

2017 年原住民族文化科教獎

就是很有酵—探討環保酵素對植物生長與土壤
的影響



類別：部落環境生態與科學

組別：國中組

組員：蔡文杰、趙彬凱、吳冠傑、丁楷諺

壹、摘要

布農族過去的農耕方式以燒墾游耕為主，栽種一段時間後讓土地修養回復肥力，但現代的慣用農法多使用化學肥料、農藥，長期使用下，造成土壤酸化、地力衰退，也破壞了水資源及生態環境。本研究利用回收果皮製作環保酵素，比較紅藜在培養皿、育苗盆與實驗菜圃中澆灌稀釋後的環保酵素與自來水後，紅藜的生長情形與土壤變化。實驗結果發現澆灌環保酵素的紅藜植株長度、根系長度與葉片長度都比澆灌自來水要好，且澆灌環保酵素的實驗菜圃 pH 值與 EC 值與自來水差異別大，顯示只要合理澆灌環保酵素，並不會讓土壤酸化，還能讓土壤具有抑制黴菌生長、增加土壤保水力。

貳、研究動機

在一次課程當中學校邀來一位有機耕作的老師，來帶領我們學習製作環保酵素，在那堂課裡我們深深體會到土地對農民有多麼重要，主要的原因是我們大部分的家裡都是務農維生，這些土地很多都是先早祖先們所傳承的，但是現在很多人的家裡都還是以慣用農法為主，也就是都會使用化學藥劑跟化學肥料，但是這些化學資材對農民來說除了是一筆龐大的費用之外，對於收成的蔬果也都會有含有農藥殘留的疑慮。另外，環境資訊中心陳瑞賓（2002）指出台灣一般家庭中，有高達 36~64% 的垃圾是來自於有機廢棄物，就是飯菜蔬果等食物的殘渣，也就是所謂的廚餘。還記得一年級下學期生物所學到的生態系中，微生物在生態系中扮演很重要的角色，可以將物質分解後回歸自然界，我們認為如果妥善處理學校的廚餘，使之分解後可以帶給土壤足夠養分來種植作物，既解決廚餘廢棄的問題，又能產生無毒的養分與肥料供給農民耕作，就是一舉兩得的事情。

我們這次的組員當中其中一位是布農族的同學，我們之前上族語課的時候有聽族語老師說起過去布農族對於耕作有很多傳統習俗，部落中也有長輩在種植紅藜，我們想要藉由此次的機會好好了解過去祖先跟土地之間的情感。

參、研究目的

- 一、製作果皮環保酵素
- 二、觀察紅藜在不同環境加入環保酵素的生長情形
- 三、比較不同環境加入環保酵素的土壤變化
- 四、了解布農族對於土地的文化意涵

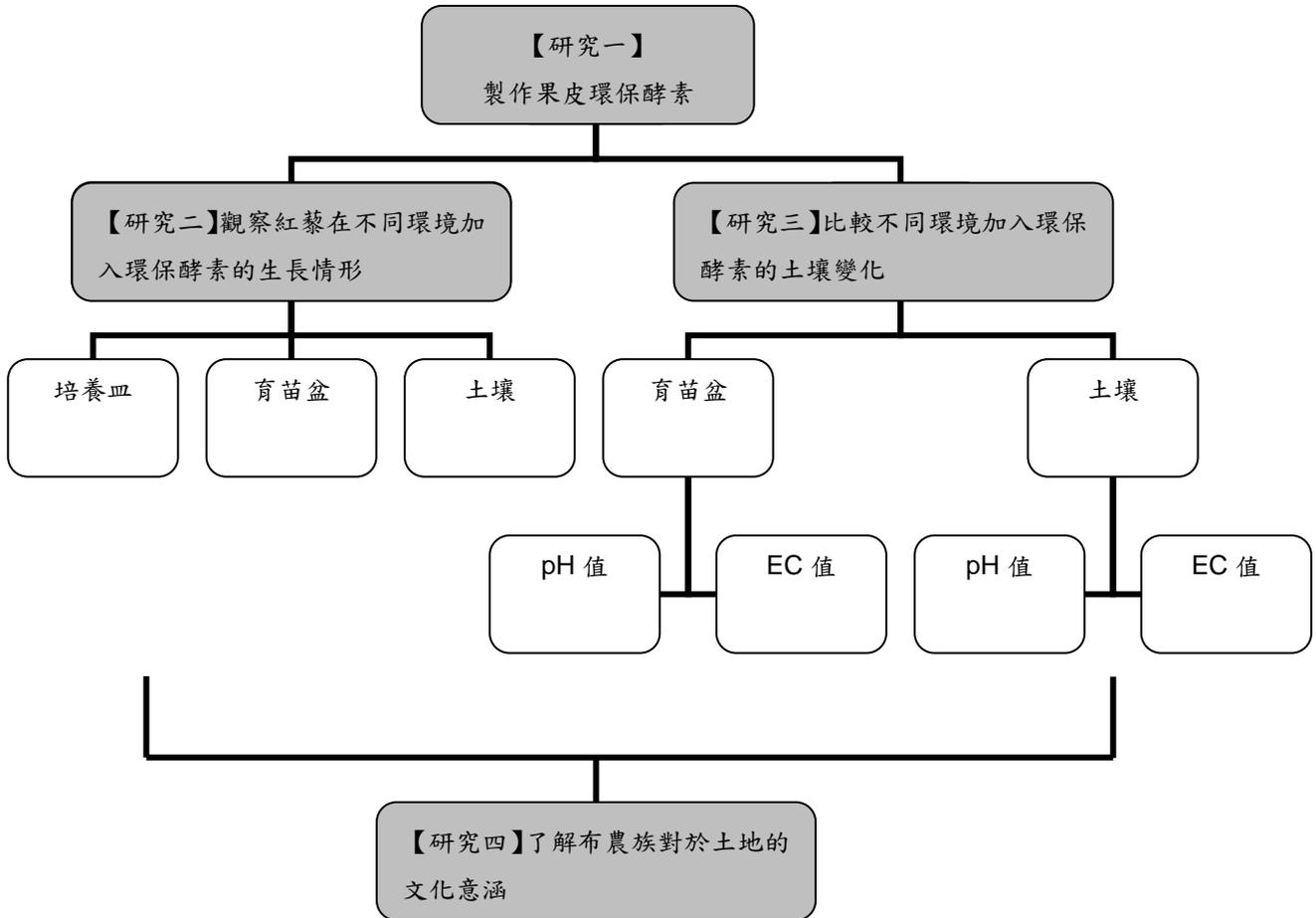
肆、研究設備及器材

一、實驗器材

新鮮果皮	糖蜜	紅藜種子	培養土
			
燒杯	培養皿	電子秤	育苗盆
			
pH 儀	EC 儀		
			

伍、研究方法

一、研究架構流程圖



二、研究流程

【研究一】製作果皮環保酵素

根據泰國的樂素昆博士 (Dr. Rosukon) 的所述配方，糖蜜：果皮：自來水比例=1：3：10，製作過程中會產生氣體，需要每天將瓶口稍微旋開，洩放氣體後再將瓶蓋稍微旋緊，避免瓶子被撐破，3個月後即可使用，酵素成品表層呈現白色，表示製作得很成功。

以下為製作流程圖：

(一) 準備 500 克的糖蜜	(二) 加入 5 公升水	(三) 加入 1.5 公斤的新鮮果皮	(四) 將容器蓋上瓶蓋，稍微旋緊，靜置並觀察變化
			

【研究二】觀察紅藜在不同環境加入環保酵素的生長情形

(一) 測試紅藜在培養皿中加酵素與自來水的發芽率與生長情形

1. 準備稀釋過後的環保酵素水 (1:50) 與自來水。
2. 各準備 10 個培養皿，各放入 20 顆紅藜。
3. 每天定時澆灌，記錄其發芽狀況與生長情形。



(二) 測試紅藜在育苗盆中加酵素與自來水的發芽率與觀察其生長情形

1. 準備稀釋過後的環保酵素水 (1:50) 與自來水。
2. 各準備 10 格育苗盆，每個育苗盆都置入 100 克培養土，各放入 20 顆紅藜。
3. 每天定時澆灌 40mL 環保酵素水與自來水，記錄其發芽狀況與生長情形。



(三) 測試紅藜在土壤中加入酵素與水的生長情形

1. 準備稀釋過後的環保酵素水 (1:50) 與自來水。
2. 在兩塊實驗用菜圃中各放入 50 顆紅藜。
3. 每天定時澆灌 5 公升環保酵素水與自來水，記錄其發芽狀況與生長情形。



【研究三】比較不同環境加入環保酵素的土壤變化

陳仁炫（2004）指出作物生長所需 13 種，其中除碳，氫和氧三者主要為來自大氣中的 CO₂ 和 H₂O 外，其他的十三種養分則主要由土壤供應，所以作物的產量跟品質與土壤密不可分。而其中土壤 pH 值攸關養分在土壤中的有效性，作物根系環境的適宜性，微生物的活性，故為土壤化學性質中首要檢測的項目。其次 EC 值的大小代表土壤溶液中可溶性鹽類的多寡，過高或過低都會阻礙作物的生長。

根據行政院農業委員會農業試驗所（2013）制定的測量土壤流程如下：

（一）測試土壤 pH 值

1.取 20g 通過篩網的風乾土壤	2.取 20g 水攪拌	3.靜置一小時，期間偶爾攪拌	4.利用 pH 儀測量
			

(二) 測試土壤 EC 值

1.取 20g 通過篩網的風乾土壤	2.取 100g 去離子水，攪拌一小時	3.用濾紙過濾至燒杯	4.利用 EC 儀測量
			

陸、研究結果

一、製作果皮環保酵素

(一) 第一次試做：失敗

使用各種不同種類的果皮及果肉	幾乎裝至全滿	第一禮拜	第三禮拜
			

第一次試做我們收集了各種不同種類的水果果皮及果肉來做環保酵素，第一禮拜有發現表面有產生一層薄膜，也有產生氣體，顯示是有產生酵素的。但是持續觀察三個禮拜後，黑糖水的顏色沒有改變，顏色還是很深，最上面的薄膜也沒有持續增多。根據網站上資料顯示，環保酵素上面應該會布滿厚厚的一層白色薄膜，所以我們打算重做一次環保酵素。

(二) 第二次試做：成功

僅用果皮	裝至八分滿	第一禮拜	第三禮拜
			

第二次試做前我們先檢討上次做法較不妥當的地方：1.上次果皮當中還參雜許多的果肉，所以這次把果肉剔除，只留果皮；2.上次我們把製作酵素的原料裝得很滿，幾乎沒有多餘空間，這次我們把比例減量，只裝至瓶子的八分滿，發酵時產生的氣體才會有空間停留。

這次試做第一個禮拜就有產生薄膜，底下果皮的部分感覺也不斷的產生氣體，表示酵素正持續的產生；第三個禮拜薄膜越來越厚，果皮殘渣沉澱到底部，顏色也由原本黑色轉變為較淡的褐色，顯示這次試做的酵素十分成功，所以我們就將此酵素放至三個月後，再取酵素液來做其他實驗。

二、觀察紅藜在不同環境加入環保酵素的生長情形

(一) 測試紅藜在培養皿中加酵素與水的發芽率與生長情形

1. 觀察紅藜的生長情形

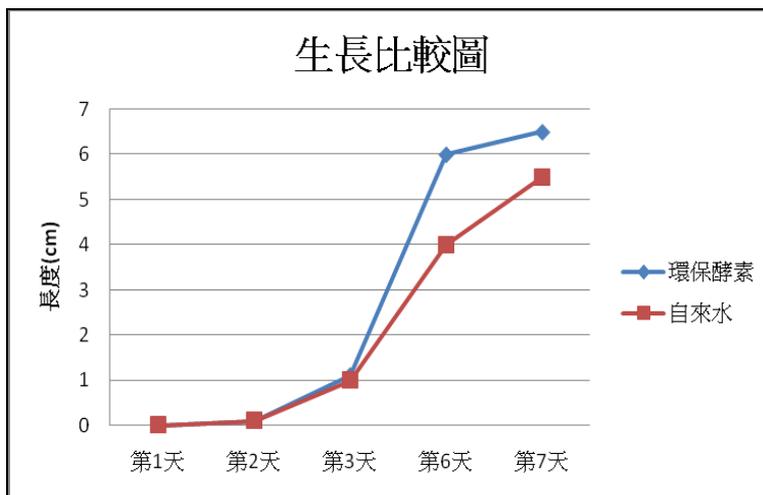
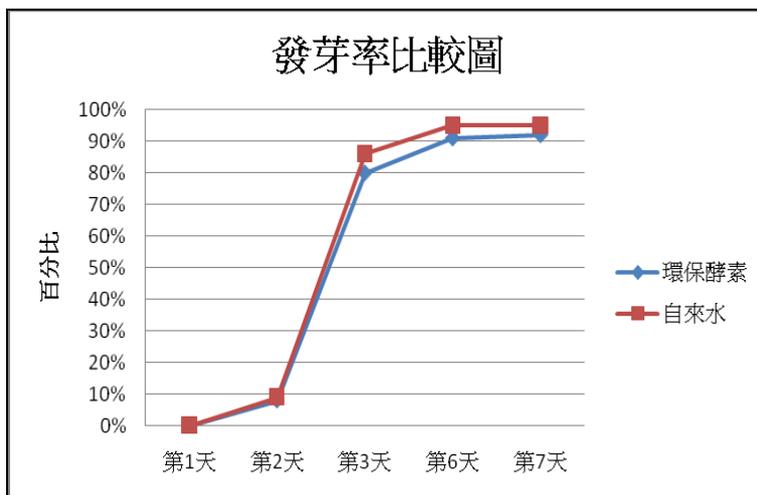
紅藜在培養皿中大約 1~2 天就會開始發芽，到第 3 天長度大概會長到 1cm 左右，第 7 天紅藜就會開始長葉子。

第 1 天	第 3 天	第 7 天
		

2.紅藜在培養皿中加入酵素與自來水的發芽率差異不大，但加入酵素的紅藜長度較長，且培養皿較不易發霉。

在培養皿中加入酵素後，我們可以發現紅藜的發芽率為 92%低於加自來水的發芽率 95%，但是我們用尺測量培養皿中紅藜的平均長度，發現加入酵素的紅藜第 7 天長 6.5cm，比加入自來水的長度較長。以下為發芽率與長度比較表。

	第 1 天		第 2 天		第 3 天		第 6 天		第 7 天	
	酵素	自來水	酵素	自來水	酵素	自來水	酵素	自來水	酵素	自來水
發芽率	0%	0%	8%	9%	80%	86%	91%	95%	92%	95%
長度	0cm	0cm	0.1cm	0.1cm	1.1cm	1cm	6cm	4cm	6.5cm	5.5cm



另外我們在第 3 天觀察到培養皿有發霉的現象，尤其是加入自來水的培養皿中 10 個有 3 個培養皿發霉；但是加入酵素的 10 個培養皿都沒有發霉。

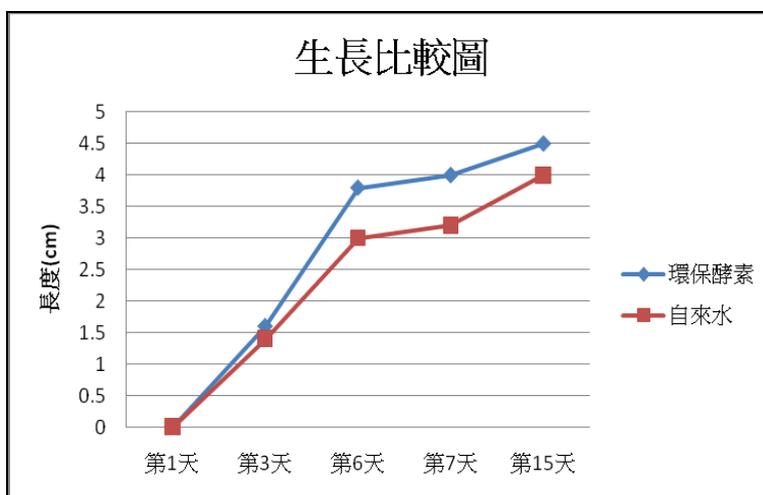
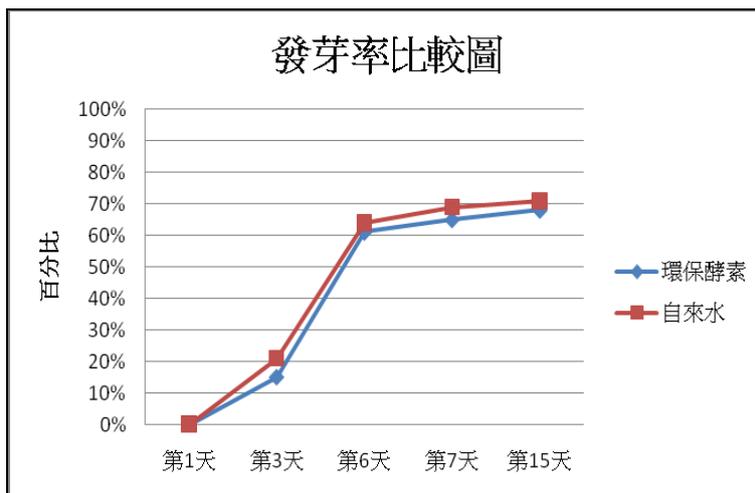
(二) 測試紅藜在育苗盆中加酵素與水的發芽率與觀察其生長情形

1. 紅藜在育苗盆中加入酵素的發芽率沒有高於加自來水的，但加入酵素的紅藜長度較長。

紅藜在育苗盆中加入酵素到第 15 天的發芽率為 68%，低於加自來水的發芽率為 71%，但是測量兩者的長度，發現加酵素的紅藜在第 15 天長度為 4.5cm 比加自來水的紅藜略長。

以下為發芽率與長度比較表。

	第 1 天		第 3 天		第 6 天		第 7 天		第 15 天	
	酵素	水	酵素	水	酵素	水	酵素	水	酵素	水
發芽率	0%	0%	15%	21%	61%	64%	65%	69%	68%	71%
長度	0cm	0cm	1.6cm	1.4cm	3.8cm	3cm	4cm	3.2cm	4.5cm	4cm



2.取在育苗盆中 15 天的紅藜進行觀察發現，澆灌環保酵素的紅藜根系的平均長度較長，葉片也來的大。

我們將種植在育苗盆 15 天的紅藜根系與葉片進行測量，澆灌環保酵素根的平均長度為 1.1cm；澆灌自來水根的平均長度為 0.5cm。而澆灌環保酵素的平均葉面長為 2cm；澆灌自來水的平均葉面長為 1.2cm。



(三) 測試紅藜在土壤中加酵素與水的生長情形

在實驗菜圃中澆灌環保酵素的紅藜高度較高、根系較長且粗，葉片大小也較大

我們拉長對土壤的觀察，等到紅藜 30 天後，我們測量土壤中紅藜的高度，發現澆灌環保酵素的紅藜平均高度為 17cm，比澆灌自來水的紅藜 14cm 要高。接著我們從土壤中取高度剛好落在平均高度的紅藜分別觀察其根、莖、葉的差別，觀察如下表。

	高度	根長	根	莖	葉片大小
環保酵素	17cm	4.1cm	較粗	較粗	長 6cm 寬 4cm
自來水	14cm	5.3cm	較細長	較細	長 5.2cm 寬 4cm



三、比較不同環境加入環保酵素的土壤變化

(一) pH 值與 EC 值

經過 15 天的澆灌後，澆灌環保酵素得育苗盆 pH 值為 5.80 高於自來水的 5.41，酸鹼值皆屬於偏酸性。但是實驗菜圃澆灌環保酵素的 pH 值為 6.95 低於自來水的 7.71，酸鹼值皆趨

於中性。經過討論後認為育苗盆的土壤少，且每日澆灌，所以導致 pH 值偏酸。

以下為 pH 值的測量表格。

pH 值			
育苗盆		實驗菜圃	
環保酵素	自來水	環保酵素	自來水
5.80	5.41	6.95	7.71

而比較育苗盆的 EC 值，澆灌自來水的 EC 值為 3，比環保酵素的 EC 值 1.7 高出許多，陳彥宇（2012）指出高 EC 值通常原因是因為硝酸鹽、磷酸鹽的蓄積過度導致 EC 值高，會導致植物吸收水分及肥料能力下降。但特別的是在連續澆灌環保酵素後，EC 值反而比澆灌自來水的來得低。而實驗菜圃中不論澆灌環保酵素或自來水都是在正常值範圍內。

EC 值			
育苗盆		實驗菜圃	
環保酵素	自來水	環保酵素	自來水
1.7	3.0	0.1	0.2

（二）觀察土壤的物理性質

除了利用工具來測量土壤 pH 值與 EC 值之外，我們也觀察了不同環境土壤質地的物理性質。

1. 育苗盆的土壤

在澆灌的過程觀察到環保酵素的土壤在澆灌後滲透力極佳，土壤中有少許結塊，抓起土壤在手中捏握發現含水份較多，在第 7 天時發現澆灌環保酵素的長出蘚苔的盆數較多，討論後認為可能是澆灌環保酵素中含有適合蘚苔類生長的營養成分，且形成蘚苔後土壤的保水程度又更好，讓紅藜植株長得更好。

	環保酵素	自來水
外觀	有少許的結塊	較無結塊
氣味	味道潮濕	潮濕味較重
水分	水份多，較濕潤	有水份，水份較少
澆灌後觀察	滲透力佳	滲透力普通
7 天後土壤	20 個有 17 個長蘚苔	20 個有 9 個長蘚苔

2. 實驗菜圃的土壤

在澆灌環保酵素 15 天後的實驗菜圃發現，在顏色上較深、摸起來較細、水分也較濕潤，周圍的雜草也較多，顯示環保酵素讓實驗菜圃的土壤保濕力增加，植物也生長得更好。

	環保酵素	自來水
顏色	土壤顏色較深	土壤顏色較淺
觸覺	摸起來較細	摸起來較粗
水分	看起來較潮溼	看起來較乾燥
周圍雜草	較多	較少

四、了解布農族對於土地的文化意涵

為了此次科展我們進到本校布農族的大本營—武界部落拜訪一位年紀高達 80 歲的耆老陳白阿連（Langui Madivaian）以及在部落中進行有機耕作的馬賴先生，希望了解過去祖先對於土地的傳統與現代想回歸自然農耕的情懷。

（一）日治時代以前多以燒墾游耕為主

耆老 Langui Madivaian 與馬賴先生不約而同提到過去的祖先是沒有私人土地的概念，大部分都是以家族為單位進行耕作，而且特別的是過去是以游耕為主，整個家族的人會到山上去找適合耕作的土地，先進行草木的焚燒、整地，耕作一段時間過後，就會到別處另覓耕作的土地。這樣游耕的方式以現在的角度，是讓耕作過後失去養份的土地喘息的機會，過去的

人仰賴土地賦予的糧食，卻同時也尊重整個生態系，適時的休養土地，讓土壤用最自然的方式回復過去的原貌，是先民對土地最大的敬意。

（二）耕作時由家族年長者帶領，增加家族凝聚力

耆老 Langui Madivaian 回想起過去在山間進行開墾前，會由家族的長者率先進行勘查、焚燒、整地後，在選定耕作的區域先用兩根木頭做記號，其他家族的人看到木頭記號就會知道這塊地是有人的，不會去動這塊地，接著長輩才會回到家裡帶領其他的家人一起到田裡進行播種、種植的工作。播種那天一定要選擇一個晴朗的好天氣，留意出門前不要打噴嚏的壞兆頭出現，第一次進山林的年幼者要先跟山林打聲招呼，回家前也要大聲呼喊年幼者的姓名，耆老 Langui Madivaian 說耕作雖然沒有特別的禁忌，但只要留意小地方，勤勞耕作的人一切都會很順利，言語間流露出過去祖先的智慧與傳統，讓我們也回想起過去家裡長輩跟我們囑咐叮嚀的話。

（三）農藥與化學肥料破壞原本健康的土地

馬賴先生感慨的告訴我們，過去的人只求溫飽，耕作採游耕方式，不濫用土地資源卻也能知足樂天，但現在的農村型態改變，有些族人為了謀取更大的利益，大量使用農藥與化學肥料，換來的是植株被農藥破壞了保護力，只能越用越多、越用越毒，傷害的不只有食用者，更讓孕育我們生命的土地生病了。如今需要用友善的耕作方式，來慢慢回復土地過去原有的活力。

柒、討論

一、環保酵素製作不易

在製作環保酵素時發現沒有像網路上所說的容易製作，而且不易從肉眼上觀察酵素是否有產生，在找參考資料時也發現國內研究製作環保酵素的科學文獻相當少，未來可以進一步培養及純化當中產生的微生物，及其衍生物。雖然如此，環保酵素的功效卻不乏有人證實，林東誼（2013）及胡芝綺（2015）研究發現環保酵素具有分解油脂、淨化水質的功能。另外環保酵素也具有提供植物生長養分、增加土壤有機質、改善土壤結構、促進土壤粒團的形成（吳立全，2012；吳承頤，2015），廣泛用於農業改良場的推廣及有機農業的施作。（朱盛祺，

106；邱政雄、章麗玉，2012）

二、環保酵素能促進植物的生長

根據實驗結果得知，澆灌過環保酵素的紅藜不論在培養皿、育苗盆或實驗菜圃中的生長情況都比澆灌自來水的紅藜來的高，根系及葉片的生長也較好，由此可知，環保酵素的確能促進植物生長。從文獻上也有類似的佐證，環保酵素中可能含有促進植物生長之根棲細菌（plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR），這類細菌可以增加根系生長、克服植物生長逆境（鄧雅靜、陳俊位、戴振洋，2008）。我們未來應該持續分析環保酵素中含有哪類細菌增進植物生長。

三、長時間澆灌不論環保酵素或自來水的土壤都會讓土壤 pH 值較低、土壤偏酸

本實驗結果顯示，在育苗盆裡的土壤因為長時間密集澆灌，讓土壤的 pH 值遠較實驗菜圃要低，但環保酵素與自來水的酸鹼數值並沒有差距太大，顯示適當稀釋的環保酵素並不會使土壤酸鹼值下降。

四、環保酵素能防止黴菌生長、促進土壤中藻類生長，增加保水力

實驗觀察發現，澆灌自來水的培養皿中容易產生黴菌，但放置相同位置澆灌環保酵素的培養皿卻沒有黴菌產生，這顯示環保酵素防止黴菌的生長。從文獻中提到農用微生物能夠促進抗生素產生、分泌酵素分解真菌細胞壁、及限制病原菌的生長等功效，此類的微生物可稱作「微生物農藥」（陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯，2014），未來我們可以深入探討將環保酵素加入黴菌當中是否能夠有抑制黴菌生長的功效。

除此之外，我們觀察育苗盆發現澆灌環保酵素的土壤生成較多蘚苔，也讓土壤上覆蓋一層蘚苔讓保水力更增加，可以改善土壤團粒結構，讓保肥力也增加。

捌、參考文獻

土壤酸鹼值（pH 值）測定方法—電極法（民 102 年 7 月 25 日）

土壤電導度測定方法（民 102 年 7 月 25 日）

朱盛祺（2017）。微生物肥料應用於農業生態。豐年，67，44-45。

林東誼（2013）。環保酵素對廚房汗水之分解力探討（碩士論文）。取自臺灣博碩士論文系統。

- 吳立全 (2012)。廚餘桶裝堆肥化最適條件之研究 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。
- 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)。取自臺灣博碩士論文系統。
- 邱政雄、章麗玉 (2012) 廚餘推廣百餘人習作環保酵素【慈濟全球社區網】。取自 http://www.tzuchi.org.tw/community/index.php?option=com_content&view=article&id=28332:7D9EF290AE0DFC7F482579BB0023E0D4&catid=164:2010-01-22-03-41-46&Itemid=197。
- 胡芝綺 (2015)。鳳梨類環保酵素於清潔劑與液態肥應用之研究 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。
- 陳仁炫 (2004)。土壤與植體營養診斷技術。植物重要防疫檢疫病害診斷鑑定技術研習會專刊，**3**，157-174。
- 陳彥宇 (2012)。你的土壤生病了嗎。台肥季刊，**53**，16-22。
- 陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯 (2014)。木黴菌在作物病害防治的開發與應用。臺中區農業改良場特刊，**121**，87-115。
- 陳瑞賓 (2002)。廚餘回收為什麼？【環境資訊中心】。取自 <http://e-info.org.tw/node/6989>。
- 鄧雅靜、陳俊位、戴振洋 (2008)。促進植物生長之根棲細菌在番茄栽培上之應用。臺中區農業專訊，**63**，21-23。