



朝陽科技大學
景觀及都市設計系

碩士論文

1994

朝陽科技大學

廚餘有機肥料對青梗白菜生長效益之研究

Growth Effects on Bok Choy in Applying Different
Types of Organic Fertilizer

指導教授：簡仔貞 博士

研究生：張簡佳欣

中華民國 109 年 7 月

The logo of Chaoyang University of Technology is a circular emblem. It features a gear-like shape in the center, with the university's name in English, "CHAORYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY", around the top and "1994" at the bottom. The Chinese characters "朝陽科技大學" are also present.

朝陽科技大學景觀及都市設計系
Department of Landscape and Urban Design
Management
Chaoyang University of Technology

碩士論文
Thesis for the Degree of Master

廚餘有機肥料對青梗白菜生長效益之研究
Growth Effects on Bok Choy in Applying Different
Types of Organic Fertilizer

指導教授：簡仔貞 (Yu-Chen Chien)

研究生：張簡佳欣 (Chia-Hsin Chang-Chien)

中華民國 109 年 7 月

July, 2020

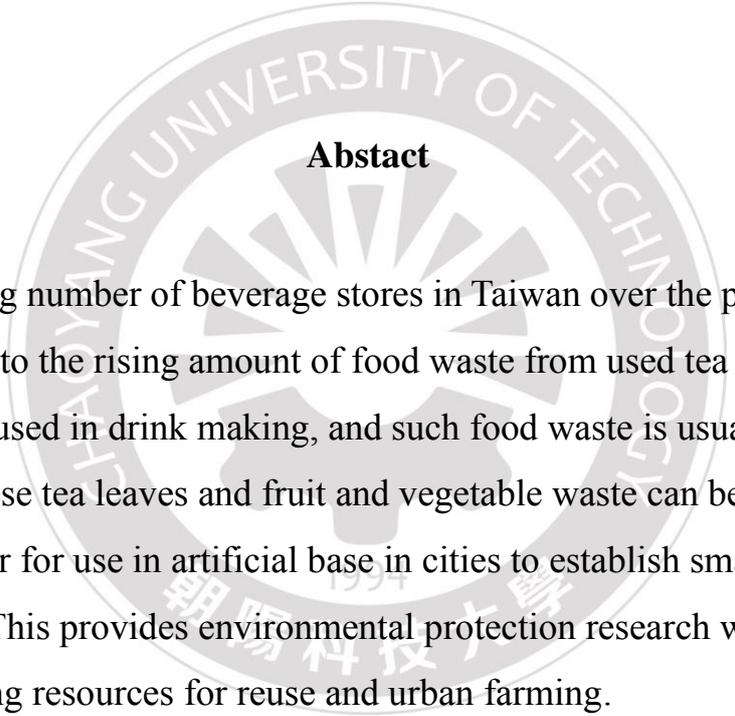
摘要

隨著近年國內飲料店不斷拓展開店，飲品製作所產生之茶葉、蔬果廚餘量也不斷增加，而廚餘產生經常未能妥善處理，若能有效將茶葉渣以及蔬果類廚餘製作為有機肥料，並結合運用於都市中人工基盤，形成小型農業生產基地，對國內環保回收資源再利用及都市農園應用將有所助益。

本研究以廚餘製作為有機肥料施用於青梗白菜進行盆式栽培試驗，實驗操作組別分別為自製蔬果廚餘肥料組、自製茶葉渣有機肥料組、市售有機肥組(三益牌金玉肥)以及不施肥組(對照組)，以上 4 組於本校朝陽科技大學魚菜共生實習場域戶外人工基盤上進行盆式栽培試驗，實驗操作進行 21 天(2019/07/10~2019/07/30)，實驗期間於移植後第 1、5、10、15、21 天進行株高測量與病蟲害紀錄，移植後第 7 天施肥，以氮元素為基準計算施肥推薦量使用，於第 21 天採收作物並測量作物淨重，期間每日紀錄當天氣候狀況，最後取樣肥料與培養土送至高雄農業改良場檢驗，進行氮、磷、鉀、有機質、酸鹼值、電導度等項目分析。

實驗結果顯示不同有機肥料對青梗白菜生長之影響，以施用自製蔬果廚餘肥料為最佳(平均株高 11.18cm、平均淨重 6.98g)，其次為市售有機肥料(平均株高 10.93cm、平均淨重 5.77g)，以及自製茶葉渣有機肥料(平均株高 9.80cm、平均淨重 3.78g)，最後為不施肥組(平均株高 8.60cm、平均淨重 3.23g)；在實驗操作過程中青梗白菜受夏季高溫與病蟲害影響其生長狀況，其中自製蔬果廚餘有機肥料生長狀況受影響為三組實驗組別中最少，作物生長狀況較佳，經本研究證明廚餘自製有機肥料對作物生長有正面效益，可作為推廣環保回收議題之參考，另相關文獻中指出鉀元素與作物抵抗環境以及病蟲害能力有關，本研究亦發現以氮元素為基準施用有機肥料，自製蔬果廚餘有機肥料氮、鉀元素更為平均且足夠，自製茶葉渣有機肥料雖氮元素含量較多，但鉀元素較自製蔬果廚餘有機肥料與市售有機肥料少，作物生長後期較容易缺乏鉀元素。

關鍵字：有機肥料、盆式栽培、茶葉渣、蔬果廚餘

The logo of Chaoyang University of Technology is a circular emblem. It features a central sunburst design with rays emanating from a central point. The text "CHAORYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY" is written in a circular path around the sunburst. Below the sunburst, the year "1994" is visible. The Chinese characters "朝阳科技大学" are also present within the circular design.

Abstract

The growing number of beverage stores in Taiwan over the past few years has contributed to the rising amount of food waste from used tea leaves, fruits, and vegetables used in drink making, and such food waste is usually treated improperly. These tea leaves and fruit and vegetable waste can be processed into organic fertilizer for use in artificial base in cities to establish small-scale farming areas. This provides environmental protection research with insights into the recycling resources for reuse and urban farming.

This study used food waste-based fertilizer on Bok Choy (*Brassica rapa* subsp. *Chinensis*) for a pot-cultivation experiment. In the experiment, the crop was divided into four groups according to the fertilizer used: homemade fertilizer based on fruit and vegetable waste, homemade fertilizer based on tea leaves, commercial organic fertilizer (Jinyu fertilizer manufactured by Sanyi), and no fertilizer (control group). The experiment was conducted on an outdoor artificial base in the aquaponic farming experimental site at Chaoyang University of Technology. The experiment lasted 21 days from July 10 to July 30 in 2019; the authors recorded the crop height, crop diseases, and pest damages on the 1st, 5th, 10th, 15th, and 21th day after transplanting and the daily weather during the experiment. The crop was fertilized on the 7th day after transplanting, and the amount of fertilizer used was determined according to the amount of nitrogen needed. The crop was harvested and weighed on the 21th day. Finally, the fertilizer and potting soil were sampled and sent to the Kaohsiung District Agricultural Research and Extensive Station for testing, such as nitrogen, phosphorus, potassium, organic matter, pH, and electrical conductivity for subsequent analysis and discussion of the experimental results.

According to the experimental results, the fertilizers differed in their effects

on the growth of Bok Choy (*Brassica rapa* subsp. *Chinensis*). Specifically, the group applied with homemade fertilizer based on fruit and vegetable waste exhibited the optimal growth (average crop height = 11.18 cm; average weight = 6.98 g), followed by commercial organic fertilizer (average crop height = 10.93 cm; average weight = 5.77 g), homemade fertilizer based on tea leaves (average crop height = 9.80 cm; average weight = 3.78 g), and no fertilizer (average crop height = 8.60 cm; average weight = 3.23 g). During the experiment, the growth of Bok Choy (*Brassica rapa* subsp. *Chinensis*) was affected by the high temperature in summer, crop disease, and pest damages. The group applied with homemade fruit-and-vegetable-waste-based fertilizer was least affected by these factors and showed the optimal growth among all experimental groups. The research findings' support on homemade food waste-based fertilizer's positive effect on the crop's growth may serve as a reference for future discussions of environmental protection and recycling. According to the literature, the content of potassium is associated with crops' resistance to the external environment, plant diseases, and pests. The present study revealed that applying homemade fruit-and-vegetable-waste-based fertilizer in an amount determined according to the amount of nitrogen needed provided evenly-distributed and adequate nitrogen and potassium to fast-growing leafy vegetables. By contrast, the tea-leaf-based fertilizer, despite its high content of nitrogen, easily led to a lack of potassium in the crop's growth.

Keywords: organic fertilizer, potted cultivation, used tea leaves, fruit and vegetable waste

謝誌

首先必須感謝我的指導教授簡仔貞老師，在大學時期就擔任我畢業設計的指導老師，即使畢業設計成果不佳，升上研究所又因為我自己個人與家庭的原因，不斷逃避面對困難與挫折而延畢，但老師每次都願意耐心地接納並引導我，這5年的時間對於自己的不成熟造成老師的困擾在這裡鄭重地說聲抱歉，也謝謝老師在最後仍然指引著我一點一點地完成碩士論文，也因為是老師您我才有這機會完成這份學業，在未來走入社會必須將這些年的經驗化作為成長的養分，時時警惕著自己必須勇敢面對任何挑戰。

這4年期間也必須感謝維方老師，擔任您的助教期間或許不是那麼精明幹練，但仍然耐心地引導我，在課餘時間偶爾給予我參與專案製作與工讀的機會，也願意撥空審閱我的論文提供我良好的意見；也謝謝系上的支柱雅倫姊，經常包容我處理系所事務的過失，也時時提供我寶貴的建議並幫助我解決許多大小事情。謝謝我的九樓好夥伴碩士同學們，晉瑋、沛瑜、宏芸、上臻、婕羽、偉勝、仲琳、已轉學的博凱，經常邀請我參與許多聚會與餐會，能與你們同班真好，時而互相勉勵、時而互相激進，也偶爾互相取暖訴苦，謝謝你們讓我碩士的路途並不孤單，也幫助我走出失戀的困擾。另外也感謝品錡、語柔協助我實驗地進行與操作；還有擔任助教期間的認識的學弟妹們，雖然相處的時間都不長，但是這段時間讓我感到非常快樂，也願意彼此交換心得。

最後感謝我的家人，經常與我爭吵的哥哥，不斷提供我協助與關心著我的媽媽，以及在天國的父親，永遠是我的靠山，也永遠尊重我的意見，還有對待我如家人般的 Sunny 姊、鼎哥以及 Sherry 姊，經常提供給我打工機會，讓我有生活費用減少家中開銷，也經常協助我許多生活瑣事，讓獨自在台中生活的我有如第二個家庭能有所依靠，謝謝你們。

朝陽科技大學景觀及都市設計系碩士班

張簡佳欣

中華民國 109 年 6 月



目錄

摘要	.....	I
Abstract	.....	II
謝誌	.....	IV
目錄	.....	V
表目錄	.....	VII
圖目錄	.....	VIII
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究動機與目的	.....	1
第二節 研究範圍與限制	.....	2
第三節 研究內容與流程	.....	3
第二章 相關文獻回顧	.....	6
第一節 作物生長環境	.....	6
第二節 肥料	.....	11
第三節 作物栽培管理	.....	21
第三章 實驗設計	.....	24
第一節 實驗外部環境	.....	24
第二節 實驗設備	.....	26
第三節 實驗材料	.....	27
第四節 實驗方法	.....	30
第五節 實驗操作流程	.....	37
第四章 實驗結果與討論	.....	40
第一節 肥料與培養土檢測結果討論	.....	40
第二節 氣候與病蟲害紀錄結果討論	.....	43
第三節 不同有機肥料對青江菜之生產影響	.....	52
第五章 結論與建議	.....	63



第一節	研究結論	63
第二節	研究實驗建議	65
參考文獻		67
一、	學術論文	67
二、	書籍文獻	68
三、	學術期刊	69
四、	網路資料	70
附件一		72
附錄二		77
附錄三		82



表目錄

表 2-1 作物的必須元素與用	13
表 2-2 必要元素缺乏與過剩症狀	15
表 3-1 肥料檢測分析與施肥推薦量	36
表 4-1 不同有機肥料成分檢測結果	40
表 4-2 施肥推薦量實驗前後比較表	41
表 4-3 市售培養土檢測成分表	43
表 4-4 2019 年實驗操作期間天氣狀況紀錄表	44
表 4-5 蟲害防治方法與結果	48
表 4-6 不同有機肥組別之青梗白菜生長狀況統計表	51
表 4-7 不同有機肥組別平均株高結果	52
表 4-8 不同有機肥組別作物測量平均株高	54
表 4-9 不同有機肥組別之健康數量與平均株高	55
表 4-10 不同有機肥組別株高之變異數同質性檢定	56
表 4-11 不同有機肥組別株高之 Scheffe 事後多重比較	57
表 4-12 不同有機肥組別株高之 LSD 事後多重比較	58
表 4-13 不同有機肥組別平均淨重與總重統計結果	59
表 4-14 不同有機肥組別淨重之 Scheffe 事後多重比較	60
表 4-15 不同有機肥組別淨重之 LSD 事後多重比較	61



圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	5
圖 3-1 實驗場地平面圖	24
圖 3-2 實驗盆栽擺放位置圖	25
圖 3-3 實驗操作現況區域 1	26
圖 3-4 實驗操作現況區域 2	26
圖 3-5 廚餘機	26
圖 3-6 副資材 - 糖粉	26
圖 3-7 副資材 - 酵素	27
圖 3-8 副資材 - 木屑	27
圖 3-8 長型塑膠盆栽	27
圖 3-9 自製茶葉渣有機肥料	29
圖 3-10 自製蔬果廚餘有機肥料	29
圖 3-11 市售有機肥料	29
圖 3-12 市售有機肥料包裝圖	29
圖 3-13 株高測量範例圖	31
圖 3-14 淨重測量範例圖	32
圖 3-15 作物分支處示意圖	32
圖 3-16 施肥位置範例圖	36
圖 3-17 實驗流程圖	39
圖 4-1 實驗操作期間降雨量與氣溫統計圖	46
圖 4-2 高溫危害植株範例 1	47
圖 4-3 高溫危害植株範例 2	47
圖 4-4 健康植株範例 1	47
圖 4-5 蟲害植株範例	49
圖 4-6 蟲害嚴重植株範例	49
圖 4-7 健康植株範例 2	49
圖 4-8 鹽害植株範例	50
圖 4-9 高溫危害植株範例 3	50
圖 4-10 健康植株範例 3	50
圖 4-11 不同有機肥組別之青梗白菜生長狀況統計圖	51
圖 4-12 不同有機肥組別之青梗白菜株高成長折線圖	54

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

一、研究動機

根據經濟部統計處資料顯示，國內飲料店不斷拓展開店，國內茶飲營業額逐年攀升，每年增幅約 3.9%，店家數量也從 2015 年底的 18,363 家增加至 2016 年底的 20,121 家，其中又以冰果、冷熱飲店的 16,173 家最多。隨著飲料店業者不斷增設，飲料製作所需的茶葉也不斷上升，在旺季時，一家 2 坪大的店家一個月賣出約 1000 杯飲料，就會有約 30 公斤的飲料茶葉渣產生量(潘美玲，2018)。而根據環保局廢棄物管理科表示，飲料業者會將茶葉渣與蔬果廚餘直接丟棄垃圾車而未能妥善處理，潮濕的茶葉渣丟入焚化爐後會拉低燃燒熱能，蔬果皮、果渣等飲料製作生廚餘水分含量高，若未妥善處理分類丟棄亦影響焚化爐燃燒垃圾的發電效益，也容易折損焚化爐使用壽命(邱梅玲，2007)。另一方面，隨著台灣都市化發展快速，農業耕種面積逐年減少，為能夠穩定充分供給糧食需求而帶動都市農耕議題，而近年台灣都市農耕推廣主要以公共區域為優先，妥善利用閒置空間種植可食作物以達空間活化(黃品錡，2019)。

在國內外進行環保回收資源再利用的議題研究已持續多年，透過廚餘回收再利用的相關研究中，證實廚餘回收可有效利用作為有機肥料並提供植物根系的養分吸收，同時也可以有效改善土壤結構與土壤環境，就環保回收資源議題而言，若能持續有效回收飲料製作所產生之茶葉渣廚餘以及蔬果廚餘，不但可以減少飲料店未妥善回收廚餘而導致的焚化爐處理問題，作為推廣環保回收資源再利用的議題研究，亦能提供茶葉渣廚餘有機肥料以及蔬果廚餘有機肥料使用成效作為相關議題研究參考，並結合妥善運用都市中人工基盤，形成都市小型農業生產基地。而本研究將以廚餘製作有機肥料作為研究主題，進行自製有機肥料之盆式栽培試驗，並於人工基盤上模擬都市家庭農園環境進行操作，探討自製有機肥料對作物生長影響之效果，冀望在推廣國內環保回收資源再利用時有所助益。

二、研究目的

台灣國內目前在環保資源回收過程規劃中，仍有許多尚未完善處理的回收機制，容易造成後續環境的影響，若能透過此研究，了解年年增加的茶飲店每日產生的蔬果皮、茶葉渣等廚餘，透過回收製成有機肥料，以盆式栽培試驗探討回收自製有機肥料應用，並以短期葉菜類作物為實驗對象，觀察、紀錄、檢測有機肥料對作物的生長影響狀況，而為模擬都市中家庭農園環境，利用本校朝陽科技大學景觀及都市設計系之魚菜共生實習場，戶外閒置區域人工基盤上操作盆式栽培試驗，以做為未來國內環保回收資源再利用以及推廣未來都市中小型家庭農園操作之參考建議。

上述動機詳細敘述後，本研究目的如下：

- 一、以盆式栽培試驗探討自製茶葉渣有機肥料、自製蔬果廚餘有機肥料與市售有機肥料對短期葉菜類作物株高與淨重之影響。
- 二、以盆式栽培試驗探討自製茶葉渣有機肥料、自製蔬果廚餘有機肥料與市售有機肥料之酸鹼值、電導度、氮、磷、鉀含量對短期葉菜類生長之影響。

第二節 研究範圍與限制

一、研究範圍

研究範圍主要以不同有機固態肥料施用於生長週期短的葉菜類作物—青梗白菜(青江菜)作為研究探討範圍，透過盆式栽培試驗探討三種不同有機固態肥料對短期作物的生長影響效益，然而對作物生長影響情況有許多，本研究則聚焦於土壤與肥料中礦物元素與化學性質兩者，作為本研究實驗探討範圍，礦物元素包含氮、磷、鉀等巨量元素，在土壤中儲藏量最多，作物所需吸收量也較多(林錦標，2002)，化學性質包含電導度、酸鹼值，直接性地對土壤與作物之間產生相互影響(後藤逸男，2015)。

二、研究限制

1. 有機肥料副資材

本研究所使用之有機自製肥料均採用 Earth System CF-100 機械式廚餘機製作，廚餘來源均取自朝陽科技大學校外獨立經營茶飲專賣店，自店內蒐集蔬果廚餘以及茶葉渣，且分類製作成兩種不同有機肥料，製作過程還需投入副資材促進堆肥進行，然而因儀器以及經濟預算上的限制，無法對資材及副資材進行成分探討，因此僅能統一來源及副資材使用量，使實驗條件一致。

2. 栽種環境

實驗場地選擇於朝陽科技大學校園內魚菜共生實習場域，為求作物生長環境一致，以及減少外在環境變因，本研究將使用盆栽試驗的方式，使用相同來源之培養土，並將盆栽試驗設置位於同一環境之人工基盤上，以求生長環境條件相同。

3. 土壤與肥料檢測

本研究實驗探討範圍包含土壤與肥料中的礦物元素與化學性，在相關民間或國家機構均可檢測多項土壤與肥料中的含量數值，研究所需項目亦包含礦物元素如氮、磷、鉀等，化學性質項目如酸鹼值與電導度，而檢測需求因本校儀器設備可測得項目不足，因此本研究使用之培養土與肥料檢測統一送至行政院農委會高雄區農業改良場進行檢測。

第三節 研究內容與流程

本研究流程內容共分五個章節，內容敘述如下：

第一章 緒論

內容包含研究動機、研究目的、研究限制以及研究流程等內容說明。

第二章 文獻回顧

依據本研究動機與目的，對土壤環境、有機肥料、作物養分管理以及作物栽培管理、病蟲害防治方法之相關文獻進行彙整，歸納了解前人所得結果與理論，以作為後續實驗設計與實驗操作之依據與佐證。

第三章 實驗設計

詳細敘述本研究實驗操作內容，包含實驗流程、操作地點環境、實驗使用設備、相關實驗材料，以及實驗紀錄項目、檢測項目以及方法，最後擬定實驗操作過程管理方法以及施肥管理方式。

第四章 實驗結果與討論

本章節將實驗操作結果以及所得紀錄數據，透過 Microsoft Excel 2016、IBM SPSS Statistics 22 等統計軟體運用，將數據資料加以整理分析製作圖表，並陳述研究結果與探討分析。

第五章 結論與建議

總結本研究，並提出未來相關研究實驗操作可作的改善方向以及建議內容。

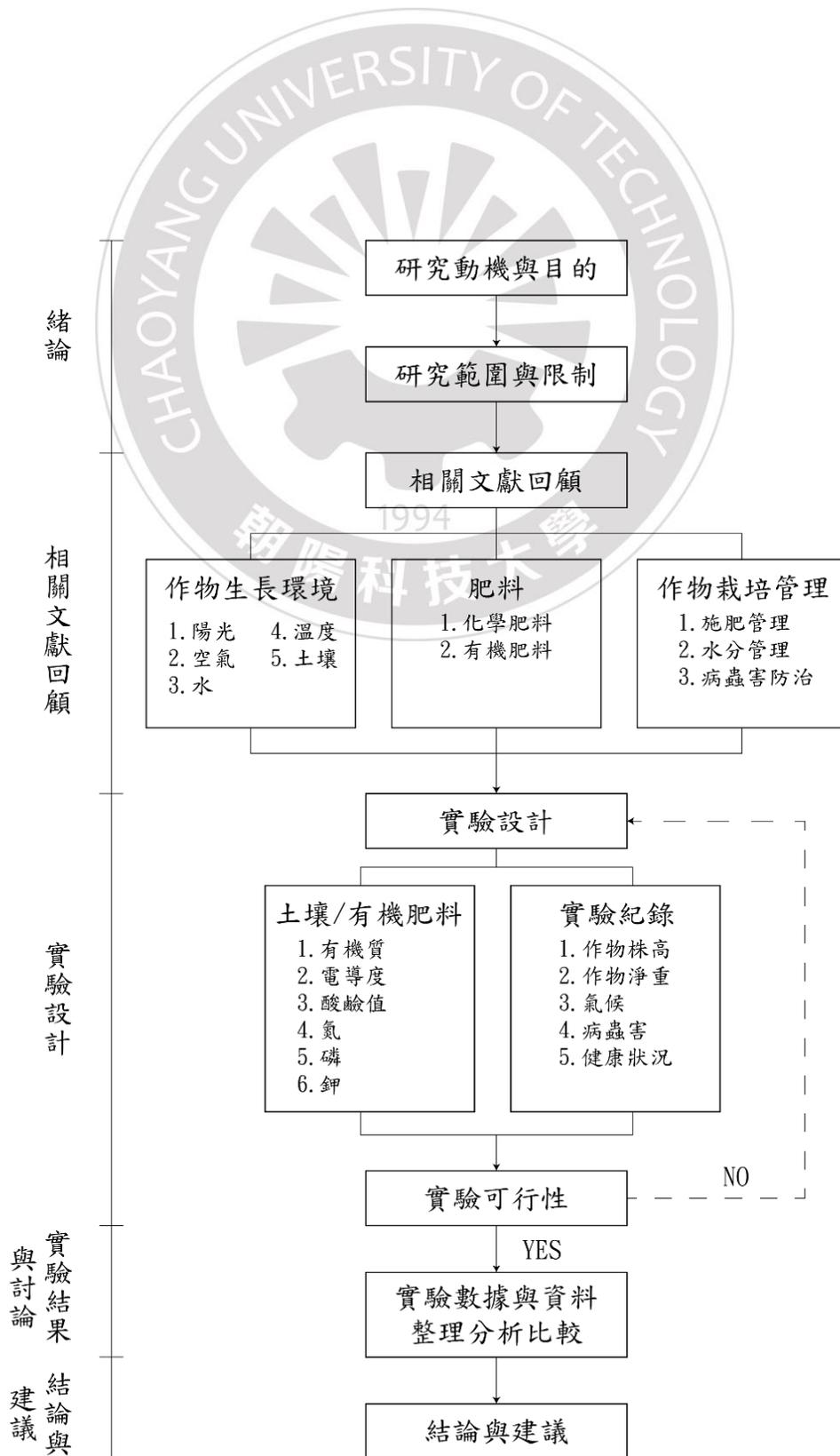


圖 1-1 研究流程圖

第二章 相關文獻回顧

第一節 作物生長環境

植物生長因素為空氣、溫度、水、養分與陽光，土壤雖因農業改良技術改良逐漸成為非必備條件，然而土壤本身卻具備水、空氣、養分因素，仍可視為重要生長的介質，並且可支撐作物向上生長，同時具有微生物活動提供作物養分，因此土壤和植物自然形成長久密不可分的關係(後藤逸男，2015)。

一、 陽光

光對於植物生長發育過程中扮演著不可或缺的角色，植物透過光合作用將光能轉換成化學能，並在植物體內合成醣類以供植體使用，光合作用主要包括光反應及暗反應兩部分(陳詩文、宋好，2015)；而透過葉綠素經過光合作用後的最終產物包含醣類與氧氣，以作為植物生長所需的養分，若沒有足夠的陽光則會影響植物光合作用產物的產量，也影響植物生長的質量，因此適當的日照時間對植物或農作物而言是必要性的(黃品錡，2019)。而日照充足時也可配合植物光合作用生產潛力的增加，供給多量的氮肥，可使作物產量提升；而日照不足時，作物則需要較多的鉀元素，以維持作物正常的光合作用(陳鴻堂，2000)。

二、 空氣

空氣的組成大多數為氮氣(N)，佔組成成分約 78%，其次為氧氣(O₂)，佔空氣中成分約 20%，其他包括約 0.03%的二氧化碳(CO₂)，以及其他氣體、微小落塵、花粉、微生物等；而當中二氧化碳(CO₂)為植物光源作用所需原料之一，透過植物葉綠素的轉化成為養分與氧氣(O₂)，另一方面植物也全天 24 小時需要氧氣以進行呼吸作用(孫冠花，2017)。氮素也是植物生長過程中不可或缺的巨量元素，空氣中的氮氣可經由與豆科植物共生的根瘤菌，透過固氮作用轉化成植物可吸收型

態。植物根系在土壤中也進行呼吸作用，根部自土壤中吸收氧氣與養分並於體內交換後排出二氧化碳，若土壤通氣性不良，氧氣無法流通順暢，容易造成植物根部窒息而腐壞造成根腐病(後藤逸男，2015)，因此土壤中的通氣性對植物也非常重要，而空氣成為植物生長過程重要的環境要素之一。

三、水

植物體內的水分主要透過根系從土壤中吸收，並經過體內導管運送至植物莖、葉各部分；而水分不僅協助植物生長、呼吸作用、光合作用、蒸散作用、輸導作用，亦提供植物維持體內膨壓，支撐植體枝葉而不傾倒(周昌弘，1992)。水分大部分用於蒸散作用，通過植物角質層或氣孔蒸散水分排出植物體外，並從土壤中再吸收水分以及養分，順著蒸散作用由下往上在植物體內不斷循環移動，另一方面，蒸散作用也可作為植物調節溫度的手法之一，可降低高溫對植物體的影響(黃美寧，2017)。

植物對水分的需求則必須考慮植栽的種類、種植的季節以及土壤的種類與厚度(日本財團法人都市綠化技術開發機構，1998)，而對植物澆灌使用的水量則必須考慮植物種植周遭環境溫度、濕度變化(Pete Melby and Tom Cathcart，2002)，另外也必須考量植物的種類，例如草本、草皮類植物需每二周澆水一次(Nagase and Dunnett，2010)。而行政院農委會改良場則建議無自動澆灌系統設備時，當作物種植以容器栽培方式，人工澆水以一天兩次為宜，並建議於早上8時前以及下午15時過後澆水，並注意植物葉片有無凋萎，此外也不建議農民於黃昏或陰雨天時澆水；而作物種植於水分較缺乏的季節時，作物生長量減少，所需的肥料量也應當減少(陳鴻堂，2000)。

四、溫度

溫度對於植物生長發育有著不同的需求，不同的植物可抵抗的溫度變化能力與上下限值亦有所不同，一般植物的生長溫度大約在 0°C ~ 45°C 之間，而溫度可分為最低溫度、最適溫度及最高溫度，為植物的三個基礎溫度，當環境溫度低於最低溫度或高於最高溫度時，植物容易受到寒害或高溫危害而受損甚至死亡(張碧芳，2004)。溫度升高時容易提升植物生長速率，土壤中有機物質分解也會加速，氮素釋放較快，對植物根部吸收效率也較高，所以高溫時應減少氮肥使用量；然而溫度降低，植物根部對磷元素吸收容易受到阻礙，缺磷症狀顯現較高溫生長期明顯(陳鴻堂，2000)，因此溫度不僅對植物生長有所影響，也對植物吸收土壤養分效率有所關聯。而高溫環境不僅抑制植物生長，也加速植物蒸散作用，使植物為調節溫度體內水分蒸散過快，植物因此脫水、凋萎、落葉甚至死亡(Janick，1986)。長時間高溫情況下也伴隨著土壤中水分蒸發快速，如灌溉水或降雨量不足時，可溶性鹽類無法適當淋洗，反而隨著土壤水分毛細現象由底土下往上移動至表土，造成可溶性鹽類堆積而容易引起鹽害(吳正宗，2001)。

五、土壤

1. 土壤物理性

作物根系生長透過呼吸取得氧氣，氧化植物內儲存的有機物以排放二氧化碳，再經由此能量吸收水分和養分，因此透氣性佳的土壤環境下，作物根系會活躍伸展根系；反之，透氣性不佳的土壤，作物根系會出現窒息狀況，造成根系枯萎的根腐病(後藤逸男，2015)。而土壤團粒與團粒之間的窄寬不同可依土壤質地不同有所區分，一般可分為砂質土、壤質土以及黏質土，以上為我國援用美國農業部(United States Department of Agriculture, USDA)區分方式(劉彥均，2011)，不同土壤質地可儲存水分與排水能力也不同，利用團粒化的方式，可改善土壤的物理性，增加排水性、保

水性、通氣性，空氣與水分便能透過不同團粒之間的孔隙，在土壤中儲存或流動。在種植作物的土壤中，若需要改善土壤構造便需要透過有機肥料或堆肥活化土壤中的微生物，有效改善土壤構造(後藤逸男，2015)。另一方面，腐質化有機質土壤(土壤顏色較深)可吸收光線並釋放熱能，在寒冷季節可提高土壤溫度；若在夏季或溫度較高的季節，團粒化較好的土壤因通氣性較好，可將熱氣順利傳出土壤，可降低植物根部悶壞的機率，因此可以得知土壤的有機質可以協助調節土壤溫度(黃裕銘，2005)。藉由土壤有機物質調整土壤團粒結構，降低土壤密度，可避免排水不良、表面過度沖蝕，使作物根系穩定發育生長以增進根系吸收水分與養分效率，作物品質可因此提升(黃瑞彰，2018)。

2. 土壤化學性

為了讓作物根系順利生長，土壤的 pH 值與無機礦物元素必須均衡，例如在過酸的土質(約 pH5~6)，土壤中的鋁離子容易活化而損傷作物根部，因此有必要保持適當的土壤酸鹼值；而土壤儲存養分的能力，則因土壤中氮、鉀、鈣、鎂任何一種溶於水都會變為陽離子，因此能吸附在負電荷的土壤中不容易流失，並以陽離子交換能力(CEC)值的表示，如土壤負電荷越多，土壤的儲存養分能力就越大(後藤逸男，2015)。此外有機質能鉗合(螯合、夾合作用)微量營養元素協助植物根系養分吸收並提高有效性(黃瑞彰，2018)，較強的鉗合力可降低微量元素沉澱於土壤中，並提高微量元素的使用有效性(黃裕銘，2005)。作物栽種過程對土壤施加肥料忌施肥過量，若施肥過量容易導致土壤鹽類濃度升高，滲透壓提升，使土壤吸收水分能力下降，透過土壤電導度(EC)表示，土壤溶液中可溶性鹽類的多寡，當電導度數值越高表示養分含量越多，但過量將會對植物造成鹽害，使植物根部吸收水分功能不良、土

壤中養分失衡、微生物活性下降、土壤通氣性變差等危害因素(吳正宗，2001)；然而有機質具有較高的離子交換容量，當大量水分灌溉或雨水淋洗，有機質可增加緩衝能力，降低土壤溶液濃度並且暫緩肥料肥分釋放，有機質亦對酸鹼值的緩衝能力較高，較不容易受過多的肥料使酸鹼值產生巨大變化(黃瑞彰，2018)。

3. 土壤微生物

土壤中有許多種類的微生物，與土壤的物理性和化學性密切相關，也形成土壤多元豐富的環境。透過不同的微生物種類，可使土壤團粒化(如：蚯蚓)，也可分解動植物殘體成養分供作物吸收，並促進土壤中有機質的礦化作用以及氮元素轉換，增加土壤中養分含量以及促進氮循環。此外，微生物之間的共處與拮抗，複雜且互相牽連，微生物活動的同時也保護作物抵抗病原體，因為土壤中微生物有相生相剋的關係存在，有些微生物可以協助抵抗對作物有害的病原菌，以減少作物發生疾病的機率，而施入不同的有機質肥料，也可以誘發他種微生物菌群活動量提升，進而保護作物並殺死特定有害微生物(後藤逸男，2015)。而有些微生物也能促進作物生長，因有機質經由微生物的分解轉化為腐植質，可提供類似植物的生長素(林永鴻，2007)。

4. 土壤養分

作物生長過程仰賴土壤介質提供空氣、水、與養分，養分的因素包括養分的儲量、養分的強度、養分的容量，這些因素仍主要取決於土壤中的礦物元素與有機質(吳承頤，2015)。土壤的養分多寡並不能決定土壤所能提供的養分優良與否，如何有效地提供作物養分，配合土壤其他因素讓植物吸收養分元素，才能使土壤養分效益最大化；例如有機質改善土壤的物理結構，改善土壤的保

水、保肥能力，並且提升土壤微生物的活動能力，間接保護植物根系的發展，而土壤當中的離子交換能力，也需要適度的 pH 值方能無機礦物養分元素有效與植物根系交換吸收，因此土壤的養分因素，便可透過土壤環境因素影響來了解土壤的優良與否(後藤逸男，2015)；然而過去農業發展長期使用化學肥料使土壤中某一要素逐漸消耗，降低土壤中養分有效被植物吸收，因此有機肥料與化學肥料的差異，為當有機肥料穩定的釋放肥份過程中，也透過有機質被微生物分解作為活動能量來源，產生作物所需營養與生長素並促使土壤結構改善，透過有機肥料的多樣性特質，可使土壤養分因素穩定與改善。

第二節 肥料

在自然界的循環中，土壤與肥料的兩者關係密不可分，經過地表上動植物的殘體、排遺物回到土壤中，再經過土壤中的生物與微生物的分解利用成為有機物，在自然界不斷循環下使土壤中礦物養分保持肥沃；而人類利用土地耕作成為農地，作物成長將土壤養分吸收帶離土壤後，作物大部分並不會回歸土壤，因此中斷了自然的循環，需要透過補充肥料讓土壤恢復肥沃度，提供作物成長所需的養分，如不將有機物回歸土壤並補充肥料，農耕地將逐漸成為旱田使作物無法順利成長(後藤逸男，2015)。

作物成長過程不僅需要良好的土壤環境，也必須適量給予作物所需養分，19 世紀德國化學家李比希提出植物吸收的養分即為無機物(即無機化合物，指大多不含碳元素的化合物)，往後利用他的無機營養論開發化學肥料，影響了近代農業的發展。植物生長所需的元素目前的了解約為 17 種，稱為植物必須元素或必須要素(後藤逸男，2015)，其中氫(H)、氧(O)、碳(C)，必須透過葉或根從空氣中或土壤中的水分吸收，肥料當中通常無法給予，而三者植物體內的主要功能為製造碳

水化合物、脂肪、蛋白質等植物本體的元素，氫(H)以水的形式參與植物體內的生理作用，氧(O)為植物呼吸作用時不可或缺的元素，碳(C)則是植物進行光合作用不可或缺的元素；其餘的 14 種營養元素，如不經由人類後續補充便會使土壤逐漸缺乏，造成農耕地轉變成為旱田(王瀚蔚，2017)，而依照作物所需的吸收量，可將 14 種營養元素分為多量元素與微量元素。

多量元素為作物特別所需的是氮(N)、磷(P)、鉀(K)，三者被稱為「肥料的三要素」，在土壤中儲藏量最多，作物所需吸收量也較多(林錦標，2002)，磷通常以磷酐(P_2O_5)的型態稱之，鉀通常以氧化鉀(K_2O)稱之，氮則以銨態氮(NH_4-N)與硝酸態氮(NO_3-N)兩種型態存在，氮(N)主要作為蛋白質與核酸、葉綠素等組成要素，能促進葉、莖部成長使植物本體變大，促進養分吸收、合成蛋白質，氮(N)也被稱之為「葉肥」；磷(P)的功能作為蛋白質、磷脂質、酵素等組成要素，促進植物開花與結果，也能改善花卉與果實的生長狀態進而提升花、果品質，又被稱為「花肥」、「果肥」；鉀(K)能使植物根部、莖部更為強韌，提升植物耐寒耐暑的能力，以及對病蟲害的抵抗力，也與植物氣孔調節機制有關，影響其他礦物質的吸收與傳遞，鉀(K)也被稱為「根肥」(孫冠花，2017；後藤逸男，2015)。

僅次於三要素的鈣(Ca)、鎂(Mg)、硫(S)，又被稱為中量元素或次要元素，與氮(N)、磷(P)、鉀(K)三要素被歸類為多量元素，鈣(Ca)的主要功能為促進細胞成長與分裂、根部發育，預防葉部老化與強化植物組織細胞，使植物本體強韌；鎂(Mg)有助於磷的吸收，活化體內酵素，製造碳水化合物與葉綠素，強化植物體內部代謝與傳遞氮的吸收；硫(S)可幫助根部發展，活化細胞分裂與蛋白質的合成；另外微量元素因為在土壤當中有一定含量程度，也能從改良土壤施予的堆肥中獲得，因此平常較不需要作為肥料施予獲得(後藤逸男，2015)，各元素分別為氯(Cl)、硼(B)、鐵(Fe)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)、鉬(Mo)、鎳(Ni)，

上述元素與植物光合作用、植物體內酵素合成有關，可促進植物體生長快速與維生素的合成(孫冠花，2017)，鎳(Ni)則負責將尿素轉變為內含有氮的酵素(後藤逸男，2015)。

表 2-1 作物的必須元素與作用

類別	元素名稱	主要作用	
水和空氣	氫 (H)	以水的形式參與所有生理作用。是製造碳水化合物、脂肪、蛋白質等植物本體的主要元素。	
	氧 (O)	呼吸作用時不可或缺的元素。是製造碳水化合物、脂肪、蛋白質等植物本體的主要元素。	
	碳 (C)	光合作用時不可或缺的元素。是製造碳水化合物、脂肪、蛋白質等植物本體的主要元素。	
多量元素	三要素	氮 (N)	能促進葉和莖的生長，使植物本體變大。也稱作「葉肥」。
		磷 (P)	也稱作「花肥」或「果肥」。能改善花卉與果實的生長狀態，提高品質。
		鉀 (K)	能使莖和根更強韌，提升耐酷暑與耐寒冷的能力，以及對抗病蟲害的抵抗力。也稱為「根肥」。
	次要元素	鈣 (Ca)	強化組織細胞，使植物的整個本體都強韌。
		鎂 (Mg)	有助於磷的吸收，活化體內酵素。葉綠素的成分。為苦土。
		硫 (S)	幫助根部發展。與蛋白質的合成息息相關。
微量元素	氯 (Cl)	與光合作用中相關酵素有關的元素。	
	硼 (B)	根、新芽生長以及花卉所需元素。	
	鐵 (Fe)	光合作用所需元素。	

續上表 2-1

類別	元素名稱	主要作用
	錳 (Mn)	光合作用與維生素和成所需元素。
	鋅 (Zn)	與植物生長素度有關的元素。
	銅 (Cu)	為成為能長出花卉與果實之成熟苗株的元素。
	鉬 (Mo)	進行硝酸還原之酵素的成分。
	鎳 (Ni)	將尿素變為含有氨的酵素。

資料來源：本研究整理

然而土壤中的養分量，一旦必需元素缺乏或過剩，便容易破壞作物的健康狀態，使作物容易生病，如果只觀察土壤不容易察覺問題，因此必須先觀察作物再進行判斷，並了解各元素缺乏而引起的主要症狀變化(後藤逸男，2015；孫冠花，2017)。因各種元素缺乏而引起主要徵狀變化，若缺乏氮，作物整體的生長狀況變差，從老葉開始，葉面開始黃化，葉子枯死或掉落，植物無法成長，部分植物老葉累積花青素而變紅；缺乏磷，葉片變成深綠色，老葉葉脈泛紫、生長萎靡、葉片縮小、莖部直徑減少、葉片呈不正常的暗綠色，整體無光澤或開始落葉；植物體缺乏鉀時，植物生長後期老葉周圍、頂端邊緣開始黃化進而枯死，根部與莖部發育不良，植物容易傾倒或折斷；其他的多量元素與微量元素缺乏時也同時與多量元素相關，當缺乏時植物出現的特徵多呈現葉部黃化、生長停滯或萎縮，若是微量元素缺乏時也容易因土壤 pH 值而產生變化，例如：硼在酸性土壤中較容易溶解於水，經由雨水或澆灌溶解流失，容易引起植物體缺乏症狀，使植物體生長停滯、生長點枯死等。當養分過剩時而引起的損害，也與缺乏症狀相

似，容易使植物體生病，而元素之間也互相影響，當過剩的元素阻礙另外一項元素的吸收而容易引起缺乏徵狀，例如：鉀含量過剩時，會阻礙鎂的吸收而引起鎂的缺乏症狀。另外過剩的元素若因其特性，在土壤中的移動性較低，長時間的積存在土壤中則容易引起土壤病害，例如：磷過剩時，因磷會連結土壤中的鋁、鐵元素，且鋁、鐵元素較難以被植物吸收，而長時間積累於土壤中引起磷過剩的徵狀或其他土壤病害。因此為土壤中的元素養分的均衡，合理化的施肥為最經濟實惠的肥料施用，盡可能讓肥料可以高效率的被植物所利用(向為民、劉禎祺，2005)。而植物體因土壤中的元素過剩或缺乏時所產生的症狀整理如下表 2-2：

表 2-2 必要元素缺乏與過剩症狀

類別	元素名稱	缺乏症狀	過剩症狀	
水和空氣	氫 (H)	-	-	
	氧 (O)	-	-	
	碳 (C)	-	-	
多量元素	三要素	氮 (N)	從老葉開始，葉面開始黃化，葉子枯死或掉落，植物無法成長，部分植物老葉累積花青素而變紅。	葉部變成暗綠色，莖部變柔軟容易傾倒，生長茂盛，容易引發病蟲害。
		磷 (P)	老葉葉脈泛紫、生長萎靡、葉片縮小、莖部直徑減少、葉片呈不正常的暗綠色，整體無光澤或開始落葉。	植株生長不高，葉部肥厚，且發育不良，容易引起缺乏鐵、鋅、銅徵狀。
		鉀 (K)	從老葉開始，葉部末端、邊緣、葉脈間隙等部位開始黃化。落葉、根部發育不良，莖部衰弱，植物容易傾倒或折	誘發鈣、鎂的缺乏徵狀。

續上表 2-2

類別	元素名稱	缺乏症狀	過剩症狀
次要元素		斷。	
	鈣 (Ca)	葉、根部頂端生長停滯，老葉葉脈黃化壞死後掉落。	誘發缺乏錳、硼、鐵、鋅徵狀。
	鎂 (Mg)	從嫩葉開始黃化、葉片容易粉碎掉落。	植株發育不良，因鐵質吸收不良，果實無法肥大且容易生長畸形。
	硫 (S)	老葉的葉脈之間黃化、莖部之間距離變短，後期缺乏徵狀與缺乏鉀元素相似。	引起土壤酸化、根腐病。
微量元素	氯 (Cl)	嫩葉黃白化。	-
	硼 (B)	植株不會生長，生長點枯死，嫩葉畸形、葉柄栓化。	葉部黃化、枯死。
	鐵 (Fe)	新葉的葉脈之間出現黃化或黃綠化。	引發磷酸、錳缺乏徵狀。
	錳 (Mn)	葉部變小、變黃，與缺鐵徵狀相似，但會沿著葉脈出現綠色帶狀特徵。	植株生長停滯、葉片前端出現褐色斑點、葉片老化、落葉。
	鋅 (Zn)	植株歪曲、根部末端不正常，葉面出現斑點、寬度縮小、出現黃白化。	新葉黃化、或出現紅褐色斑點，其他葉部老化、掉落。
	銅 (Cu)	嫩葉黃白化且枯萎。	抑制根部生長，葉部黃白化。
	鉬 (Mo)	歪曲、葉片邊緣糾纏。	葉部黃白化。
	鎳 (Ni)	-	引起土壤重金屬汙染。

資料來源：後藤逸男，2015；孫冠花，2017

當土壤中元素過剩或過少時，可透過觀察植物外觀了解，然而除了

透過外觀觀察了解之外，最佳方法是可以透過採樣分析植物檢體內要素含量加以判斷；為了避免肥料施用過多或過少造成作物健康狀況的影響，農民應配合土壤條件與特性，並了解作物的品種與生長特性，配合肥料的種類與特性，再適時、適量、適地添加正確的肥料，便是合理化施肥的意義(陳仁炫、吳正宗，2006)，除了避免土壤元素的過剩或缺乏，也減少資源的浪費、土壤品質的劣化以及環境的汙染可能性(陳鴻堂，2000)。

肥料的種類眾多，分類方法大略可依據肥料的原料、肥料的型態與肥料的效果等三類(後藤逸男，2015)；若依據肥料原料來源的性質，可分為有機肥料與化學肥料，若依據型態進行分類，可分為固態肥料與液態肥料，肥料的效果也因型態的不同而有所差異，一般而言，液態肥料的肥料效果較固態肥料的效果釋放更為快速，若依據肥料的效果進行分類，可分為速效性、緩效性以及遲效性，係依據肥料生效的時間長短作為區分，大部分的有機肥料屬於緩效性肥料或遲效性肥料。以下依據肥料原料來源的性質區分，進行有機肥料與化學肥料的論述比較：

一、 化學肥料

因農業化學的發展，化學肥料的出現，在土壤中可快速發揮效用，養分元素可快速溶於水分中成為根部能立即吸收的型態，於植物根部附近土壤中快速被吸收，因此 20 世紀農業生產大量使用了能立即見效的化學肥料，使生產量能夠大幅提升，雖化學肥料與有機肥料皆能提供植物所需的養分元素，但若長時間使用仍可能間接或直接地對土壤環境造成衝擊，因其所含的氮、磷、鉀等養分所能產生的負面、正面的影響是一樣的(林鴻淇，1994)；另外因化學肥料的特性，僅能單一供給植物所需的營養元素，且大多經由礦物、空氣的化學處理製作而成，土壤經過長時間的消耗與化學肥料的補給，土壤因化學肥料無

機鹽類殘留造成土壤酸化以及土壤有機質成分因不斷透過微生物分解礦化後，經由植物根部吸收養分帶離土壤後，作物並未回歸土壤或是經由有機質肥料恢復下降的有機質成分，降低土壤物理性結構，使土壤通氣、保水、保肥能力下降，影響了植株根部生長發育，土壤中的微生物可依賴的有機質養分減少造成活動量下降，土壤生物多樣性也因此下降，微生物無法協助形成土壤團粒等，上述諸多方面的問題也隨之而生。

化學肥料的缺點因不能提供全面性的營養供給，造成土壤貧脊(黃森源，2011)，也因此化學肥料在進入 20、21 世紀交際，環保永續經營的理念提倡下，許多學者開始呼籲減少使用化學肥料。而化學肥料與有機肥料的特性不同差別在化學肥料的單一特性，其僅能提供作物養分而無法提供土壤所需的其他要素的特性，無法平衡土壤消耗與土壤補給，使化學肥料在永續經營的理念上較不受鼓勵使用，但若能與有機肥料妥善的組合運用，善用兩者的優勢，在農業生產上也是獨具實用有效的方法(後藤逸男，2015)。

二、 有機肥料

有機質肥料俗稱有機肥料，其製作原料與化學肥料不同，是來自生物殘體、廢棄物或新陳代謝產物，經過發酵穩定性質後的產物，即是資源再利用的方式，與化學肥料的特性不同，有機質肥料特性在於多樣性，雖然無法使養分快速地在土壤中發揮效用被植物吸收，但能穩定地經由礦化分解或微生物分解釋放出植物所需的養分，因此能別於化學肥料僅有無機營養物質進入土壤，有機質肥料能使更多的有機營養物質回歸至土壤當中，成為微生物的活動能量來源，可促使微生物的活動量提升，使微生物分解有機物而釋放植物所需的無機養分，並促進土壤團粒的組成，使土壤的物理性構造改善，提升土壤的通氣、保水能力，土壤構造改善也能使植株根部生長發育良好，同時間

有益的微生物在土壤的活動量提升，能抑制有害的微生物滋長，保護並提供植物根部生長與吸收的良好環境。而有機質不僅是土壤微生物活動能源，有機質也能經微生物分解轉化為土壤腐植質，而土壤腐植質中的腐植酸有類似植物生長素的特性，可促進植物生長(林永鴻，2007)。

而有機質肥料的製作因不同的生物質殘體的來源，可大致分為動物性有機質肥料與植物性有機質肥料，但為使有機質肥料更有效率的發揮效果，市面上有許多的有機質肥料經常為動物性與植物性兩者的組合，使肥料能立即且長久的發揮效用，用作基肥使用時，也可省下追肥的使用次數，因此比單一原料的有機質肥料更具效果；另外有機質肥料也可依型態區分為固態有機質肥料與液態有機質肥料，兩種型態的有機質肥料肥力效用發揮速度也不同，固態有機肥料中所含的元素需要再經過水分的溶解與混合，才能在土壤中被植物根部所吸收，因此固態有機質肥料大多為緩效性的肥料；而液態有機質肥料已有養分元素溶於水中，元素的離子組成型態不同於固態有機質肥料，能方便快速地被植物體吸收，也因此液態有機肥料大多為速效性的肥料，而肥份的吸收或移動因物質而有所差異，尤其氮(N)或其他微量元素從葉面吸收較快，因此液態肥料多作為追肥使用，也因液態的特性含有水分，追肥使用也較為方便，但缺點是較容易於土壤中流失，不適合用作基肥(後藤逸男，2015)。

有機質肥料可提供土壤所需的養分之外，也改善土壤的物理性、化學性以及生物性相關環境因素(楊秋忠，2003)，減少化學肥料的使用並降低土壤品質劣化，作物生長期間的病蟲害機率也隨之減少，維持良好的農田生產管理，因此有機質肥料中有機質含量成為重要的指標，提供了大多數有機質肥料對土壤有益的功能，達到改良土壤性質以及提供作物良好的生長環境(黃瑞彰，2018)，而有機質肥料來自生物的殘體、廢棄物等回收再利用的方式，經過堆肥、發酵穩定性質後的

產物，投入至土壤中，平衡了土壤的消耗與補給，以達到環境永續經營的理念。

而有機質肥料可依不同的生物質殘體來源製作(黃裕銘，2009)，以下為動物性有機質肥料與植物性有機質肥料不同型態延伸論述：

1. 動物性有機肥料

動物性有機質肥料的原料來源，包含人體排遺物或畜牧業動物養殖的禽畜類排遺物，也包含農產品加工的副產品，包含魚、蝦、蟹、貝類製作加工產品的殘體、外殼、魚骨，或者禽畜類經屠宰被利用後所殘餘的血、骨頭、羽毛等，將上述的動物性的排遺物或生物殘體加工研磨、破碎化後，經過加溫加壓後，經過放置一段時間並穩定性質後使用於田間(張明暉、簡宣裕、劉禎祺，2005)，或者可再加工製作，與其他有機質肥料組成組合性的有機質肥料(後藤逸男，2015)。動物性有機質肥料的成分，根據農委會肥料登記處公布的資訊，在三大要素中，磷(P)與鉀(K)的成分比例較高，其性狀多為固態有機質肥料，另外還有著氣味較為不好的缺點，而市面上也有因其特殊的動物性有機質肥料的氣味特性，可額外提供趨避部分害蟲或動物的功能，減少害蟲或動物對作物生長的影響；然而本研究範圍為植物性有機質肥料，故以上述為動物性有機質肥料特性簡略概述。

2. 植物性有機肥料

植物性有機肥料的製作材料來自植物的殘體，包含豆類加工後的殘渣、蔬果類的廚餘、落葉、園藝廢棄物以及農業加工後的副產品、廢棄物等，或任何野生植物或雜草經過堆放一段時間，微生物的分解與發酵、腐熟後，等待性質較為穩定，可施用於田間做為肥料，大多為緩效性的有機肥料，較常使用者為堆肥，若依使用材料

營養含量多寡及腐熟程度區別，豆粕、油粕、米糠類較容易被分解，且含氮(N)量高，屬速效性的有機質肥料(胡南輝，2004)。本研究使用蔬果類廚餘與茶葉渣等植物類廚餘製作肥料，係屬植物性有機質肥料的類別，材料來源取自一般茶飲專賣店，經過回收堆肥發酵的過程，主要透過廚餘機製作成植物性有機質肥料，並用於盆栽試驗中以追肥施加(詳見第三章實驗設計詳細說明)。

第三節 作物栽培管理

作物栽培基礎過程一般需經過翻土整地、土壤改良、施基肥、造畦、播種或育苗、移植、澆灌，以及後續種植期間重要的維護管理直至採收，本研究以盆式栽培試驗為主要栽培方式，化簡了整地、造畦等前置工作，而容器栽培作物則更加重視土壤條件以及後續栽培管理，故以下針對後續栽培管理進行探討。

一、 施肥管理

施肥的基本原則可分為基肥與追肥，而施肥錯誤肥料也可能對植物造成損害，在家庭農園中，因栽種面積較小，容易因施肥過量對作物造成影響(後藤逸男，2015)，而施肥過量也是造成作物鹽害而損失的主要原因(吳正宗，2001)。設施類栽培蔬菜可控制種植環境以避免氣候以及病蟲害對作物的危害，以穩定蔬菜生產量以及品質，而為提供良好的葉菜類種植環境應先重視土壤肥培管理，採用合理化施肥措施以提高葉菜品質，並降低施肥成本(羅秋雄，2010)。施肥作業重視適時、適作、適地、適量、適法等原則，因肥料發揮效用與土壤性質也有著緊密關係，合理化的施肥方法可達到事半功倍的效果，也能同時達到環保永續的農業經營(吳正宗，2009)。

本研究實驗將使用有機質肥料，當取代化學肥料使用於設施類栽培作物時，可採用下列簡易公式估算施用量：每公頃有機質肥料施用量(公斤)=氮肥推薦量*(100/堆肥乾物中氮素成分)*(1/堆肥乾物含量

%)^{2.0} 或 1.25(羅秋雄，2010)。作物不同生長時期對養分之需求量不同，理想的施肥方法要能配合作物的生長時期，而短期葉菜類初期生長較緩，養分吸收較少，隨後即快速的生長吸收大量養分直至採收為止(林毓雯、張庚鵬、黃維廷，2005)，而有機質在土壤中礦化特性大約 1 至 2 周，因有機資材不同有所差異，後續也因澆灌或雨水淋洗而逐漸遞減(王瀚蔚，2017)。而若能適度配合化學肥料使用，補充部分快速消耗或容易流失地的養分，更能符合經營效益(林毓雯、張庚鵬、黃維廷，2005)。

二、 水分管理

盆器栽培作物容易因給水過量而導致作物根部腐壞，或相反地水分不足而導致作物乾枯(後藤逸男，2015)，植物灌溉控制又受陽光、溫度、濕度、植物種類、植物年齡、大小、盆栽體積、土壤成分、生長期、休眠期等因素影響，如種植環境陽光較為強烈，植物光合作用隨之活躍，則所需水分必要增加(孫冠花，2017)。蔬菜栽培的水分管理，需要在適當的時機供給適量水分，作物根部即可妥善輸送養分以及氧氣至莖、葉，而水分亦能透過蒸散作用調節植物體溫。播種或移植後，澆水要訣則是以淹沒土表面直至土壤吸飽水分，盆栽種植則是澆灌直至底部排水孔排出多餘水分為止。而灌溉方式可分為手動澆灌、自動澆灌系統、地下灌溉以及水耕系統(孫冠花，2017)，而行政院農委會改良場則建議設施類作物栽培水分管理，在無自動澆灌系統下以一天澆水兩次為宜，每次給水量約盆器容量 50-70%，澆水時間建議分別為早上 8 時以及下午 15 時，之後若幼苗葉片無凋萎情形則可不必澆水，亦不見亦黃昏或因雨天時澆水。另一方面人工澆灌方式可於澆灌時觀察作物生長情況，藉以調整澆灌水量或澆灌次數，然而需投入較多的時間與勞力(孫冠花，2017)。

三、病蟲害防治

短期葉菜類種植於夏季期間容易受高溫及病蟲害影響，導致作物管理不易，使蔬菜收穫品質不佳，故建議進行病蟲害防治管理(吳子淦，2007)。有機病蟲害自然防治法可分為栽培防治、物理防治、生物防治、自然農藥防治等方式，以預防或消除病蟲害(園藝編輯組，2005)。而病蟲害的發生與環境息息相關，若發生嚴重時則須針對病徵了解，選擇針對性防治方法加以排除。

栽培防治法包含土壤浸水以及翻耕曬田，可使害蟲卵、幼蟲窒息，或使其暴露於地面誘引天敵啄食，而輪作與間作可避免同種類病蟲害連續發生感染。物理防治則以各種器械或人工捕獲消除，大多以捕蟲器或黏蟲板捕捉誘殺，而危害十字花科主要蟲害如黃條葉蚤，即可運用上述土壤浸水或黏蟲板誘捕或防制(陳文雄、張煥英，1997)。生物防治運用害蟲天敵、微生物或費洛蒙等方式操作。自然農藥則利用天然材料加工萃取製作，如菸草水、辣椒水、苦楝油等，透過對害蟲產生反感的氣味或對其有害的化學性，防治或殺死害蟲。而除了透過以上方式防治病蟲害，作物生長環境也須注意清潔衛生，以避免病蟲害宿主或侵入途徑的產生，方能使病蟲害防治能更加有效(孫冠花，2017)。

第三章 實驗設計

第一節 實驗外部環境

一、 時間

實驗時間為 2019 年 07 月 10 日至 2019 年 07 月 30 日，實驗操作天數總計 21 天。

二、 地點

實驗基地位於朝陽科技大學景觀及都市設計系之魚菜共生實習場域，位於校區東南側山坡地，運用魚菜共生實驗場地戶外閒置區域，將盆栽擺放集中於同一環境內之人工基盤上，盡量避免與草地接觸，以減少害蟲入侵途徑。

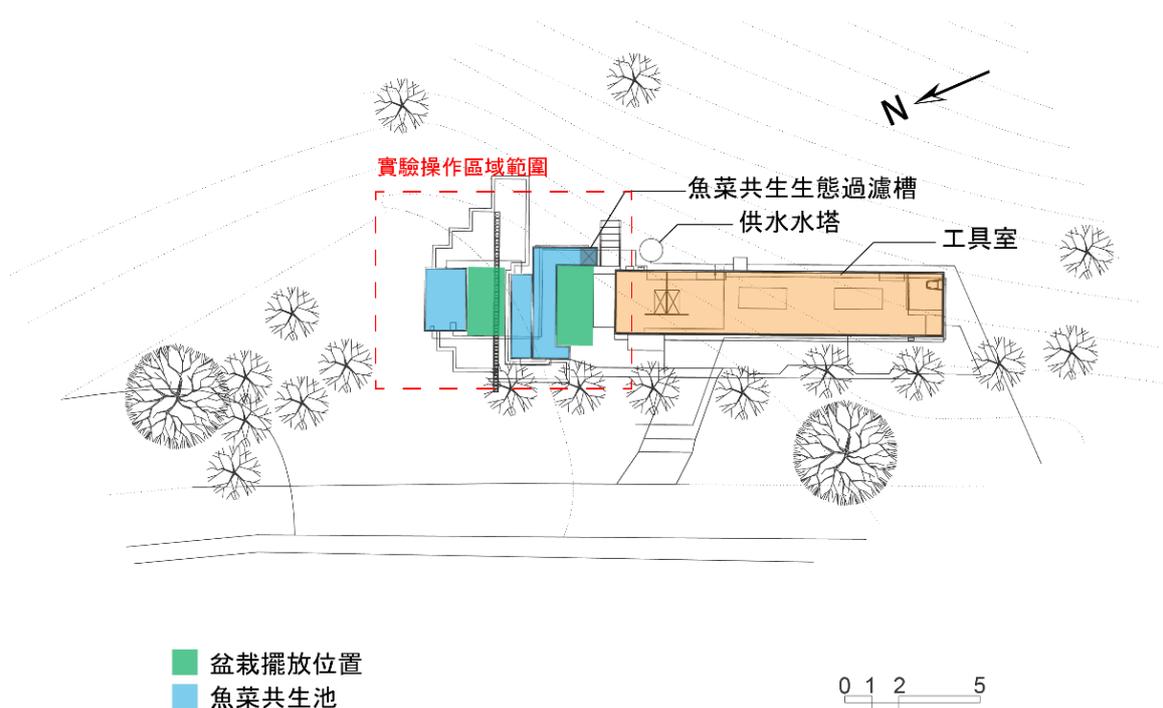


圖 3-1 實驗場地平面圖

圖片來源：本研究繪製

三、 環境描述

基地東南側山坡地勢較高，正面朝西北邊，經過觀察全天均有

日照，然而環境周遭種植許多林木，包括櫻花樹、美人樹、台灣肖楠等大小喬木，另外也有其他野生草本植物覆蓋山坡地，而為求實驗一致性，減少周圍環境干擾，因此選擇將盆栽放置於實驗場域中間置的人工基盤上，將基盤周遭野草拔除，並運用空心磚架高盆栽，除了減少盆栽與地表接觸以及降低害蟲侵入盆栽途徑等影響，同時加強盆栽底部通風與排水性，然而擺放面積大小的限制，因此在設計上盆栽擺放位置需分開擺放，並將各實驗組別等份分開擺放。

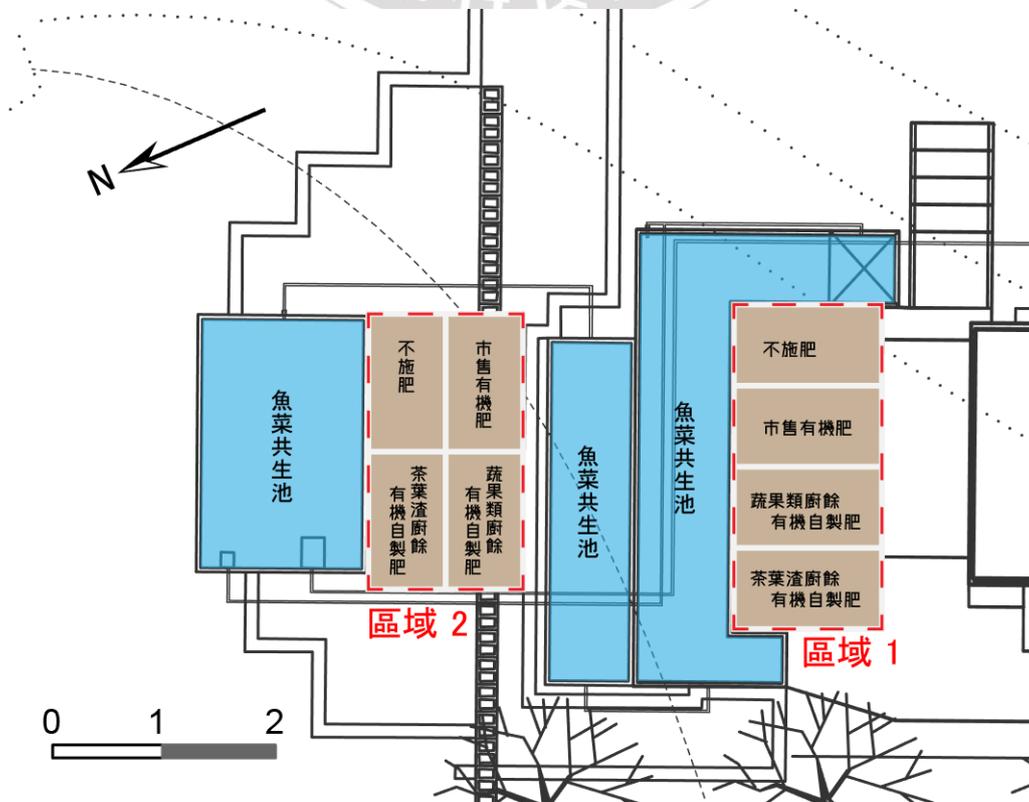


圖 3-2 實驗盆栽擺放位置圖

圖片來源：本研究繪製



圖 3-3 實驗操作現況區域 1



圖 3-4 實驗操作現況區域 2

圖片來源：本研究拍攝

第二節 實驗設備

一、 廚餘機

本實驗使用 Earth System 大地系統 CF-100 機械式廚餘機製作有機肥料，係屬於密閉式好氧性的機械式堆肥，具備抽風馬達零件可調節廚餘機內部空氣，製作肥料前須先加入副資材，內容包含木屑 300 克、糖粉 90 克、酵素 90 克，再加入清水約 1500c.c.，經過 24 小時酵素活化甦醒後，以及廚餘機內部調控適當溫度為利於微生物活動且能有效地分解物質環境後，方能投入廚餘開始製程，投入廚餘前須將較大體積的物體瀝乾與切碎，以加速微生物分解及廚餘堆肥化。



圖 3-5 廚餘機



圖 3-6 副資材 - 糖粉



圖 3-7 副資材 - 酵素



圖 3-8 副資材 - 木屑

圖片來源：本研究拍攝

二、實驗用盆栽容器

實驗用盆栽使用 60 cm*18 cm*18 cm 長型塑膠盆栽做為盆栽試驗用設備，底部備有兩個排水孔，每盆用土約 6 kg，土深約 15 cm，以支撐作物能有效生長以及作物根系發展(王瀚蔚，2017)。



圖 3-8 長型塑膠盆栽

圖片來源：本研究拍攝

第三節 實驗材料

一、有機質肥料

本研究實驗過程所使用之有機質肥料分別為：自製茶葉渣有機肥料、自製蔬果廚餘有機肥料與市售有機肥料，其中自製茶葉渣有機肥

料與自製蔬果廚餘有機肥料需於實驗前進行前置作業，分批使用 Earth System 大地系統 CF-100 機械式廚餘機製作成有機肥料，其肥料性狀類別皆為固態有機質肥料，製作過程各自需要約一個月時間，等待一個月後自製肥料腐熟發酵完全，肥料外表顏色經由肉眼判斷接近深褐色或黑色且無其他異味後，將自製肥料自廚餘機取出裝入乾淨之塑膠袋或容器內，存放於室內常溫中，並參照行政院農委會農業試驗所之農業試驗所作作物病蟲害及土壤肥力檢測診斷服務注意事項中，第肆條有機質肥料檢驗服務，隨機採取同一批固態肥料約 500~600 公克並裝入乾淨之塑膠袋，將分裝備好的自製茶葉渣有機肥料、自製蔬果廚餘有機肥料以及市售有機肥料，送至高雄區農業改良場進行成分檢測。以下為分別對實驗採用的不同有機質肥料背景來源說明：

1. 自製茶葉渣有機肥料

材料來自朝陽科技大學校外獨立經營的茶飲專賣店，蒐集店內每日一整天營運沖泡使用過後的茶葉，而當中包含不同的茶葉種類，每日晚上於店休前至店內領取，經過水分瀝乾後當晚投入至廚餘機，透過廚餘機製作成為有機質肥料，製作時間約 1 個月，預定實驗所需自製有機肥料量為 5 公斤，包含肥料送檢以及施肥推薦量所需量，然而每日產生的茶葉量不一定相同，因此製作過程中須蒐集店內約 14~18 日的茶葉渣量。

2. 自製蔬果廚餘有機肥料

材料同來自朝陽科技大學校外獨立經營的茶飲專賣店，蒐集店內每日一整天營運調配鮮蔬果汁或包裝現切水果後所留下的蔬果類廚餘，包括無法食用的蔬菜部位，如果皮、菜梗、過熟的水果、腐壞的水果等無法使用而丟棄的部位，每日晚上於店休前至店內領取，經過水分瀝乾與切碎較大的物體後，透過廚餘機製作成有機肥料，製作時間約 1 個月，預定實驗所需自製有機肥料量為 5 公斤，包含肥料送檢

以及施肥推薦量所需量，然而每日所產生的廚餘量並不一定相同，因此製作過程需約 14~18 日的蔬果廚餘量。

3.市售有機肥

市售有機質肥料購買自五金行，為民間業者旗艦銀河生物科技股份有限公司製造，商品名稱為三益牌金玉肥，肥料登記字號：肥製(質)第 0651002 號，品目名稱：5-01-植物渣粕肥料，製作原料為黃豆粉、菜籽粕、米糠、花生粕，其肥料性狀為固態顆粒狀的有機質肥料，可施用於盆景、花卉、蔬菜等作物，亦可作為基肥或追肥使用，肉眼外觀判斷其肥料顏色為深褐色接近黑色；而因本研究為推廣未來都市中家庭農園操作之參考，選用此市售有機肥料，為一般常見且銷售平台廣泛品牌之一，在各大賣場、五金行、花市、網路賣場等處均有販售。



圖 3-9 自製茶葉渣有機肥料



圖 3-10 自製蔬果廚餘有機肥料



圖 3-11 市售有機肥料



圖 3-12 市售有機肥料包裝圖

圖片來源：本研究拍攝

二、土壤介質

因本實驗採用盆式栽培試驗，建議能有通氣性良好、排水性佳的土壤介質，能兼具保水與保肥力的培養土甚為理想(後藤逸男，2015)，且培養土原料為養菇木屑及椰子纖維等植物性原料，由製造廠商回收再製，與一般土壤相比，不含野生草籽或休眠地下莖，因此較不容易滋生雜草，進而影響實驗作物養分吸收成為外部干擾因素，而實驗用土壤介質採用市售培養土，為深褐色固體粉末狀，可直接倒入盆栽使用；另外，為求了解培養土養分成分，以供實驗結果討論依據，需進行土壤檢驗，土壤採樣方法參照行政院農委會農業試驗所公布之作物土壤肥力診斷服務採樣注意事項，將同一批購買之土壤介質倒入大容器中均勻攪拌混合後，取土採樣約 600g 封裝至夾鏈袋中，並送至農委會高雄區改良場檢驗土壤成分，檢測過程需經約一個月工作程序。

三、植栽材料

實驗選用的作物為青梗白菜，又稱青江菜，英文名稱：Bok Choy，學名：*Brassica chinensis* L. CV. Ching-Geeng，為十字花科蕓苔屬，原產地為中國大陸，一年生草本作物，是小白菜的耐熱品種之一，葉片橢圓形，葉柄肥厚呈青綠色，又因形似湯匙，故又稱「湯匙菜」。植物莖部短縮，葉部生長於短縮莖部上，根部以上皆可食用，而台灣一年四季皆可播種栽培，是國人偏好的短期葉菜類蔬菜之一，播種後第 35 天起即可以採收，實驗操作進行前，自種苗材料行購買播種後成長至第 14 天之幼苗。

第四節 實驗方法

本研究為盆式栽培試驗，實驗操作於露天環境，因此將實驗盆栽設置於同一區域以求生長環境條件相同，實驗管理過程皆採用有機栽培方式，

病蟲害防治均採用有機防治方法無噴灑化學藥物，並於正式實驗前進行前測，以了解操作過程環境影響狀況，以及熟悉操作流程；以下為正式實驗紀錄項目、管理方式詳細說明：

一、紀錄項目

1. 株高

株高測量方式參考王瀚蔚(2017)使用測量尺量測株高，以青梗白菜基部至最高葉廓與葉脈頂點位置為量測範圍(如圖 3-12)，共有四組不同實驗組別，每組各 30 株，每株均進行量測，於幼苗移植後第 1 天、第 5 天、第 10 天、第 15 天以及第 21 天採收日各進行一次測量資料收集，共五次檢測，而各組取一次平均數值，每次檢測共有 4 筆，總計結果有 20 筆平均數值，以作為實驗結果項目之一，測量單位皆以公分(cm)為單位。



圖 3-13 株高測量範例圖

圖片來源：本研究拍攝

2. 淨重

於實驗採收日，使用移植鏟鬆動植株下部土壤後，盡可能地全株包含根部拔起，使用剪刀從青江菜分支處以下剪除，去除下方莖部與根部(如圖 3-15)，即以地上部鮮重做為本研究之淨重測量標

準，因電子秤秤重平台面積較小，因此於電子秤上放置塑膠容器並將數值歸零，用於方便測量全株青江菜重量(如圖 3-14)，測量單位以公克(g)計算，實驗結果紀錄包含各組平均淨重，以及各組總重量。



圖 3-14 淨重測量範例圖



圖 3-15 作物分支處示意圖

圖片來源：本研究拍攝

3. 蟲害

實驗操作期間因露天無溫室環境下，作物容易受蟲害侵擾，當中以黃條葉蚤、蛾蝶類幼蟲以及蝸牛情況較為嚴重，經過觀察並佐以文獻紀錄了解，黃條葉蚤啃食被害葉片會形成點狀分布，嚴重時會逐漸擴大點狀範圍以及部位密度(陳文雄、張煥英，1997)，蛾蝶類害蟲包含斜紋夜盜蟲、甜菜夜蛾、小菜蛾、紋白蝶等，通常會使被害葉片大範圍啃食或大片孔洞狀(鄭明欽、楊大吉，1998)，蝸牛啃食被害葉片類似蛾蝶類害蟲，但以大範圍葉片被啃食為多，以上為操作期間蟲害發生需紀錄之要點，並依上述症狀要點觀察紀錄操作期間作物受害情況，於每日早晚澆水時間巡視觀察紀錄，並於檢測日登記已受害株數，若有其他不明蟲害發生，經觀察後佐以文獻了解其症狀是否相符，並同時紀錄已發生蟲害之植株數量。

4.病害

紀錄將著重於本實驗青梗白菜容易出現之病害，包含葉斑病、黑斑病、白粉病等真菌或類真菌帶來之病害，以及其他因素影響，例如：夏季種植時高溫影響造成之危害，或施肥過量造成鹽害等其他病害，於操作期間早晚巡視觀察紀錄，並於檢測日登記已受害株數，若有其他不明病害發生，經觀察後佐以文獻了解其症狀，同時紀錄已受害之植株數量。

5.氣候

種植時間適逢盛夏季節，白天高溫對流旺盛時容易有午後陣雨，此外也容易出現颱風、豪雨天氣現象，而實驗場地位於露天環境中，可能受天氣影響實驗結果，透過每日天氣紀錄以了解操作期間可能影響因子，資料數值來源主要透過交通部中央氣象局數據統計，將統計數值製作為作物栽培期間天氣環境紀錄表，紀錄項目包含：日照數、日降雨量、降雨時數、當日最高溫、當日最低溫、平均溫度、平均濕度，於氣象局隔日更新氣象數據後，上網紀錄前一日上述天氣紀錄項目，以作為後續實驗結果參考依據。

6.死亡數

紀錄觀察作物栽培期間，因本研究實驗無溫室操作環境下，若植株受外在環境自然因素影響，包含天氣、病蟲害等可能因素而死亡，導致無法準確測量株高者，將其紀錄為死亡並了解可能原因以及數量。

二、水分管理

實驗操作水分管理，實驗過程無提供溫室管理相關設備，容易受氣候影響，因此培育期間參照行政院農業改良場之維護管理方法，在無自動澆灌系統設備狀況，人力進行水分管理建議澆水方法下，以一天澆水兩次為宜，每次給水量約盆器容量 50-70%，澆水時間建議分別為早上 8 時以及下午 15 時，之後若幼苗葉片無凋萎情形，則可不必澆水，以降低葉間濕度，並減緩幼苗莖節伸長速率而矮化幼苗，此外不建議於黃昏或陰雨天澆水，且主要以植株葉片有無凋萎現象為原則；因此本實驗澆水定為早上 7 時 30 分以及下午 16 時 30 分各一次，總計一天兩次澆水，並以作物與當日天氣狀況調整，澆水量以 2 公升澆水器於各組盆栽平均施灑，一次澆水平均施灑約共 16 公升水量，確保土壤具有充分水量浸潤，或者盆器下方因土壤水分飽和而有多餘水量滲出時即停止澆水。

三、蟲害防治方法

本實驗操作皆以有機農業操作，因此以物理性為主並搭配有機蟲害防治方法，不使用任何化學相關藥物，而在實驗操作前測期間發現以黃條葉蚤、蛾蝶類幼蟲以及蝸牛情況較為嚴重，以下參照農委會改良場防治方法建議以及前人研究(黃品錡，2019)，於正式實驗操作期間施行；自農友社購買菸草砂，以水與菸草沙 1:20 的比例調配菸草水，主要防治黃條葉蚤，每兩天於人工澆水後進行一次噴灑，另外設置黏蟲板誘捕成蟲，並且每日觀察後續蟲害發生情況；蛾蝶類幼蟲防治方式，需仔細巡視每株作物以徒手挑除幼蟲後，於人工澆水後噴灑一次辣椒水防治，並作後續觀察並加以改善；另外夏季午後陣雨或雨天時，需早晚加強巡視作物種植盆栽內或周圍，注意是否有無蝸牛出沒，以降低蝸牛帶來的傷害，平時以徒手抓除，若損害嚴重時需自農友社購買苦茶粕施灑於盆土周圍防治；若有其他蟲害發生，經觀察紀錄後佐以文獻了解其症狀與原因，並於種植期間改善。

四、施肥管理

本實驗操作總種植天數為 21 日，於幼苗移植後第 7 天、採收日 2 周前施用肥料，因有機質與肥料養分在土壤中礦化後至植物根系吸收速率，約平均在 14 日以內，14 日過後隨養分釋放的時間漸漸減少，以及澆灌與雨水淋洗作用、微生物活動性等相關因素影響(蔡宜峰，1993、林毓雯，2002)，因此施肥日選擇在預計採收日 2 周前施用，以了解肥料在此期間於土壤中的有效性，並提供青梗白菜作物生長吸收。以下進行施肥推薦量以及施肥方式詳細說明：

1. 施肥推薦量

參照桃園農業改良場設施葉菜類蔬菜合理化施肥所提供之公式(羅秋雄，2010)，當有機質肥料取代或部分取代化學肥料時，有機質肥料施用量可參照簡易公式估算；有機質肥料施肥推薦量公式為每公頃有機質肥料施用量(公斤) = 氮肥推薦量 * (100 / 堆肥乾物中氮素成分) * (1 / 堆肥乾物含量%) * 2.0 或 1.25，而每盆盆器面積為 0.108m²，約等於 0.00001 公頃，青梗白菜(青江菜)三要素施肥推薦量為：氮(N)：磷(P)：鉀(K) = 200：80：100，而估算前已將自製肥料先交由本校環境工程與管理學系進行簡易檢測服務，以了解估算所需全氮含量，初步檢測結果得知，自製茶葉渣有機肥料全氮含量為 5.5%，自製蔬果廚餘有機肥料全氮含量為 1.6%，另外市售有機肥料則參照原廠商包裝提供數值，全氮含量為 5.1%，得知以上計算公式所需數值後進行施肥推薦量估算，以自製茶葉渣有機肥料計算為例： $200 \times (100 \div 5.5) \times (1 \div 0.7) \times 1.25 = 6493.5$ 公斤/公頃，盆栽面積約等於 0.00001 公頃，因此 $6493.5 \times 0.00001 = 0.064935$ ，再經換算成公克為 64.5 g，為每盆所需施肥用量；然而因本實驗盆式栽培設置於露天無溫室環境中，夏季容易發生颱風或豪雨天氣淋洗土壤，導致部分土壤養分元素受淋洗而流失，為

求實驗操作過程肥料養分元素能夠達到作物所需量，並避免施肥日過後天氣鉅變，因此以養分所需含量較多的氮元素作為基準，參照簡易公式估算後，如下表，於施肥日當天以電子秤測量依照施肥推薦量使用。

表 3-1 肥料檢測分析與施肥推薦量

	自製茶葉渣 有機肥料	自製蔬果廚餘 有機肥料	市售有機肥料	單位
全氮	5.5	1.6	5.1	%
施肥推薦量	64.5	223.2	70	g

2. 施肥方式

施肥方式採用洞孔施肥，適用於短期葉菜類生長期間，於植株種值位置距離稍遠處挖掘洞孔後，投入肥料再將土壤回填覆蓋，適合作物植株之間稍有距離的做法(後藤逸男，2015)，將肥料依上表 3-1 各組施肥推薦量於電子秤上測得所需量後，於盆器與作物四周挖掘洞孔並將肥料均勻投入各洞孔挖掘處(如下圖 3-15)，操作時間定為施肥日當天下午 15 時。

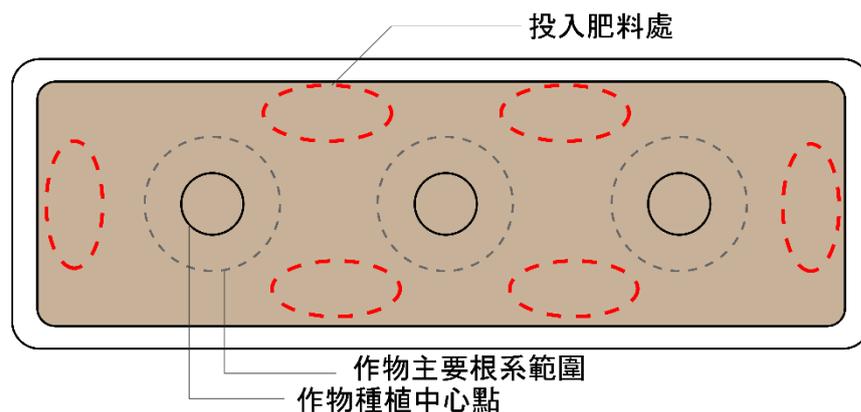


圖 3-16 施肥位置範例圖

圖片來源：本研究繪製

五、盆式栽培試驗處理

盆式栽培試驗處理分為自製茶葉渣有機肥料、自製蔬果廚餘有機肥料、市售有機肥料及不施肥共四組，每個組別施用不同肥料並追肥一次，而根據國立宜蘭大學有機產業發展中心，蔬菜栽培過程中，當幼苗移植至不同規格盆器內種植時，每株間距應為 6-10 公分，因此本研究每個盆栽內共種植 3 株以求每株能有足夠生長空間，實驗組別分為四組，每一組使用 10 盆，總共 40 盆，而各組別樣本為 30 株，總樣本數共 120 株。

盆栽試驗組別以及代號如下：

1. 自製茶葉渣有機肥料組：

追一次自製茶葉渣有機肥料，樣本數 30 株。

(英文名稱：Tea waste fertilizer，代號簡稱：TF)

2. 自製蔬果廚餘有機肥料組：

追一次自製蔬果廚餘有機肥料，樣本數 30 株。

(英文名稱：Fruit and vegetable waste fertilizer，代號簡稱：FF)

3. 市售有機肥料組：

追一次市售有機肥料，樣本數 30 株。

(英文名稱：Market sales fertilizer，代號簡稱：MF)

4. 不施肥組(對照組)：

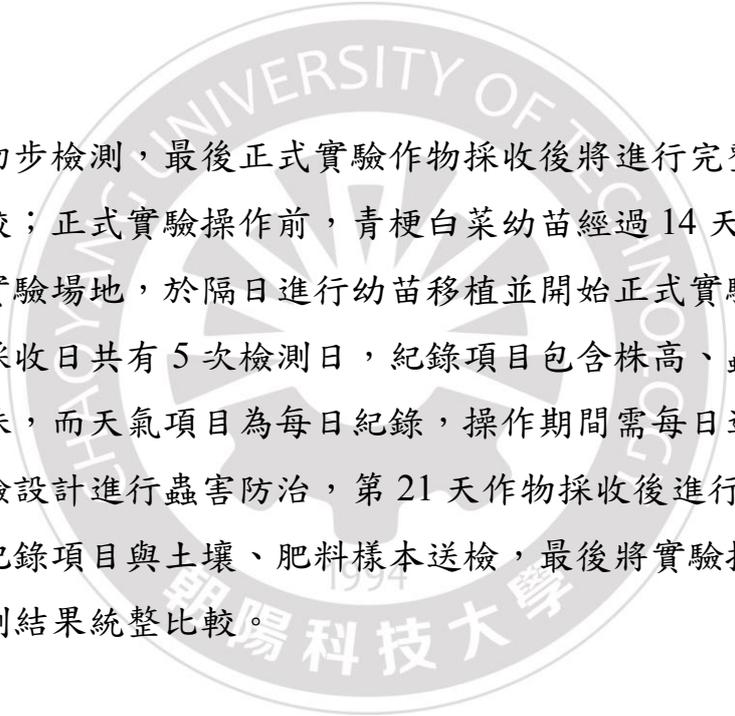
不追肥，樣本數 30 株。

(英文名稱：No fertilizer，代號簡稱：NF)

第五節 實驗操作流程

一、實驗流程

本實驗流程如下圖 3-16，實驗進行前經過約兩個月自製肥料製作過程，並且於正式實驗前進行一次實驗前測，以了解操作過程需注意細節，然而施肥推薦量計算時需部分養分項目，因此事先將自製有機



肥料進行初步檢測，最後正式實驗作物採收後將進行完整檢測，並加入結果比較；正式實驗操作前，青梗白菜幼苗經過 14 天生長，並配送至本研究實驗場地，於隔日進行幼苗移植並開始正式實驗，作物種植期間包含採收日共有 5 次檢測日，紀錄項目包含株高、蟲害、病害以及死亡植株，而天氣項目為每日紀錄，操作期間需每日巡視病蟲害情況並依實驗設計進行蟲害防治，第 21 天作物採收後進行統計結果，並整理實驗紀錄項目與土壤、肥料樣本送檢，最後將實驗操作期間紀錄項目與檢測結果統整比較。

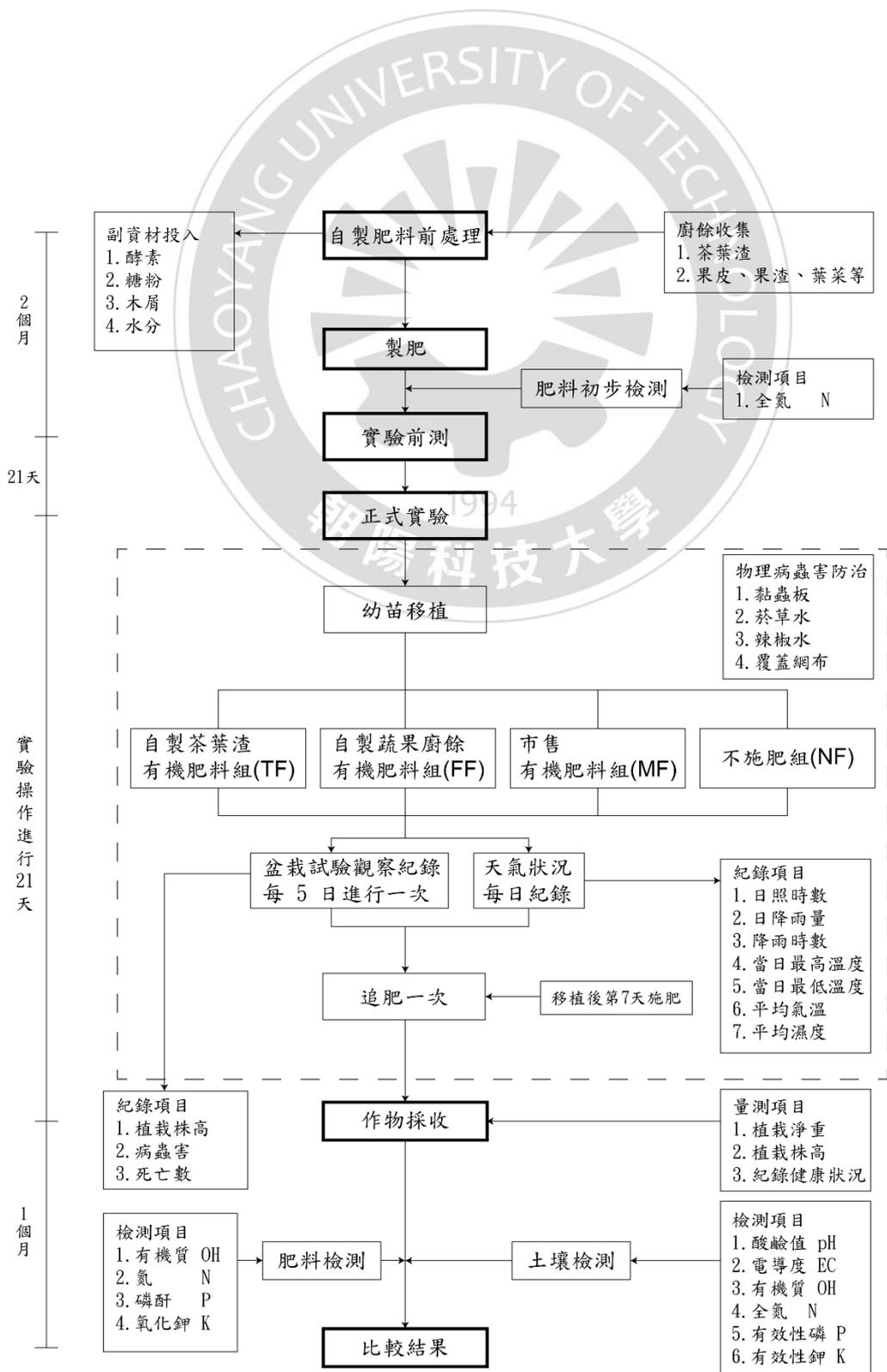


圖 3-17 實驗流程圖

第四章 實驗結果與討論

本章節將從實驗操作結果中，探討以不同自製有機肥料栽培青梗白菜之生長影響效益，從肥料與培養土檢測結果以及操作期間氣候與病蟲害紀錄結果加以探討，並進行作物生長平均株高與平均淨重統計結果比較，以提供未來都市中，小型家庭式農園操作參考之建議。

第一節 肥料與培養土檢測結果討論

一、肥料檢測結果

本研究將廚餘機製作的自製茶葉渣有機肥料、自製蔬果廚餘有機肥料以及市售有機肥料，參照行政院農委會農業試驗所採樣標準取出樣本後，送至行政院農委會高雄區改良場進行檢測，檢測結果如表，以下針對各個不同有機肥料成分依照檢測項目進行詳細敘述如下：自製茶葉渣有機肥料有機質為 80%、氮 5.54%、磷酐 0.32%、氧化鉀 0.85%，自製蔬果廚餘有機肥料有機質含量 84%、氮 3.02%、磷酐 0.29%、氧化鉀 2.12%，市售有機肥有機質為 80%、氮 2.79、磷酐 1.41%、氧化鉀 1.62%；而就檢測分析結果得知有機質含量最高為自製蔬果廚餘有機肥料，氮含量最高為自製茶葉渣有機肥料，磷酐含量最高為市售有機肥料，氧化鉀含量最高為蔬果類廚餘自製有機肥料。

表 4-1 不同有機肥料成分檢測結果

項目	有機質 (%)	氮 (%)	磷酐 (%)	氧化鉀 (%)
自製茶葉渣有機肥料	80	5.54	0.32	0.85
自製蔬果廚餘有機肥料	84	3.02	0.29	2.12
市售有機肥料	80	2.79	1.41	1.62

檢測單位：行政院農業委員會 高雄區農業改良場

青江菜為短期葉菜類蔬菜，作物生長過程主要以氮、磷、鉀三項巨量元素為主(陳鴻堂，2000)，其中又以氮與鉀元素最為重要，因氮與鉀是作物莖葉與根部成長時不可或缺的成分(後藤逸男，2015)，而本實驗操作過程中採不施基肥並追肥一次，因前人研究結果中，短期葉菜類盆式栽培過程，不施基肥情況下追肥一次即足夠供給作物成長週期所需養分(王瀚蔚，2017)，而實驗設計估算施肥推薦量時，以氮肥推薦量為基準，可能會造成自製茶葉渣有機肥料氮元素含量充足而鉀元素含量不足，無法提供作物生長所需之養分含量，因自製茶葉渣有機肥料中鉀元素含量為三組有機肥料中最低；自製蔬果廚餘有機肥料實際操作使用量為 218.7 公克，而經過檢測後計算推薦量僅需 118.2 公克，已超出施肥推薦量，且自製蔬果廚餘有機肥料檢測後發現氮元素以及鉀元素含量數值接近，若在氮元素為基準下較能提供短期葉菜類生長所需之氮、鉀養分含量；市售有機肥料因氮元素含量為三組最低，且實驗操作前估算時採用的氮含量數值為包裝登記成分，比檢測結果數值高出了 2.31%，與檢測結果含量有所誤差，實際實驗操作施肥使用量為 70 公克，檢測後計算施肥推薦量為 128 公克，造成市售有機肥料實驗操作中無法提供足夠的作物生長所需養分含量。

表 4-2 施肥推薦量實驗前後比較表

項目	實驗採用數值		檢測結果數值	
	氮含量 (%)	施肥使用量(g)	氮含量 (%)	施肥推薦量(g)
自製茶葉渣 有機肥料	5.5	64.9	5.54	64.4
自製蔬果廚餘 有機肥料	1.6	218.7	3.02	118.2
市售有機肥料	5.1	70	2.79	128

綜合以上三組不同有機肥料檢測結果與討論，未來如需使用上述三種有機肥料其中一項並施用於短期葉菜類，以自製蔬果類廚餘有機肥料為最佳，不僅有較多的有機質含量，可改善土壤結構以及加強土壤通氣、保水能力等作用，以提供作物根部生長良好環境，若需使用自製茶葉渣有機肥料，建議可混合其他有機肥料，或額外補充磷肥與鉀肥，以補足自製茶葉渣有機肥料中磷或鉀元素之含量不足，若使用市售有機肥料則須斟酌增加肥料使用量，或建議於作物種植前，將肥料進行檢驗以了解肥料養分含量，並經過施肥推薦量計算後使用，以避免施肥過量或不足造成作物生長不良。

二、培養土檢測結果

實驗操作過程採用盆式栽培試驗，為能有通氣性良好、排水性佳的土壤介質，並且較能兼具保水與保肥力(後藤逸男，2015)，因此採用市售培養土作為本實驗操作使用的土壤介質。培養土檢測採樣後送往行政院農委會高雄區改良場進行檢測，將檢測結果與改良場所提供之葉菜類作物建議標準數值進行以下比較(如下表)：在培養土有機含量項目中，市售培養土有機質含量為 0.99%，低於葉菜類作物建議標準需大於 2.0%；市售培養土酸鹼值數值為 7.84，屬微鹼性，而葉菜類作物建議標準值為 5.5 至 7.5，介於弱酸至中性之間，表示市售培養土酸鹼值略超出建議標準範圍之間；電導度檢測結果為 2.33 dS/m，已超出葉菜類作物建議標準範圍 0.2—0.6 dS/m，表示培養土中可溶性礦物鹽類含量高，已含有充足肥份，可能會產生鹽害問題影響作物生長(陳鴻堂，2000)；而有效性磷與有效性鉀檢測結果分別為 2374 ppm、7778 ppm，兩者皆大大超出改良場所建議之標準範圍，表示培養土中已含有大量礦物鹽，雖可被作物根系吸收利用，然而超出養分建議範圍，在栽種過程中可能會造成作物降低水分吸收、養分吸收不平衡、土壤物理性變差等後續影響，造成作物無法正常生長(吳正宗，2001)。

表 4-3 市售培養土檢測成分表

項目	有機質	酸鹼值	電導度 (1:5)	有效性 磷	有效性 鉀
單位	%	-	dS/m	ppm	ppm
檢驗成分含量	0.99	7.84	2.33	2374	7778
葉菜類作物建議標準	>2.0	5.5-7.5	0.2-0.6	30-100	50-100

檢測單位：行政院農業委員會 高雄區農業改良場

綜合上述市售培養土檢測結果，市售培養土的檢驗成分中酸鹼值、電導度以及有效性磷、有效性鉀含量均超出葉菜類建議標準範圍，容易造成作物無法正常生長，然而實驗設計過程為求能有通氣性良好、排水性佳並且較能兼具保水與保肥力的土壤介質，且能克服實驗操作過程中雜草滋生干擾因素，因此採用市售培養土作為盆栽試驗用土壤，而未能考量到土壤成分因素；建議未來如需使用培養土進行相關實驗或種植作物，可混合一般土壤使用，或者將培養土於作物種植前浸水處理，降低土壤電導度，以避免土壤鹽害發生(吳正宗，2001)。

第二節 氣候與病蟲害紀錄結果討論

一、氣候紀錄結果

本實驗操作期間適逢盛夏季節，白天高溫對流旺盛時容易有午後陣雨，也容易出現颱風、豪雨等天氣現象，因實驗操作場地位於露天環境較容易受天氣影響，需每日紀錄以了解實驗操作期間的天氣狀況，資料數值主要來自交通部中央氣象局台中地區統計紀錄，而本研究採用紀錄項目包括；日照數(hr)、日降雨量(mm)、降雨時數(hr)、當日最高溫(°C)、當日最低溫(°C)、平均氣溫(°C)、平均濕度(%)，以作為

實驗操作期間水分管理以及氣候影響參考依據；實驗操作過程天氣紀錄項目以及澆水次數統計紀錄如下表，當中影響實驗較為劇烈之天氣發生在7月22日過後至7月30日採收日，因連日高溫晴朗天氣，使每日平均氣溫超過33℃，雖當中7月27日因午後強降雨，降雨時間長達4.5小時，降雨量106.0 mm，短暫降低當日溫度，使7月27日當日最低溫來到23.1℃，與當日最高溫35.1℃相差12℃，但直至7月30日採收日仍持續出現高溫炎熱的天氣。

表 4-4 2019 年實驗操作期間天氣狀況紀錄表

生長天數	日期	項目	日照數	日降雨量	降雨時數	當日最高溫	當日最低溫	平均氣溫	平均濕度	澆水次數	備註
			hr	mm	hr	℃	℃	℃	%	-	-
1	7/10	檢測(一)	2.2	12.5	2.4	32.8	25.5	28.8	79	1	
2	7/11		0.9	9.5	0.7	32.2	25.2	27.9	87	1	多雲
3	7/12		7.4	0.0	0.0	35.6	26.4	29.9	75	2	
4	7/13		7.9	0.0	0.0	34.7	26.6	30.2	73	2	
5	7/14	檢測(二)	7.8	<0.1	0.1	34.1	26.8	30.1	80	2	
6	7/15		7.0	0.0	0.0	35.6	27.2	30.7	79	2	
7	7/16	施肥	8.7	0.0	0.0	34.4	28.3	30.7	78	2	
8	7/17		10.9	0.0	0.0	36.6	26.5	31.8	74	2	最長日照

續上表 4-4

生長天數	日期	項目	日照數	日降雨量	降雨時數	當日最高溫	當日最低溫	平均氣溫	平均濕度	澆水次數	備註
			hr	mm	hr	°C	°C	°C	%	-	-
9	7/18		0.0	6.0	2.4	32.3	26.5	28.8	87	0	颱風影響
10	7/19	檢測(三)	2.5	4.0	1.1	32.9	25.6	28.9	85	0	
11	7/20		1.8	0.0	0.0	32.9	25.6	28.9	78	2	
12	7/21		4.9	0.5	0.6	33.8	26.1	29.2	76	1	
13	7/22		3.3	0.0	0.0	33.9	26.0	33.9	74	2	連日高溫
14	7/23		7.2	12.5	1.0	34.3	24.8	34.3	81	1	
15	7/24	檢測(四)	8.6	0.0	0.0	33.7	24.5	33.7	79	2	
16	7/25		7.9	0.0	0.0	33.8	25.9	33.8	76	2	
17	7/26		7.5	<0.1	0.9	35.5	27.0	35.5	75	2	
18	7/27		5.5	106.0	4.5	35.1	23.1	35.1	82	1	午後雷雨
19	7/28		6.3	<0.1	0.1	34.5	23.3	34.5	83	1	連日高溫
20	7/29		10.1	0.0	0.0	35.1	25.2	35.1	82	2	
21	7/30	檢測(五)採收	9.2	0.0	0.0	35.7	26.4	35.7	82	1	

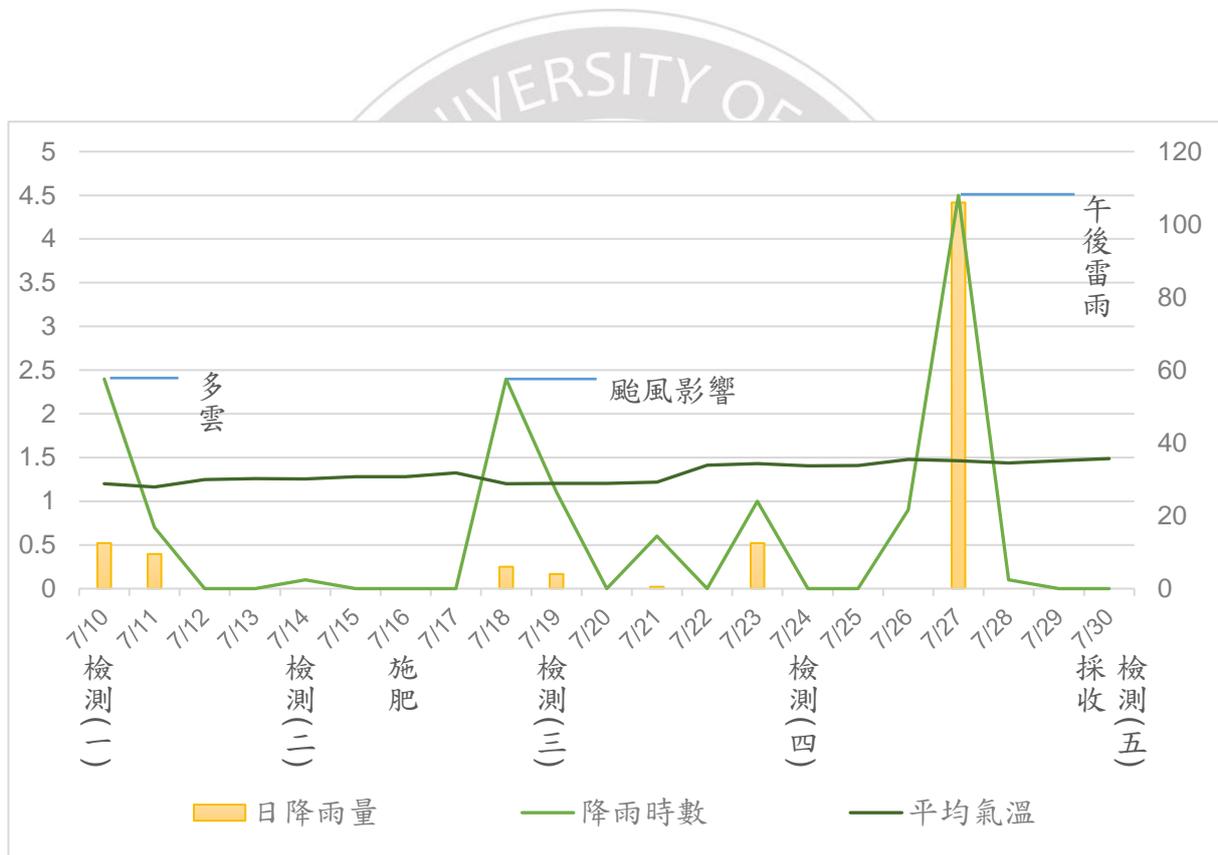


圖 4-1 實驗操作期間降雨量與氣溫統計圖

以上實驗操作期間氣候狀況統計結果中，從每日降雨量以及降雨時數中統計發現，作物生長期間降雨量日數雖不多，僅零星幾天有出現些微雨勢，而日降雨量以 7 月 27 日午後強降雨最為豐厚；從平均氣溫中發現，作物生長後期從 7 月 22 日起至 7 月 30 日採收日，平均氣溫皆超過 30°C，甚至有四天超過 35°C，表示此期間一整天中氣溫長時間維持在高溫中，長時間高溫下容易對作物造成影響，引起作物產生日燒、潰瘍及高溫障礙等症狀(張碧芳，2004)，而各實驗組別中因高溫及日照影響，使作物體內水分蒸散過快，作物葉部出現癱軟無法正常挺立等狀況(如下圖 4-2、4-3)，也影響後續株高檢測時可用數值。因此，青梗白菜(青江菜)雖為小白菜的耐熱品種之一，一年四季皆可栽種，然而台灣夏季高溫炎熱，且作物雖為耐熱品種但仍有耐熱承受度上限，若未來於夏季種植青梗白菜(青江菜)時，建議以溫室栽種，以掌握作物生長期間溫度，避免高溫對作物帶來之損害，或以網布遮蓋作物種植範圍，減少作物長時間受日照曝曬，而引起高溫危害。



圖 4-2
高溫危害植株範例 1



圖 4-3
1994
高溫危害植株範例 2



圖 4-4
健康植株範例 1

圖片來源：本研究拍攝

二、病蟲害紀錄結果與討論

1. 蟲害紀錄結果

因實驗操作基地環境比鄰山坡地，周遭環境種植許多林木，周圍其他野生草本植物覆蓋山坡，經實驗前測操作發現作物容易因此遭受害蟲侵擾，尤其以黃條葉蚤、蛾蝶類幼蟲以及蝸牛發生情況較為多數，因此於正式實驗期間依實驗設計中蟲害防治方法進行操作。經實驗操作過程發現，黃條葉蚤侵害發生率高，但已透過自製黏蟲板捕獲大多數蟲體，然而仍有許多植株遭受侵擾，且噴灑菸草水防治效果有限；蛾蝶類幼蟲雖每日仔細巡視各組別植株，尤其以植株新芽內部以及成葉背部容易躲藏，但發現幼蟲蟲體時已有不少植株遭受損害，且辣椒水噴灑後防治效果仍然有限，與菸草水相同，可能受澆水與雨水淋洗影響；蝸牛於雨天較容易發生，因此雨天巡視時發現有不少蝸牛，大部分在情況越趨嚴重時多以清除解決。

表 4-5 蟲害防治方法與結果

蟲害項目	作物受害症狀	防治方式	防治結果
黃條葉蚤	啃食被害葉片形成細小孔洞且點狀分布，嚴重時會逐漸擴大點狀範圍與密度。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調配菸草水噴灑作物葉部。 2. 製作黏蟲板並擺放於盆栽間。 	菸草水無法抑制蟲害發生率，但可透過黏蟲板捕獲多數蟲體以減少受害程度，但防治效果仍然有限。
蛾蝶類幼蟲	受害葉片出現大範圍啃食或大片孔洞狀。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 調配辣澆水噴灑作物葉部。 2. 每日早晚各巡視作物一次，發現蟲體時以徒手抓除。 	防治效果有限，尤其當發現蟲體時作物多已遭受侵害。
蝸牛	雨天較容易出現，受害葉片狀況與蛾蝶類幼蟲相似，葉片出現大範圍啃食。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雨天時需增加巡視次數。 2. 以徒手抓除蟲體。 3. 嚴重時以苦茶粕施灑於盆栽擺放位置周圍。 	防治成果為三者害蟲類之中較佳，可於作物受害嚴重時加以清除，且作物種植期間降雨日數少，蝸牛出現機率大幅降低。

在本實驗操作過程以有機栽培作物管理模式下，且在露天無溫室環境中進行，結果發現黃條葉蚤以及蛾蝶類蟲害狀況仍然嚴重，雖每日早晚巡視，害蟲仍可於其他時間持續侵入，因此在 7 月 24 日第四次檢測時，發現蟲害發生開始越趨嚴重，各實驗組別皆出現許多植株個體葉部受害，當中以不施肥組(NF)受害較為嚴重，而氣候紀錄統計結果討論中，作物種植期間降雨日數少，因此蝸牛出現機率大幅降低，對作物影響程度較為微小。

建議未來種植青梗白菜(青江菜)等短期葉菜類，並以有機栽培作物管理模式下，可於網室或溫室中種植，以減少蟲害對作物生長之影響，或調整自然農藥調配與噴灑方式，並參考各大農業資訊蟲害防治方法，以確實增加自然農藥噴灑之效用。



圖 4-5 蟲害植株範例



圖 4-6 蟲害嚴重植株範例



圖 4-7
健康植株範例 2

圖片來源：本研究拍攝

2. 病害紀錄結果

本實驗操作過程病害紀錄著重於十字花科容易出現之病害，以及環境影響造成之危害，實驗操作結果發現無出現十字花科容易出現之病害，以土壤鹽害以及高溫危害居多，經土壤檢測後發現，本實驗使用之培養土電導度超出葉菜類生長電導度建議範圍，培養土中礦物鹽類過高，因此使各實驗組別中較為敏感之植株均出現鹽害，且以不施肥組(NF)較為嚴重，受鹽害植株個體生長遲緩，植株大小以及葉色與其他植株相比，較為矮小且淺薄(如圖 4-7)，因鹽害發生時導致土壤中養分失衡，亦造成作物吸收部分養分不足而無法正常生長(吳正宗，2001)；另外高溫危害容易發生於夏天，即使有較耐高溫的葉菜類也有其溫度耐受上限，出現的症狀有植株老化、日燒、凋萎甚至死亡(張碧芳，2004)，同時高溫傷害也常伴隨作物脫水症狀(Janick，1986；三農在線，2004)，而本研究實驗中受高溫危害之植株症狀，雖無日燒或潰瘍症狀，但長時間高溫日照曝曬，使植株體內水分快速蒸散，導致植株葉部癱軟或萎縮等症狀(如圖 4-8)，影響株高檢測數值，。

因此建議未來短期葉菜類種植時，需對種植使用土壤的了解，可透過土壤檢測其含量數值，並針對檢測單位之建議改善土壤環境，以

避免類似鹽害問題，如有鹽害問題可於種植作物前浸水，降低土壤電導度；高溫危害部分建議可於溫室中種植作物，或以網布遮蓋作物種植範圍，減少作物高溫日照曝曬時間，降低高溫危害影響。



圖 4-8 鹽害植株範例



圖 4-9
高溫危害植株範例 3



圖 4-10
健康植株範例 3

圖片來源：本研究拍攝

三、氣候與病蟲害紀錄統計結果與討論

各組別的植株個體生長狀況紀錄統計以採收日當天為主，因氣候與病蟲害影響，實驗操作期間各組別內均有出現病蟲害問題，而死亡植株僅出現在不施肥料組(NF)，而各組別病蟲害紀錄統計結果如下，每組均有 30 株個體；自製茶葉渣有機肥料組(TF)中健康植株數量為 10 株，受蟲害影響數量為 3 株，高溫危害植株數量為 9 株，為四組之中較多，而鹽害植株數量為 8 株；自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)中健康植株數量為 23 株，為四組之中最多，受蟲害影響數量則有 2 株，高溫危害數量為 2 株，鹽害數量為 3 株；市售有機肥組(MF)中健康植株數量為 18 株，受蟲害影響數量有 2 株，高溫危害數量為 3 株，鹽害數量為 7 株；不施肥組(NF)健康植株數量為 3 株，受蟲害影響數量為 13 株，為四組之中最高，而高溫危害數量為 4 株，鹽害數量為 9 株，且出現 1 死亡植株。

表 4-6 不同有機肥組別之青梗白菜生長狀況統計表

組別/項目	健康 (株)	蟲害 (株)	高溫危害 (株)	鹽害 (株)	死亡 (株)
自製茶葉渣 有機肥料	10	3	9	8	0
自製蔬果廚餘 有機肥料	23	2	2	3	0
市售有機肥	18	2	3	7	0
不施肥	3	13	4	9	1

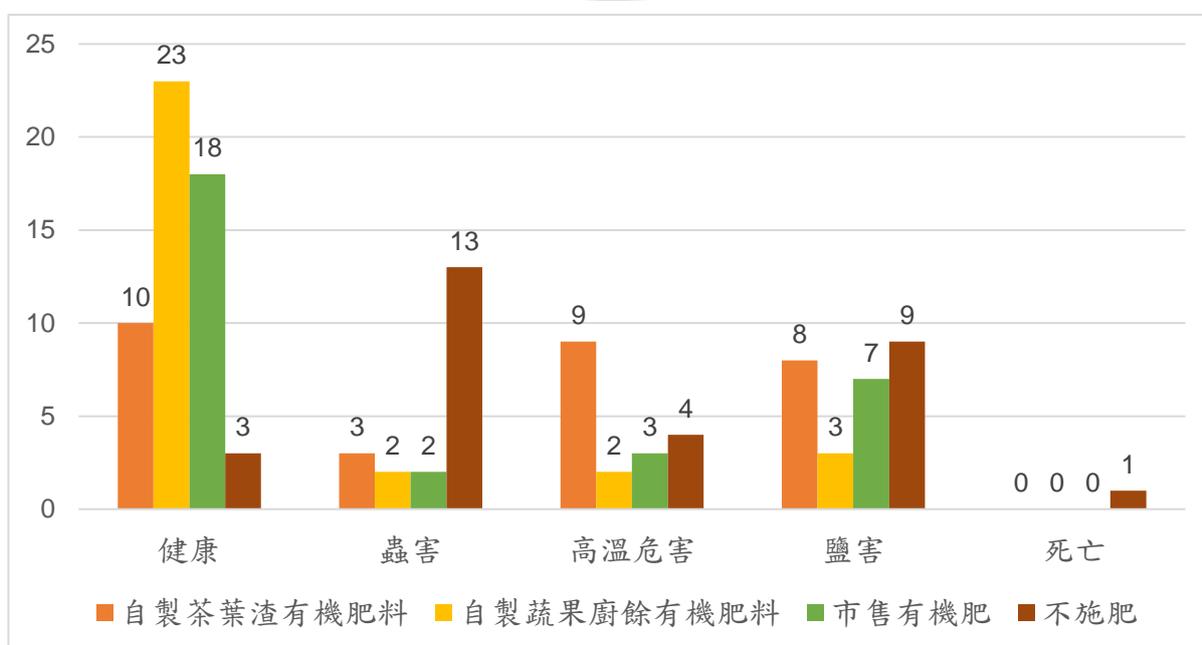


圖 4-11 不同有機肥組別之青梗白菜生長狀況統計圖 (單位：株)

因此從本研究實驗青梗白菜採收日統計結果中，以自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)的生長健康狀況最佳，健康的植株數量為四組之中最多，且蟲害、高溫危害以及鹽害發生植株數量較少，且自製蔬果廚餘有機肥料檢測結果中發現，鉀元素含量較多，可提供作物莖部成長以及病蟲害與溫度抵抗能力(後藤逸男，2015)；而不施肥組(NF)生長健康狀況最差，僅有較少的健康植株數量之外，蟲害、高溫危害以及土壤

鹽害影響數量也占 30 株總體多數，三者病蟲害總計有 26 株，且有 1 株死亡，植株死亡情況為葉部因蟲害咬蝕以及高溫脫水凋萎，而無法測量植株株高，影響採收後株高與淨重之生產比較。

第三節 不同有機肥料對青江菜之生產影響

本研究旨在透過廚餘回收應用於農業生產範疇，並以短期葉菜類作物為實驗對象，了解廚餘回收再製有機肥料對作物的生長影響狀況，做為未來國內資源回收環保再利用以及推廣未來都市中小型家庭農園操作之參考建議。以下為本研究實驗操作結果，以作物平均株高與平均淨重對短期葉菜類—青梗白菜作物生長影響成果探討：

一、不同有機肥料對青梗白菜之株高影響

1. 不同有機肥料株高平均數統計結果比較

盆栽試驗過程皆以一次性追肥施用，以下為各組全 30 株樣本(包含受病蟲害植株)於採收日平均株高總計，結果顯示以自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)為最佳，平均株高 11.18 cm，其次依序為市售有機肥組(MF) 10.93 cm、自製茶葉渣有機肥料組(TF) 9.80 cm、不施肥組(NF) 8.60 cm。

表 4-7 不同有機肥組別平均株高結果

組別名稱	平均株高(cm)	植株數量(株)
自製茶葉渣有機肥料 (TF)	9.80	30
自製蔬果廚餘有機肥料 (FF)	11.18	30
市售有機肥 (MF)	10.93	30
不施肥 (NF)	8.60	30

本實驗操作天數共 21 天，過程中包含最後一天採收日共有五次檢測日，執行日期分別為 7 月 10 日第一次檢測、7 月 14 日第二次檢測、7 月 16 日為施肥日、7 月 19 日第三次檢測、7 月 24 日第四次檢

測、7月30日第五次檢測，下圖4-12與下表4-8為青梗白菜於盆栽試驗期間檢測日所觀察紀錄之株高統計圖表。各組青梗白菜生長初期，移植後第一次檢測中，各組平均株高較為接近，約8.30 cm~8.60 cm；第二次檢測平均株高，經過五天各組平均株高皆有成長，但平均株高差距與第一次檢測相比仍較不明顯，平均株高約8.95 cm~9.30 cm，而前兩次檢測皆為施肥前；施肥後第三次檢測，各組結果分別為自製茶葉渣有機肥料組(TF) 10.43 cm、自製蔬果廚餘有機肥料組(FF) 11.21 cm、市售有機肥組(MF) 10.63 cm、不施肥組(NF) 10.46 cm，第三次檢測結果發現自製茶葉渣有機肥料組(TF)與不施肥組(NF)平均株高與前兩次檢測數值相比較為接近，且兩者平均株高差距不大；第四次檢測時發現，因氣候與病蟲害影響，在高溫晴朗炎熱的天氣，蟲害發生越趨嚴重，此時鹽害植株更為明顯矮小，以及高溫危害植株導致作物萎縮癱軟影響株高檢測，使各組平均株高成長變化略趨緩慢以及出現下降變化，而各組平均株高仍維持在10 cm以上；到了採收日第五次檢測，發現蟲害以及氣候影響仍然劇烈，各組平均株高皆出現下降變化，最後檢測結果分別為9.80 cm、11.18 cm、10.93 cm、8.60 cm。

表 4-8 不同有機肥組別作物測量平均株高 (單位：cm)

組別/檢測	檢測(一)	檢測(二)	檢測(三)	檢測(四)	檢測(五)
	20190710	20190714	20190719	20190724	20190730
自製茶葉渣 有機肥料	8.30	8.95	10.43	10.50	9.80
自製蔬果廚 餘有機肥料	8.60	9.30	11.21	11.27	11.18
市售有機肥	8.40	9.10	10.63	11.03	10.93
不施肥	8.35	9.07	10.46	10.16	8.60

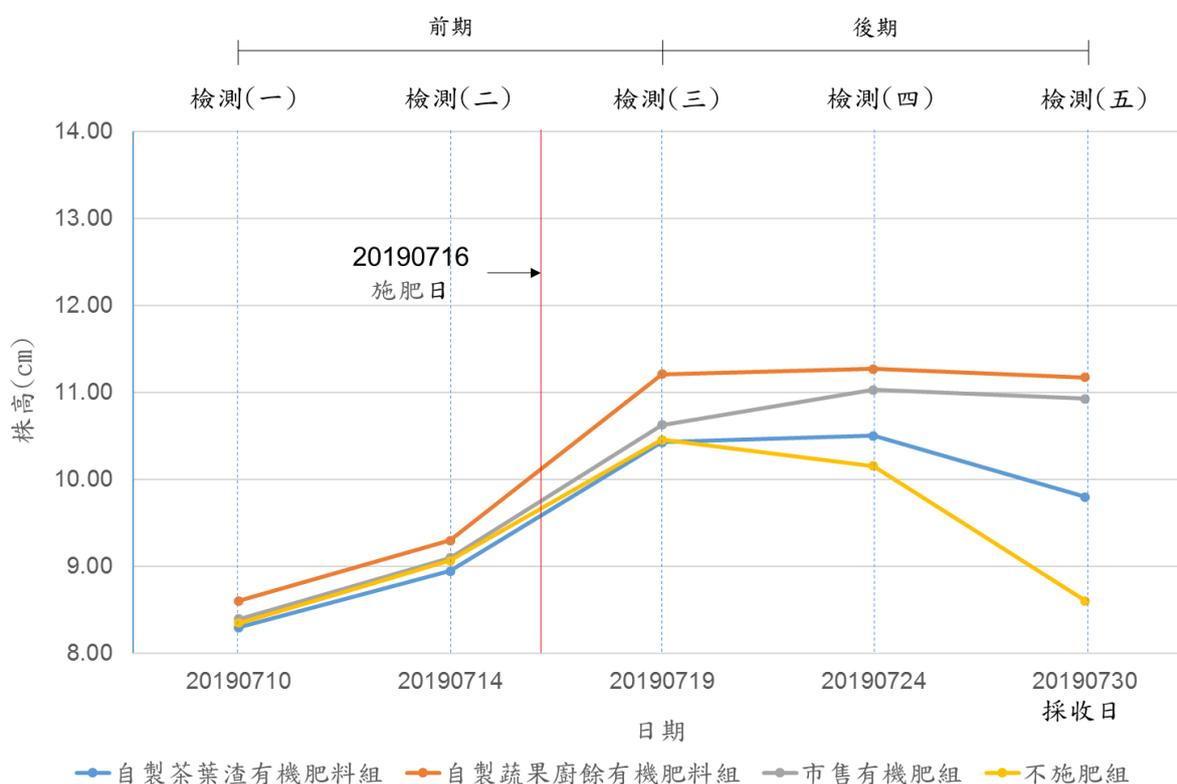


圖 4-12 不同有機肥組別之青梗白菜株高成長折線圖

從統計圖表中發現作物生長後期，因病蟲害與氣候影響平均株高皆有明顯下降，而當中以不施肥組(NF)平均株高下降最為明顯，因不施肥組(NF)僅由母土提供養分，後續無追加施肥補給土壤養分，造成

土壤養分不足容易使作物失去抵抗環境能力，例如鉀元素的不足，無法提升作物耐暑耐寒以及病蟲害的抵抗力(孫冠花，2017；後藤逸男，2015)；而平均株高統計結果顯示以施用自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)生長狀況為最佳，不施肥組(NF)狀況較差，因後續於7月16日施肥後，作物從自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)中獲得較為充足的鉀元素有關，而肥料檢測結果中發現自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)，若以氮元素為基準計算施肥推薦量之情況下，鉀元素含量為三組肥料之中最高，因此推斷自製蔬果廚餘有機肥料組生長結果與其擁有較為充足的養分成分有關。

然而若將各組內較健康數量植株抽樣，另做統計平均株高比較，如表 4-9 所示，則結果顯示仍以自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)為最佳，平均株高 11.81cm，且健康無受病蟲害影響數量為 23 株；其次為市售有機肥組(MF)，平均株高 11.69cm，較為健康之植株數量為 18 株；不施肥組(NF)，平均株高 11.67cm，然而不施肥組較為健康之植株數量僅有 3 株；自製茶葉渣有機肥料組(TF)抽樣統計結果為最差，平均株高 10.85cm，較為健康之植株數料為 10 株。

表 4-9 不同有機肥組別之健康數量與平均株高

組別名稱	平均株高(cm)	健康植株數量(株)
自製茶葉渣有機肥料 (TF)	10.85	10
自製蔬果廚餘有機肥料 (FF)	11.81	23
市售有機肥 (MF)	11.69	18
不施肥 (NF)	11.67	3

從抽樣結果中發現不施肥組(NF)的健康植株數量雖然最少，但仍有成長良好的植株個體存在，推測與培養土檢測結果中，有效性磷與有效性鉀超出葉菜類建議標準有關，因培養土中已有充足礦物養分可作植物吸收利用，然而電導度以及酸鹼值超出標準，導致鹽害問題產

生，使土壤中養分失衡，作物吸收水分產生障礙等問題(吳正宗，2001)，也因此不施肥組之鹽害植株數量較多；而自製茶葉渣有機肥料組(TF)健康個體平均株高偏低，可能與肥料與培養土檢測結果討論中，因施肥推薦用量計算以氮元素含量為基準有關，導致自製茶葉渣有機肥料組(TF)即使氮元素養分充足，而其他養分元素含量則較不足以提供作物生長所需。

2. 不同有機肥料株高單因子變異數統計結果比較

將實驗各組別紀錄數值均經過單因子變異數統計，變異數同質檢定(Levene 檢定)結果如表 4-10，實驗操作過程中五次檢測統計顯示，檢測(一) p 值=0.911、檢測(二) p 值=0.183、檢測(三) p 值=0.708、檢測(四) p 值=0.317、檢測(五) p 值=0.154，五次檢測日檢定結果顯著性 p 值均大於 $\alpha=0.05$ ，表示操作過程中五次檢測日每組實驗組變異數並無顯著差異。

表 4-10 不同有機肥組別株高之變異數同質性檢定

	Levene 統計量	自由度 1	自由度 2	顯著性
檢測(一)	0.178	3	116	0.911*
檢測(二)	1.643	3	116	0.183*
檢測(三)	0.464	3	116	0.708*
檢測(四)	1.189	3	116	0.317*
檢測(五)	1.831	3	116	0.154*

註： $*p>0.05$ 為顯著。

而經過單因子變異數分析統計結果顯示，五次檢測日僅第五次檢測日採收當天(即檢測(五))有顯著差異，本研究則使用 Scheffe 以及 LSD 事後多重比較檢測(五)平均株高，如表 4-11、表 4-12。

從 Scheffe 事後比較得知：

- a. 自製蔬果廚餘有機肥、市售有機肥均優於不施肥。
- b. 自製茶葉渣有機肥與不施肥操作結果差異不顯著。
- c. 自製蔬果廚餘有機肥與市售有機肥差異性亦不顯著。

表 4-11 不同有機肥組別株高之 Scheffe 事後多重比較

(I)組別	(J)組別	平均值差異(I-J)	顯著性
自製茶葉渣 有機肥料	自製蔬果廚餘有機肥料	-1.3767	0.075
	市售有機肥	-1.1300	0.195
	不施肥	1.1967	0.153
自製蔬果廚餘 有機肥料	自製茶葉渣有機肥料	1.3767	0.075
	市售有機肥	0.2467	0.973
	不施肥	2.5733*	0.000*
市售有機肥	自製茶葉渣有機肥料	1.1300	0.195
	自製蔬果廚餘有機肥料	-0.2467	0.973
	不施肥	2.3267*	0.000*
不施肥	自製茶葉渣有機肥料	-1.1967	0.153
	自製蔬果廚餘有機肥料	-2.5733*	0.000*
	市售有機肥	-2.3267*	0.000*

註：* $p < 0.05$ 為顯著。

從 LSD 事後比較得知：

- a. 自製茶葉渣有機肥、自製蔬果廚餘有機肥、市售有機肥均與不施肥有顯著差異。
- b. 自製蔬果廚餘有機肥與市售有機肥差異性不顯著。
- c. 自製茶葉渣有機肥明顯較劣於自製蔬果廚餘有機肥與市售有機肥。

表 4-12 不同有機肥組別株高之 LSD 事後多重比較

(I)組別	(J)組別	平均值差異(I-J)	顯著性
自製茶葉渣 有機肥料	自製蔬果廚餘有機肥料	-1.3767*	0.009*
	市售有機肥	-1.1300*	0.031*
	不施肥	1.1967*	0.022*
自製蔬果廚餘 有機肥料	自製茶葉渣有機肥料	1.3767*	0.009*
	市售有機肥	0.2467	0.634
	不施肥	2.5733*	0.000*
市售有機肥	自製茶葉渣有機肥料	1.1300*	0.031*
	自製蔬果廚餘有機肥料	-0.2467	0.634
	不施肥	2.3267*	0.000*
不施肥	自製茶葉渣有機肥料	-1.1967*	0.022*
	自製蔬果廚餘有機肥料	-2.5733*	0.000*
	市售有機肥	-2.3267*	0.000*

註：* $p < 0.05$ 為顯著。

3. 小結

綜合平均株高統計結果，顯示各組別 30 株統計或以健康植株抽樣統計，結果皆以自製蔬果廚餘有機肥料(FF)生長較佳，且肥料中養分充足，可供作物根部吸收，間接影響作物對氣候與病蟲害抵抗能力，而施用自製茶葉渣有機肥料(TF)，則建議需額外施加鉀肥或混合其他

肥料使用，市售有機肥施用則建議肥料檢測後，再經過施肥推薦量計算使用。

另外從單因子變異數統計分析結果以及 Scheffe 與 LSD 兩種事後比較顯示，整體結果為自製蔬果廚餘有機肥料(FF)≧市售有機肥組(MF)>自製茶葉渣有機肥料組(TF)>不施肥組(NF)，也因此顯示本實驗操作施用有機肥料均比不施肥好，而本實驗操作過程所施用的有機肥料中又以自製蔬果廚餘有機肥料(FF)以及市售有機肥組(MF)結果較好。

二、不同有機肥料對青梗白菜之淨重影響

1. 不同有機肥料淨重平均數統計結果比較

淨重之測量於盆栽試驗採收日當天以鮮重測量各實驗組別，以相同大小盆栽面積(60cm*18cm)栽種，結果顯示相同單位面積種植，以施用自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)生長結果較佳，平均淨重 6.98g，總重 209.50g，其次依序為市售有機肥組(MF)，總計平均淨重 5.77g，總重 173.10g，自製茶葉渣有機肥料組(TF)，總計平均淨重 3.78g，總重 113.40g，以不施肥組(NF)生長結果較差，平均淨重統計僅 3.23g，總重 96.90g，以上結果皆以各組 30 株樣本統計。

表 4-13 不同有機肥組別平均淨重與總重統計結果

組別名稱	平均淨重(g)	總重(g)	植株數量(株)
自製茶葉渣有機肥料 (TF)	3.78	113.40	30
自製蔬果廚餘有機肥料 (FF)	6.98	209.50	30
市售有機肥 (MF)	5.77	173.10	30
不施肥 (NF)	3.23	96.90	30

從前人研究結果中，得知平均株高與平均淨重具高度正相關性，表示作物株高越高淨重亦越重(王瀚蔚，2017)(黃品琦，2019)，本實驗操作以追肥一次且不同組別操作對青梗白菜生產影響，透過平均株高

與平均淨重統計結果比較，以自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)生長結果為較佳，擁有四組之中較高的平均株高與平均淨重結果，其次依序為市售有機肥組(MF)、自製茶葉渣有機肥料組(TF)、不施肥組(NF)；而肥料檢測結果討論中提到，本研究施肥推薦量計算時，以氮元素含量為基準下進行計算，因此在同樣能給予充足的氮元素情況下，以施用自製蔬果廚餘有機肥料為最佳，也能給予較高的鉀元素成分，因此不同有機肥料對青梗白菜之淨重之影響以施用自製蔬果廚餘有機肥料組(FF)結果為較佳。

2.不同有機肥料淨重單因子變異數統計結果比較

經過單因子變異數分析統計結果顯示，第五次檢測日採收當天以鮮種為標準測量數值統計有顯著差異，本研究使用 Scheffe 以及 LSD 事後多重比較平均淨重，如表 4-14、表 4-15。

從 Scheffe 事後比較得知：

- a.自製蔬果廚餘有機肥、市售有機肥均顯著優於不施肥。
- b.自製茶葉渣有機肥與不施肥操作結果差異性不顯著。
- c.自製蔬果廚餘有機肥與市售有機肥差異性亦不顯著。

表 4-14 不同有機肥組別淨重之 Scheffe 事後多重比較

(I)組別	(J)組別	平均值差異(I-J)	顯著性
自製茶葉渣 有機肥料	自製蔬果廚餘有機肥料	-3.2033*	0.000*
	市售有機肥	-1.9900*	0.018*
	不施肥	0.550	0.848
自製蔬果廚餘 有機肥料	自製茶葉渣有機肥料	3.2033*	0.000*
	市售有機肥	1.2133	0.276
	不施肥	3.7533*	0.000*
市售有機肥	自製茶葉渣有機肥料	1.9900*	0.018*
	自製蔬果廚餘有機肥料	-1.2133	0.276

續上表 4-14

	不施肥	2.5400*	0.001*
不施肥	自製茶葉渣有機肥料	-0.5500	0.848
	自製蔬果廚餘有機肥料	-3.7533*	0.000*
	市售有機肥	-2.5400*	0.001*

註：* $p < 0.05$ 為顯著。

從 LSD 事後比較得知：

- 自製蔬果廚餘有機肥、市售有機肥均與不施肥有顯著差異。
- 自製蔬果廚餘有機肥與市售有機肥差異性不顯著。
- 自製茶葉渣有機肥明顯較劣於自製蔬果廚餘有機肥與市售有機肥。

表 4-15 不同有機肥組別淨重之 LSD 事後多重比較

(I)組別	(J)組別	平均值差異(I-J)	顯著性
自製茶葉渣 有機肥料	自製蔬果廚餘有機肥料	-3.2033*	0.000*
	市售有機肥	-1.9900*	0.002*
	不施肥	0.5500	0.372
自製蔬果廚餘 有機肥料	自製茶葉渣有機肥料	3.2033*	0.000*
	市售有機肥	1.2133	0.050
	不施肥	3.7533*	0.000*
市售有機肥	自製茶葉渣有機肥料	1.9900*	0.002*
	自製蔬果廚餘有機肥料	-1.2133	0.050
	不施肥	2.5400*	0.000*
不施肥	自製茶葉渣有機肥料	-0.5500	0.372
	自製蔬果廚餘有機肥料	-3.7533*	0.000*
	市售有機肥	-2.5400*	0.000*

註：* $p < 0.05$ 為顯著。

從單因子變異數統計分析淨重統計結果以及 Scheffe 與 LSD 兩種事後比較顯示，整體結果為自製蔬果廚餘有機肥料(FF)≧市售有機肥組(MF)>自製茶葉渣有機肥料組(TF) ≧不施肥組(NF)，顯示施用自製蔬果廚餘有機肥料(FF)、市售有機肥組(MF)均比不施肥好；而自製茶葉渣有機肥料組(TF)與不施肥組(NF)比較結果則較不明顯，但從平均淨重數值比較結果，自製茶葉渣有機肥料組(TF)仍優於不施肥組(NF)。

3.小結

綜合上述統計結果，平均淨重數值比較以及單因子變異數分析比較顯示，自製蔬果廚餘有機肥料(FF)為本實驗操作對青梗白菜生長影響結果為較佳，市售有機肥組(MF)對青梗白菜生長影響亦明顯較優於不施肥組，而自製茶葉渣有機肥料組(TF)與不施肥組(NF)比較結果雖不明顯，而若單純從平均淨重數值中比較仍略優於不施肥組(NF)。

第五章 結論與建議

第一節 研究結論

本研究之目的在探討不同有機肥料對青梗白菜之生長影響狀況，並以魚菜共生實習場域戶外空間人工基盤上模擬都市農園環境進行實驗操作，在不同肥料且無基肥使用情況下，也對土壤、氣候與基地環境進行探討，綜合前述實驗結果分析與探討後，提出以下結論：

一、盆式栽培實驗

1. 在無基肥使用情況下三組實驗組分別施用一次不同有機肥料，實驗結果顯示以施用自製蔬果廚餘有機肥料株高成長與淨重測量結果為最佳，其次為市售有機肥料，最後為自製茶葉渣有機肥料，並且施用有機肥料組別均比不施肥組別生長狀況佳。
2. 本研究實驗施肥推薦量計算時以氮元素為基準，意即實驗時施用三種不同有機肥料時，皆為氮元素含量充足情況下使用，而自製蔬果廚餘有機肥料在此同時能給予青梗白菜比另外兩組有機肥料更為平均且足夠的礦物養分元素(例如：鉀元素)，因此統計分析後施用自製蔬果廚餘有機肥料明顯比自製茶葉渣有機肥料與不施肥好。
3. 市售有機肥施肥推薦量估算時，因採用包裝上提供數值資訊，導致實際施用肥料時為不足以提供作物生長所需量，也因此影響實驗操作結果中市售有機肥組青梗白菜生長株高與淨重較自製蔬果廚餘有機肥料組差，經過實驗結果統計分析，雖兩種肥料差異不明顯，但從受病蟲害株數與平均淨重、株高結果比較，自製蔬果廚餘有機肥料略優於市售有機肥。
4. 實驗操作施用自製茶葉渣有機肥料後，雖氮元素養分含量足夠，然而經過檢測發現自製茶葉渣有機肥料養分含量中其他礦物元素較為不足，且施肥推薦量估算時以氮元素為基準，也因此影響實驗操作下自製茶葉渣有機肥料組為三組實驗別中青梗白菜生長結果為最差，但仍然略優於不施肥組。

5. 本研究實驗亦受氣候與病蟲害影響，而從採收日統計結果中發現以自製蔬果廚餘有機肥料組生長狀況最佳，受高溫危害、蟲害以及鹽害影響植株數量為三組實驗組別中最少，因自製蔬果廚餘有機肥料檢測結果中，可提供作物抵抗病蟲害與氣溫抵抗能力之鉀元素含量較多，在施肥過後能持續供給作物充足的養分元素以抵抗環境。

二、氣候與病蟲害結果影響

1. 氣候影響

在戶外無溫室環境中操作本實驗，實驗結果顯示在夏季氣候種植青梗白菜，仍然受高溫影響造成危害，即便青梗白菜為耐熱種之十字花科葉菜類，也因長時間高溫環境下而超出作物生長耐熱度承受上限，使各個實驗組別中青梗白菜受高溫炎熱影響，部分植株因體內水分蒸散過快而導致植株萎縮、癱軟，無法準確測量正常株高，亦影響後續四組實驗組別株高統計結果與成長比較。

2. 培養土鹽害影響

實驗採用之培養土經檢測後發現電導度(EC)超出短期葉菜類生長土壤環境建議標準值範圍，導致實驗過程中引起土壤鹽害，作物根系於土壤中水分與養分交換失衡，部分青梗白菜生長停滯或遲緩，觀察發現受鹽害影響植株矮小且葉色較為淡薄，進而影響實驗組別平均株高以及平均淨重數值。

3. 蟲害影響

蟲害防治本研究實驗採用有機防治，以徒手抓除害蟲以及噴灑菸草水與辣椒水等方式，並無額外施灑其他化學防治藥物，操作結果發現防治效果有限，蟲害當中以黃條葉蚤以及蛾蝶類幼蟲最為嚴重，透過有機防治方式操作雖能降低蟲害影響，然而大部分作物仍然受影響，蟲害嚴重時使作物葉片受大範圍啃食而影響株高測量。

第二節 研究實驗建議

以下針對本研究實驗操作結果分別提出以下建議，以提供未來相關後續研究實驗可參考之內容：

1. 實驗環境

本研究實驗操作之地點位於校園內戶外空間區域進行，並且以架高之人工基盤上模擬家庭都市農園環境，然而實驗環境靠近山坡地野外環境，周圍有草地、喬灌木等植生形成之自然環境，雖以架高人工基盤上擺放盆栽模擬種植環境，山坡地環境仍對作物帶來損害而影響實驗結果，建議未來可考量於都市環境中進行操作，可實際了解真實都市環境對作物種植影響，可提高實驗結果準確性與說服力。

2. 有機肥料使用

本研究實驗使用三種不同有機肥料，分析探討實驗操作結果與肥料檢測結果後，建議未來若需使用市售有機肥料可於作物種植前進行肥料檢測，以了解肥料養分含量，避免施肥過量或不足的情況造成作物生長不良；若需使用自製茶葉渣有機肥料，可混合其他有機肥料，以補足作物所需之鉀元素，亦可增強作物莖葉發展以及對環境之抵抗力。

3. 有機病蟲害防治方式

本研究實驗操作採用有機病蟲害防治方法，以物理防治搭配菸草水、辣椒水等自然農藥防治蟲害，然而實驗操作環境靠近山坡地之戶外開放閒置空間，有機防治方式效果則有限，建議後續相關實驗進行時，實驗操作環境靠近自然環境下，若能力條件允許可使用溫室或增設網室以降低蟲害影響，並參考各大農業資訊網站蟲害防治方法，調整自然農藥調配方法與噴灑方式，而增設網室或溫室也可降低作物直

接受陽光照射，減少作物長時間曝曬引起高溫為害。

4.土壤介質使用

本研究實驗操作之土壤採用市售培養土，而培養土檢測結果中發現已有充分養分含量，電導度(EC)、有效性磷、有效性鉀等檢測項目均超出葉菜作物生長環境建議標準，且實驗過程中對作物有鹽害發生之問題，建議後續相關研究可加入不同土壤介質比較，可增加了解不同土壤介質之調配或使用對作物生長影響，並且建議於實驗操作前進行檢測，以了解土壤中養分含量與化學性質，掌握土壤介質之特性，並對其可能引起之為害進行改善，降低對實驗操作影響。

5.盆栽試驗作物

本研究實驗使用十字花科青梗白菜作為實驗作物，依據其特性在台灣四季皆可種植，未來若進行後續相關實驗栽培作物，可依實驗進行之季節選用栽培實驗對象，或者以常見當季時節之作物進行栽培實驗，降低非當季作物在不同季節對實驗操作之影響。

6.氣候測量

本研究實驗氣候統計資料紀錄採用交通部中央氣象局台中市地區氣候統計資料，係屬台中市地區大範圍整合統計結果，而實驗操作地點位於校園內，操作地點之微氣候或實際天氣情況會因地區不同而與中央統計資料有所不同，故建議未來進行相關實驗操作，可於實驗地點設置簡易天氣測量器具，並加入實驗期間天氣測量方式與時間表，更能針對實驗操作實際環境微氣候對作物生長影響之數據。

參考文獻

一、 學術論文

1. 王瀚蔚，2017，”小白菜之盆式及魚菜共生栽培管理效益評估”，碩士論文，朝陽科技大學景觀及都市設計系碩士班。
2. 吳承頤，2015，”不同有機肥料的施用對作物及土壤之效益研究”，碩士論文，朝陽科技大學建築系建築及都市設計碩士班。
3. 吳梅華，2003，”用小白菜為指標作物究名廚餘-禽畜糞-及稻草堆肥的肥效”，碩士論文，國立台灣大學農業化學研究所。
4. 邱梅玲，2007，”三種不同製程的廚餘堆肥之成分及養分釋出特性研究”，碩士論文，國立台灣大學環境工程學研究所。
5. 林以萱，2014，”咖啡渣再利用之研究”，碩士論文，國立成功大學工程科學系。
6. 林殿琪，2000，”論台灣家庭廚餘堆肥現況與未來發展探討”，碩士論文，國立台灣大學環境工程學研究所。
7. 林錦標，2002，”有機質肥料中氮、磷、鉀含量分析方法之評估研究”，碩士論文，朝陽科技大學應用化學系。
8. 徐卉明，2002，”有機肥料不同的施用量對溫室蔬菜生長與養分吸收的影響”，碩士論文，國立台灣大學農業化學研究所。
9. 黃美寧，2017，”植物蒸發散應用於屋頂綠化景觀澆灌合理性設計之研究”，碩士論文，中華科技大學建築研究所。
10. 黃森源，2001，”肥料種類與施肥時間對茶葉產量影響之比較”，碩士論文，亞洲大學經營管理學系。
11. 黃煜成，2011，”廚餘、豆渣及蔬菜廢棄物混合堆肥化”，碩士論文，國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系。
12. 劉彥均，2011，”土壤與堆肥摻和比對率屋頂植物之影響”，碩士論文，國立交通大學環境工程研究所。
13. 蘇建昌，2018，”生物碳對土壤保水性及台灣藜麥成長影響之研

究”，碩士論文，環球科技大學觀光與生態旅遊系環境資源管理碩士班。

二、 書籍文獻

1. 日本財團法人都市綠化都市綠化技術開發機構、王兆基 譯，1998，《新綠化空間指南 (1) 普及手冊》，地景出版社，台北。
2. 日本財團法人都市綠化都市綠化技術開發機構、洪得娟 譯，2002，《新綠化空間指南 (2) 技術手冊》，地景出版社，台北。
3. 王明祥，2019，《茶味裡的隱知識》，幸福文化，新北市。
4. 周昌弘，1992，《植物生態學》，台北：聯經出版社。
5. 阿不，2007，《居家堆肥活用百科》，城邦文化事業股份有限公司，台北市。
6. 後藤逸男、張華英 譯，2015，《超圖解土壤、肥料的基礎知識&不失敗製作法》，晨星出版有限公司，台中市。
7. 孫冠花，2017，《全球園藝美學盆栽聖經》，方言文化出版事業有限公司，台北市。
8. 盛澄淵，1956，《肥料學》，國立編譯館，台北市。
9. 園藝編輯組，2005，《有機蔬菜栽培指南》，文國書局，台南市。
10. 綠精靈工作室，2010，《堆肥變沃土真簡單》，蘋果屋出版社，台北縣。
11. 劉熙，2009，《茶樹生理與種植》，五洲出版社，台北縣。
12. 潘美玲，2018，《茶知錄：台灣茶葉拼圖》，經典雜誌出版社，台北市。
13. 吳正宗、陳仁炫，2006，《綠肥作物栽培利用手冊》，行政院農業委員會農糧署。
14. Janick J., 1986, Horticultural Science, 4th ed. W.H. Freeman and Company, New York .
15. Pete Melby, Tom Cathcart, 2002, Regenerative Design Techniques:

Practical Applications in Landscape Design, Ergodebooks
(RICHMOND, TX, U.S.A.)

三、 學術期刊

1. 吳子淦，2007，”作物栽培環境與害蟲發生及防治之關係”，《農業試驗所特刊》，第 130 號 p.81-86
2. 吳正宗，2001，”鹽害土壤的診斷與改良”，《國立中興大學 興大農業特刊》 第 36 期 p.19-23
3. 吳正宗，2009，”蔬菜園施肥要領”，《國立中興大學 興大農業特刊》 第 69 期 p.10-14
4. 林永鴻，2007，”問題土壤及其改良對策(四)－鹽分地土壤”，《高雄農情月刊》 第 144 期 p.1-2
5. 林鴻淇，1994，”堆肥材料堆肥化過程與堆肥品質”，《堆肥技術及其利用研討會論文集》，中華生質能源學會印 p.35-48
6. 林毓雯、張庚鵬、黃維廷，2005，”有機質肥料之合理化施用”，行政院農業委員會農業試驗所期刊 p.267-278
7. 胡南輝，2004，”有機質肥料之認識及其施用技術”，台東區農業專訊，p.13-15
8. 張明暉、簡宣裕、劉禎祺，2005，”有機質肥料介紹”，《桃園地區作物合理化施肥講習會》 p.57-70 中華永續農業協會、農業試驗所編印
9. 張碧芳，2004，”溫度對作物的影響及熱休克蛋白質的功能”，《植物重要防疫檢疫病害診斷鑑定技術研習會專刊》(三) p.119-156
10. 許明晃、陳俊良、黃文達、陳國任、楊棋明，2010，”茶葉礦物元素分析圖譜再產區判別之研究”，《科學農業》 第五十八卷 第一、二、三期 p.33-40
11. 陳文雄、張煥英，1997，”黃條葉蚤之生態與防治”，《台南農業改良場技術專刊》 86-3 (NO.69) p.2-7

- 12.陳詩文、宋好，2015，”栽培密度及遮蔭對小白菜生長及硝酸根離子含量之影響”，《Journal of Agriculture and Forestry》，第六十四卷第三期 p.115-124。
- 13.陳鴻堂，2000，”設施土壤肥料問題解決對策”，《臺中區農業改良場特刊》44 號，p.45-64
- 14.黃瑞彰，2018，”礦化作用速率，有機質肥料肥效觀察點”，《豐年雜誌》第六十八卷 第九期 p.80-85。
- 15.黃裕銘，2009，”有機質肥料的特性與應用”，《國立中興大學 興大農業特刊》第 69 期 p.27-32
- 16.鄭明欽、楊大吉，1998，”三種生物性農藥對水稻害蟲防治效果評估”，《花蓮區農業改良場研究彙報》，第十五卷 p.11-18
- 17.羅秋雄，2010，”設施葉菜類蔬菜合理化施肥”，《臺中區農業改良場特刊》第 100 號 p.121-123
- 18.Nagase, Dunnett, 2010, “Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs : Effects of watering and diversity”, Landscape and Urban Planning 97(4): p.318-327

四、 網路資料

1. 農傳媒

<https://www.agriharvest.tw/index.php>

2. 行政院農業委員會 農業試驗所學術典藏

<http://scholars.tari.gov.tw/>

3. 經濟部統計處 — 產業經濟統計簡訊

https://www.moea.gov.tw/MNS/dos/bulletin/Bulletin.aspx?kind=9&html=1&menu_id=18808

4. 有機農業全球資訊網 — 蔬菜栽培

<https://info.organic.org.tw/3369/>

5. 楊秋忠，2003，有機質肥料的功效及應用要領，國立中興大學土壤環境科學系

<http://www.green188.com.tw/news/shownews.asp?num=108&page=&lan=%B7%A8%AC%EE%A9%BE%B1M%C4%E6>



附件一

青梗白菜成長紀錄照片 第一部分



成長紀錄 第 1 日 (區域 1)



成長紀錄 第 1 日 (區域 2)



成長紀錄 第 5 日 (區域 1)



成長紀錄 第 5 日 (區域 2)



成長紀錄 第 10 日 (區域 1)



成長紀錄 第 10 日 (區域 2)



成長紀錄 第 15 日 (區域 1)



成長紀錄 第 15 日 (區域 2)



成長紀錄 第 21 日 (區域 1)



成長紀錄 第 21 日 (區域 2)

青梗白菜成長紀錄照片 第二部分

各實驗組採收日照片紀錄

自製茶葉渣有機肥料組 (英文名稱: Tea waste fertilizer, 代號簡稱: TF)



TF1 / TF2 / TF3



TF4 / TF5 / TF6



TF7 / TF8 / TF9



TF10 / TF11 / TF12



TF13 / TF14 / TF15



TF16 / TF17 / TF18



TF19 / TF20 / TF21



TF22 / TF23 / TF24



TF25 / TF26 / TF27



TF28 / TF29 / TF30

自製蔬果廚餘有機肥料組

(英文名稱：Fruit and vegetable waste fertilizer，代號簡稱：FF)



FF1 / FF2 / FF3



FF4 / FF5 / FF6



FF7 / FF8 / FF9



FF10 / FF11 / FF12



FF13 / FF14 / FF15



FF16 / FF17 / FF18



FF19 / FF20 / FF21



FF22 / FF23 / FF24



FF25 / FF26 / FF27



FF28 / FF29 / FF30

市售有機肥料組 (英文名稱：Market sales fertilizer，代號簡稱：MF)



MF1 / MF2 / MF3



MF4 / MF5 / MF6



MF7 / MF8 / MF9



MF10 / MF11 / MF12



MF13 / MF14 / MF15



MF16 / MF17 / MF18



MF19 / MF20 / MF21



MF22 / MF23 / MF24



MF25 / MF26 / MF27



MF28 / MF29 / MF30

不施肥組(對照組) (英文名稱：No fertilizer，代號簡稱：NF)



NF1 / NF2 / NF3



NF4 / NF5 / NF6



NF7 / NF8 / NF9



NF10 / NF11 / NF12



NF13 / NF14 / NF15



NF16 / NF17 / NF18



NF19 / NF20 / NF21



NF22 / NF23 / NF24



NF25 / NF26 / NF27



NF28 / NF29 / NF30

附錄二

青梗白菜紀錄統計表

自製茶葉渣有機肥料組

(英文名稱：Tea waste fertilizer，代號簡稱：TF)

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
TF01	1	7.8	8.2	7.5	8.5	8.5	0.7	4
TF02	1	9.4	9.5	9.2	10.2	10.4	2.2	4
TF03	1	7.8	8.0	7.5	7.5	8.0	2.1	4
TF04	1	7.7	9.8	11.9	13.0	10.4	4.3	2
TF05	1	8.2	10.5	11.6	11.6	12.0	3.7	1
TF06	1	7.3	7.8	9.2	10.3	8.5	1.7	1
TF07	1	6.2	8.5	11.7	11.7	10.7	3.9	1
TF08	1	7.2	8.4	7.4	10.2	10.5	3.3	1
TF09	1	7.7	8.2	10.6	11.3	12.3	5.2	1
TF10	1	8.5	10.5	10.5	13.5	12.5	5.5	3
TF11	1	8.8	8.9	9.5	10.5	10.5	4.6	1
TF12	1	8.0	8.4	12.5	12.5	12.6	7.0	1
TF13	1	8.8	10.3	11.9	12.0	10.0	5.9	3
TF14	1	8.5	8.5	12.5	12.5	11.5	5.2	3
TF15	1	8.3	9.6	11.6	11.6	10.5	6.6	3
TF16	2	8.8	9.1	10.9	9.9	10.1	3.9	1
TF17	2	9.0	9.0	9.5	9.5	9.5	2.1	2
TF18	2	9.2	9.5	11.6	9.6	10.8	5.4	1
TF19	2	7.4	8.1	11.0	10.6	11.5	4.5	3
TF20	2	7.8	8.5	10.5	9.6	8.0	4.0	3
TF21	2	8.2	8.5	11.3	10.5	6.5	4.3	3
TF22	2	8.8	8.9	11.6	11.6	12.0	5.2	3
TF23	2	10.3	10.3	13.0	12.5	8.2	4.8	3
TF24	2	8.4	8.8	12.5	12.5	8.3	4.5	2
TF25	2	9.0	9.3	10.5	10.0	10.0	2.9	4
TF26	2	8.6	8.6	8.9	9.5	8.5	1.4	4
TF27	2	8.5	9.0	10.9	9.8	10.5	4.4	1
TF28	2	8.2	8.2	8.0	8.2	8.2	1.3	4

續上表

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
TF29	2	7.4	7.5	7.6	5.5	5.5	1.5	4
TF30	2	9.2	10.0	10.0	8.9	7.5	1.3	4
平均	-	8.3	8.95	10.43	10.50	9.8	3.78	-

備註：

健康狀況： 1=健康、2=蟲害、3=高溫危害、4=鹽害、5=死亡

自製蔬果廚餘有機肥料組

(英文名稱：Fruit and vegetable waste fertilizer，代號簡稱：FF)

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
FF01	1	8.0	9.0	10.7	11.5	11.5	6.0	1
FF02	1	9.1	10.1	11.2	12.2	12.2	6.1	1
FF03	1	9.1	10.5	11.8	10.0	12.5	6.5	3
FF04	1	7.8	10.5	12.7	11.4	10.2	8.4	1
FF05	1	9.8	10.2	12.8	12.9	12.3	8.6	1
FF06	1	9.5	9.5	13.0	10.4	10.2	6.0	3
FF07	1	7.7	8.0	7.2	6.2	7.0	0.6	4
FF08	1	6.9	7.3	8.2	7.8	6.2	0.9	4
FF09	1	6.4	7.1	6.7	5.6	5.5	0.6	4
FF10	1	8.5	9.0	11.7	11.7	12.0	5.0	1
FF11	1	8.0	10.2	11.5	12.1	12.5	7.9	1
FF12	1	8.5	10.5	11.0	11.1	12.0	6.0	1
FF13	1	8.2	8.2	10.8	10.8	11.0	6.9	1
FF14	1	8.5	8.6	11.2	12.4	12.4	6.1	1
FF15	1	8.3	9.4	11.3	12.4	12.5	8.1	1
FF16	2	8.5	8.5	12.4	12.0	11.5	8.6	1
FF17	2	8.8	9.4	12.5	12.5	13.5	10.8	1
FF18	2	8.9	9.4	10.6	13.4	11.5	9.1	1
FF19	2	8.2	10.0	12.3	11.5	12.4	11.5	1
FF20	2	8.3	8.5	10.5	12.5	11.2	9.2	1
FF21	2	8.4	9.2	10.5	11.5	11.5	7.8	1
FF22	2	10.9	11.0	13.5	13.5	12.0	10.8	1

續上表

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
FF23	2	9.3	9.5	11.5	11.8	10.0	7.0	2
FF24	2	8.4	9.0	12.4	12.4	10.5	7.3	1
FF25	2	8.3	8.5	9.8	10.0	10.9	6.3	1
FF26	2	9.2	9.2	11.0	11.4	11.0	6.4	1
FF27	2	9.8	10.2	11.5	11.5	12.4	6.9	1
FF28	2	10.0	10.0	11.8	12.0	12.8	9.3	1
FF29	2	7.8	9.0	12.5	12.1	11.8	6.7	1
FF30	2	9.0	9.4	11.7	11.5	12.3	8.1	2
平均	-	8.60	9.30	11.21	11.27	11.18	6.98	-

備註：

健康狀況： 1=健康、2=蟲害、3=高溫危害、4=鹽害、5=死亡

市售有機肥料組

(英文名稱：Market sales fertilizer，代號簡稱：MF)

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
MF01	1	8.0	10.1	10.6	13.4	14.1	11.2	1
MF02	1	7.8	10.2	11.9	12.9	12.5	10.3	1
MF03	1	7.1	8.5	10.0	11.6	12.3	8.6	1
MF04	1	8.2	9.4	10.4	12.7	12.7	8.9	1
MF05	1	9.0	9.6	12.1	10.6	12.3	8.7	3
MF06	1	8.5	8.9	12.7	13.2	13.5	9.6	1
MF07	1	7.8	7.9	7.9	7.9	8.2	1.4	4
MF08	1	8.0	8.2	8.5	7.5	8.5	1.3	4
MF09	1	10.0	10.7	10.1	11.5	10.2	1.9	4
MF10	1	7.8	8.1	9.6	11.0	11.1	3.1	1
MF11	1	8.8	10.2	8.6	10.2	11.0	2.8	1
MF12	1	8.3	8.7	11.2	11.2	10.5	4.1	1
MF13	1	8.8	9.5	10.2	9.5	10.0	2.5	4
MF14	1	8.8	8.8	9.1	9.1	9.5	1.5	4
MF15	1	8.0	8.8	8.8	8.8	8.3	1.4	4
MF16	2	8.8	9.0	9.2	11.2	11.2	7.9	1

續上表

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
MF17	2	7.7	8.5	10.0	10.6	11.3	6.2	1
MF18	2	8.4	9.0	12.5	9.5	9.5	6.2	2
MF19	2	8.8	9.5	14.5	14.5	11.5	8.4	1
MF20	2	7.2	7.5	11.0	12.3	11.5	6.3	2
MF21	2	9.0	9.5	11.4	11.4	12.5	8.5	1
MF22	2	7.8	8.0	9.1	9.6	9.2	2.8	1
MF23	2	10.3	10.5	11.2	11.2	12.0	4.7	1
MF24	2	8.0	10.0	12.1	12.1	11.5	6.0	1
MF25	2	8.0	8.8	11.1	11.4	10.4	7.5	3
MF26	2	9.0	10.0	12.0	12.4	11.4	10.5	1
MF27	2	9.2	9.0	12.0	12.5	12.5	8.6	1
MF28	2	7.5	8.0	8.7	9.5	9.5	2.7	4
MF29	2	9.1	9.6	12.3	11.5	9.5	6.3	3
MF30	2	8.2	8.5	10.0	10.2	9.7	3.2	1
平均	-	8.40	9.1	10.63	11.03	10.93	5.77	-

備註：

健康狀況： 1=健康、2=蟲害、3=高溫危害、4=鹽害、5=死亡

不施肥組(對照組)

(英文名稱：No fertilizer，代號簡稱：NF)

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
NF01	1	7.3	9.3	11.2	12.5	10.5	3.5	2
NF02	1	8.5	8.9	11.1	11.1	10.5	3.8	2
NF03	1	8.8	9.0	10.4	13.5	11.2	5.6	2
NF04	1	7.4	8.3	10.6	8.4	9.0	4.0	3
NF05	1	7.0	9.9	10.3	12.6	12.0	6.6	3
NF06	1	7.4	8.1	9.6	10.4	9.8	4.4	4
NF07	1	8.2	8.2	9.4	9.1	9.3	2.7	4
NF08	1	9.0	9.2	10.4	10.4	10.4	3.3	4
NF09	1	7.8	9.0	7.2	8.4	8.5	1.2	2
NF10	1	8.4	9.0	12.4	11.6	8.5	5.3	2

續上表

編號	區域	株高(cm) / 日期					淨重 (g)	健康 狀況
		20190710	20190714	20190719	20190724	20190730		
NF11	1	9.1	10.5	11.4	13.5	13.5	5.9	1
NF12	1	7.8	9.5	12.3	11.7	11.2	4.9	2
NF13	1	7.8	10.0	10.9	11.8	5.0	3.6	3
NF14	1	9.5	9.9	10.5	11.6	11.5	4.2	1
NF15	1	8.1	9.8	11.2	11.6	0.0	3.3	5
NF16	2	8.8	9.5	12.3	11.5	9.0	4.5	3
NF17	2	8.8	9.3	10.5	9.0	7.5	2.2	2
NF18	2	9.2	8.0	9.0	6.1	7.3	1.6	2
NF19	2	9.0	9.2	8.9	9.4	9.5	2.8	4
NF20	2	9.3	9.5	9.6	8.9	9.5	2.8	4
NF21	2	7.5	8.5	9.1	7.2	9.0	3.3	4
NF22	2	8.1	8.5	8.5	7.1	5.6	0.8	4
NF23	2	8.2	8.5	8.4	7.4	7.0	1.0	4
NF24	2	7.3	8.5	7.8	6.5	6.8	0.8	4
NF25	2	8.0	8.4	11.0	11.0	10.0	3.4	1
NF26	2	8.8	8.8	10.0	12.0	7.5	2.7	2
NF27	2	8.3	9.0	11.5	10.4	9.5	4.2	2
NF28	2	8.6	9.0	11.7	8.5	5.0	0.0	2
NF29	2	9.4	9.4	13.0	10.5	7.0	2.0	2
NF30	2	9.1	9.3	13.5	11.0	7.0	2.5	2
平均	-	8.35	9.07	10.46	10.16	8.9	3.23	-

備註：

健康狀況： 1=健康、2=蟲害、3=高溫危害、4=鹽害、5=死亡

附錄三

肥料檢測報告



朝陽科技大學
綠色產品管理與驗證技術發展中心
檢驗報告

地址：41349 台中市霧峰區吉峰東路 168 號
電話：(04)23323000 轉 7485、7489 傳真：(04)23742365
報告編號：1080502GPM001 收樣單位：環管系 GPM
樣品編號：1080415GPM001 連絡人：楊珮玉
顧客名稱：朝陽科技大學景都系研究所 收樣日期：108 年 4 月 15 日
顧客地址：臺中市霧峰區吉峰東路 168 號 表單編號：GPM-R-042
檢驗結果： page 1 of 1

收樣日期 時間	樣品名稱 樣品編號	檢驗項目	單位	檢驗值	檢驗方法	備註
1080415 08:00	茶葉渣自製肥 1080415GPM001	有機質	%	80	NIEA M403.01B	
	FW-1 1080415GPM002	有機質	%	84	NIEA M403.01B	
	茶葉渣自製肥 1080415GPM001	全氮	%	5.5	NIEA M403.01B	
	FW-1 1080415GPM002	全氮	%	1.6	NIEA M403.01B	



備註：

1. 本報告共 1 頁；分離使用無效。
2. 檢驗項目前標示“*”表示該檢測項目經 TAF 許可，並依公告檢測方法為準。
3. 低於方法偵測極限之測定值以“ND”表示，並於備註欄註明其方法偵測極限 (MDL)。
4. 本報告僅對樣品負責，不得隨意複製及作為宣傳廣告之用。

聲明書：

- (一)茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行檢測(綠色中心未包含採樣程序)。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事處罰。
- (二)吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。

報告簽署人(簽章) 
108.5.02

實驗室主管(簽章) 
108.5.02



行政院農業委員會高雄區農業改良場植物體檢測報告

農戶名稱：張蘭進能 地點： 網路編號：293
 樣品類別：堆肥 作物：
 送件日期：108.12.6 電話：0975-296581、07-6434782

檢測項目	氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)	鈣 ppm	鎂 ppm	錳 ppm	鐵 ppm	銅 ppm	鋅 ppm	鈉 ppm
有機肥1號	5.54	0.32	0.85	10880	2310	1046	18.92	21.70	30.25	690
有機肥2號	3.02	0.29	2.12	6459	2142	255.8	156.4	11.73	25.32	1190
有機肥3號	2.79	1.41	1.62	87446	7919	297.3	242.5	47.37	317.7	2320

※本報告為農民自行取樣之樣品檢測結果，僅供農民參考，不具法律訴訟或文件證明效力，若農民資料填寫不全，報告將無用印圖章。

※說明：

1. 本分析報告逕寄送予農友，農友亦可依送樣編號上網查詢檢測分析報告，查詢網址：<http://www.kdais.gov.tw>。
2. 本送樣編號請農友妥善保存，以便日後查詢。
3. 土壤診斷推薦表及改善方式詳見上述網站內容。
4. <MDL表示檢測值小於檢測方法偵測極限。
5. 土壤植體分析診斷服務電話(08)7389158 轉 644。

培養土檢測報告

行政院農業委員會高雄區農業改良場土壤肥力檢測報告

農家姓名：張蘭進能 網路編號：1382 地號：義勇段 710

樣品類別：土壤 作物：



送件日期：108.12.6

檢測項目 (地號)	酸鹼度 (1:1)	有機質 (%)	有效性磷 ppm	有效性鉀 ppm	有效性鈣 ppm	有效性鎂 ppm	鐵 ppm	錳 ppm	銅 ppm	鋅 ppm	鈉 ppm	電導度 (1:5) (mS/cm)
710義勇段	7.84	0.99	2374	7778	10173	1917	115	114	2.0	38	372	2.33

本報告為農民自行取樣之土壤肥力檢測結果，僅供農民施肥參考，不具法律訴訟或文件證明效力，若農民資料填寫不全，報告將無用印圖章。

說明：

1. 本分析報告逕寄送予農友，農友亦可依送樣編號上網查詢檢測分析報告，查詢網址：<http://www.kdais.gov.tw>。
2. 本送樣編號請農友妥善保存，以便日後查詢。
3. 土壤診斷推薦表及改善方式詳見上述網站內容。
4. <MDL表示小於檢測方法偵測極限。
5. 土壤分析診斷服務聯絡電話 08-7389158 轉 644。