲哲教授實驗室分析中。
(二)	微生物發酵擇定之標的及不同菌種之差異性，另發酵之溫度、時間等尚無量化及分析相關數據，難以判定施以發酵菌種後之差異性呈現，此部分宜	謝謝委員的指教，已於頁面 4-1 強化說明。2 種發酵用微生物：Sc 菌以及 Pf 菌，皆使用 MRS broth 為培養基，在 35°C 恆溫環境下培養。咖啡豆發酵的比例為：泡水 24 小

項次	審查意見	回覆辦理情形
	強化說明。	時的咖啡豆：菌液：1M 二號砂糖糖水 = 3 kg：3 L：1 L，並以室溫 27 ± 2 °C 的環境下發酵 36 小時。目前的發酵製程所生產的咖啡風味偏酸，其中以 Sc 菌發酵的咖啡酸度明顯高於 Pf 菌發酵的。
(三)	微生物農法轉型及機能性物質萃取尚無明確實驗成果，此部分宜加速進行。	謝謝委員的指教，已補上實驗成果。過長沙機能性物質酒萃萃取率達 17.63%，而過長沙以及流蘇石斛機能性物質水萃試驗預計於 10 月底完成。
(四)	研究目的與就研究內容不符合，請修正。本研究目的為：建構「營養管理系統、和種植模式」，但是研究資料中土壤分析資料不齊全，至少要提供前測與後測的土壤分析報告	謝謝委員的指教，目前已有土壤物性化性以及前側土壤微生物的資料，後續資料會在完成分析後補齊。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	與土壤基本成分分析，才能知道要補用哪一種微生物農法，缺的資料請補齊。	
(五)	請說明微生物農法中：微生物預試驗的微生物產品和使用方法。	謝謝委員的提問，目前微生物農法以過長沙以及流蘇石斛為試驗材料，使用方式為以菌液取代化學肥料：以菌液：澆水量 = 1：100的比例進行澆灌，施肥頻率為每周1次。
(六)	請說明，目前如果沒有植物次級代謝為主體的新農業方法，本研究如何獲得可萃取的物件？	本研究屬於傳統中藥農業的其中一個分支，在完整的中藥供需鏈中，勢必可以獲得可萃取之物件。
(七)	文中所提到土壤物理性分析因包含土壤質地(沙坩黏)、密度、有機質含量、含水量...等分析。而非文中所提及之土壤電導度(EC)及 pH 值，該 EC 及	謝謝委員的指教，已於頁碼 3-2 補上土壤物性，土壤物性化性分析資料。如表 3-2 淺山區、半山區土壤物性化性分析表所示：

項次	審查意見	回覆辦理情形																																							
	pH 值應為土壤化學分析。(表3-2)	<table><tr><th>場域</th><th>測量項目</th><th>平均值</th><th>標準差</th></tr><tr><td rowspan="5">微生物 農法土 壤</td><td>pH 值</td><td>4.97</td><td>0.38</td></tr><tr><td>導電度 (μS/cm)</td><td>261.3</td><td>69.67</td></tr><tr><td>密度 (g/cm³)</td><td>0.93</td><td>0.32</td></tr><tr><td>濕度(%)</td><td>32.32</td><td>10.37</td></tr><tr><td>有機物含 量(%)</td><td>3.22</td><td>0.92</td></tr><tr><td rowspan="5">周圍背 景(慣行 農法)土 壤</td><td>pH 值</td><td>4.92</td><td>0.7</td></tr><tr><td>導電度 (μS/cm)</td><td>353.78</td><td>148.43</td></tr><tr><td>密度 (g/cm³)</td><td>0.94</td><td>0.13</td></tr><tr><td>濕度(%)</td><td>24.1</td><td>1.19</td></tr><tr><td>有機物含 量(%)</td><td>2.65</td><td>0.7</td></tr></table>				場域	測量項目	平均值	標準差	微生物 農法土 壤	pH 值	4.97	0.38	導電度 (μS/cm)	261.3	69.67	密度 (g/cm ³)	0.93	0.32	濕度(%)	32.32	10.37	有機物含 量(%)	3.22	0.92	周圍背 景(慣行 農法)土 壤	pH 值	4.92	0.7	導電度 (μS/cm)	353.78	148.43	密度 (g/cm ³)	0.94	0.13	濕度(%)	24.1	1.19	有機物含 量(%)	2.65	0.7
場域	測量項目	平均值	標準差																																						
微生物 農法土 壤	pH 值	4.97	0.38																																						
	導電度 (μS/cm)	261.3	69.67																																						
	密度 (g/cm ³)	0.93	0.32																																						
	濕度(%)	32.32	10.37																																						
	有機物含 量(%)	3.22	0.92																																						
周圍背 景(慣行 農法)土 壤	pH 值	4.92	0.7																																						
	導電度 (μS/cm)	353.78	148.43																																						
	密度 (g/cm ³)	0.94	0.13																																						
	濕度(%)	24.1	1.19																																						
	有機物含 量(%)	2.65	0.7																																						

項次	審查意見	回覆辦理情形
(八)	結果與建議，應該針對本研究的結果進行「本研究結果」與「建議」進行撰寫，而不是用猜測的方式揣摩多樣化的香草研究有助於擴大市場競爭力，那麼，至少應該說明誰應該改良種植方式？誰會使用這種種植方式？誰是預設的消費者？這種新農業的建構方式改變了什麼？	主要的消費者方向會以老年人為主。此計畫中所提及的植物在眾多文獻中提出具有安神、抗憂鬱、抗焦慮等等的成分，而這也是許多老年人的需求，因為他們可能常常睡不好、也容易思緒混亂，所以本計畫想要藉由植物的萃取加上動物實驗去研發出一項針對改善老年人憂鬱、焦慮以及睡眠品質不佳的問題。
(九)	頁面附錄 3，審查意見 6：既然申請了研究經費，本應清楚交代研究目的、對象、研究素材與參數，回覆委員不應以「有碩士班學生亦此為論文」來作回應。	謝謝委員的指教，已於附錄-4修改內文：本計畫咖啡豆試驗控制參數包含了咖啡豆發酵的溫度、發酵菌種濃度，以及發酵配方的比例。香草培育試驗控制參數包括了香草重量(含土壤)、培育溫度與濕度，以及肥料濃度。

項次	審查意見	回覆辦理情形
(十)	審查意見 8 之回覆意見：委員亦請教貴單位既然研究內容提出栽培方法是重要的改變，那麼「提出栽培方法」就是貴單位一直強調的研究的重點，因此根據貴單位撰寫的研究目標，本研究是否得以植物次級代謝為主體的「栽培管理的流程」，以作為「改變農民意願的重要參考依據」，請說明貴單位「農民有多年種植經驗，重要的是他們願意改變...」是回答委員提問的「操作流程內容」？還是「控制因子與影響因子之間的關係」？	謝謝委員的指教，由於農民多年的種植經驗，因此種植方式已趨於穩定，因此為了與本研究合作，願意撥出一部分農地用於研究之用，使得本團隊得以去檢驗控制因子與影響因子之間的關係。

項次	審查意見	回覆辦理情形
(十一)	請說明頁碼附錄 4、審查意見 7: 委員意見請貴校要把重點放在「栽培管理方法與植物次級代謝物產生之間的關係」，你們回覆的辦理情況為「該分析將與長榮大學合作？」理由為何？	謝謝委員的指教，此部分已經與長榮大學的合作，且目前已有兩位碩士班學生投入栽培管理方法與植物次級代謝物之間之相關研究。
(十二)	市售的微生物品種產品很多而且都有標示使用方法，這些市售產品大部分是試驗所農改場從台灣土壤分離出來的，挑幾款出來做田間試驗，找到哪一種對咖啡生長最好、出來發酵後的豆子風味最佳可能效益會更高，請說明為什麼需要在從土壤微生物分離、做 DNA 分析找出最適合	謝謝委員的提問，土壤微生物是用來做營養管理，發酵實驗是利用真菌或細菌提升風味，這是屬於兩種不同的需求。而本研究最後會針對咖啡的品系與發酵成果進行評估。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	的微生物品種？是因為市面上缺乏這款微生物品項嗎？	
(十三)	承上，請說明沒有土壤分析資料作為對比資料的情況下，如何說明不同土質會影響栽培結果的研究方法為何？	謝謝委員的提問，主要的指標是植物的健康表現(如：柑橘的生長差異)以及咖啡的風味最為基準。
(十四)	請說明參考文獻中，社區高齡老人睡眠質量與本研究之間的關係為何？	謝謝委員的提問，此為香草植物配方的目的：由於老年人口睡眠障礙嚴重，且在新冠肺炎侵擾下，老人的睡眠障礙更加惡化。本研究除了著重於提升本地中藥材品質，亦探索與開發應用於安神、安眠與睡眠治療的藥用植物(如：酸棗、葡萄、洋甘菊以及合歡皮...等等)。

附錄三、期中報告書(修正本)審查意見回覆暨辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
期中報告書(修正本)內容審查意見：		
(一)	審查意見回復中，回覆說明請加註頁碼對應修正後之報告書頁碼。	感謝審查委員的意見，以於附錄-1至附錄-13 的回覆辦理情形添加所對應之修正的報告書頁碼。
(二)	本案參考文獻僅有 1 篇文章，明顯不合理，請補充相關文獻廣度與深度。	已補充參考文獻於參-1 至參-4。
(三)	報告書結果章節之內容需扣合本計畫兩大目標(P1-5)，包括建構東山咖啡營養管理系統及咖啡校最佳模式，以及東山機能性香草植物的種植模式及最佳萃取模式，請聚焦論述。	已於 4-1 至 4-7 詳細說明東山咖啡營養管理系統以及本年度發現的咖啡最佳發酵模式，並且由於已測定實驗數據，已將香草萃取模式詳細列於 4-8 至 4-17。