

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082905

咖啡渣菜不菜?有機肥的成效探討

學校名稱：臺中市北區私立育仁國民小學

作者： 小五 王婕伊 小五 趙忻恩 小五 廖宣晴	指導老師： 盧作君 王惠英
---	-----------------------------

關鍵詞：咖啡渣、有機肥料、永續發展



摘要

壹、研究動機

貳、研究目的與問題



摘要

現代人對咖啡的需求量很大，煮完咖啡後剩餘的咖啡渣常被丟進垃圾桶，因此我們想知道咖啡渣是否能像蛋殼、果皮、茶葉渣等當做肥料，來幫助植物的生長。我們實驗分為兩階段，第一階段，以我們常見的將廚餘直接鋪在土上面施肥，但發現效果不好；經過修正後再進行第二階段。我們單純討論福山萵苣的成長，並將廚餘分成腐熟與未腐熟的方式栽種福山萵苣，我們發現咖啡渣以外的廚餘經過腐熟後再進行堆肥效果好過市售肥料。之後也嘗試將咖啡渣和其他的肥料混合與調整咖啡渣的比例，希望找到能幫助植物生長的方式，但原本期待咖啡渣能變身成廚餘黃金，實驗結果卻讓人從夢中清醒，咖啡渣雖能提供養分，但容易結塊的特性，造成對植物的生長幫助有限！

壹、研究動機

每天早上爸爸媽媽出門前都會自己沖一杯現磨咖啡，沖泡後剩餘的咖啡渣都去了哪裡呢？最經常被大家所知道的就是除臭，通常會在廁所、廚房、冰箱見到它們的身影，不禁思索，除了除臭之外我們還能如何應用，在網路上搜索後才發現咖啡渣實際能應用的地方很廣泛，例如：清除頑垢、掩飾木製家具刮痕、驅除蚊蟲、栽種植物(肥料)。有時走在路上都能見到有人將咖啡渣、茶葉渣、果皮和蛋殼等常見的廚餘拿來當肥料使用，因此我們想研究生活中的廚餘對植物生長是否有所幫助，能讓垃圾變黃金！

貳、研究目的

- 一、 探討咖啡渣與果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣、有機肥料這六種不同的肥料對尖青、紫薇白菜生、福山萵苣和青江菜生長狀況之影響。
- 二、 探討咖啡渣與果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣經過堆肥後對福山萵苣生長狀況之影響
- 三、 探討福山萵苣在生長過程追肥與否對生長狀況之影響。
- 四、 探討咖啡渣搭配不同的肥料對福山萵苣生長狀況之影響。
- 五、 探討不同比例有機肥料對於植物生長狀況的影響
- 六、 探討不同比例的咖啡渣對於植物生長狀況的影響



參、研究設備及器材



參、研究設備及器材

咖啡渣、果皮(火龍果皮、芒果皮、香蕉皮)、蛋殼、木屑、茶葉渣、有機肥料、尖青杏菜苗、紫薇白菜菜苗、福山萵苣菜苗、青江菜菜苗、培養土、尺、花盆、100 毫公升量杯、竹筷子、冰棒棍、滴管、試管、試管架、電子秤、純水、酸鹼試紙、廣用試紙、土壤測試儀、酸鹼檢測儀。



圖一(由第一作者拍攝)



圖二(由第一作者拍攝)



圖三(由第一作者拍攝)



圖四(由第一作者拍攝)



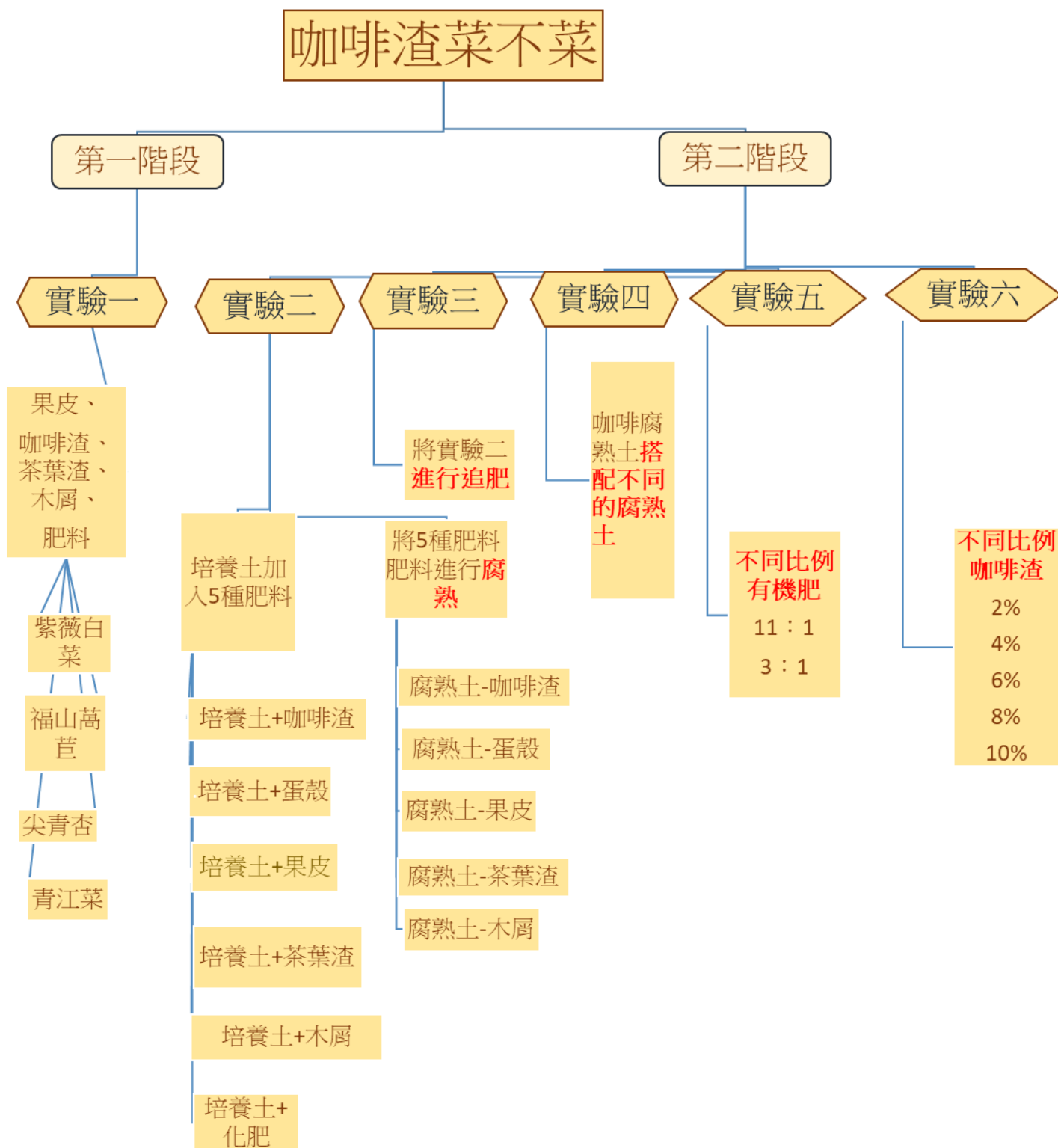
圖五(由第一指導教師拍攝)



肆、研究過程及方法



肆、研究過程及方法



圖六 實驗流程圖(由第二指導教師繪製)

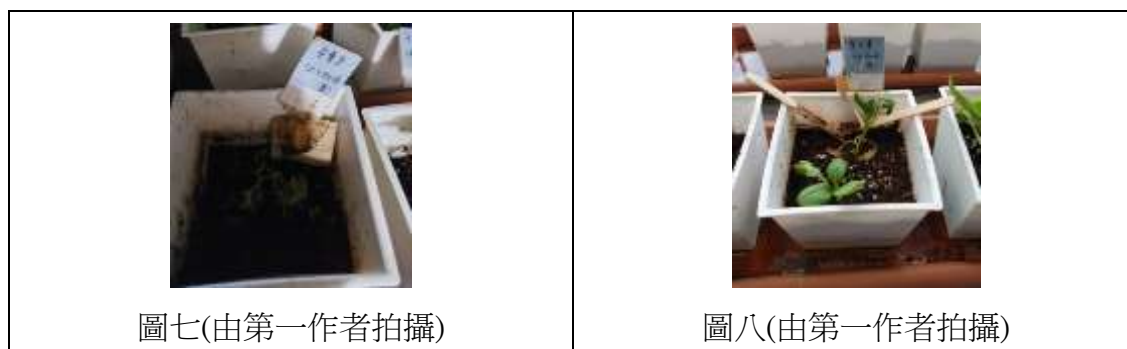
一、實驗一：探討不同種有機肥料對於植物生長狀況的影響

到一般家庭拿一些常見的廚餘撒在土壤上來增加土壤的養分，所以我們選用了常見的廚餘—咖啡渣、果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣、市售肥料這六種不同的肥料來種植尖青杏、紫薇白菜、福山萵苣和青江菜，來探討對其生長是否有所幫助。我們準備茶葉烘乾並剪碎，蛋殼去膜後壓碎，果皮(火龍果皮、芒果皮)剪碎，每天澆灌50毫升的水並觀察葉片生長的高度和數量。為防止植物枯死而無法紀錄，我們每種都有多種一盆備用，為了縮短觀察的時間，所以是購買菜苗種植觀察。

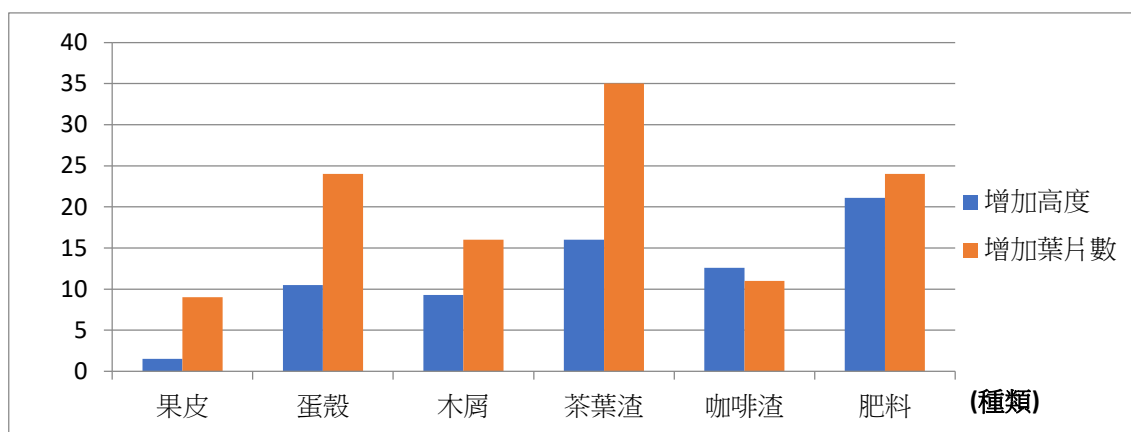
(一) 不同種類有機肥料對尖青杏高度、葉片生長影響

1. 咖啡渣該盆因澆灌原因導致尖青杏枯萎，故替換備用作為紀錄根據。

(圖七為原咖啡渣枯萎，圖八為備用)



2. 我們將每日觀察的結果記錄下來，依增加的高度和葉片數製成長條圖



表一、不同種類有機肥料對尖青杏高度和葉片生長影響的長條圖

3. 發現：

- (1) 茶葉渣、咖啡渣、蛋殼、木屑及市售肥料，比果皮的尖青杏高出8-18公分，六種不同肥料對尖青杏的高度及葉片生長，都具有一定的影響效果。
- (2) 在這些不同施肥的種類中，以市售肥料對尖青杏高度的差異最高，而茶葉渣對增加葉片差異度最高，因咖啡渣該盆改用備用，故數據上產生差異。

(3) 在葉片上，咖啡渣和茶葉渣與其他四株比較，較能防止蟲害，除以咖啡渣和茶葉渣為肥料之尖青杏，其他四株的葉片上有蟲咬與移動痕跡。



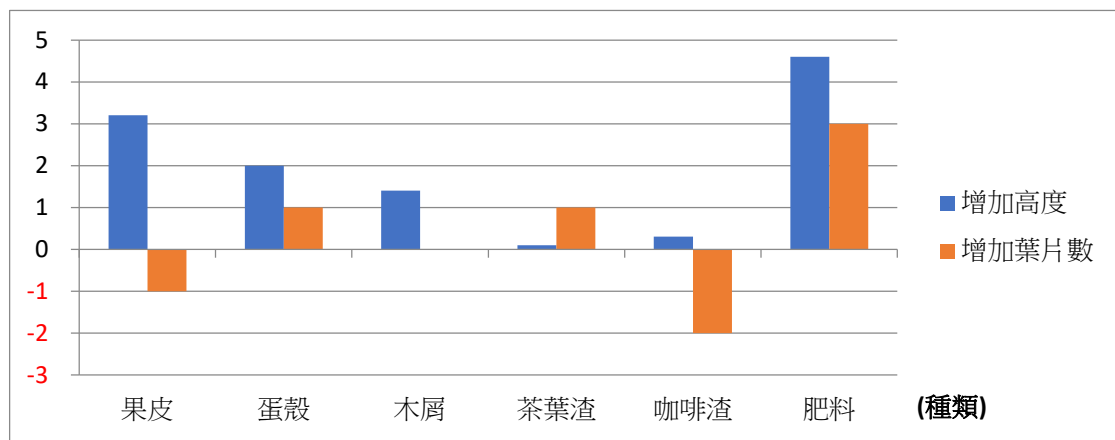
圖九(由第一作者拍攝)



圖十(由第一作者拍攝)

(二) 不同種類有機肥料對紫薇白菜高度和葉片生長影響

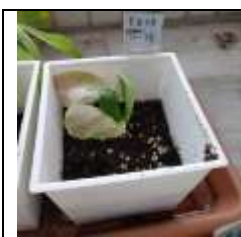
1. 我們將每日觀察的結過記錄下來，依增加的高度和葉片數製成長條圖



表二、不同種類有機肥料對紫薇白菜高度和葉片生長影響

2. 發現：

- (1) 除了有機肥料外，咖啡渣其他四種肥料對紫薇白菜的成長影響並不顯著。
- (2) 可能原因有日照不足，水量不足、天氣等可能情況導致成長效果不明顯外，更趨向萎縮。
- (3) 葉片的成長，咖啡渣與茶葉渣及肥料蟲害的狀況最少，其餘三株葉片一樣有蟲咬即在葉片上移動的痕跡。



圖十一(由第一作者拍攝)



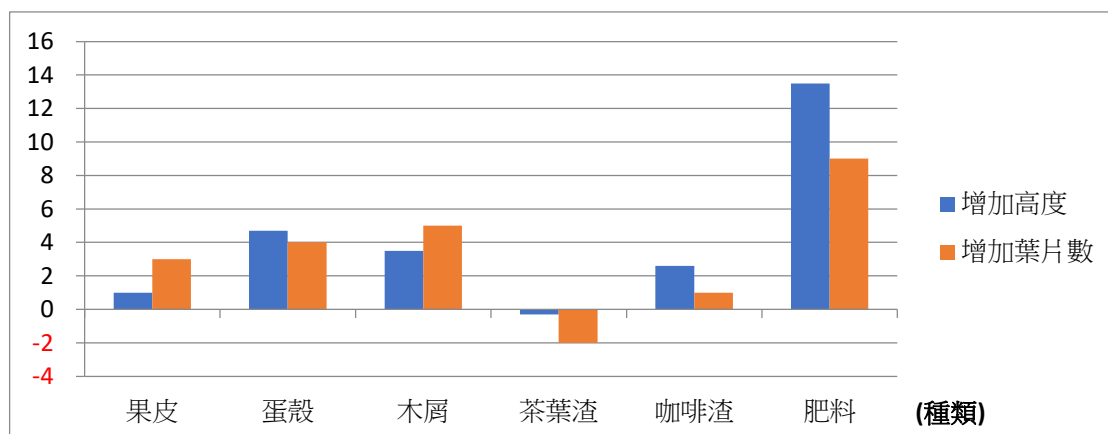
圖十二(由第一作者拍攝)



圖十三(由第一作者拍攝)

(三) 不同種類有機肥料對福山萵苣高度和葉片生長影響

1. 我們將每日觀察的結果記錄下來，依增加的高度和葉片數製成長條圖



表三、不同種類有機肥料對福山萵苣高度和葉片生長影響

2. 發現：

- (1) 茶葉渣對福山萵苣的生長，明顯比其他施肥的福山萵苣萎縮許多，推測是因為在茶葉渣吸水後膨脹，導致影響土壤吸收水分及不透氣，影響了植物的生長。
- (2) 除了有機肥料之外，蛋殼施肥的該盆對高度的影響最為明顯，其次為木屑，接著是咖啡渣和果皮，最差的是茶葉渣。從下圖中可發現，施加不同的有機肥料，對植物生長的影響會有所影響。



圖十四 以木屑施肥
(由第一作者拍攝)



圖十五 以果皮施肥
(由第一作者拍攝)



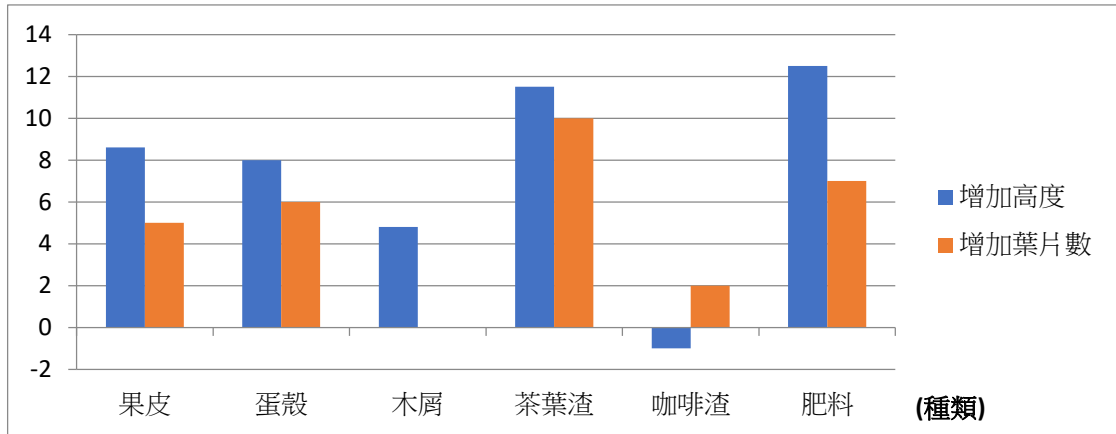
圖十六 以茶葉渣施肥
(由第一作者拍攝)



圖十七 以化肥施肥
(由第一作者拍攝)

(四) 不同種類有機肥料對青江菜高度、葉片生長影響

1. 我們將每日觀察的結果記錄下來，依增加的高度和葉片數製成長條圖



表四、不同種類肥料對青江菜高度和葉片生長影響

2. 發現

- (1) 有機肥料和茶葉渣皆能對青江菜成長有明顯影響。
- (2) 用咖啡渣施肥對青江菜的影響不大，其他五株皆有大幅成長，只有咖啡渣該盆成長停滯。
- (3) 以木屑做為有機肥料時，青江菜的葉片無增加，但在種植的過程一開始葉片是有變多的但之後有些又枯萎，最後只剩下五片葉子，和一開始相同。



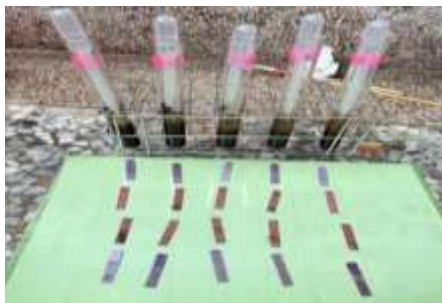
(五) 討論

1. 咖啡渣、果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣及市售肥料，市售肥料對四種植物的影響最顯著。依照紀錄數據，不同植物對於不同肥料的生長反應也有所差異。若專注於討論廚房可得的廢料，先去除市購的肥料，茶葉渣對於尖青杏最有生長幫助，蛋殼次之。果皮對於紫薇白菜最有助益，其他的似乎會使其萎縮。蛋殼使福山萵苣生長最快，但茶葉渣似乎會影響土壤吸水性而導致萎縮。茶葉渣、蛋殼與果皮對於青江菜生長有明顯幫助，咖啡渣卻使其生長停滯。

2. 咖啡渣在四種植物的施肥狀況最不理想，討論後可能的原因有以下幾點：
- (1) 咖啡渣曬乾後直接施肥，可能因內含的元素(咖啡因等)影響了植物生長。
 - (2) 沒有達到理想的溫度，而無法讓咖啡渣達到預期發酵的成果。
 - (3) 剛移植時的水量不夠，後續的水量沒有控制妥當，過多或太少，導致葉片有些爛掉。
 - (4) 咖啡渣與茶葉渣對於防蟲害的效果比果皮、蛋殼、木屑還要好。
3. 我們猜想導致植物生長差異的原因，有可能是受到所施加有機肥的pH值的影響。在查閱資料後得知，萵苣類的植物在土壤pH值5.5-6.5，生長情況比較良好。因此我們想對土壤的pH值進行測試，看看是否因為以咖啡渣做為肥料，會使土壤pH值較酸而影響到植物的生長。
- (1) 因種植後我們已將盆栽都清理掉，所以我們從新將廚餘撒在培養土上，澆水一個星期後，希望能讓養分進入土壤中，再去測量土壤的pH值。測量後發現以咖啡渣、茶葉渣、果皮、木屑、蛋殼施肥後的土壤pH值皆為7。用來澆水的自來水pH值為7.4，偏弱鹼性。

		
<p>圖二十二 以果皮施肥 (由第一指導教師拍攝)</p>	<p>圖二十三 以蛋殼施肥 (由第一指導教師拍攝)</p>	<p>圖二十四 以木屑施肥 (由第一指導教師拍攝)</p>
		
<p>圖二十五 以咖啡渣施肥 (由第一指導教師拍攝)</p>	<p>圖二十六 以茶葉渣施肥 (由第一指導教師拍攝)</p>	

(2) 因為測試出來的結果和預測的不同，本以為以咖啡渣施肥的土壤應該會較其他的酸，所以就以酸鹼試紙再測試一次。先將5公克的土壤放入試管中，再加入10mL的純水，放置一天後進行檢測。檢測進行了兩次，測試出來的結果皆未讓酸鹼試紙變色，推測皆為中性。



圖二十七 酸鹼試紙測試結果(由第一指導教師拍攝)

(3) 我們將加了肥料的培養土繼續澆水，再經過一週後，使用更精準的酸鹼測試儀進行測試。先將10公克的土壤放入試管中，再加入20mL的純水，放置一天後進行檢測。結果發現以蛋殼施肥的土壤pH值最接近中性，以咖啡渣施肥的土壤pH值為6.1，是裡面最酸的，但適合萵苣類的植物在土壤pH值5.5-6.5，應該是以咖啡渣施肥的狀況會是最適合的，沒想到種出來的結過卻是最不理想。因此，我們推測以咖啡渣施肥的酸鹼值不是造成福山萵苣生長不佳的主要原因。



圖二十八木屑施肥pH值
(由第一指導教師拍攝)



圖二十九茶葉渣施肥pH值
(由第一指導教師拍攝)



圖三十蛋殼施肥pH值
(由第一指導教師拍攝)



圖三十一咖啡渣施肥pH值
(由第一指導教師拍攝)



圖三十二香蕉皮施肥pH值
(由第一指導教師拍攝)



圖三十三培養土pH值
(由第一指導教師拍攝)

二、實驗二：探討不同種有機肥料經過腐熟發酵後對於植物生長狀況的影響

從實驗一中我們發現，用有機肥料直接堆肥對植物生長的影響不如市售肥料來的好，甚至會阻礙其生長，於是我們查詢了資料後知道，用有機肥料要經過腐熟發酵後，才能成為植物可利用的養分和腐植物質，直接堆肥也容易造成對植物根部的傷害。所以我們將咖啡渣和果皮、蛋殼、木屑和茶葉渣拌入培養土中(肥料和土的比例為1：3，市售肥料則適量撒在土上)進行二個月的腐熟發酵，再進行種植，觀察是否對植物的生長會更有幫助。在實驗的過程中，我們也修正了實驗一的不足，增加了只用培養土種植福山萵苣來和加入有機肥後做對比，在種植一個月後也將福山萵苣採收進行秤重，做重量的比較。

(一) 將咖啡渣和果皮、蛋殼、木屑和茶葉渣進行腐熟

1. 我們查詢了多種廚餘腐熟的方式，最後決定先將1公斤的廚餘和3公斤的培養土(1：3的比例)進行混合，再加入適量的水讓土可以捏成團，最後放進塑膠袋中進行腐熟發酵，塑膠袋的底部戳有許多小洞，讓廚餘液可以排出。
2. 在腐熟的過程，每天都會記錄溫度的變化，正常情況溫度會逐漸升高，之後下降至平穩則腐熟完成。但我們卻發現我們測量出的溫度都是隨著氣溫而變化，沒有明顯的上升，在請教園藝店的老闆後，推測應該是我們的廚餘量少，所以沒有出現溫度上升的情況。
3. 經過二個月的腐熟，土壤的顏色變深且鬆軟，也無臭味，香蕉皮、茶葉渣和木屑都已和培養土融合，找不到完整或塊狀的型態。



因季節關係，我們改用香蕉皮

圖三十四 (由第一指導教師拍攝)











觀察和紀錄腐熟後土壤

圖三十五(由第一指導教師拍攝)

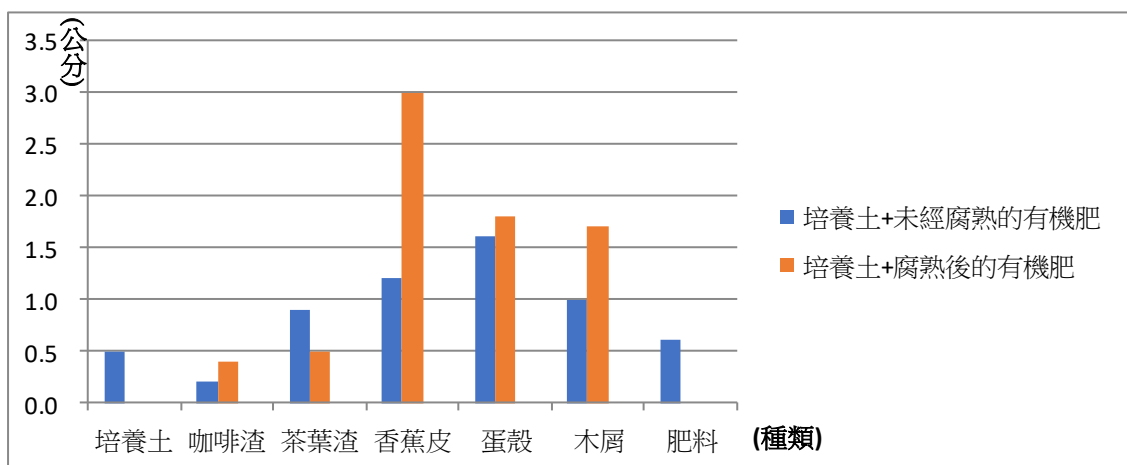
(二) 經腐熟後的有機肥料對福山萵苣高度、葉片生長影響

1. 因冬天的到來，我們選擇種植比較耐寒的福山萵苣來進行觀察，為了避免有其中一盆枯萎而無法繼續觀察，所以每種變化我們都種2盆。擔心腐熟後的有機肥料太肥而造成福山萵苣的枯萎，我們以培養土175公克加入100公克經腐熟後的有機肥料進行種植(咖啡渣占整體的9%，約為11:1)，未經腐熟的有機肥料則是加入25公克覆蓋在250公克的培養土上。在觀察記錄時二盆都會加以記錄，最後在比較時則是採用兩盆的數值平均，種植約一個月後進行採收秤重，以下是一個月後的生長情形。

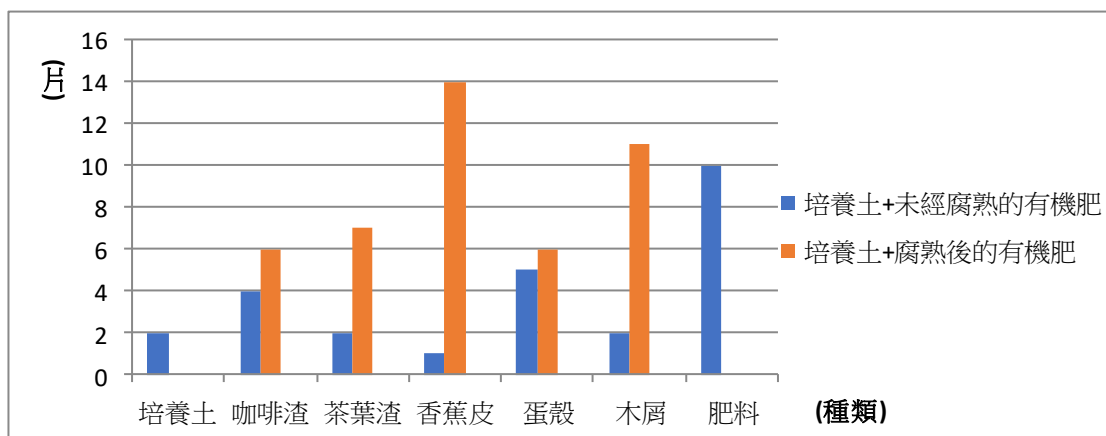
咖啡	 <p>圖三十六(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖三十七(由第二指導教師拍攝)</p>
茶葉	 <p>圖三十八由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖三十九(由第二指導教師拍攝)</p>
香蕉皮	 <p>圖四十(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖四十一(由第二指導教師拍攝)</p>

<p>蛋殼</p>	 <p>圖四十二(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖四十三(由第二指導教師拍攝)</p>
<p>木屑</p>	 <p>圖四十四(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖四十五(由第二指導教師拍攝)</p>
<p>化肥</p>	 <p>圖四十六(由第二指導教師拍攝)</p>	<p>照片拍攝於 12 月 25 日，可以看出生長狀況有很大的差距，除了葉片的大小不同外，我們也發現當葉片較少且瘦小時生長會往上，但當葉片多且較大片時，會往兩旁生長，高度不一定比較高。從照片中也可看出下層的葉片會有損傷或枯萎的狀況。</p>

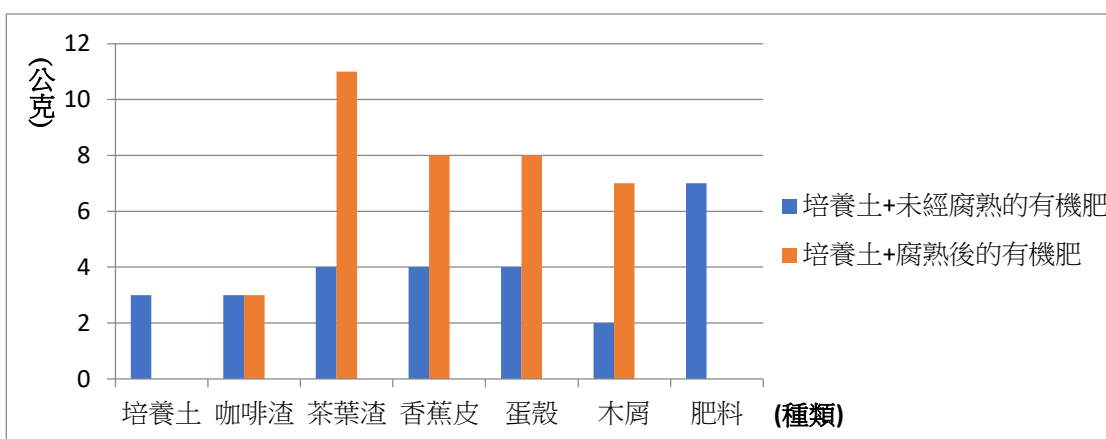
2. 我們將觀察的結果記錄下來，依增加的高度、葉片數和採收的重量製成長條圖



表五、經腐熟後的有機肥料對福山萵苣增加高度的影響



表六、經腐熟後的有機肥料對福山萵苣增加葉片數的影響



表七、經腐熟後的有機肥料對福山萵苣重量的影響

(三) 發現

1. 咖啡渣經過腐熟後，對福山萵苣的生長較未經腐熟咖啡渣來的好，但效果並不明顯；對比只用培養土種植，只有葉片數較多，但在增加的高度卻不如培養土，收成後的重量也只是相同；對比其他種有機肥料，咖啡渣拿來做為肥料的效果是最差的。
2. 茶葉渣經腐熟後，在福山萵苣增加的高度是不如未經腐熟的茶葉渣，但在葉片的增加上採收的重量都是勝過未腐熟的茶葉渣，整體看來對福山萵苣的生長還是有所幫助。
3. 香蕉皮經過腐熟後，不管在福山萵苣增加的高度、葉片數和重量的表現，都是遠過於未經腐熟的香蕉皮，整體效果甚至超過市售肥料。
4. 蛋殼經腐熟後，在福山萵苣增加的高度和葉片數，影響和未經腐熟的相差不大，但在福山萵苣採收的重量是未經腐熟蛋殼的二倍。
5. 木屑經腐熟後，對福山萵苣的成長幫助勝於未經腐熟的木屑，效果和市售肥料不相上下。







6. 以收成的重量來比較，不管是有無經過腐熟的有機肥料，除了咖啡渣和未經腐熟的木屑外對福山萵苣的生長皆是有所幫助的，有經過腐熟的有機肥料效果會比未經腐熟的有機肥料來的好，甚至勝於市售肥料。







三、實驗三：探討福山萵苣在生長過程追肥與否對生長狀況之影響。

在種植植物的過程，都會經由追肥來讓植物獲取更多的養分，長得更好，因此我們想嘗試每隔十天進行一次追肥，共追二次肥，來觀察是否對植物的生長有明顯的影響。

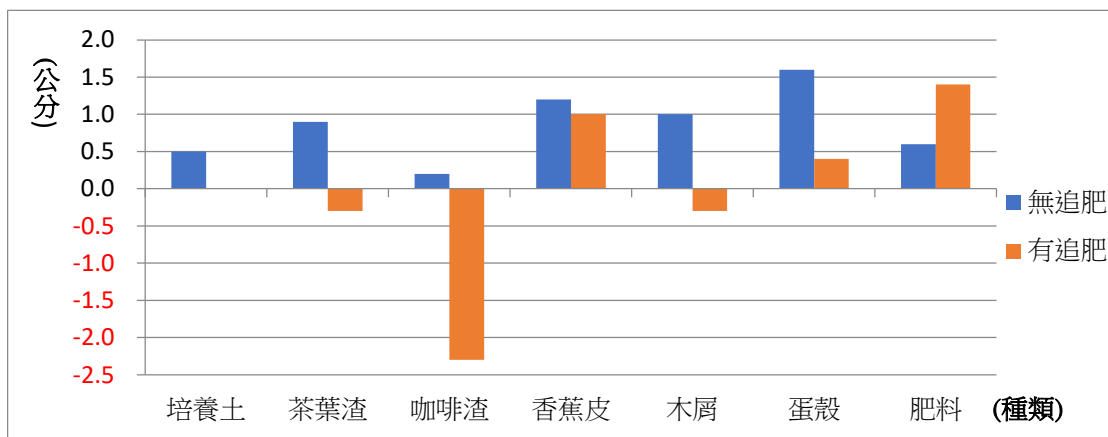
(一) 未經腐熟的有機肥料追肥對福山萵苣生長之影響

1. 每次追肥的量為一開始加入的一半，追肥的有機肥料只能均勻的鋪撒在培養土上，以下是生長情形。

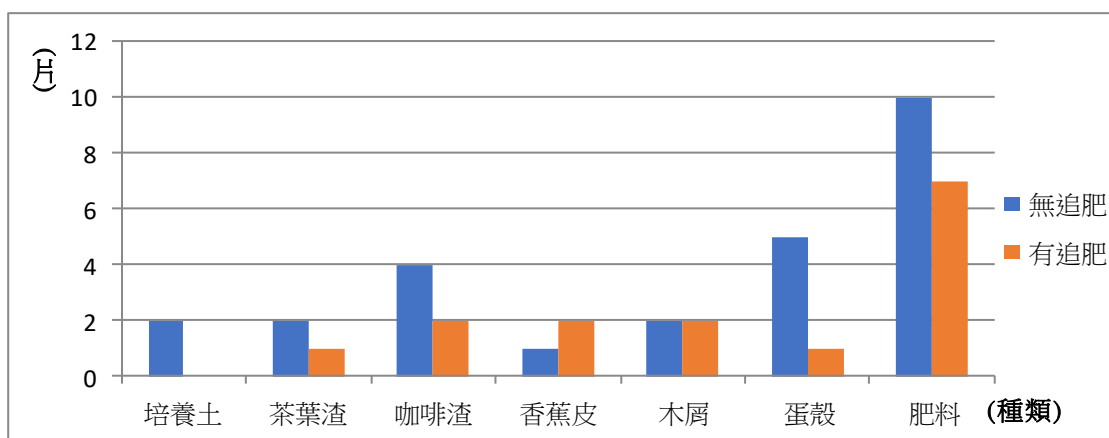
茶葉	 <p>圖四十七(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖四十八(由第二指導教師拍攝)</p>
咖啡渣	 <p>圖四十九(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖五十(由第二指導教師拍攝)</p>
香蕉皮	 <p>圖五十一(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖五十二(由第二指導教師拍攝)</p>

木屑	 <p>圖五十三(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖五十四(由第二指導教師拍攝)</p>
蛋殼	 <p>圖五十五(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖五十六(由第二指導教師拍攝)</p>
化肥	 <p>圖五十七五(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖五十八(由第二指導教師拍攝)</p>

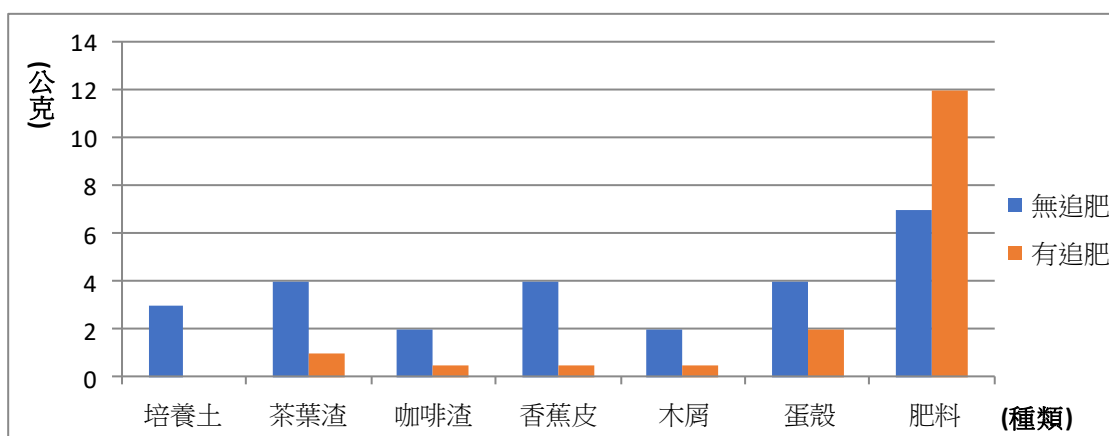
2. 我們將觀察結果記錄下來，再依增加的高度、葉片數和採收的重量製成長條圖



表八、未經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加高度的影響



表九、未經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加葉片數的影響



表十、未經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣重量的影響

3. 發現

- (1) 未經腐熟的有機肥料追肥對福山萵苣的生長沒有幫助，可能原因在於因為天氣較冷，其腐熟的速度不快，所以再次追肥造成有機肥料完全將土壤表面覆蓋住，影響的水分的滲透和透氣性，導致福山萵苣的生長狀況不佳。
- (2) 咖啡渣對福山萵苣的高度成長幫助是最小的，不利於福山萵苣的生長。
- (3) 由於有追肥的福山萵苣成長的狀況不佳，葉片也較小，甚至枯萎。
- (4) 葉片越多不代表重量會越重，葉片的大小也會影響到重量。



圖五十九 木屑完全覆蓋土壤
(由第一指導教師拍攝)



圖六十 最下層葉片枯萎
(由第一指導教師拍攝)



圖六十一 葉片大長得較好
(由第一指導教師拍攝)

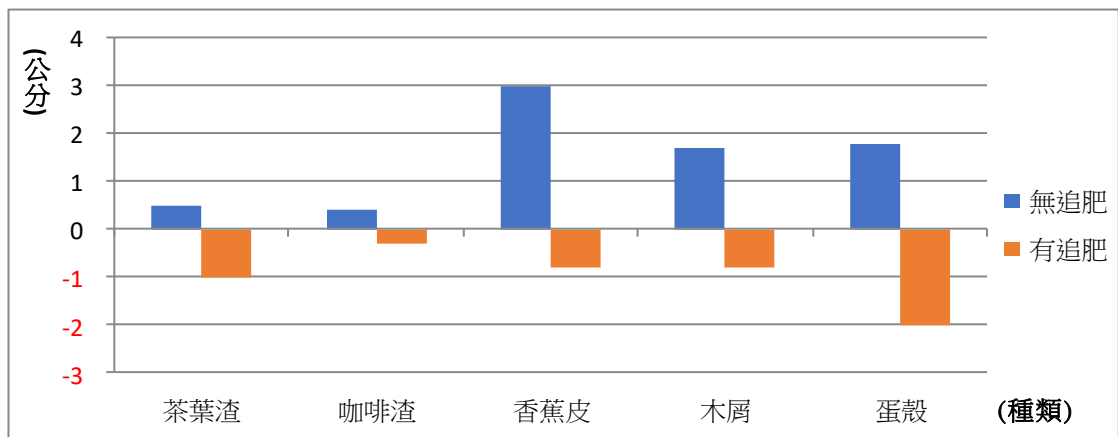
(二) 經腐熟的有機肥料追肥對福山萵苣生長之影響

1. 每次追肥的量為一開始加入的一半，追肥的有機肥料只能均勻的鋪撒在培養土上，以下是生長情形。

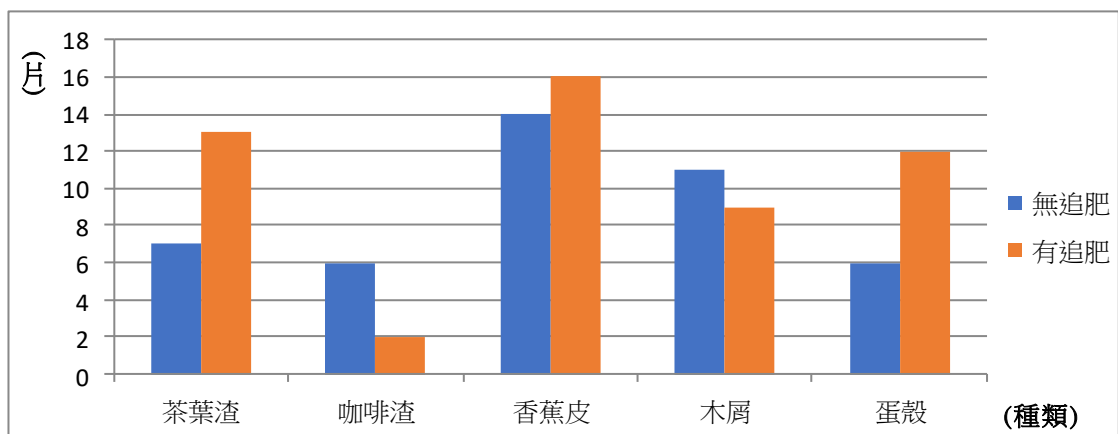
茶葉	 <p>圖六十二(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖六十三(由第二指導教師拍攝)</p>
咖啡渣	 <p>圖六十四(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖六十五(由第二指導教師拍攝)</p>
香蕉皮	 <p>圖六十六(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖六十七(由第二指導教師拍攝)</p>
木屑	 <p>圖六十八(由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖六十九(由第二指導教師拍攝)</p>



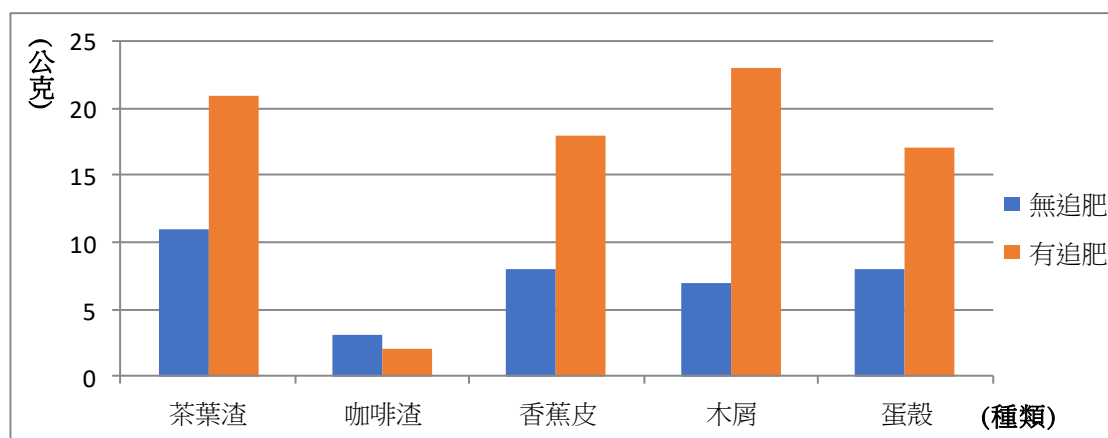
2. 我們將觀察結果記錄下來，再依增加的高度、葉片數和採收的重量製成長條圖



表十一、經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加高度的影響



表十二、經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加葉片數的影響



表十三、經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣重量的影響

3. 發現

- (1) 除了咖啡渣外，經腐熟的有機肥料追肥後，採收的重量都明顯增加了，效果比用市售肥料 追肥來的好。
- (2) 因此組的葉片數量較多，有些長在最下層的葉片會因為照不到太陽或是長得不好而枯萎。
- (3) 在量高度時也受到了影響，因每次量的葉片不是同一片，而越到後面因葉片變多不是很好測量，又因葉片變大所以有些下垂，天氣熱被太陽久曬時葉片也會顯得垂頭喪氣，造成高度都呈現負成長。

(三) 討論


1. 未經過腐熟的有機肥料對福山萵苣的生長幫助不大，若加入過多的未腐熟有機肥料，甚至會對福山萵苣的生長情況造成反效果。
2. 除了咖啡渣外，經過腐熟後的有機肥料，追肥後的效果明顯。
3. 咖啡渣不適合福山萵苣的生長，因此再次的追肥讓福山萵苣長得更不好。經查詢資料後得到的原因是未經腐熟的咖啡渣顆粒細小，黏在一起像黏土般，會影響植物對水分的吸收。
4. 市售肥料在10天內無法完全融化消失，我們就又加入新的肥料，有可能是因為這樣效果並不如經腐熟後的有機肥料明顯。

四、實驗四：探討咖啡渣搭配不同的肥料對福山萵苣生長狀況之影響

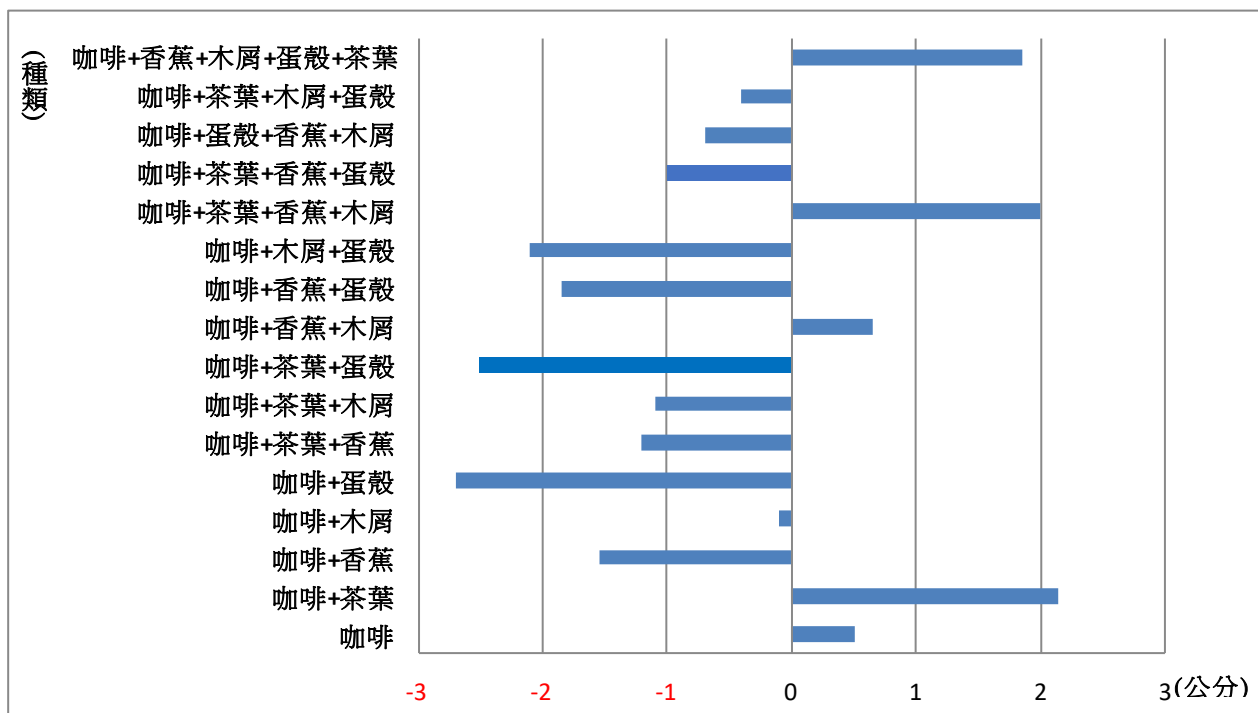
從實驗中，我們發現咖啡渣對四種植物都沒有明顯的幫助，甚至會影響生長，而市售肥料對四種植物的生長都有明顯的幫助，所以猜想會不會是因為市售肥料的養分比較全面，而咖啡渣的養分比較單一，所以我們嘗試用咖啡渣來搭配其他有機肥料，看看增加不同的養分對福山萵苣的生長能否有所幫助。

(一) 我們在培養土中固定加入100公克經腐熟後的有機肥料(依照搭配的数量進行等比分配克數)，並進行追肥。

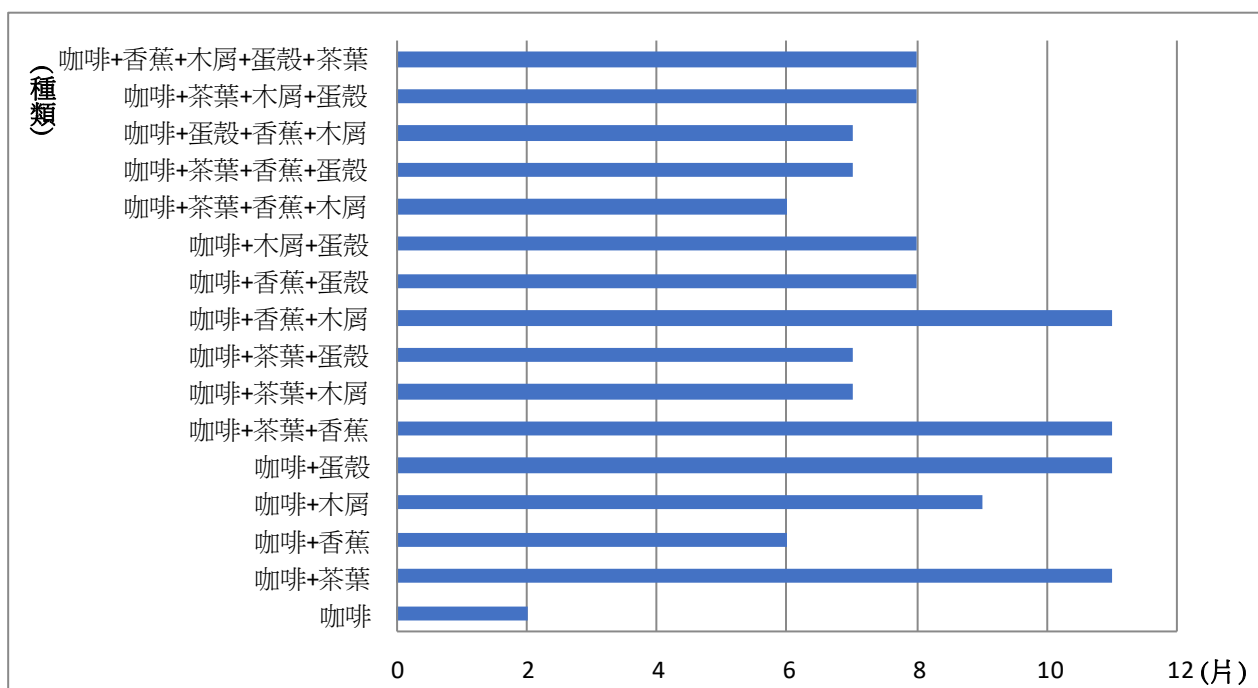
(二) 生長紀錄如下，可以從圖七十和圖七十一看出，以咖啡渣加蛋殼施肥的效果和只用咖啡渣施肥的效果差距不大，其餘的長勢都較單純使用咖啡渣做為有機肥料來的好。

 <p>圖七十二 (由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖七十三 (由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖七十四 (由第二指導教師拍攝)</p>
 <p>圖七十五 (由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖七十六 (由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖七十七 日常澆水 (由第一指導教師拍攝)</p>
 <p>圖七十八 (由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖七十九 (由第二指導教師拍攝)</p>	 <p>圖八十 頂樓上的小菜園 (由第二指導教師拍攝)</p>

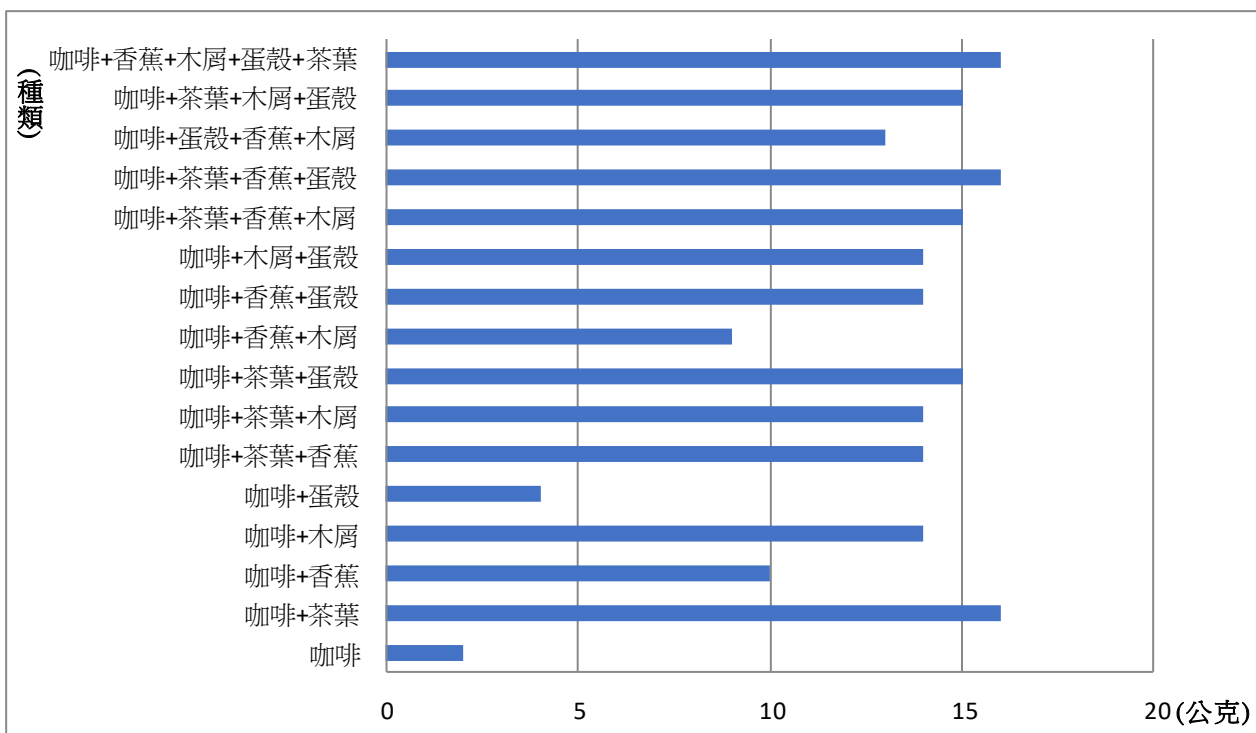
(三) 我們將觀察結果記錄下來，再依增加的高度、葉片數和採收的重量製成長條圖



表十四、經腐熟咖啡渣搭配不同有機肥料追肥後對福山萵苣增加高度的影響



表十五、經腐熟咖啡渣搭配不同有機肥料追肥後對福山萵苣增加葉片數的影響



表十六、經腐熟咖啡渣搭配不同有機肥料追肥後對福山萵苣重量的影響

(四) 發現

1. 咖啡渣不管搭配那些有機肥料，在葉片數的增加和重量上都比單純只用咖啡渣有幫助。推測是因為加入其他的肥料，讓咖啡渣不會密集的黏在一起。
2. 任何有機肥料加入咖啡渣經過追肥後，對福山萵苣的生長都較單一有機肥來的不好。
3. 咖啡渣搭配其他有機肥料，不是越多種類對福山萵苣的生長一定更有幫助。



圖八十一 (由第二指導教師拍攝)

我們將福山萵苣採收下來秤重並登記重量

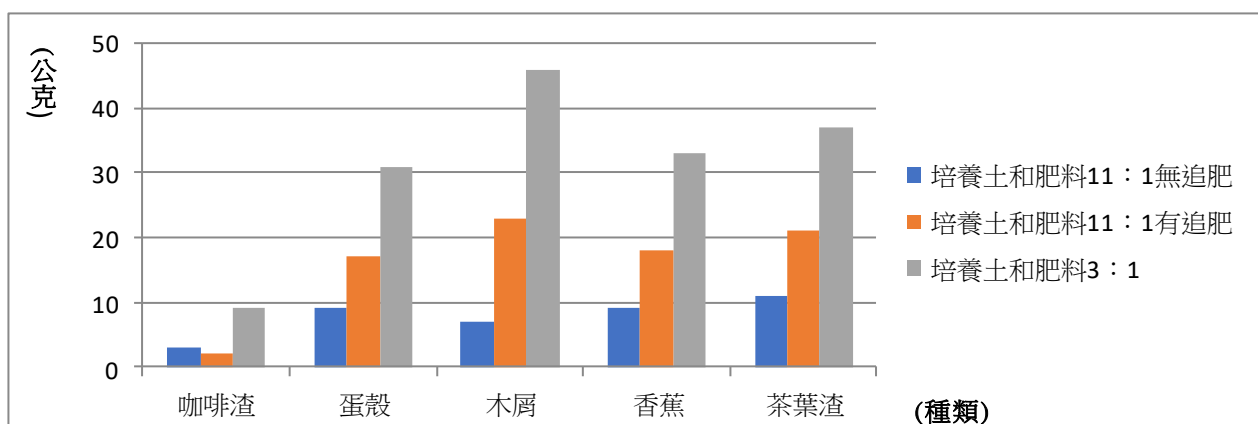
五、實驗五：探討不同比例有機肥料對於植物生長狀況的影響

因為我們找了许多資料，都沒有找到建議培養土和有機肥料的比列，我們怕加太多有機肥料導致土過肥沃而導致福山萵苣的枯萎，所以採用培養土和咖啡渣的比為11：1。在種植完需要觀察的福山萵苣後，發現還剩下幾株菜苗，我們直接拿腐熟過後的有機肥料來種，不再加入額外的培養土，讓培養土和咖啡渣的比列提高到3：1。因只是隨手種植，不在觀察記錄內，所以我們也沒有幫那幾盆做紀錄，但沒想到最後收成的時候，長得最好的卻是那幾盆(除咖啡渣外)！

(一) 一盆中有的種了2株菜苗，有的只種了一株，採收的紀錄如下表

	咖啡渣	蛋殼	木屑	香蕉	茶葉渣
重量(g)	9	31	39、46	27、33	37

(二) 培養土加入不同比例的有機肥料對福山萵苣採收重量的比較(皆為經過腐熟的有機肥料)



表十七、不同比例的咖啡渣對福山萵苣重量的影響



(三) 發現

1. 培養土和有機肥料的比例會影響福山萵苣的生長。
2. 培養土和有機肥料比例為3：1時，福山萵苣生長的效過好過於11：1追肥的效果。
3. 雖然比例會影響福山萵苣生長，但其他的變因是，我們種植培養土和有機肥料為3：1的花盆比較大，土也比較多，且肥料的使用方式是直接混入土中，而非撒在培養土上，這些都可能影響準確性。

六、實驗六：探討不同比例的咖啡渣對於植物生長狀況的影響

經由實驗五，我們推測不同比例的肥料會對福山萵苣的生長有所影響。在實驗五的實驗中，是將有機肥料和土混和後再種植福山萵苣，而實驗一到四，則是以培養土種植福山萵苣，之後再加上有機肥料或是混合有機肥料的土壤。考慮一般種植的情況施肥都是之後才添加，所以還是選擇以培養土種植福山萵苣再添加有機肥料於土壤上層。我們嘗試以不同比例的咖啡渣(2%、4%、6%、8%、10%)種植福山萵苣，觀察其生長狀況。但因為時間有限，我們沒有辦法再次將咖啡渣進行二個月的腐熟，所以這次我們採用將咖啡渣進行乾性腐熟，將咖啡渣平鋪於容器，放在頂樓曬太陽，每隔一天用鏟子翻攪咖啡渣，約一個星期後咖啡渣顏色變深且沒有異味則腐熟完成，如下圖。



圖八十七(由第一指導教師拍攝)

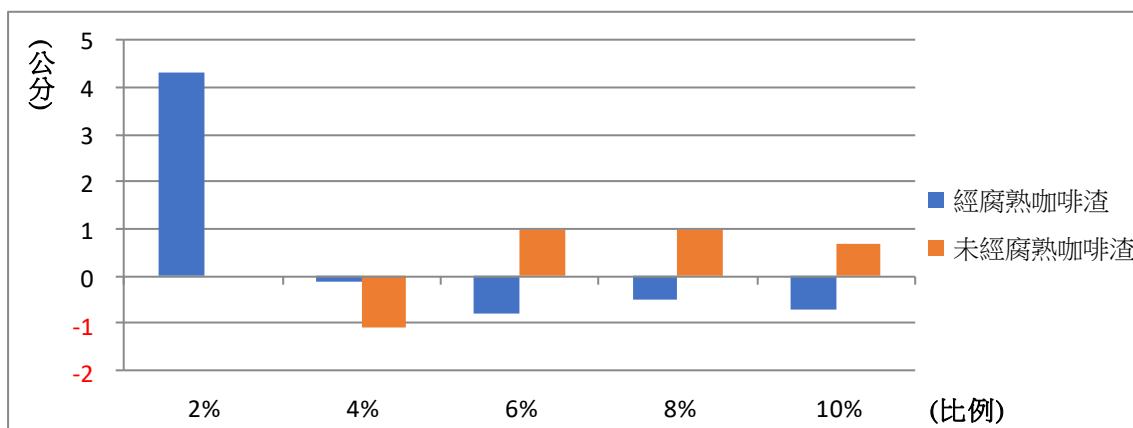
因為乾性腐熟的咖啡渣和之前將咖啡渣混入培養土中進行腐熟的方式不同，所以我們將未經腐熟的咖啡渣做為對照組，看看用乾性腐熟的咖啡渣做為肥料，對福山萵苣的生長會不會和以未經腐熟的咖啡渣做為肥料有所不同。

(一) 未經腐熟的咖啡渣和經腐熟咖啡渣對福山萵苣生長之影響比較

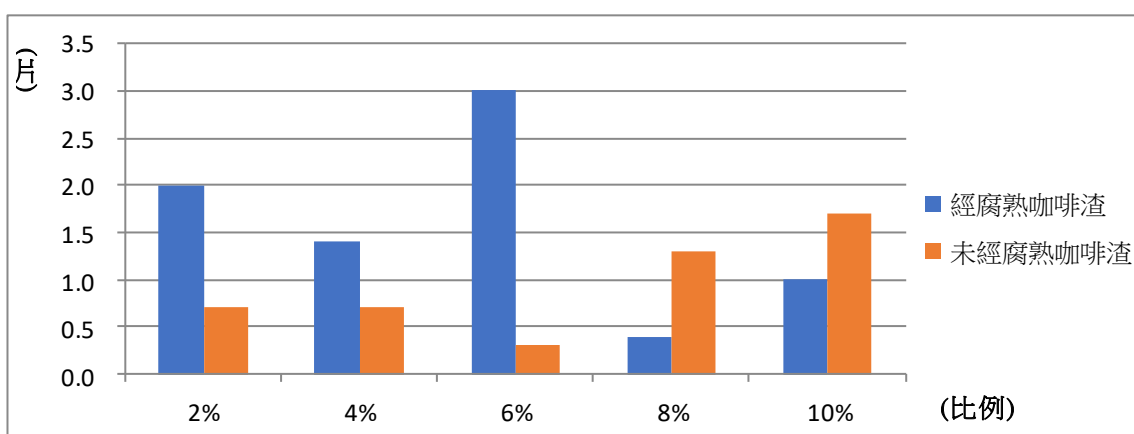
1. 以培養土+咖啡渣為200g為標準，來種植福山萵苣的菜苗，再算出咖啡渣分別為4g(2%)、8g(4%)、12g(6%)、16g(8%)、20g(10%)，鋪灑在培養土上。
2. 一開始無法將菜苗秤重(因根部包含了許多土)，所以我們只能挑選大小相似

的菜苗進行種植，含土的重量皆為18g，葉片數為五片或七片。

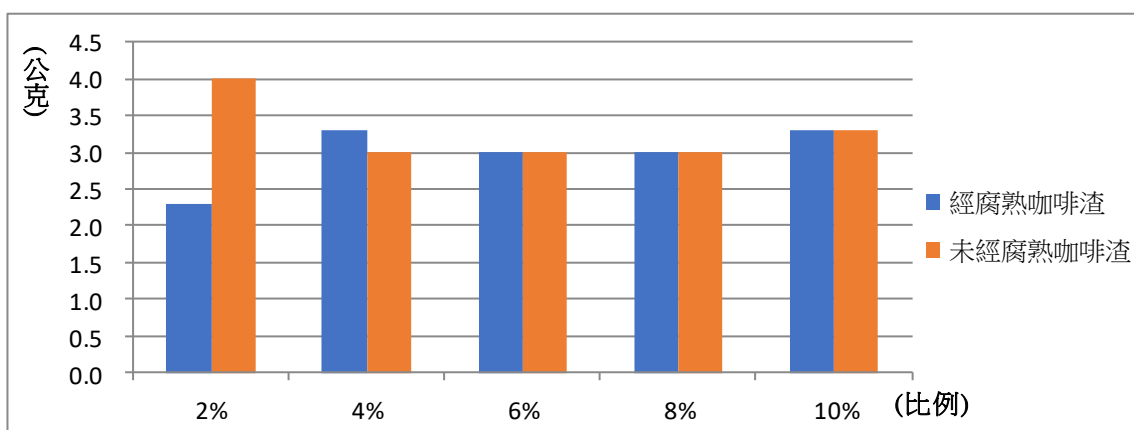
- 我們每週記錄一次，種植三週後進行採收，並將觀察結果記錄下來，依增加的高度、葉片數、和採收的重量製成長條圖。



表十五、經腐熟和未經腐熟咖啡渣以不同比例施肥對福山萵苣高度數的影響



表十六、經腐熟和未經腐熟咖啡渣以不同比例施肥對福山萵苣葉片數的影響



表十七、經腐熟和未經腐熟咖啡渣以不同比例施肥對福山萵苣葉重量的影響

4. 發現

- (1)以增加高度來看，經腐熟咖啡渣佔土壤比例為2%時，葉片高度增加最為明顯，其餘都是減少；而未經腐熟的咖啡渣在佔土壤比例為4%以上會稍微增加。
- (2)以葉片數來說經腐熟的咖啡渣再佔土壤比例為6%以下增加的葉片數量較未經腐熟的多，在咖啡渣佔土壤的比例為8-10%時，則是未經腐熟的咖啡渣增加較多。
- (3)以重量來看以佔土壤2%未經腐熟的咖啡渣施肥時，生長狀況最好，之後不管腐熟與否，相差微小或相同。
- (4)我們以培養土種出來的福山萵苣的採收重量分別為4g、4g和5g，比用咖啡渣做為肥料來的重些，可以見就算以咖啡渣做為肥料，土壤的肥沃度增加，也不見得可以讓福山萵苣長得好。
- (5)對比之前把咖啡渣埋在土中的腐熟方式，種出來的福山萵苣重量和以乾性腐熟的咖啡渣沒有明顯差別。

(二) 討論

1. 咖啡渣不管是否經過腐熟，一段時間後，就會在土壤表面結成硬塊，甚至一開始在水的表面會有一層油脂，澆水下去後要經過一下子才會滲透進去，對土壤的透水性和透氣性都會有影響。



圖八十八(由第一指導教師拍攝)



圖八十九(由第一指導教師拍攝)

圖八十六為以咖啡渣施肥的盆栽，澆水後可明顯看出有積水，而圖八十七則為單純培養土，澆水後水很快就滲入土中，看不出積水。

2. 因在前面的實驗中以咖啡渣做為有機肥料施肥，對我們種植的植物幫助不大，所以我們想知道以咖啡渣施肥是否能增加土壤的肥沃度。在使用土壤檢測儀測試後，發現咖啡渣腐熟與否對土壤的肥沃度影響不大，而咖啡渣的量增加土壤的肥沃度也會有所增加。因土壤檢測儀只要是氮在50-200ppm、磷4-14ppm、鉀50-200ppm皆為理想，所以無法個別測出增加的是哪種養分。



圖九十(由第一指導教師拍攝)



圖九十一(由第一指導教師拍攝)

咖啡渣不管腐熟與否，土壤的肥沃度相當，但添加10%的未腐熟咖啡渣土壤較添加2%的肥沃



圖九十二(由第一指導教師拍攝)



圖九十三(由第一指導教師拍攝)

以未經腐熟的咖啡渣施肥後，土壤會較只有培養土來得肥沃。

3. 將咖啡渣直接鋪灑在表面會變硬結塊，因此不管是以咖啡渣直接施肥或是乾性腐熟的效果都不佳，即使改變咖啡渣的比例也無法呈現明顯的效果。而在實驗五中，咖啡渣是直接混入培養土中種植福山萵苣，這樣的方式種植出來的結果是最好的，我們推測的原因是咖啡渣因為有培養土混在其中，所以不結塊，較不影響土壤的透氣性和透水性，進而讓福山萵苣長得較好。
4. 在調整了咖啡渣的比例後，本以為提高咖啡渣的含量會讓福山萵苣長得比較好，但卻沒有明顯的成長，所以咖啡渣腐熟與否和所佔的比例，都不是影響福山萵苣生長的主要原因。



圖九十四 採收福山萵苣 (由第一指導教師拍攝)



圖九十五 福山萵苣秤重並記錄 (由第一指導教師拍攝)



伍、結論

陸、未來展望

柒、參考文獻



伍、結論

- 一、實驗一中，四種植物適合的pH值皆在5.5-6.5之間。比較起來以茶葉渣和香蕉皮做為有機肥料土壤的pH值在6.8，木屑的PH值則為6.5，咖啡渣的酸度pH值6.1最酸，蛋殼為中性(pH 7.1)。如果只單純考慮pH值，咖啡渣應該是最適合拿來做為有機肥料的，但最後種出來的效果卻是最不好，可能還有其他的原因，像是咖啡渣會結塊影響透水性、咖啡因、養分單一等問題。
- 二、生活中常見的香蕉皮、蛋殼、茶葉渣和木屑，經過腐熟後都是很好的有機肥料，而腐熟後定期追肥的效果會更好。
- 三、常見的廚餘在經過腐熟後拿來堆肥的效果會比較好，未經處理拿來堆肥如果少量對植物的生長會有些許的幫助，但是如果量太多蓋住土壤的表面，就對植物的生長造成不良的影響。
- 四、在我們的實驗過程中，實驗一的種植是在暑假，種植在家中的陽台，觀察到以咖啡渣和茶葉渣施肥的植物蟲害較少，但之後是在學校頂樓的空地，所以無關觀察到蟲害問題。
- 五、以福山萵苣來說，我們發現雖然高度增加都不明顯，但是葉片經施加有機肥後的增加是很明顯的。不過葉片的多寡和最後的重量也不一定成正比，若葉片多卻長得不夠大，最後秤出來的重量反而不及葉片少卻大的。
- 六、以咖啡渣做為有機肥料時，最好的方式是加入其他種類的有機肥料後進行腐熟，且避免直接鋪灑在土壤的表面使咖啡渣結成塊影響土壤得透氣性，和種植的培養土均勻混合後再摘種，種出來的效果最好。

陸、未來展望

- 一、在實驗一後，我們花了二個月的時間堆肥，再次種植時間在十二月，那時的天氣不但變化很大，溫差也很大，因此在種植時，葉片有時會因水傷或日燒而枯萎，而在測量時會因太陽太大而使葉片下垂，造成測量上的誤差。若能在溫度比較穩定的時候種植或是能在溫室中，植物的生長應該會更加穩定，實驗也會更準確。
- 二、實驗過程我們發現，福山萵苣在生長時葉片多卻不一定長的大片，之後可以研究如何讓葉片長得又多又大片，或是哪一種肥料可以增加葉片的生長重量。
- 三、由於台灣手搖飲一年銷售額高達十二億杯，每天的茶葉渣廢料也是很多。以我們

的數據分析，茶葉渣拿來堆肥的效果也是不錯的，兩者也有防蟲害效果，或許咖啡渣加上茶葉渣的混合肥料，經過比例上的調整，也是一個未來的選項。

- 四、雖然我們的實驗結果發現咖啡渣對尖青杏、紫薇白菜生、福山萵苣和青江菜的生長沒有幫助，但根據國立臺灣大學園藝暨景觀學系公布「咖啡渣全物利用研究」產學研究計畫成果表示，空心菜苗生長初期，即投入使用10%回收咖啡渣有機堆肥，試驗成果顯示可大幅提升空心菜高達105% 鮮重。可見若多嘗試不同植物、調整比例和在植物不同的生長階段適時的加入咖啡渣，也許就能讓咖啡渣發揮功用！
- 五、雖然以咖啡渣施肥容易讓咖啡渣結成塊狀，但也確實能增加土壤肥沃度，如果嘗試做成液態肥，也許就能避免這樣子的困擾。

柒、參考文獻資料

- 一、生活風格-咖啡渣別丟掉!12種意想不到用途公開防蟲除臭還可以醃肉?
<https://blog.pinkoi.com/hk/lifestyle/2111-coffee-ground/>
- 二、華人健康網-咖啡渣的10種再利用:除臭、除濕還能驅蚊!
<https://www.top1health.com/article/47981>
- 三、民視新聞網-蛋殼、咖啡渣不能直接拿來施肥?少了「這步驟」反而害死植物!
<https://www.ftvnews.com.tw/news/detail/2021310W0096>
- 四、49屆科展-好咖來找茶-卡好的植物有機肥
- 五、51屆科展-咖啡渣和茶葉渣的默契
- 六、本省莧菜栽培簡介
https://scholars.tari.gov.tw/bitstream/123456789/11512/1/journal_jts_28-3.pdf
- 七、設施小白菜土壤管理與施肥推薦參考資訊
<https://scholars.tari.gov.tw/bitstream/123456789/16950/1/222-2.pdf>
- 八、土壤選擇與肥培管理
<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.pHp?id=8868>
- 九、全國高級中等學校專業群科105年專題暨創意製作競賽-作品名稱：『羊』養得益
<https://vtedu.k12ea.gov.tw/uploads/16087059091374ic1CdEX.pdf>
- 十、正確地使用咖啡渣在你的花盆裡
<https://shop.okogreen.com.tw/Article/Detail/61626>
- 十一、用咖啡渣設下「菜葉」防護罩！飛蛾、病菌都嚇跑
<https://shop.okogreen.com.tw/Article/Detail/61626>
- 十二、張簡秀容，「葉萵苣栽培管理」，台灣農業，VOL .35 NO.1，1999年



敬請批評指教



【評語】 082905

1. 本實驗有良好的科學實驗內容，包括實驗設計、執行方法、討論實驗結果，能依前一項實驗結果設計新的實驗方向與內容。
2. 咖啡渣成為堆肥前的實驗過程，建議可先審視過去科展或現有的文獻資料，將可得知咖啡渣含有氮化物，適合喜歡酸性土壤的植物才有助於生長觀察，且經由腐熟程序後具有肥效，進而減少實驗一的失敗過程。
3. 廚餘腐熟過程需要精確控制溫度和時間，也因此增加實驗操作的困難度及不確定性，建議可再深入解決咖啡渣與其他廚餘腐熟後的肥料易結塊的問題，並能有效轉化應用於日常生活的有機肥料。

作品簡報

咖啡渣棄不棄



有機肥的成效探討



摘要

現代人對咖啡的需求量很大，煮完咖啡後剩餘的咖啡渣常被丟進垃圾桶，因此我們想知道咖啡渣是否能像蛋殼、果皮、茶葉渣等當做肥料，來幫助植物的生長。我們實驗分為兩階段，第一階段，以我們常見的將廚餘直接鋪在土上面施肥，但發現效果不好；經過修正後再進行第二階段。我們單純討論福山萵苣的成長，並將廚餘分成腐熟與未腐熟的方式栽種福山萵苣，我們發現咖啡渣以外的廚餘經過腐熟後再進行堆肥效果好過市售肥料。之後也嘗試將咖啡渣和其他的肥料混合與調整咖啡渣的比例，希望找到能幫助植物生長的方式，但原本期待咖啡渣能變身成廚餘黃金，實驗結果卻讓人從夢中清醒，咖啡渣雖能提供養分，但容易結塊的特性，造成對植物的生長幫助有限！

壹、研究動機

每天早上爸爸媽媽出門前都會自己沖一杯現磨咖啡，沖泡後剩餘的咖啡渣都去了哪裡呢？最經常被大家所知道的就是除臭，通常會在廁所、廚房、冰箱見到它們的身影，不禁思索，除了除臭之外我們還能如何應用，在網路上搜索後才發現咖啡渣實際能應用的地方很廣泛，例如：清除頑垢、掩飾木製家具刮痕、驅除蚊蟲、栽種植物(肥料)。有時走在路上都能見到有人將咖啡渣、茶葉渣、果皮和蛋殼等常見的廚餘拿來當肥料使用，因此我們想研究生活中的廚餘對植物生長是否有所幫助，能讓垃圾變黃金！

貳、研究目的

- 一、探討咖啡渣與果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣、有機肥料這六種不同的肥料對尖青、紫薇白菜生、福山萵苣和青江菜生長狀況之影響。
- 二、探討咖啡渣與果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣經過堆肥後對福山萵苣生長狀況之影響
- 三、探討福山萵苣在生長過程追肥與否對生長狀況之影響。
- 四、探討咖啡渣搭配不同的肥料對福山萵苣生長狀況之影響。
- 五、探討不同比例有機肥料對於植物生長狀況的影響
- 六、探討不同比例的咖啡渣對於植物生長狀況的影響

參、研究設備及器材

咖啡渣、果皮(火龍果皮、芒果皮、香蕉皮)、蛋殼、木屑、茶葉渣、有機肥料、尖青杏菜苗、紫薇白菜菜苗、福山萵苣菜苗、青江菜菜苗、培養土、尺、花盆、100 毫公升量杯、竹筷子、冰棒棍、滴管、試管、試管架、電子秤、純水、酸鹼試紙、廣用試紙、土壤測試儀、酸鹼檢測儀。

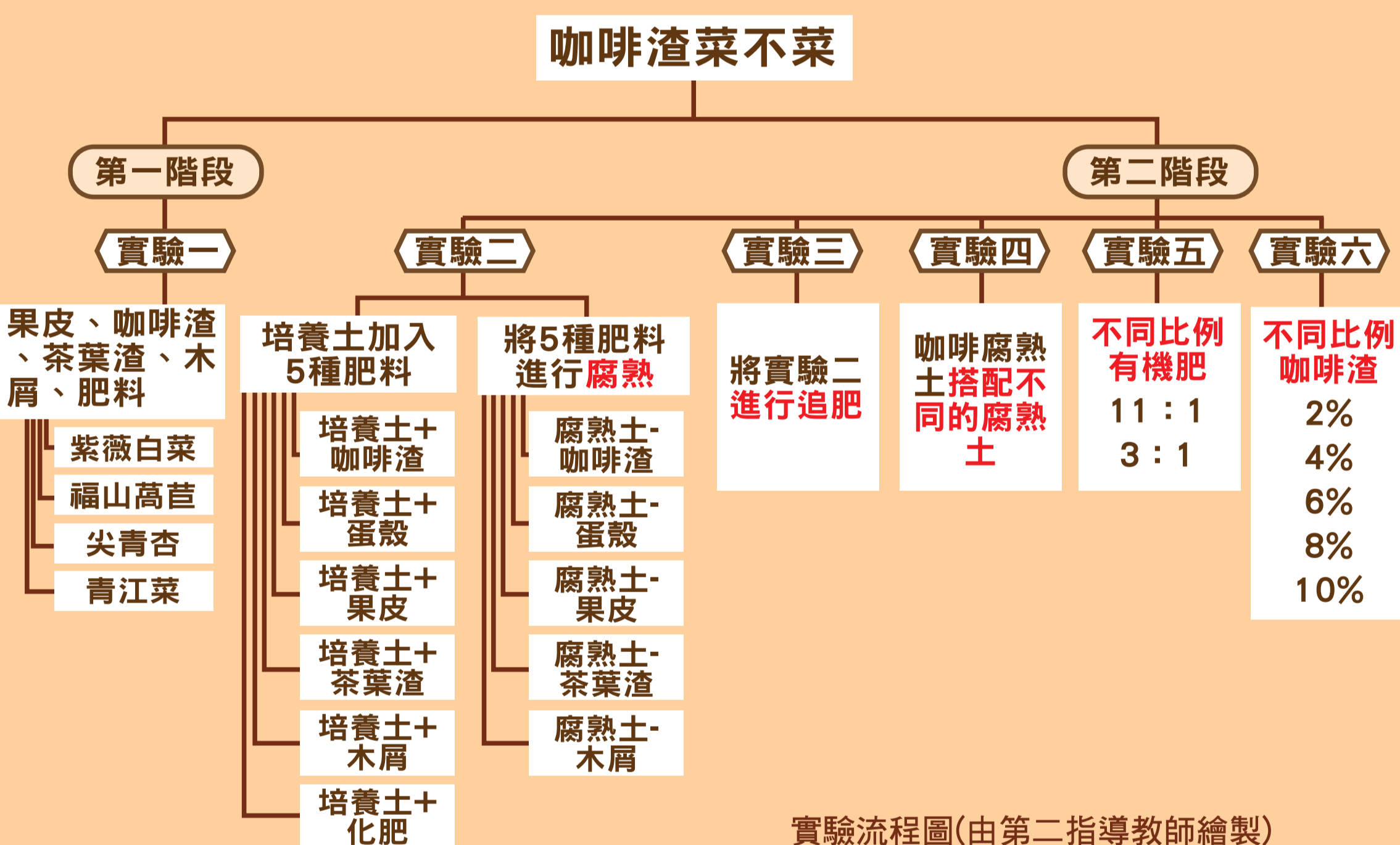


(上圖皆由第一作者拍攝)



(上圖由第一指導教師拍攝)

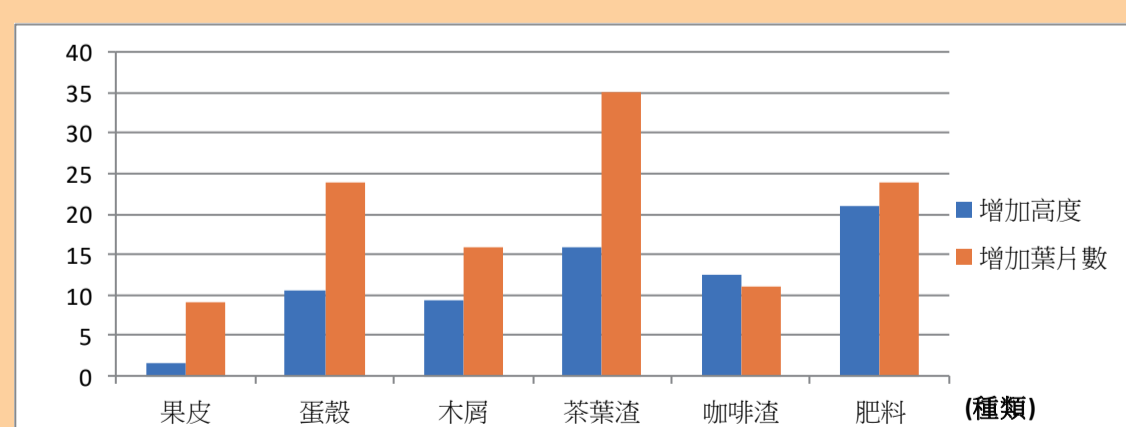
肆、研究過程及方法



一、實驗一：探討不同種有機肥料對於植物生長狀況的影響

我們選用了常見的廚餘—咖啡渣、果皮、蛋殼、木屑、茶葉渣、市售肥料這六種不同的肥料來種植尖青杏、紫薇白菜、福山萵苣和青江菜。

(一)不同種類有機肥料對尖青杏高度、葉片生長影響，觀察結果如下

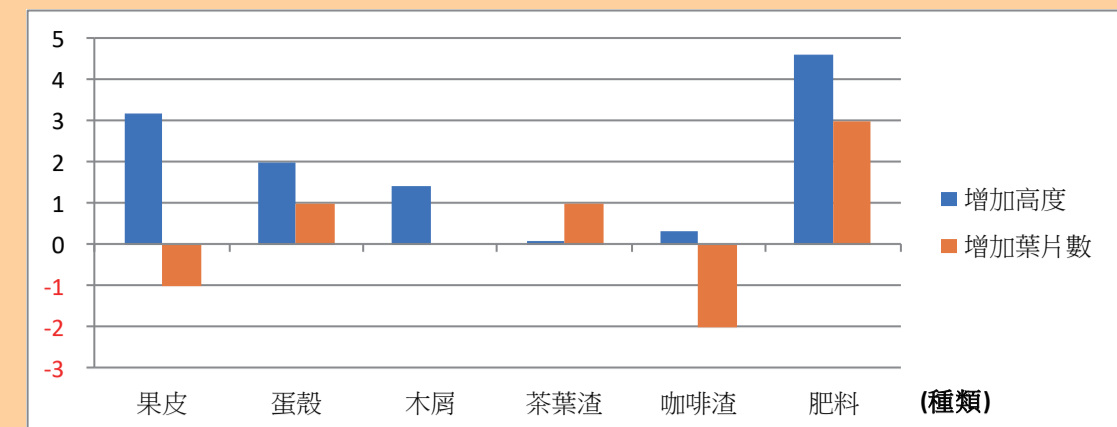


表一、不同種類有機肥料對尖青杏高度和葉片生長影響的長條圖

1.發現：

- (1)茶葉渣、咖啡渣、蛋殼、木屑及市售肥料，比果皮的尖青杏高出8-18公分，六種不同肥料對尖青杏的高度及葉片生長，都具有一定的影響效果。
- (2)在這些不同施肥的種類中，以市售肥料對尖青杏高度的差異最高，而茶葉渣對增加葉片差異度最高，因咖啡渣該盆改用備用，故數據上產生差異。
- (3)在葉片上，咖啡渣和茶葉渣與其他四株比較，較能防止蟲害，除以咖啡渣和茶葉渣為肥料之尖青杏，其他四株的葉片上有蟲咬與移動痕跡。

(二)不同種類有機肥料對紫薇白菜高度和葉片生長影響，觀察結果如下

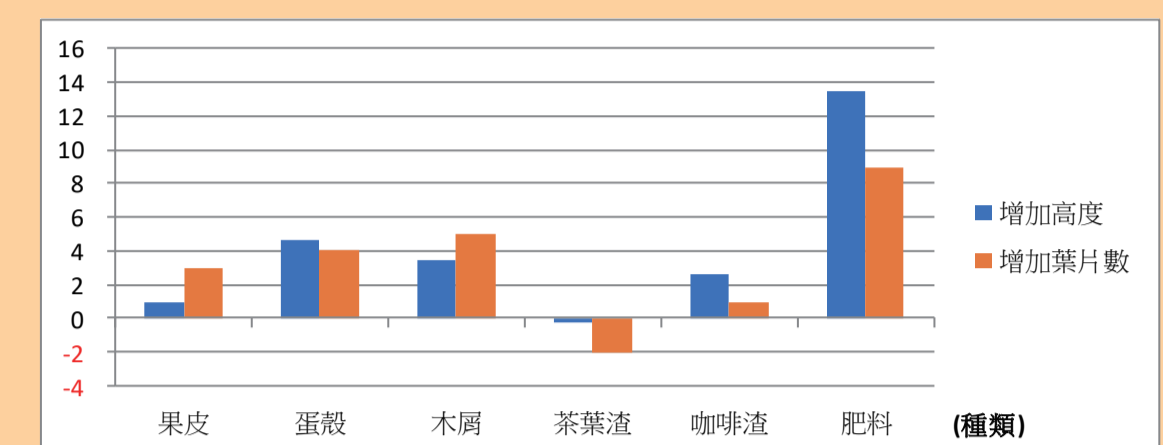


表二、不同種類有機肥料對紫薇白菜高度、葉片生長影響

1.發現：

- (1)除了有機肥料外，咖啡渣其他四種肥料對紫薇白菜的成長影響並不顯著。
- (2)可能原因有日照不足，水量不足、天氣等可能情況導致成長效果不明顯外，更趨向萎縮。
- (3)葉片的成長，咖啡渣與茶葉渣及肥料蟲害的狀況最少，其餘三株葉片一樣有蟲咬即在葉片上移動的痕跡。

(三)不同種類有機肥料對福山萵苣高度和葉片生長影響，觀察結果如下



表三、不同種類有機肥料對福山萵苣高度和葉片生長影響

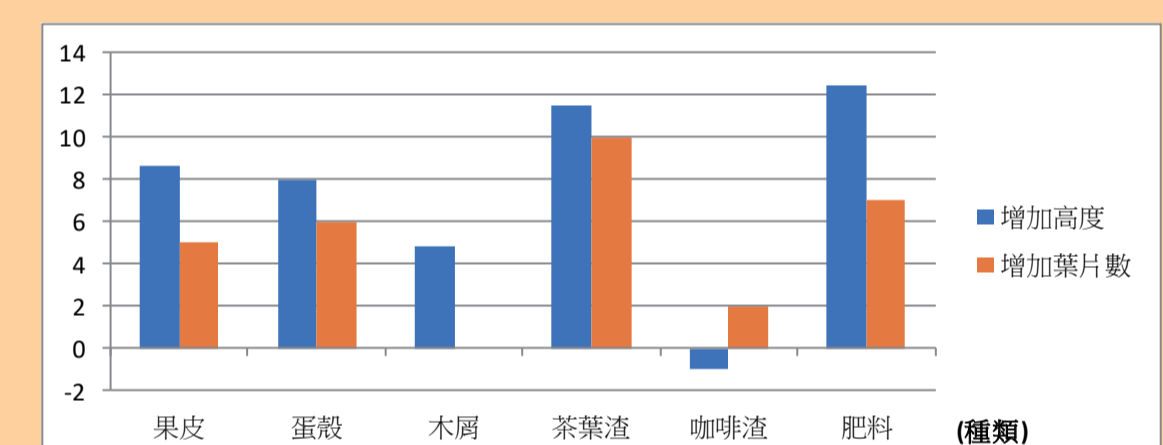
1.發現：

- (1)茶葉渣對福山萵苣的生長，明顯比其他施肥的福山萵苣萎縮許多，推測是因為在茶葉渣吸水後膨脹，導致影響土壤吸收水分及不透氣，影響了植的生長。
- (2)除了有機肥料之外，蛋殼施肥的該盆對高度的影響最為明顯，其次為木屑，接著是咖啡渣和果皮，最差的是茶葉渣。從下圖中可發現，施加不同的有機肥料，對植物生長的影響會有所影響。



(上圖皆由第一作者拍攝)

(四)不同種類有機肥料對青江菜高度、葉片生長影響，觀察結果如下



表四、不同種類肥料對青江菜高度和葉片生長影響

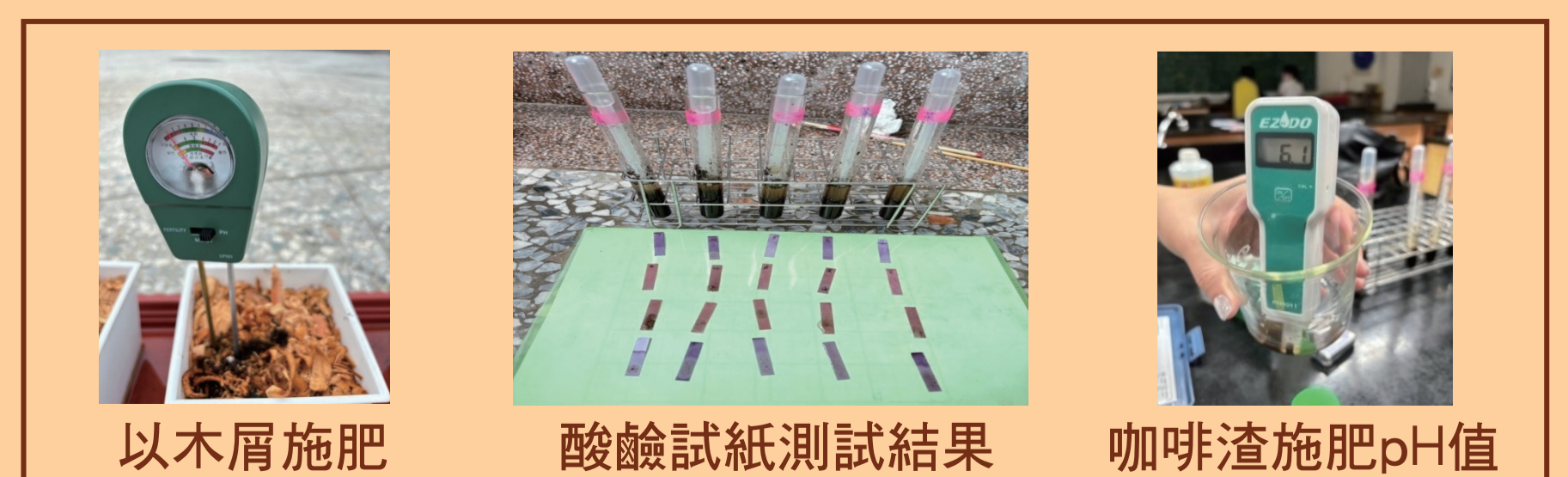
1.發現

- (1)有機肥料和茶葉渣皆能對青江菜成長有明顯影響。
- (2)用咖啡渣施肥對青江菜的影響不大，其他五株皆有大幅成長，只有咖啡渣該盆成長停滯。
- (3)以木屑做為有機肥料時，青江菜的葉片無增加，但在種植的過程一開始葉片是有變多的但之後有些又枯萎，最後只剩下五片葉子，和一開始相同。

(五)討論

- 1.市售肥料對四種植物的影響最為顯著，不同植物對於不同肥料的生長反應也有所差異。
- 2.咖啡渣在四種植物的施肥狀況最不理想，討論後可能的原因有以下幾點：
 - (1)咖啡渣曬乾後直接施肥，可能因內含的元素(咖啡因等)影響了植物生長。
 - (2)剛移植時的水量不夠，後續的水量沒有控制妥當，過多或太少，導致葉片有些爛掉。
- 3.我們猜想導致植物生長差異的原因，有可能是受到所施加有機肥的pH值的影響。
 - (1)我們從新將廚餘撒在培養土上，澆水一個星期後測量土壤的pH值。以咖啡渣、茶葉渣、果皮、木屑、蛋殼施肥後的土壤pH值皆為7。
 - (2)因為測試出來的結果和預測的不同，所以就以酸鹼試紙再測試一次。檢測的結果皆未讓酸鹼試紙變色，推測皆為中性。
 - (3)我們將加了肥料的培養土繼續澆水，再經過一週後，使用更精準的酸鹼測試儀進行測試。結果發現以咖啡渣施肥的土壤pH值為6.1，而適合萵苣類生長的土壤pH值為5.5-6.5，應該以咖啡渣施肥的狀況會是最適合的，沒想到種出來的結過卻是最不理想。因此，我們推測以咖啡渣施肥的酸鹼值不是造成福山萵苣生長不佳的主要原因。

施加有機肥	木屑	茶葉渣	蛋殼	咖啡渣	香蕉皮	培養土
PH值	6.5	6.8	7.1	6.1	6.8	6.5



(上圖皆由第一指導教師拍攝)

二、實驗二：探討不同種有機肥料經過腐熟發酵後對於植物生長狀況的影響

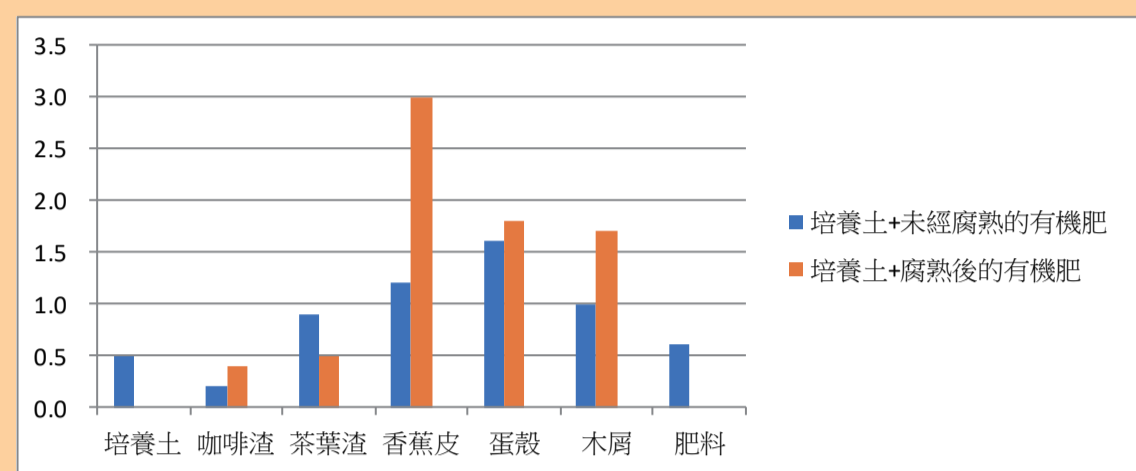
我們將咖啡渣和果皮、蛋殼、木屑和茶葉渣拌入培養土中(肥料和土的比例為1：3，市售肥料則適量撒在土上)進行二個月的腐熟發酵，再進行種植。在種植一個月後將福山萵苣採收進行秤重，做重量的比較。

(一)將咖啡渣和果皮、蛋殼、木屑和茶葉渣進行腐熟

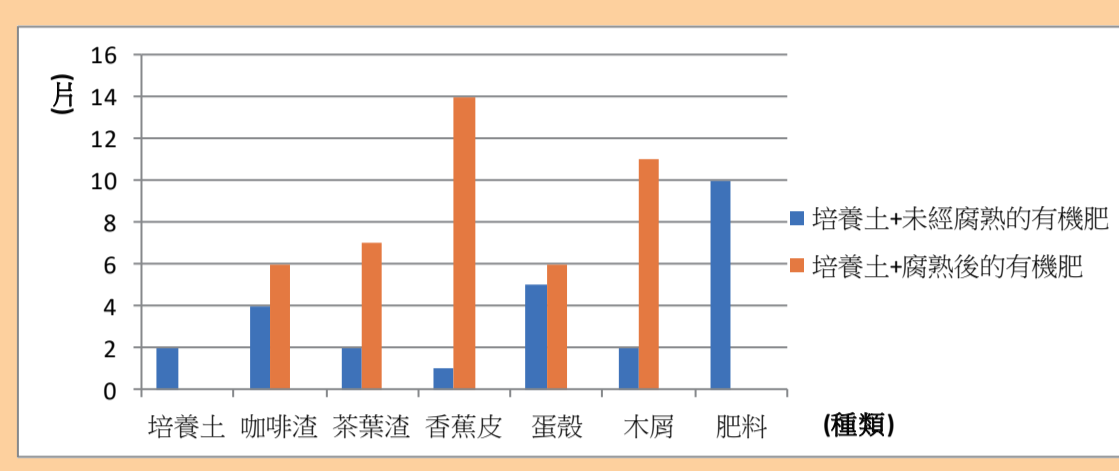
- 1.我們先將1公斤的廚餘和3公斤的培養土(1：3的比例)進行混合，再加入適量的水讓土可以捏成團，最後放進塑膠袋中進行腐熟發酵。
- 2.經過二個月的腐熟，土讓的顏色變深且鬆軟，也無臭味，香蕉皮、茶葉渣和木屑都已和培養土融合，找不到完整或塊狀的型態。

(二)經腐熟後的有機肥料對福山萵苣高度、葉片生長影響

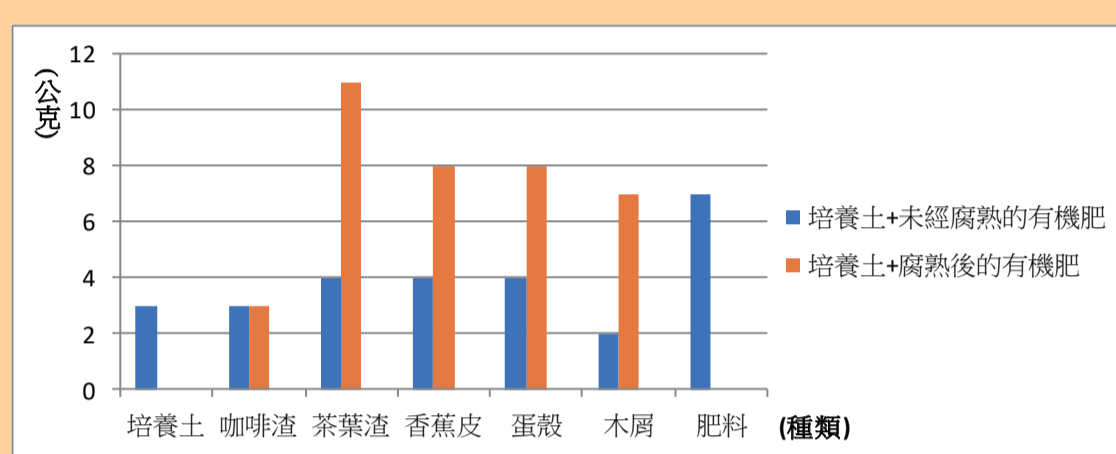
- 1.因冬天的到來，我們選擇種植比較耐寒的福山萵苣來進行觀察。我們以培養土175公克加入100公克經腐熟後的有機肥料進行種植，未經腐熟的有機肥料則是加入25公克覆蓋在250公克的培養土上。種植約一個月後進行採收秤重。
- 2.我們將觀察的結果記錄下來



表五、經腐熟後的有機肥料對福山萵苣增加高度的影響



表六、經腐熟後的有機肥料對福山萵苣增加葉片數的影響



表七、經腐熟後的有機肥料對福山萵苣重量的影響

(三)發現

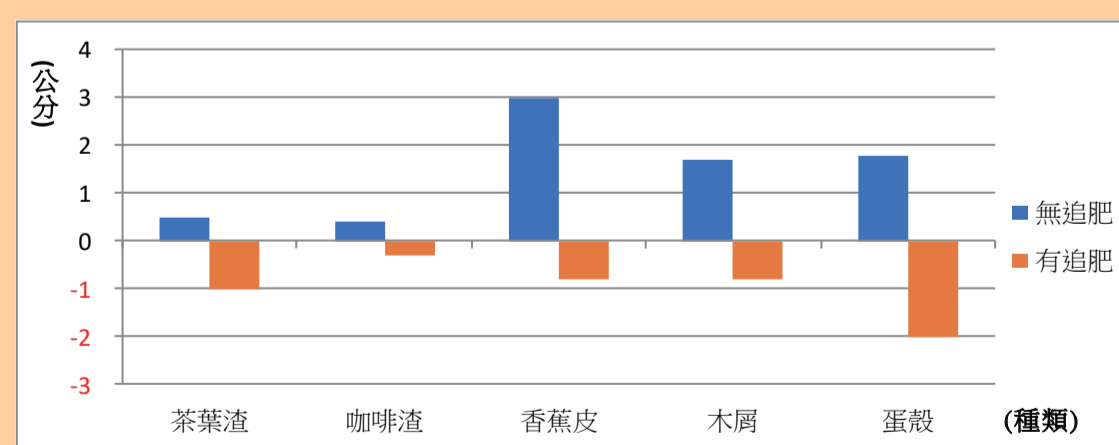
- 1.咖啡渣經過腐熟後，對福山萵苣的生長較未經腐熟咖啡渣來的好，但效果並不明顯；對比只用培養土種植，只有葉片數較多，但在增加的高度卻不如培養土，收成後的重量也只是相同；對比其他種有機肥料，咖啡渣拿來做為肥料的效果是最差的。
- 2.茶葉渣經腐熟後，在福山萵苣增加的高度是不如未經腐熟的茶葉渣，但在葉片的增加上採收的重量都是勝過未腐熟的茶葉渣，整體看來對福山萵苣的生長還是有所幫助。
- 3.香蕉皮經過腐熟後，不管在福山萵苣增加的高度、葉片數和重量的表現，都是遠過於未經腐熟的香蕉皮，整體效果甚至超過市售肥料。
- 4.蛋殼經腐熟後，在福山萵苣增加的高度和葉片數，影響和未經腐熟的相差不大，但在福山萵苣採收的重量是未經腐熟蛋殼的二倍。
- 5.木屑經腐熟後，對福山萵苣的成長幫助勝於未經腐熟的木屑，效果和市售肥料不相上下。
- 6.以收成的重量來比較，不管是有無經過腐熟的有機肥料，除了咖啡渣和未經腐熟的木屑外對福山萵苣的生長皆是有所幫助的，有經過腐熟的有機肥料效果會比未經腐熟的有機肥料來的好，甚至勝於市售肥料。

三、實驗三：探討福山萵苣在生長過程追肥與否對生長狀況之影響。

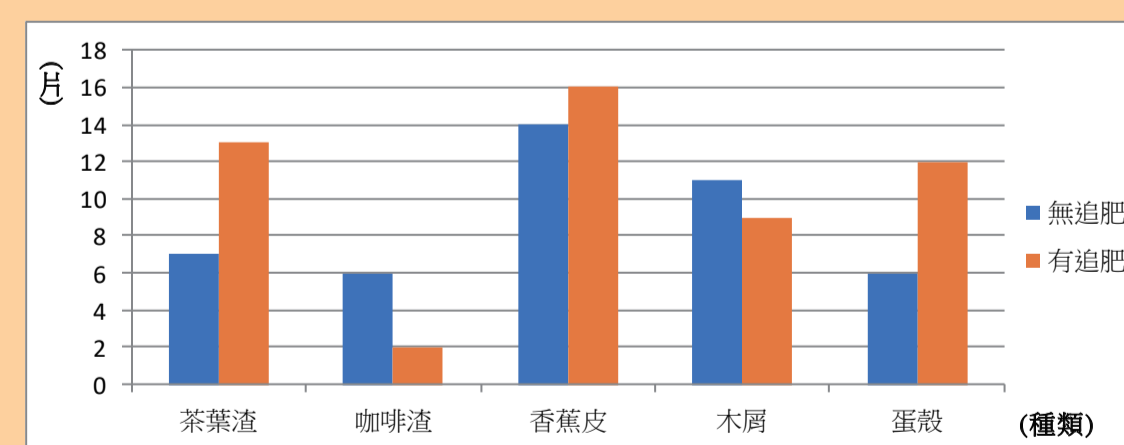
在種植植物的過程，都會經由追肥來讓植物獲取更多的養分，長得更好，因此我們想嘗試每隔十天進行一次追肥，共追二次肥，來觀察是否對植物的生長有明顯的影響。

(一)未經腐熟的有機肥料追肥對福山萵苣生長之影響

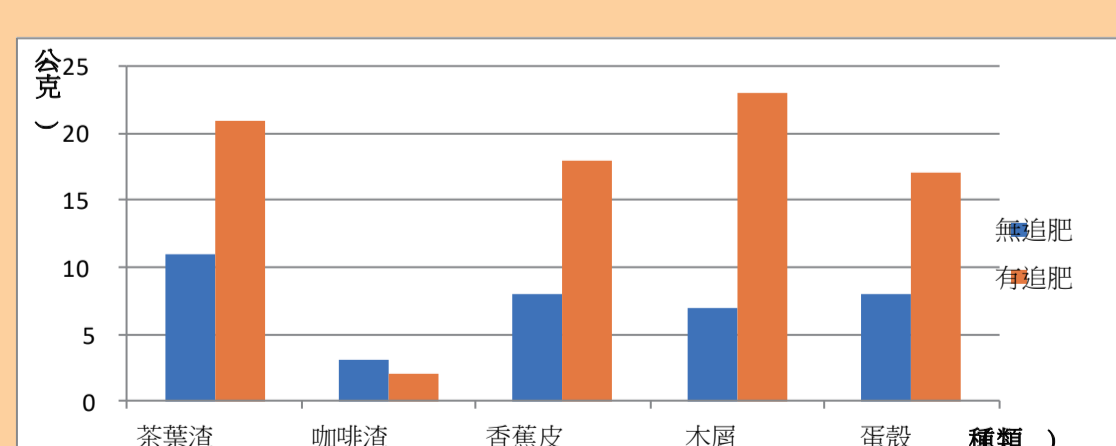
- 1.每次追肥的量為一開始加入的一半，追肥的有機肥料只能均勻的鋪撒在培養土上，以下是生長情形。



表十一、經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加高度的影響



表十二、經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加葉片數的影響



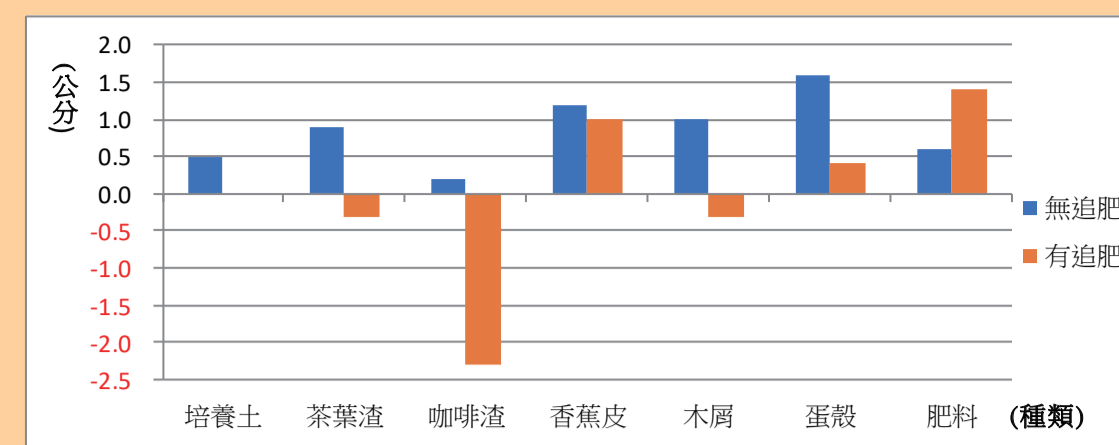
表十三、經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣重量的影響

2.發現

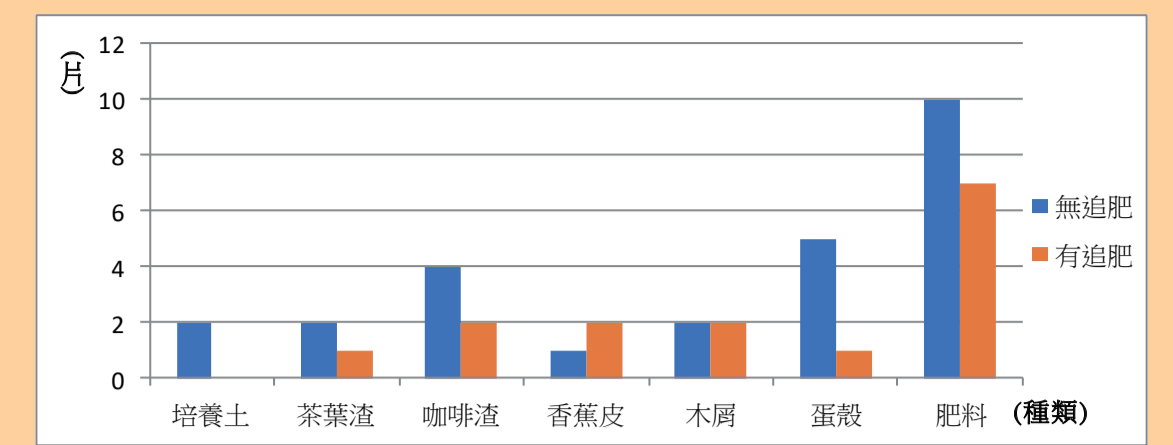
- (1)未經腐熟的有機肥料追肥對福山萵苣的生長沒有幫助，可能原因在於因為天氣較冷，其腐熟的速度不快，所以再次追肥造成有機肥料完全將土壤表面覆蓋住，影響的水分的滲透和透氣性，導致福山萵苣的生長狀況不佳。
- (2)咖啡渣對福山萵苣的高度成長幫助是最小的，不利於福山萵苣的生長。
- (3)除肥料外，有追肥的福山萵苣成長的狀況不佳，葉片也較小，甚至枯萎。
- (4)葉片越多不代表重量會越重，葉片的大小也會影響到重量。

(二)經腐熟的有機肥料追肥對福山萵苣生長之影響

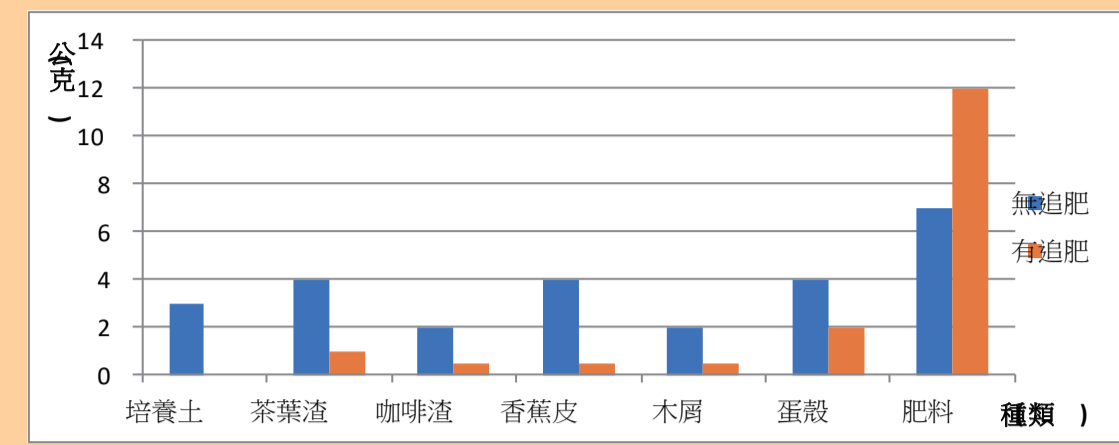
- 1.每次追肥的量為一開始加入的一半，追肥的有機肥料只能均勻的鋪撒在培養土上，以下是生長情形。



表八、未經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加高度的影響



表九、未經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣增加葉片數的影響



表十、未經腐熟的有機肥料追肥後對福山萵苣重量的影響

2.發現

- (1)除了咖啡渣外，經腐熟的有機肥料追肥後，採收的重量都明顯增加了，效果比用市售肥料追肥來的好。
- (2)因此組的葉片數量較多，有些長在最下層的葉片會因為照不到太陽或是長得不好而枯萎。
- (3)在量高度時也受到了影響，因每次量的葉片不是同一片，而越到後面因葉片變多不是很好測量，又因葉片變大所以有些下垂，天氣熱被太陽久曬時葉片也會顯得垂頭喪氣，造成高度都呈現負成長。

(三)討論

- 1.未經過腐熟的有機肥料對福山萵苣的生長幫助不大，若加入過多的未腐熟有機肥料，甚至會對福山萵苣的生長情況造成反效果。
- 2.除了咖啡渣外，經過腐熟後的有機肥料，追肥後的效果明顯。
- 3.咖啡渣再次的追肥讓福山萵苣長得更不好，經查詢資料後得到的原因是未經腐熟的咖啡渣顆粒細小，黏在一起像黏土般，會影響植物對水分的吸收。
- 4.市售肥料在10天內無法完全融化消失，我們就又加入新的肥料，有可能是因為這樣效果並不如經腐熟後的有機肥料明顯。

	經腐熟追肥	經腐熟	未經腐熟	未經腐熟追肥
咖啡渣				
茶葉渣				
香蕉皮				
蛋殼				
木屑				
肥料				

(上圖皆由第一指導教師拍攝)

以不同方式種植福山萵苣的生長比較

四、實驗四：探討咖啡渣搭配不同的肥料對福山萵苣生長狀況之影響

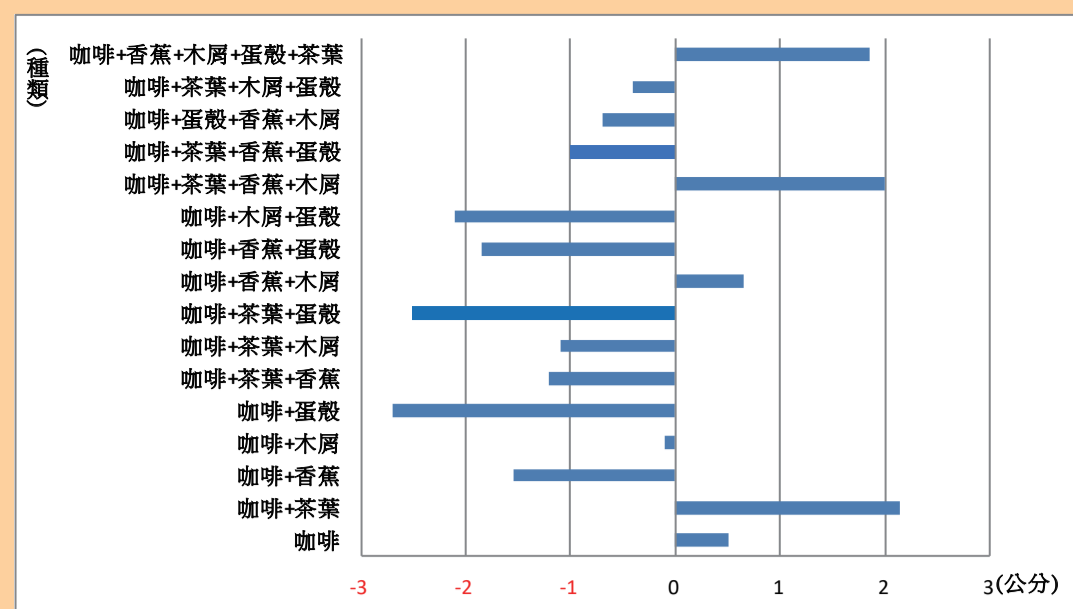
我們覺得市售肥料養分較全面，而咖啡渣的養分比較單一，所以我們嘗試用咖啡渣來搭配其他有機肥料。

- (一)我們在培養土中固定加入100公克經腐熟後的有機肥料，並進行追肥。

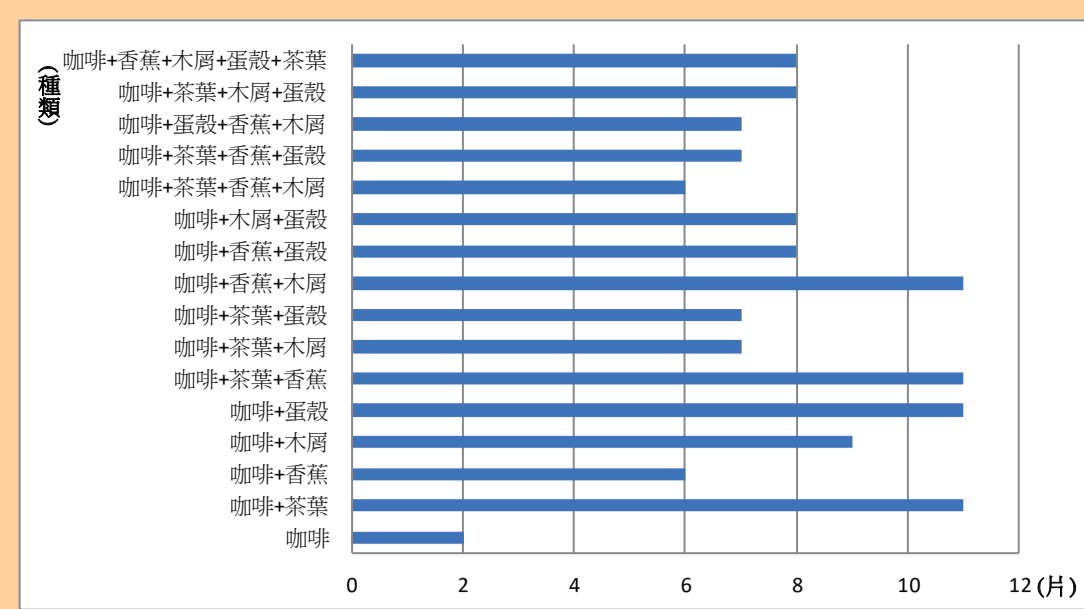
(二)觀察結果如下

(三)發現

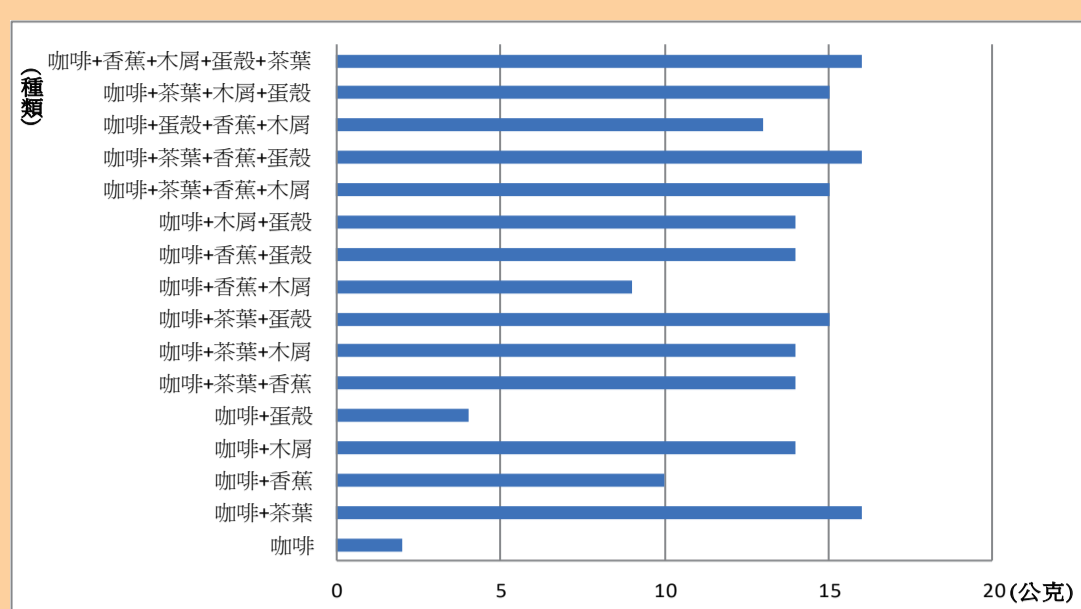
- 1.咖啡渣不管搭配那些有機肥料，在葉片數的增加和重量上都比單純只用咖啡渣有幫助。推測是因為加入其他的肥料，讓咖啡渣不會密集的黏在一起。
- 2.任何有機肥料加入咖啡渣經過追肥後，對福山萵苣的生長都較單一有機肥來的不好。
- 3.咖啡渣搭配其他有機肥料，不是越多種類對福山萵苣的生長一定更有幫助。



表十四、經腐熟咖啡渣搭配不同有機肥料追肥後對福山萵苣增加高度的影響



表十五、經腐熟咖啡渣搭配不同有機肥料追肥後對福山萵苣增加葉片數的影響



表十六、經腐熟咖啡渣搭配不同有機肥料追肥後對福山萵苣重量的影響

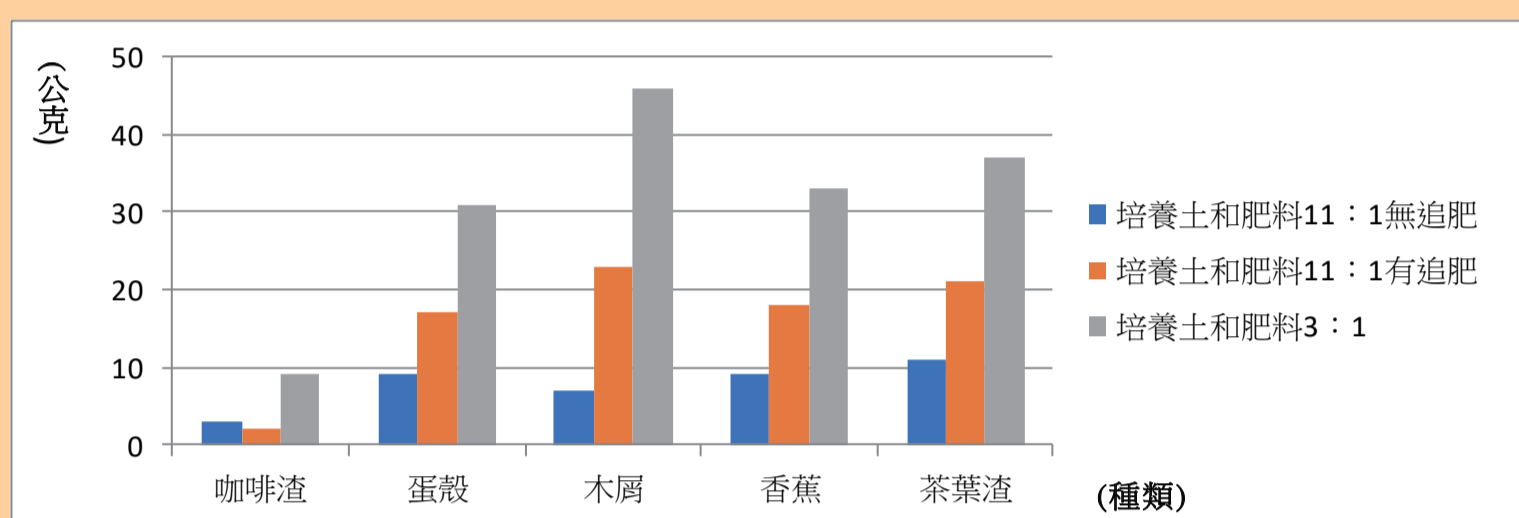
五、實驗五：探討不同比例有機肥料對於植物生長狀況的影響

我們直接拿腐熟過後的有機肥料來種，不再加入額外的培養土，讓培養土和咖啡渣的比例提高到3：1。

(一)一盆中有的種了2株菜苗，有的只種了一株，採收的紀錄如下表

	咖啡渣	蛋殼	木屑	香蕉	茶葉渣
重量(g)	9	31	39、46	27、33	37

(二)培養土加入不同比例有機肥料對福山萵苣採收重量的比較(皆為經過腐熟的有機肥料)



表十七、不同比例的咖啡渣對福山萵苣重量的影響



拍攝於1月18日，長勢明顯優於實驗一到四所種植的植物。(由第一指導教師拍攝)

(三)發現

- 1.培養土和有機肥料的比例會影響福山萵苣的生長。
- 2.培養土和有機肥料比例為3：1時，福山萵苣生長的效過好過於11：1追肥的效果。
- 3.雖然比例會影響福山萵苣生長，但其他的變因是，我們種植培養土和有機肥料為3：1的花盆比較大，土也比較多，且肥料的使用方式是直接混入土中，而非撒在培養土上，這些都可能影響準確性。

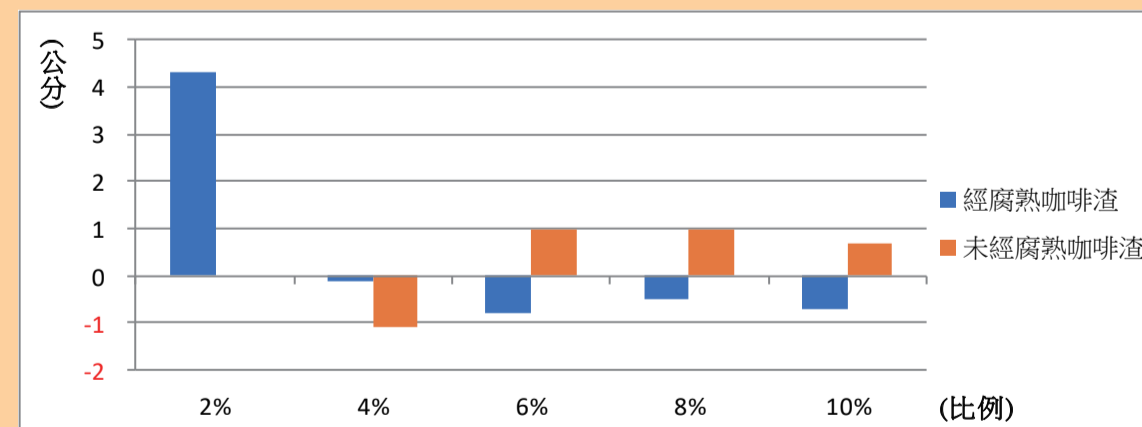
六、實驗六：探討不同比例的咖啡渣對於植物生長狀況的影響

我們嘗試以不同比例的咖啡渣(2%、4%、6%、8%、10%)種植福山萵苣，觀察其生長狀況。但因時間有限，所以這次我們採用將咖啡渣進行乾性腐熟。

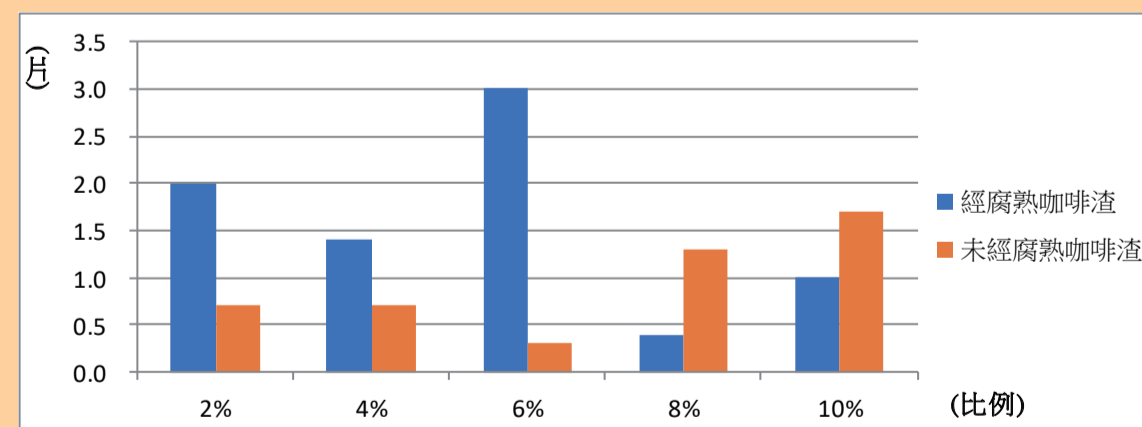
(一)未經腐熟的咖啡渣和經腐熟咖啡渣對福山萵苣生長之影響比較

- 1.以培養土+咖啡渣重200g為標準來種植福山萵苣的菜苗，再將不同比例的咖啡渣，鋪灑在培養土上。
- 2.種植三週後進行採收，觀察記錄如下。
- 3.發現

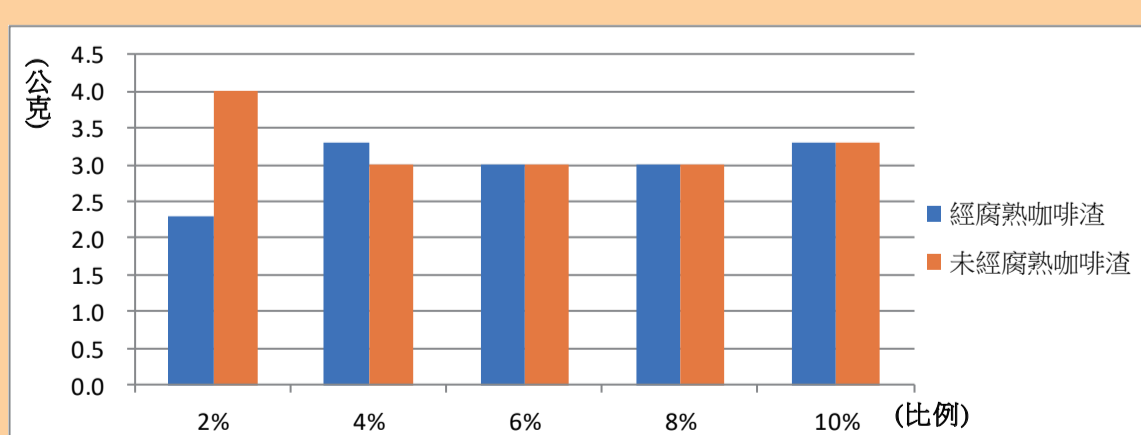
- (1)以重量來看以佔土壤2%未經腐熟的咖啡渣施肥時，生長狀況最好，之後不管腐熟與否，相差微小或相同。
- (2)我們以培養土種出來的福山萵苣的採收重量分別為4g、4g和5g，比用咖啡渣做為肥料來的重些，可以見就算以咖啡渣做為肥料，土壤的肥沃度增加，也不見得可以讓福山萵苣長得好。
- (3)對比之前把咖啡渣埋在土中的腐熟方式，種出來的福山萵苣重量和以乾性腐熟的咖啡渣沒有明顯差別。



表十八、經腐熟和未經腐熟咖啡渣以不同比例施肥對福山萵苣高度數的影響



表十九、經腐熟和未經腐熟咖啡渣以不同比例施肥對福山萵苣葉片數的影響



表二十、經腐熟和未經腐熟咖啡渣以不同比例施肥對福山萵苣重量的影響

(二)討論

- 1.咖啡渣不管是否經過腐熟，一段時間後，就會在土壤表面結成硬塊，甚至一開始在水的表面會有一層油脂，澆水下去後要經過一下子才會滲透進去，對土壤的透水性和透氣性都會有影響。



左圖為以咖啡渣施肥的盆栽，澆水後可明顯看出有積水，而右圖則為單純培養土，澆水後水很快就滲入土中，看不出積水。(由第一指導教師拍攝)

- 2.我們使用土壤檢測儀檢測咖啡渣是否能增加土壤的肥沃度，發現咖啡渣腐熟與否對土壤的肥沃度影響不大，而咖啡渣的量增加土壤的肥沃度也會有所增加。



咖啡渣不管腐熟與否，土壤的肥沃度相當，但添加10%的未腐熟咖啡渣土壤較添加2%的肥沃

以未經腐熟的咖啡渣施肥後，土壤會較只有培養土來得肥沃。(上圖皆由第一指導教師拍攝)

- 3.將咖啡渣直接鋪灑在表面會變硬結塊，因此不管是咖啡渣直接施肥或是乾性腐熟的效果都不佳，即使改變咖啡渣的比例也無法呈現明顯的效果。而在實驗五中，咖啡渣是直接混入培養土中種植福山萵苣，這樣的方式種植出來的結果是最好的，我們推測的原因是咖啡渣因為有培養土混在其中，所以不易結塊，較不影響土壤的透氣性和透水性，進而讓福山萵苣長得較好。
- 4.在調整了咖啡渣的比例後，本以為提高咖啡渣的含量會讓福山萵苣長得比較好，但卻沒有明顯的成長，所以咖啡渣腐熟與否和所佔的比例，都不是影響福山萵苣生長的主要原因。

伍、結論

- 一、實驗一中，四種植物適合的pH值皆在5.5-6.5之間。如果只單純考慮pH值，咖啡渣應該是最適合拿來做為有機肥料的，但最後種出來的效果卻是最不好，可能還有其他的原因，像是咖啡渣會結塊影響透水性、咖啡因、養分單一等問題。
- 二、生活中常見的香蕉皮、蛋殼、茶葉渣和木屑，經過腐熟後都是很好的有機肥料，而腐熟後定期追肥的效果會更好。
- 三、常見的廚餘在經過腐熟後拿來堆肥的效果會比較好，未經處理拿來堆肥如果少量對植物的生長會有些許的幫助，但是如果量太多蓋住土壤的表面，就對植物的生長造成不良的影響。
- 四、在我們的實驗過程中，實驗一的種植是在暑假，種植在家中的陽台，觀察到以咖啡渣和茶葉渣施肥的植物蟲害較少，但之後是在學校頂樓的空地，所以無關觀察到蟲害問題。
- 五、以福山萵苣來說，我們發現雖然高度增加都不明顯，但是葉片經施加有機肥後的增加是很明顯的。不過葉片的多寡和最後的重量也不一定成正比，若葉片多卻長得不夠大，最後秤出來的重量反而不及葉片少卻大的。
- 六、以咖啡渣做為有機肥料時，最好的方式是加入其他種類的有機肥料後進行腐熟，且避免直接鋪灑在土壤的表面使咖啡渣結成塊影響土壤得透氣性，和種植的培養土均勻混合後再摘種，種出來的效果最好。

陸、未來展望

- 一、在實驗二到五的種植時間在十二月，那時的天氣不但變化很大，溫差也很大，因此葉片有時會因水傷或日曬而枯萎，而在測量時會因太陽太大而使葉片下垂，造成測量上的誤差。若能在溫度比較穩定的時候種植或是能在溫室中，植物的生長應該會更加穩定，實驗也會更準確。
- 二、實驗過程我們發現，福山萵苣在生長時葉片多卻不一定長的大片，之後可以研究如何讓葉片長得又多又大片，或是哪一種肥料可以增加葉片的生長重量。
- 三、由於台灣手搖飲一年銷售額高達十二億杯，所產生的茶葉渣也是很多。以我們的數據分析，茶葉渣拿來堆肥的效果也是不錯的，兩者也有防蟲害效果，或許咖啡渣加上茶葉渣的混合肥料，經過比例上的調整，也是一個未來的選項。
- 四、雖然我們的實驗結果發現咖啡渣對尖青杏、紫薇白菜生、福山萵苣和青江菜的生長沒有幫助，但根據國立臺灣大學園藝暨景觀學系公布「咖啡渣全物利用研究」產學研究計畫成果表示，空心菜苗生長初期，即投入使用10%回收咖啡渣有機堆肥，試驗成果顯示可大幅提升空心菜高達105%鮮重。可見若多嘗試不同植物、調整比例和在植物不同的生長階段適時的加入咖啡渣，也許就能讓咖啡渣發揮功用！
- 五、雖然以咖啡渣施肥容易讓咖啡渣結成塊狀，但也確實能增加土壤肥沃度，如果嘗試做成液態肥，也許就能避免這樣子的困擾。

柒、參考文獻資料

- 一、生活風格-咖啡渣別丟掉!12種意想不到用途公開防蟲除臭還可以醃肉?
<https://blog.pinkoi.com/hk/lifestyle/2111-coffee-ground/>
- 二、華人健康網-咖啡渣的10種再利用:除臭、除濕還能驅蚊!
<https://www.top1health.com/article/47981>
- 三、民視新聞網-蛋殼、咖啡渣不能直接拿來施肥?少了「這步驟」反而害死植物!
<https://www.ftvnews.com.tw/news/detail/2021310W0096>
- 四、49屆科展-好咖來找茶-卡好的植物有機肥
- 五、51屆科展-咖啡渣和茶葉渣的默契
- 六、本省莖葉栽培簡介
https://scholars.tari.gov.tw/bitstream/123456789/11512/1/journal_jts_28-3.pdf
- 七、設施小白菜土壤管理與施肥推薦參考資訊
<https://scholars.tari.gov.tw/bitstream/123456789/16950/1/222-2.pdf>
- 八、土壤選擇與肥培管理
<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.pHp?id=8868>
- 九、全國高級中等學校專業群科105年專題暨創意製作競賽-作品名稱：『羊』養得益
<https://vtedu.k12ea.gov.tw/uploads/16087059091374icCdEX.pdf>
- 十、正確地使用咖啡渣在你的花盆裡
<https://shop.okogreen.com.tw/Article/Detail/61626>
- 十一、用咖啡渣設下「菜葉」防護罩！飛蛾、病菌都嚇跑
<https://shop.okogreen.com.tw/Article/Detail/61626>
- 十二、張簡秀容，「葉萵苣栽培管理」，台灣農業，VOL.35 NO.1，1999年
https://scholars.tari.gov.tw/bitstream/123456789/11512/1/journal_jts_28-3.pdf