

# 花蓮縣第 58 屆國民中小學科學展覽會

## 作品說明書

科別:生活應用科學(二)

組別:國小組

作品名稱:化腐朽為 Magic

-探討伯卡西堆肥的種植效益

關鍵詞:BOKASHI、堆肥、醱酵、田間試驗

編號:

## 目錄

壹、 研究動機	01
貳、 研究目的與子題	01
參、 研究架構	02
肆、 研究及實驗器材	03
伍、 文獻探討與名詞定義	03
一、 文獻探討	03
二、 名詞定義	05
陸、 實驗及探究歷程	05
一、 測試實驗與實驗程序改良	05
(一) 實驗程序	05
1. 傳統方式製作	05
2. 置於愛玉袋放置在濾水籃	06
3. 置於愛玉袋或透明夾鏈袋放置在公文籃	06
4. 置於密封盒內	07
(二) 改良後醱酵結果比較	07
(三) 綜合分析	08
二、 正式實驗	09
三、 田間試驗	11

(一) 有機肥各項實驗實驗器材、實驗步驟、實驗分析與實驗發現.....	11
1. 實驗名稱：不同採樣點採集的森林土壤製作實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?.....	11
2. 實驗名稱：酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?.....	14
3. 實驗名稱：不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?.....	18
4. 實驗名稱：不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?.....	20
(二) 田間試驗所得數據綜合比較.....	23
1. 葉長.....	23
2. 葉寬.....	24
3. 葉片數.....	25
4. 葉柄厚.....	26
5. 植株高.....	27
6. 根長.....	28
7. 莖寬.....	29
柒、 結論.....	29

捌、 參考文獻.....30

附錄

## 表目錄

表 1-實驗器材表	03
表 2-相關菌種資料表	04
表 3-醱酵結果比較表	07
表 4-實驗方式綜合分析表	08
表 5-採樣點不同對照表	11
表 6-採樣點不同正面比較表	14
表 7-酒糟實驗樣本示意表	17
表 8-不同糖類比較表	20
表 9-不同渣類比較表	27

## 圖目錄

圖 1-研究架構圖·····	02
圖 2-傳統製作程序圖·····	05
圖 3-改良一製作程序圖·····	06
圖 4-改良二製作程序圖·····	06
圖 5-改良三製作程序圖·····	07
圖 6-正式實驗流程圖·····	09
圖 7-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉長統計圖·····	11
圖 8-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖·····	11
圖 9-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖·····	12
圖 10-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖·····	12
圖 11-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖·····	12
圖 12-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植長統計圖·····	12
圖 13-不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖·····	13
圖 14-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉長統計圖·····	14
圖 15-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖·····	15
圖 16-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖·····	15
圖 17-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖·····	15
圖 18-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖·····	15

圖 19-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根長統計圖·····	16
圖 20-酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖·····	16
圖 21-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉長統計圖·····	18
圖 22-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖·····	18
圖 23-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖·····	18
圖 24-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖·····	18
圖 25-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖·····	19
圖 26-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根系統計圖·····	19
圖 27-不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖·····	19
圖 28-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉長統計圖·····	20
圖 29-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖·····	21
圖 30-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖·····	21
圖 31-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖·····	21
圖 32-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖·····	21
圖 33-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根長統計圖·····	22
圖 34-不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖·····	22
圖 35-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉長統計圖·····	23
圖 36-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖·····	24
圖 37-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖·····	25

圖 38-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖·····	26
圖 39-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖·····	27
圖 40-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根長統計圖·····	28
圖 41-實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖·····	27

# 化腐朽為 Magic-探討伯卡西堆肥的種植效益

## 摘要

本次實驗是透過採集當地腐植土收集白色菌體後，自製伯卡西堆肥。我們首先透過改善伯卡西堆肥的製作方式，找尋更加方便、易於觀察且較無氣味的方式製造堆肥，改善一般人對製造[有機堆肥]時因氣味產生的困擾，以及蠅蟲孳生的環境問題。隨後我們選擇適合當地氣候、環境、較無病蟲害問題的蘿蔓進行有系統的田間試驗，比較施肥種植後，其葉長、葉寬、葉柄厚度、莖寬、植株高度及根長各方面的影響及效益，發現改變製作材料確實會帶給植株不同的影響。最後我們比照農改場的土壤檢驗報告，發現自然環境土壤有各自不同的成分比例，而這些比例差異透過施肥改良後，會給植株帶來不同的影響。

## 壹、 研究動機

三年級自然課時，老師讓我們一起種蔬菜，但是我們的菜都長得瘦瘦乾乾的，跟菜市場或超市賣的長相差好多哦！於是我們就好奇有什麼法寶能讓蔬菜長得又壯又好？我們在查尋資料時發現一種製作過程特別又環保的有機肥稱為「伯卡西」堆肥。然而研究資料不多、各家的說法也都不同，當我們正在苦惱時，剛好遇到一位經驗豐富的退休老師跟我們分享經驗，於是我們進行一系列的探究，看看能否透過改變材料和方法，做出獨一無二的有機堆肥，也透過田間種植來驗證自製堆肥能不能使植物長得更好？

## 貳、 研究目的與子題

- 一、 藉由文獻探討，認識伯卡西堆肥的原理及製作過程。
- 二、 瞭解及操作製作伯卡西堆肥測試實驗，並改進實驗程序與步驟。
- 三、 進行伯卡西堆肥相關實驗，製作出不同成份的伯卡西堆肥。
  - (一) 改變材料的種類對有機堆肥醱酵有什麼影響？
  - (二) 改變製作材料的內容或比例對有機堆肥醱酵的影響有哪些？
  - (三) 環境變因不同對有機堆肥的醱酵有什麼影響？
- 四、 利用田間試驗，瞭解相關於土壤添加堆肥對植物生長有何成效。

參、 研究架構

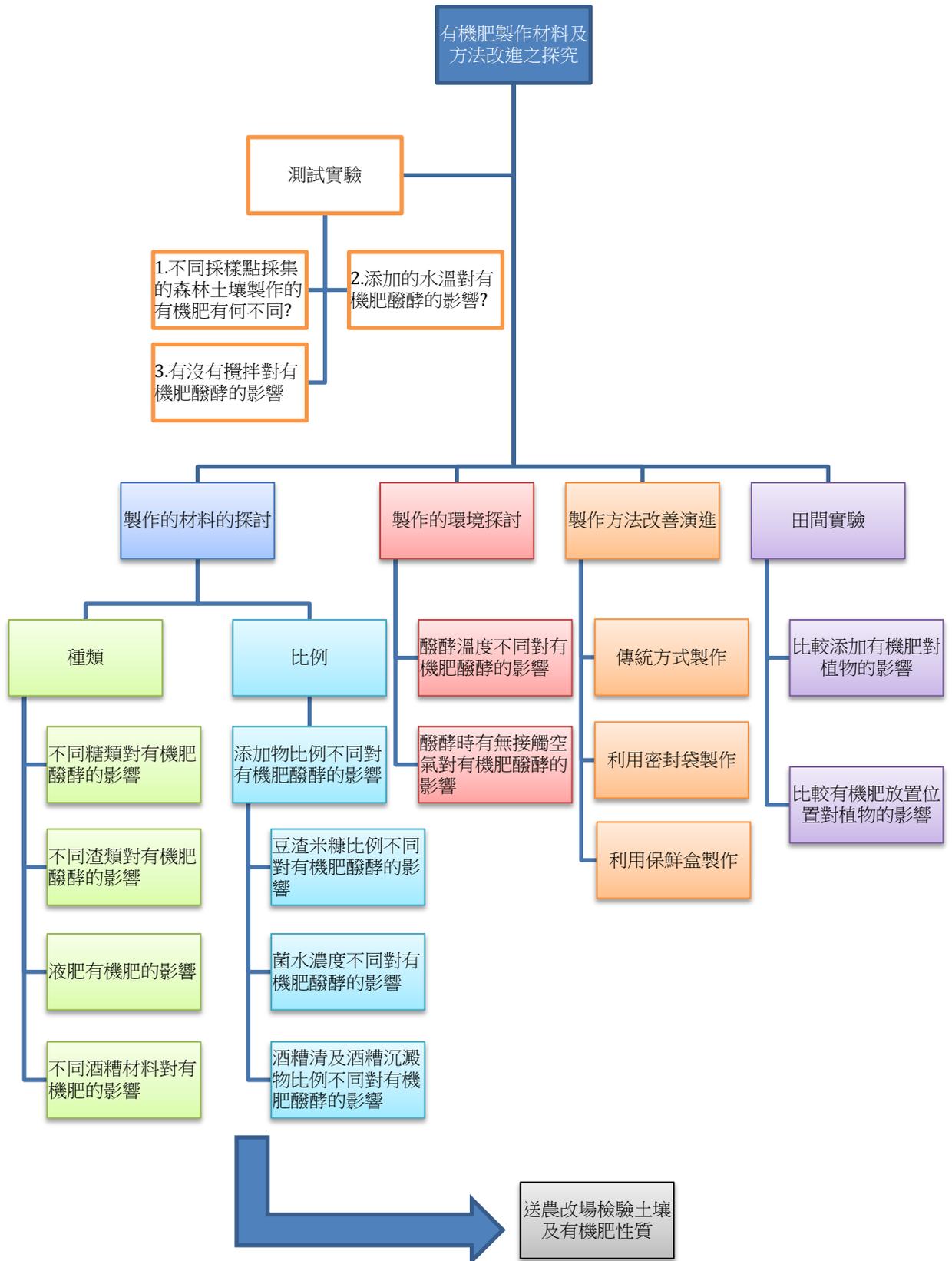


圖 1 研究架構圖

## 肆、 研究及實驗器材

表 1 器材表

1.堆肥材料 (備註 1)	2.各採樣點 腐質土	3. 口罩	4.手套	5.濾水籃	6.攪拌器具
7.電子秤	8.塑膠袋	9.公文籃	10.塑膠方 盆	11 鏟子	12 塑膠帆 布.
13.溫度計	14.燈泡	15.數位式 土壤檢測 器	16.燒杯	17.塑膠桶	18.愛玉袋
19.夾鏈袋	20.蘿蔓菜 苗	21.蛭石	22.栽培砂 土	23.飲料杯	24.打洞工 具

備註 1:豆渣、米糠、黑糖、砂糖、果糖、寡糖、咖啡渣、酒糟、苦茶粕、酒糟清與飲用水。

## 伍、 文獻探討與名詞定義

### 一、 文獻探討

(一) **BOKASHI**：BOKASHI 是日本語，意思是「醱酵」。就是在密閉的條件下，利用有益菌群快速地將未腐爛的有機質轉化為可供動、植物吸收的營養成分的方法。方法已經越來越廣泛地被應用於有機垃圾的處理，同時也用來製作高效能、無公害的肥料和飼料。

(二) **伯卡西堆肥**：厭氧醱酵伯卡西堆肥做法：將米糠與豆餅以 2：1 比例混合後可加適量咖啡渣，花生粕，甲殼素，骨粉等，再加入稀釋過的微生物菌水加糖蜜，至材料微濕勿滴水，放入木箱或塑膠袋中醱酵，放置陰涼處約 1 個月。因有微生物菌，若加入粗糠增加空隙，會大量繁殖成為菌絲聚居地。其間因醱酵溫度會升高，每日需翻堆。這種堆肥 EC 值酸性較高，需稀釋做為追肥，不可過量或直接加在根部。但因屬於高氮性的肥料，具有肥份高、富含微生物的特點，能立即補充蔬果生長所需的養分！對蔬菜成長很有幫助。

(三) **有效微生物 (EM)**：因應堆肥要菌種的需求，人們會找喜歡在密封環境下工作的微生物，分解過程會醱酵，不需要氧氣，統稱為「無氧堆肥」，那些微生物乖乖地把廚餘分解，又被稱為「有效微生物」，英文 Effective Microorganisms，簡稱 EM。

(四) **土著微生物 (IMO)**：『有效微生物』EM 強調「有效」，可以是從外地入口的產品，但若能找到 IMO (Indigenous Microorganisms)，培養出在地性、適應本地的環境和氣候的微生物，除了可以大幅減少運輸的碳足跡，也能讓堆肥的效果更好。

(五) **土壤有機質的作用**：存在於土壤中的有機質(是微生物分解有機物質的產物)影響土壤的物理、化學和生物性質及土壤整體健康。土壤腐植質能增加土壤

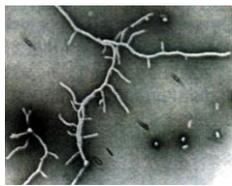
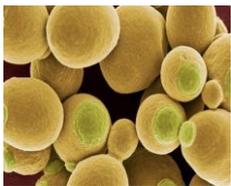
水入滲速率和保水保肥能力、調節土壤溫度、增進土壤團粒形成、改善土壤構造、降低土壤流失、降低土壤總體密度、增加土壤通氣性、提供生物養料、促進有毒物質的分解、降低病蟲害、促進作物生長、加速土壤養分分解、轉化和合成、提高肥料有效性、活化土壤中的養分、增加緩衝力、鉗合微量元素、增進土壤多樣性和土壤有機體的生物活性等。

(六) **堆肥功能**：可提升作物之品質、收成量、產量穩定，品質提升是改善物理性使土壤能透氣、排水、保水，藉以使根部養、水分吸收力增加，其中碳含量較佳；收成量增加為化學性改良，可提升大量、微量元素增進保肥力，其中糞便肥最佳；產量穩定要改善生物性，使微生物活躍、多樣，間接使養分供給提升。

(七) **土壤結構**：土壤結構分為單粒及團粒，單粒結構分散保水性佳，但空隙狹窄容易造成腐根；團粒結構顆粒聚集透氣性、保水性佳，可讓植物「呼吸」，較適合植物，團粒為沙、黏土凝聚，凝聚條件分別為乾燥、根系長、含有微生物。

(八) **實驗相關菌種資料**：

表 2 相關菌種資料表

	放線菌	酵母菌	納豆菌	絲狀菌
特性	可吸收營養素，有些可生產色素	真菌類，大小叫一般細菌大，可將糖醱酵成酒精、二氧化碳。	將含碳量高的大分子有機化合物轉化成小分子有機化合物、分泌多種天然酵素	分佈在水生環境、潮濕土壤和活性污泥中，為好氧型細菌。
附註	大多數為益菌，少部分會帶來病害	大多數為益菌，少部分會帶來病害	不產生毒素、對人體沒有病源性	常被應用於污水處理，但有機物入侵超出系統負荷、系統中的溶解氧過低、進水的化學條件發生變化時，絲狀菌太多，會發生污泥膨脹
照片				
	取用自 <a href="http://www.tword.com/wiki/%E6%94%BE%E7%B7%9A%E8%8F%8C">http://www.tword.com/wiki/%E6%94%BE%E7%B7%9A%E8%8F%8C</a>	取用自 <a href="http://chemicaldictionary.blogspot.tw/2015/04/yeast.html">http://chemicaldictionary.blogspot.tw/2015/04/yeast.html</a>	取用自 <a href="https://www.jiji.com/jc/v4?id=20120507natto_secrets&amp;p=natto_secrets002">https://www.jiji.com/jc/v4?id=20120507natto_secrets&amp;p=natto_secrets002</a>	取用自 <a href="https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%9D%E7%8A%B6%E8%8F%8C">https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%9D%E7%8A%B6%E8%8F%8C</a>

## 二、 名詞定義

- (一) 厭氧醱酵:厭氧醱酵是利用微生物在無氧環境下進行有機廢棄物處理的工業技術。
- (二) 乾溼分離:乾燥與潮溼分開，不會混合。
- (三) 微生物分解:是指動物蛋白質及其有關之有機物分解成無機物，而且回到大自然物質循環的過程，特別是由缺氧微生物和腐化細菌。
- (四) 有機堆肥:有機肥料是指含有有機物質，既能提供農作物多種無機養分和有機養分，又能培肥改良土壤的一種肥料。
- (五) EC 值:在農業領域中，電導度(Electrical Conductivity, EC)的量測值是一種重要指標，可以代表水質，泥土或其他介質的相關性質。EC 值的意義是指在一定體積內溶液內離子的導電能力。以灌溉或是施肥作業而言，理想的 EC 值並不是永遠不變，而是因作物與灌溉方法之不同而不同。電導度為一種度量固體肥料調配成營養液後分解形成離子態之程度。
- (六) 田間試驗:指在田間土壤、自然氣候等環境條件下栽培作物，並進行與作物有關的各種科學研究的試驗

## 陸、 實驗及探究歷程

### 一、測試實驗與實驗程序改良

#### (一) 實驗程序

##### 1.傳統方式製作

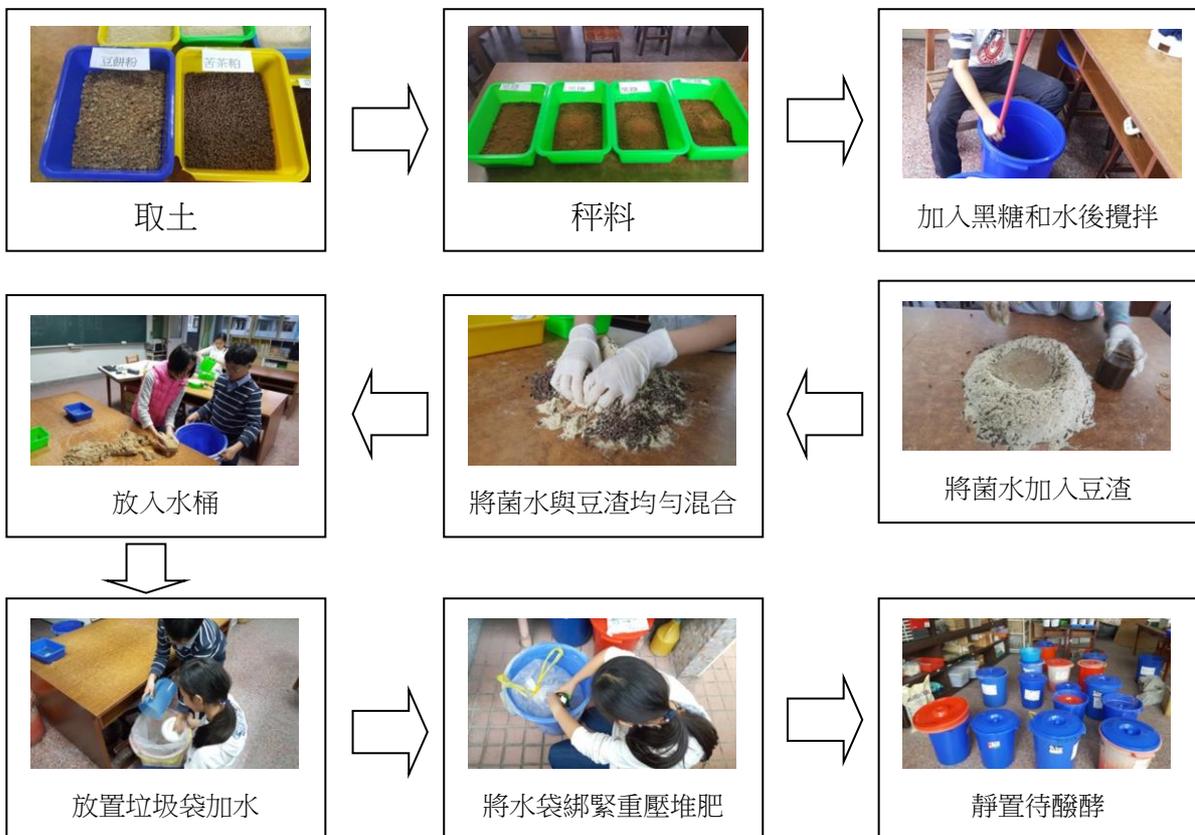
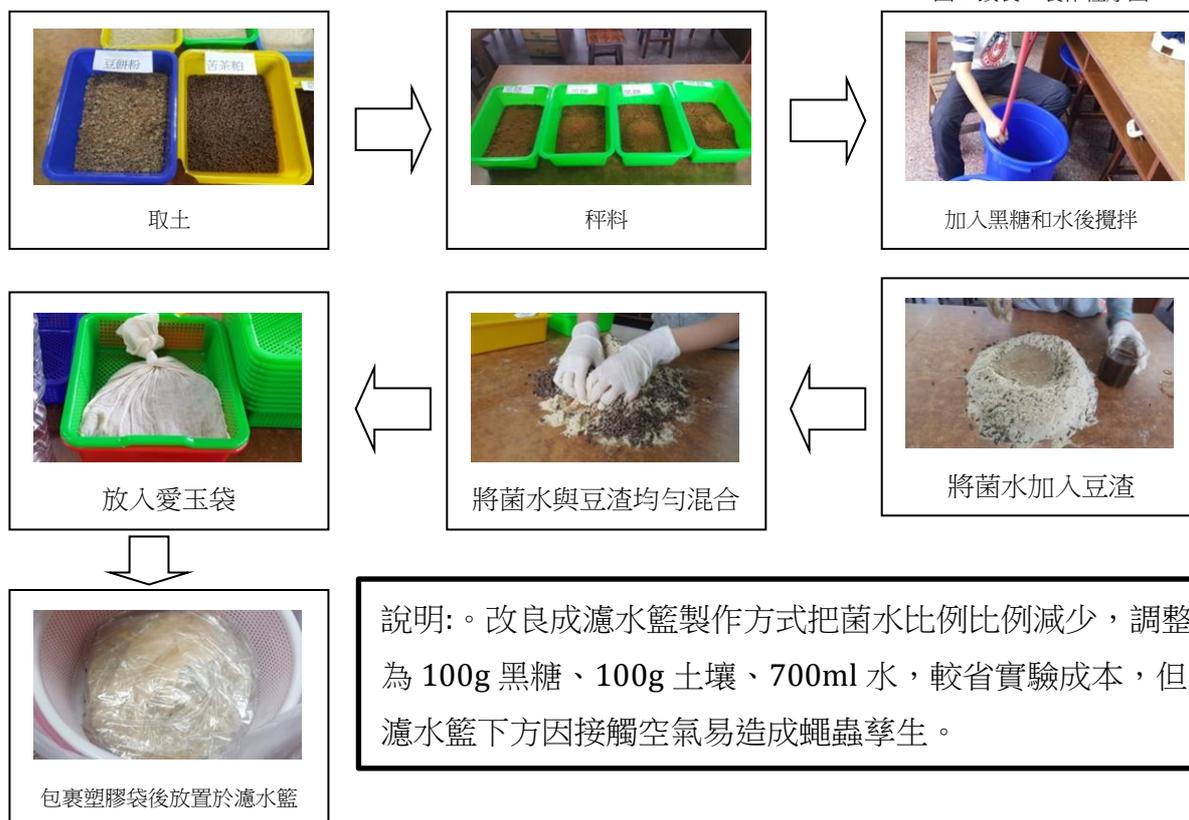


圖 2 傳統製作程序圖

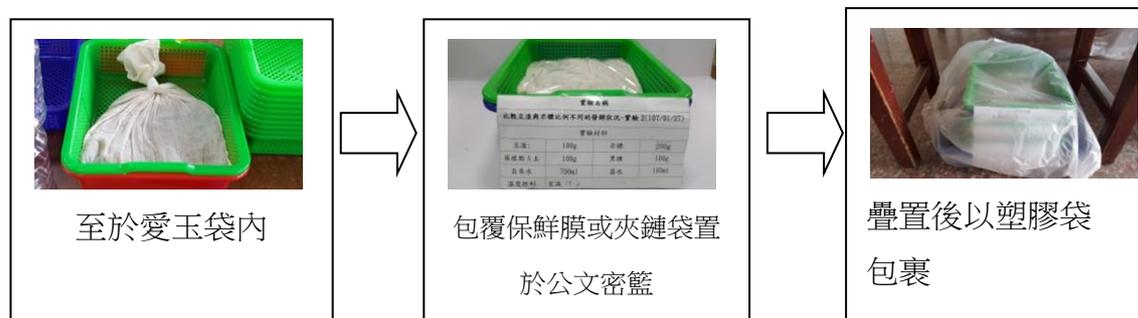
說明: 傳統製作方式菌水的比例為 500g 黑糖、500g 土壤、3500ml 水攪拌後製成菌水後加入豆渣等, 但添加水量不依, 以目測及感覺豆渣等濕度, 所以濕度難控制。重壓堆肥的水袋在發酵過程容易破裂造成堆肥發酵失敗。

## 2. 置於愛玉袋放置在濾水籃



## 3. 置於愛玉袋或透明夾鏈袋放置在公文籃(重複步驟前略)

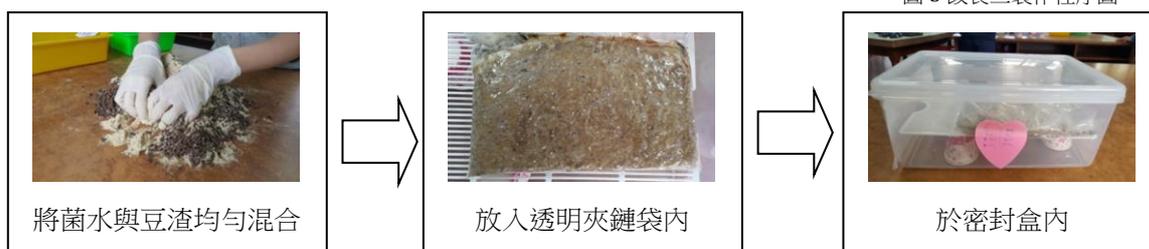
圖 4 改良二製作程序圖



說明:。改良成公文密籃套疊, 下方可濾水避免堆肥潮濕。

#### 4.置於密封盒內(重複步驟前略)

圖 5 改良三製作程序圖

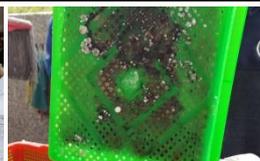


說明:。改良成放置於密封盒內，隔絕空氣與大部分的氣味，不易滋生蠅蟲。

#### (二)改良後醱酵結果比較

表 3 醱酵結果比較表

照片				
說明	桶內醱酵狀況 1 (成功)，可明顯看出有許多白色菌體。	濾水籃內醱酵狀況 1(失敗、老化)，顏色太雜亂且濾水籃周圍有蛆。	愛玉袋包裹醱酵狀況 1(成功、但有雜菌混入)，和濾水籃組顏色相較較均勻，可能是因為錯過觀察最佳時機、實驗品也顯得乾淨。	密封盒內醱酵狀況 1(成功)，從側面來看，實驗品顏色均勻、乾淨更勝於愛玉代包裹組。
照片				
說明	桶內醱酵狀況 2 (漏水影響實驗品)，明顯可看出水已淹過實驗品，影響觀測結果，但水面上有浮菌。	濾水籃內醱酵狀況 2 (失敗)，觀察內部更能看出實驗品顏色不均、有雜菌侵入使得實驗品被污染、上面還爬滿許多小蛆。	愛玉袋包裹醱酵狀況 2(成功，但分佈於有孔洞之公文籃底)，有白色菌體分佈於公文籃底，推測菌種喜歡接觸空氣。	密封盒內醱酵狀況 2(成功但有一點雜菌)，從上圖可看出有舉多白色菌體，但上面也有一些綠黴，有可能是醱酵時產生的小水珠低下造成實驗品太潮濕。

照片				
說明	桶內醱酵狀況 3 (成功)，可明顯的看出白色菌體。	濾水籃內醱酵狀況 3 (成功)，可明顯看出白色菌體，實驗器材乾淨。	愛玉袋包裹醱酵狀況 3 (失敗) 菌種也分佈於公文籃底，但菌種是黑色的明顯是雜菌。	密封盒內醱酵狀況 3 (成功，但菌種少)，雖然有白色菌體但分佈極少，且有紅色雜菌，比較特別的地方是菌種皆分佈於透氣孔(可參考上面測試實驗與實驗程序改良—密封盒組)。

### (三)綜合分析

表 4 實驗方式綜合分析表

實驗裝置演進	優點	缺點
傳統方式製作	可平均壓實、隔絕氧氣達到厭氧醱酵目的	觀察不便、佔空間、水袋易漏水污染實驗品
公文籃套疊(愛玉袋)	可平均壓實、過濾多餘水分，隔絕氧氣達到厭氧醱酵目的	觀察不便、難隔絕氣味
公文籃套疊(密封袋)	不佔空間、可隔絕氧氣、不會使實驗品泡水，透明便於觀察，達到厭氧醱酵。	觀察不便、氣味仍會飄散出來
密封盒	體積小、方便觀察、隔絕氧氣、氣味、小蟲，達到厭氧醱酵目的	無

實驗裝置小結；根據以上程序分析，我們找到最適合觀察也最適合堆肥醱酵的容器~~密封盒，以這樣的製作份量很適合家庭及學校使用，肥料的量，例如豆渣，差不多就是煮豆漿時一次的份量，一方面是材料取得不難，另一方面是沒有醱酵氣味的污染。

## 二、正式實驗

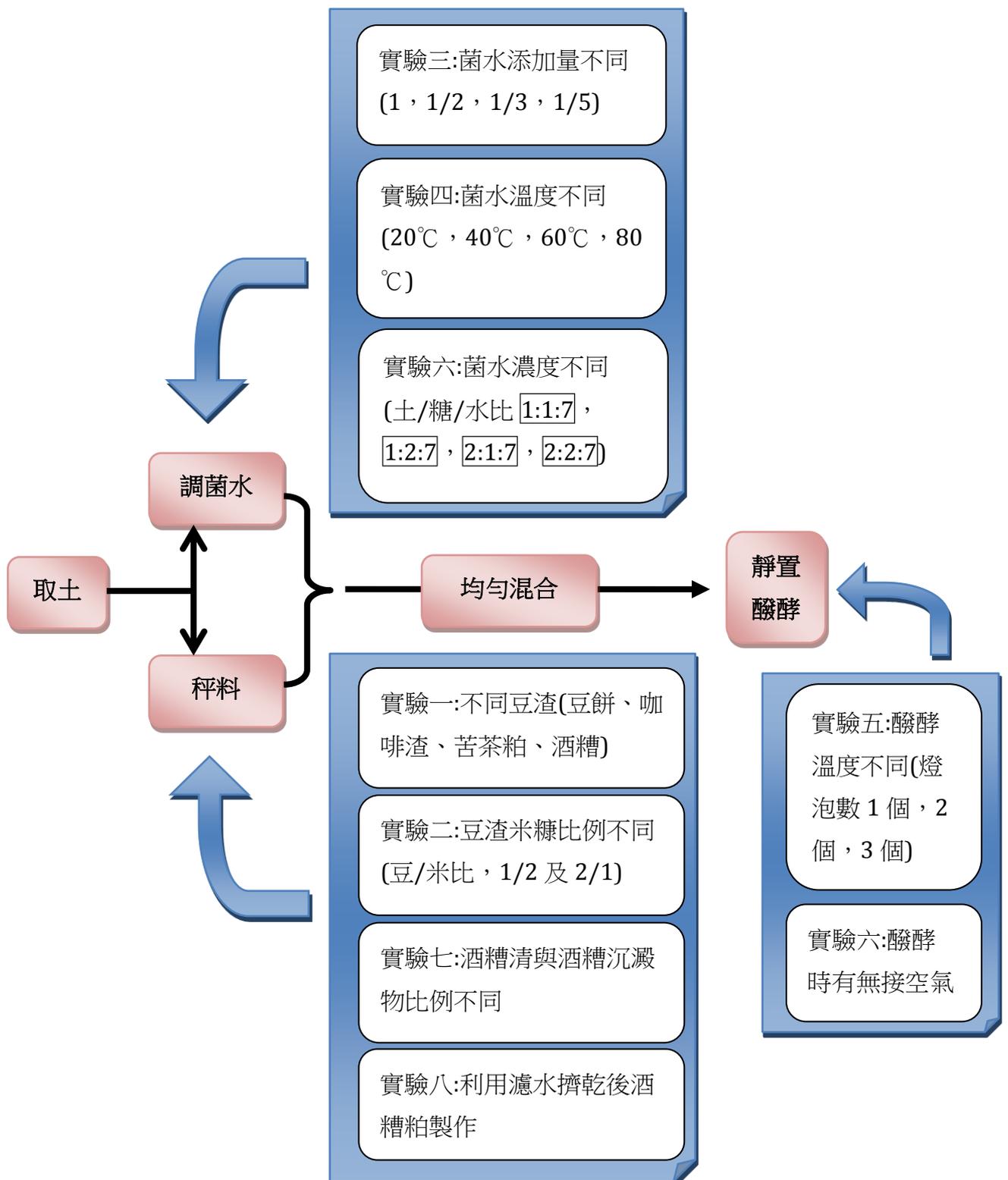


圖 6 正式實驗流程圖

說明:

實驗一；不同豆渣(豆餅、咖啡渣、苦茶粕、酒糟)實驗發現詳見田間試驗。

實驗二: 實驗二:豆渣米糠比例不同(豆/米比, 1/2 及 2/1)實驗發現。

1. 表面都有白色菌種, 兩者大約都有表面 80%面積滋生菌體。
2. 豆/米比 2/1 組表面有咖啡色跟紅色菌體。白色菌體還是偏多。

實驗三: 菌水添加量不同(1, 1/2, 1/3, 1/5)實驗發現。

1. 愛玉袋上有一些黑色一點一點的菌和白色似棉花的菌(大部分長在公文籃下面)。
2. 聞起來有像氨水苦苦的味道。
3. 堆肥上有先白色的菌體, 推測是我們要的菌。
4. 在 1/2 這組白色菌體較少。
5. 在 1/5 這一組的白色菌體最多。

實驗四: 菌水溫度不同(20°C, 40°C, 60°C, 80°C)實驗發現。

- 1.40 度與 60 度都沒有白色菌體, 聞起來有腐酸味, 都有果蠅。
- 2.20 度與 80 度有白色菌體, 聞起來有酒味。
- 3.20 度與 80 度長白色菌體的地方都是桶子邊緣。

實驗五: 醱酵溫度不同(燈泡數 1 個, 2 個, 3 個)實驗發現

1. 所有溫度實驗長的菌種都不多(約不到 1/10) 實驗品呈咖啡色, 菌最多的分別為兩顆燈泡>一顆燈泡>三顆燈泡。
2. 菌種不多原因可能是因為溫度太高, 太乾燥。
3. 一顆燈泡組合三顆燈泡組都有紅紅的菌在白菌上面。
4. 一、兩顆燈泡組的白色菌種分佈於透氣孔。

實驗六: 醱酵時有無接空氣實驗發現

1. 厭氧發酵組不滿白色一點一點的後, 接觸空氣組則沒有明顯菌體。
2. 厭氧發酵組的保鮮盒微微鼓起可看出有發酵氣體及發酵產生的水珠, 接觸空氣則沒有。
3. 有接觸空氣組發酵過程中有許多果蠅飛來飛去。

實驗七: 酒糟清與酒糟沉澱物比例不同實驗發現詳見田間試驗

實驗八: 利用濾水擠乾後酒糟粕製作實驗發現詳見田間試驗。

### 三、田間試驗

#### (一)有機肥各項實驗實驗器材、實驗步驟、實驗分析與實驗發現

1.實驗名稱:不同採樣點採集的森林土壤製作實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?

我們選擇種植蘿蔓是因為符合本地氣候及生長環境，植株強健栽培較不容易死亡，蟲害相較之下也較少。

#### (1)統計圖表

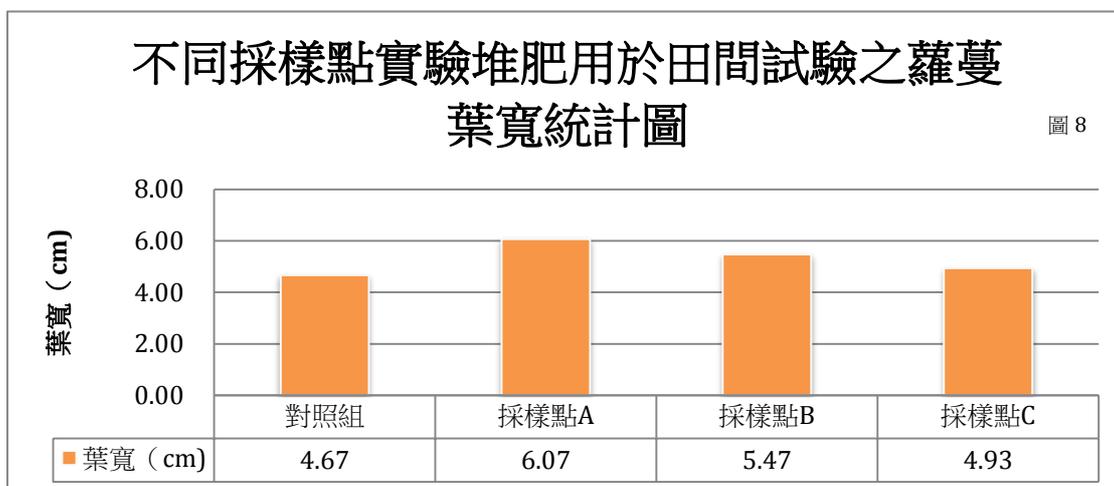
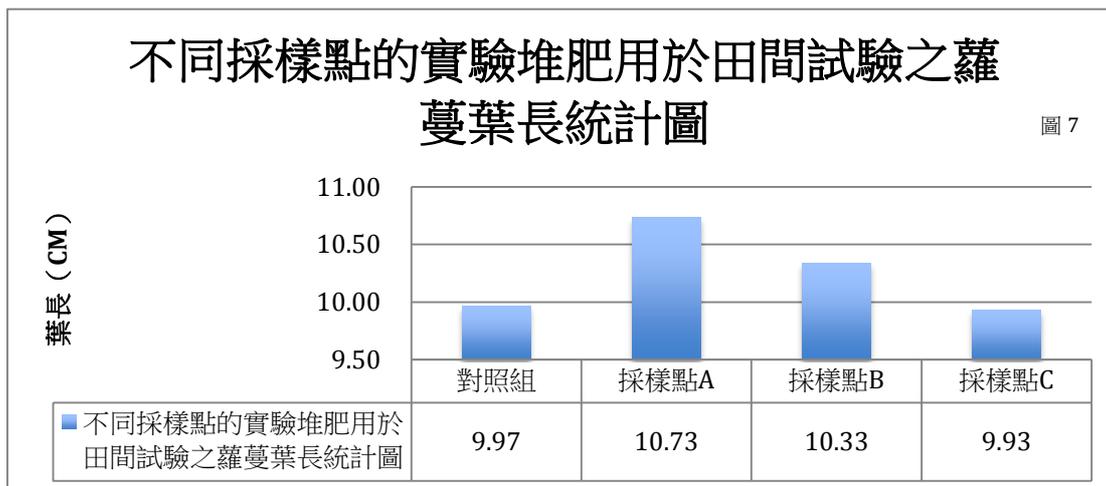


表 5 採樣點不同對照表

不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓  
葉片數統計圖

圖 9



不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓  
葉柄厚統計圖

圖 10



不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓  
植株高統計圖

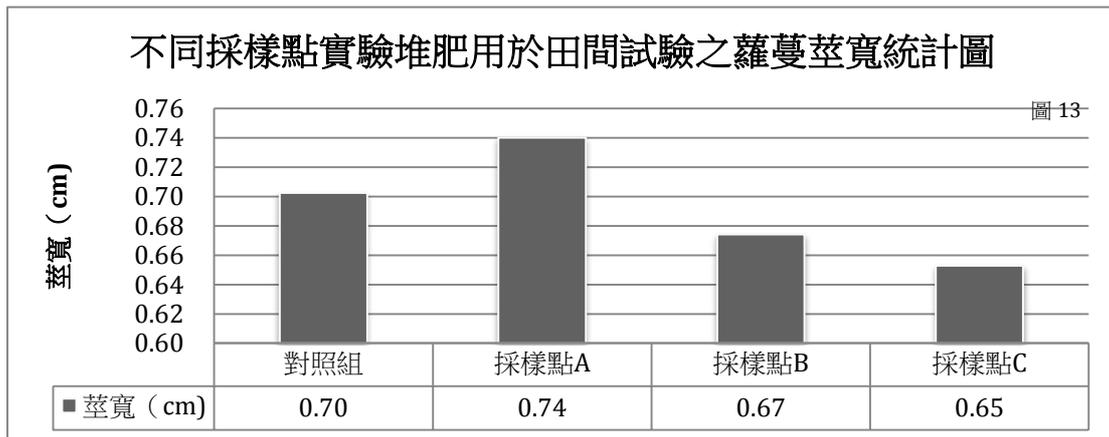
圖 11



不同採樣點實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓  
根長統計圖

圖 12





**(2)田間試驗項目平均綜合比較:**

- A.葉長:採樣點 A(10.73cm)>採樣點 B(10.33cm)>對照組(9.97cm)>採樣點 C(9.93cm)，最長和最短的葉長差 0.8cm。
- B.葉寬:採樣點 A(6.07cm)>採樣點 B(5.47cm)>採樣點 C(4.93cm)>對照組 (4.67cm)，最寬和最細葉寬差 1.4cm。
- C.葉片數:採樣點 C(12 片)>採樣點 A、對照組(10.33 片)>採樣點 B(9 片)，最多和最少的葉片數差 3 片。採樣點 C 的土壤在葉長及葉寬的表現上不如採樣點 A，在葉片數上有較明顯的增加，值得後續討論。
- D.葉柄厚:採樣點 A(0.5cm)>採樣點 B(0.41cm)>採樣點 C(0.39cm)>對照組 (0.36cm)，最厚和最薄的葉柄厚差 0.14cm。
- E.植株高:採樣點 B(13.93cm)>採樣點 A(13.83)>採樣點 C(12.5cm)>對照組 (11.47cm)，最高和最低的植株高差 2.46cm。採樣點 A 種植的蘿蔓雖然不是最高的，僅次於第一名的採樣點 B(只相差 0.1cm)，其幫助蘿蔓生長的效果也算是相當優異。
- F.根長:對照組(27.33cm)>採樣點 B(27cm)>採樣點 A(26cm)>採樣點 C(23.27cm)，最長和最短的根長相差 4.06cm。推測對照組及施用採樣點 B 堆肥之土壤含鉀量較高。
- G.莖寬:採樣點 A(0.74cm)>對照組(0.7cm)>採樣點 B(0.67cm)>採樣點 C(0.65cm)。最寬及最細的相差 0.09cm。

**(3)實驗小結及推論:**

- A.不同採樣點的堆肥實驗，只有根系的項目不如對照組，但是葉、莖的生長都比對照組好，推測含氮量比較多。不同採樣點實驗的根長雖然不長(比對照組短)，但是比較密。對於根的生長也是有顯著的助益。再比對送農改場的樣土檢測數據得知:對照組(實驗栽培土)鉀含量達 110ppm，而採樣點 B 及 A 的鉀含量分別是 94ppm 和 75ppm。對應

到種植的蘿蔓根長排序分別是：對照組(27.33cm)>採樣點 B(27cm)>採樣點 A(26cm)。由此可確認鉀含量的多寡，的確與根長成正比，有助於根系的成長。

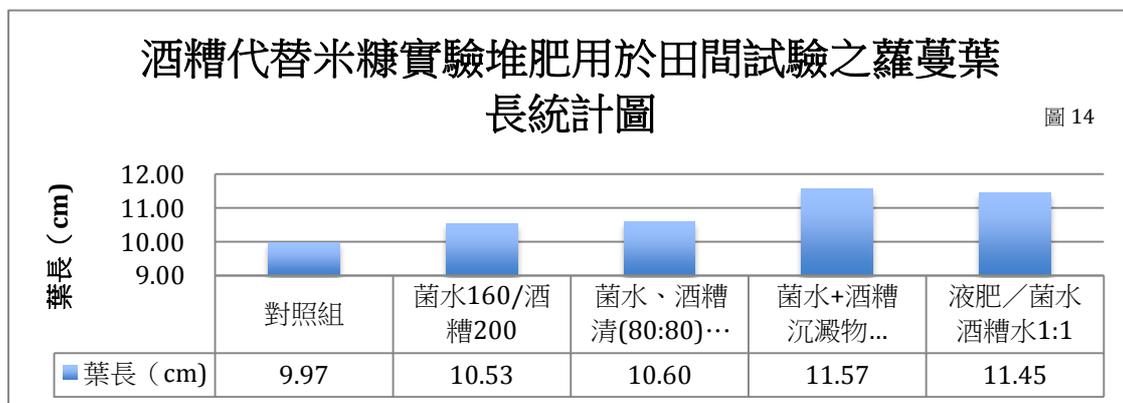
- B.從蘿蔓植株生長的狀況來看，施予採樣點 A 樣土堆肥種的蘿蔓葉是所有樣本長得最好的，推測堆肥含氮量較高，根據我們閱讀的資料，氮對葉子的生長有幫助，所以可能其堆肥適合種植葉菜類植物。
- C.雖然採樣點 C 的葉片數是最多的，但是根長和莖寬是最低的。所以若能將採樣點 C 的土與採樣點 A 的土進一步作比例的調和，應該可以找出對蘿蔓生長質與量都有幫助的最佳比例。
- D.採樣點 A 的葉長、葉寬、葉柄厚、莖寬是這四組中長得最好的，推測此堆肥對蘿蔓生長較有幫助，應能實際運用於生活中蘿蔓類蔬菜的種植。
- E.採樣點 C 的葉片數和植株高為四組裡的第一名，推測其堆肥對葉片和植株高度生長較有益。
- F.我們做菌水使用的菌土是有在地性的，利用適合當地氣候、環境，能在當地森林找到的菌土，而非一般市面上賣的市售菌，不僅節能減碳，對植物的生長也較好；其菌種特徵就是白色、絲狀黴菌(種類:以現有的器材觀察後，初步判斷是放線菌的其中一類)。

		
採樣點 A 正面	採樣點 B 正面	採樣點 C 正面

表 6 採樣點不同正面比較表

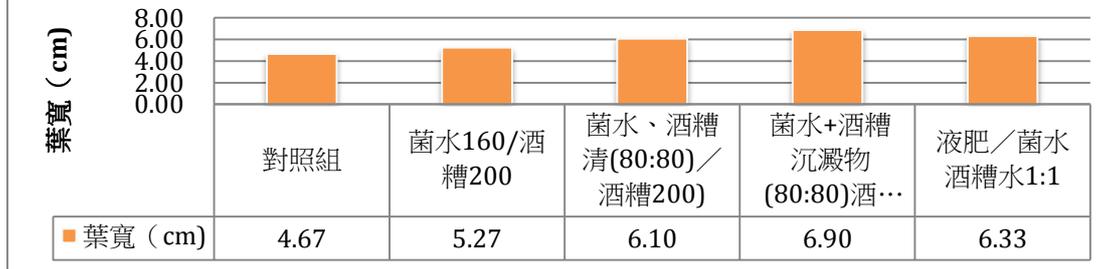
## 2.實驗名稱:酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?

### (1)統計圖表



酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖

圖 15



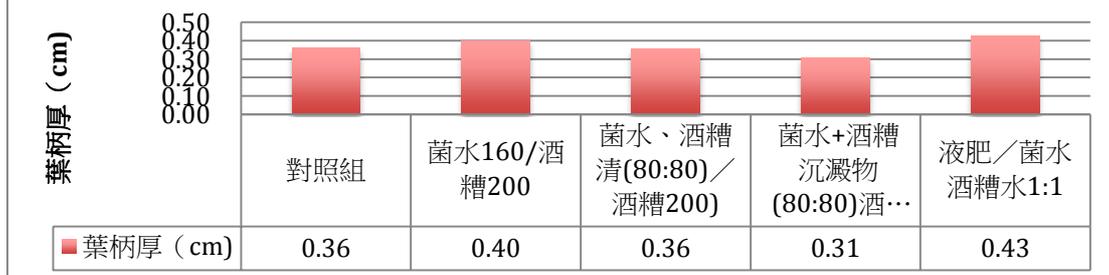
酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖

圖 16



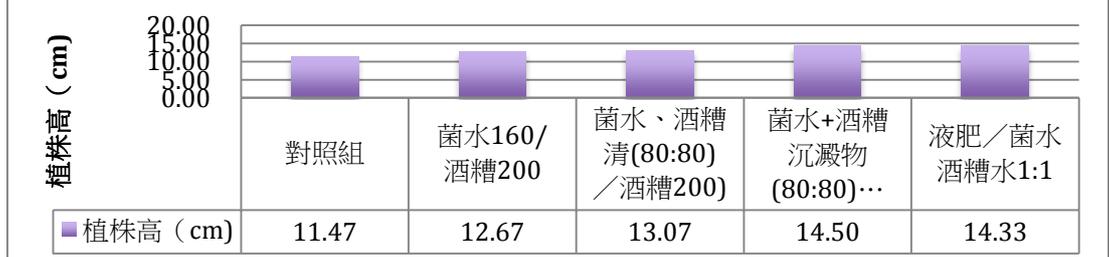
酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖

圖 17



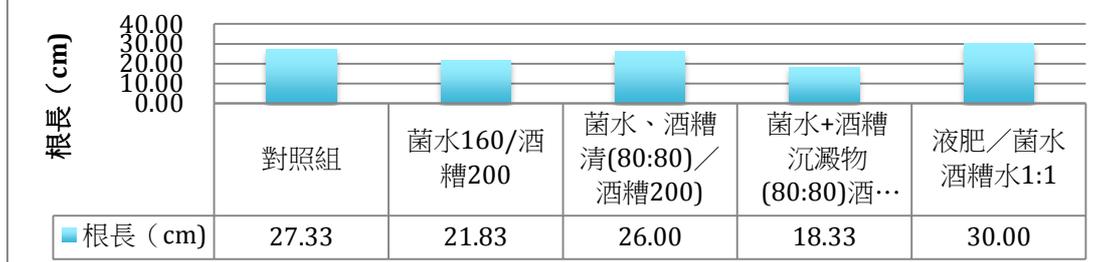
酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖

圖 18



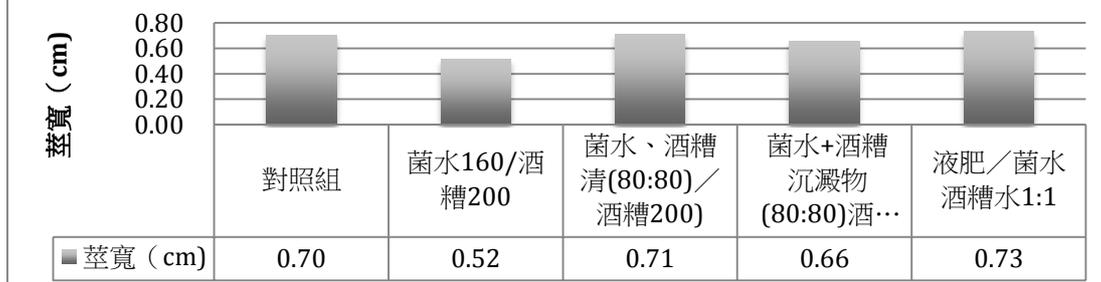
酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根  
長統計圖

圖 19



酒糟代替米糠實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖  
寬統計圖

圖 20



### 2-1 酒糟代替米糠豆餅-菌水、酒糟清(80:80)酒糟 200:

從上表可發現，酒糟代替米糠豆餅-菌水、酒糟清(80:80)酒糟 200 樣本根細長度分別是樣本三(30cm)>樣本一(27cm)>樣本二(21cm)，最大差距達 9cm，但在葉長、葉寬等方面並沒有太大落差。

### 2-2 酒糟代替米糠、豆餅-菌水、酒糟(160:200):

從上表可發現，酒糟代替米糠、豆餅-菌水、酒糟(160:200) 的根長分別是樣本二(26.5cm)>樣本三(22cm)>樣本一(17cm)，最大相差 9.5cm。

### 2-3 酒糟代替米糠、豆餅-菌水+酒糟沉澱物(80:80)酒糟 200:

從上表可發現，根長為樣本一(24cm)>樣本三(17cm)>樣本二(14cm)，最大相差 10cm，但在葉長、葉寬及植株高等方面是三者之間表現最差的。

## (2) 田間試驗項目平均綜合比較

A. 葉長: 菌水/酒糟沉澱物(80:80)(11.57cm)>菌水/酒糟清(80:80) (10.6cm)>菌水/酒糟(160:200) (10.53cm)>對照組(9.97cm)，最長和最長的葉長差 1.6cm。

B. 葉寬: 菌水/酒糟沉澱物(80:80)(6.9cm)>菌水/酒糟清(80:80) (6.1cm)>菌水/酒糟(160:200) (5.27cm)>對照組(4.67cm)，最長和最長的葉長差 2.23cm。

- C.葉片數:菌水/酒糟清(80:80)(13片)>菌水/酒糟沉澱物(80:80)(11片)>對照組(10.33片)>菌水/酒糟(160:200)(9.33片)，最長和最短的葉長差3.67片。
- D.葉柄厚:菌水/酒糟(160:200)(0.4cm)>對照組(0.36cm)、菌水/酒糟清(80:80)(0.36cm)>菌水/酒糟沉澱物(80:80)(0.31cm)，最長和最短的葉長差0.09cm。
- E.植株高:菌水/酒糟沉澱物(80:80)(14.5cm)>菌水/酒糟清(80:80)(13.07cm)>菌水/酒糟(160:200)(12.67cm)>對照組(11.47cm)，最長和最短的葉長差3.03cm。
- F.根長:對照組(27.33cm)>菌水/酒糟清(80:80)(26cm)>菌水/酒糟(160:200)(21.83cm)>菌水/酒糟沉澱物(80:80)(18.33cm)，最長和最短的葉長差9cm。
- G.莖寬:菌水/酒糟清(80:80)(0.71cm)>對照組(0.7cm)>菌水/酒糟沉澱物(80:80)(0.66cm)>菌水/酒糟(160:200)(0.52cm)，最長和最短的葉長差0.19cm。

### (3)實驗小結及推論:

- A.從分析及表格可以看出，酒糟類堆肥種植的蘿蔓唯獨根長不如對照組，其他數據表現都比對照組好，推測是肥料中的鉀值含量較低，但是含氮量較高。糙米酒糟是我們意外獲得的禮物，所以將它設計為實驗變因之一，依據田間種植結果可知，酒糟的營養成份仍然很高很豐富，有再利用的價值。
- B.肉眼觀察時，在酒糟沉澱物實驗樣品的根系因為大部分土附著在根系上，成圓狀，較難清理，推論酒糟水黏性較大。
- C.從蘿蔓植株生長的狀況來看，推測葉子項目最好的堆肥含氮量較高，根據我們閱讀的資料，氮對葉子的生長有幫助，所以可能其堆肥適合種植葉菜類植物。

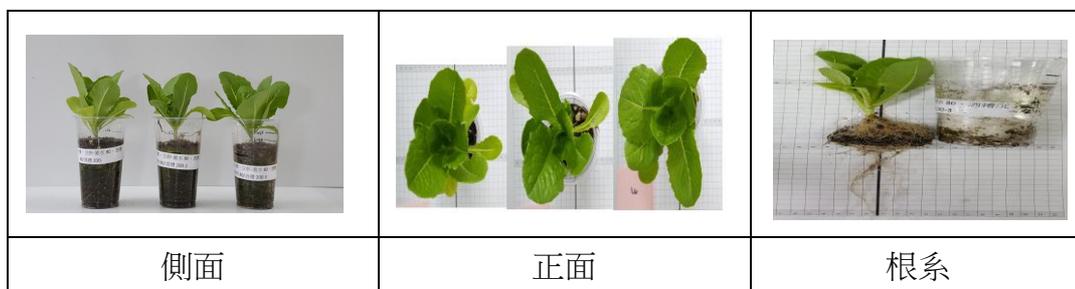
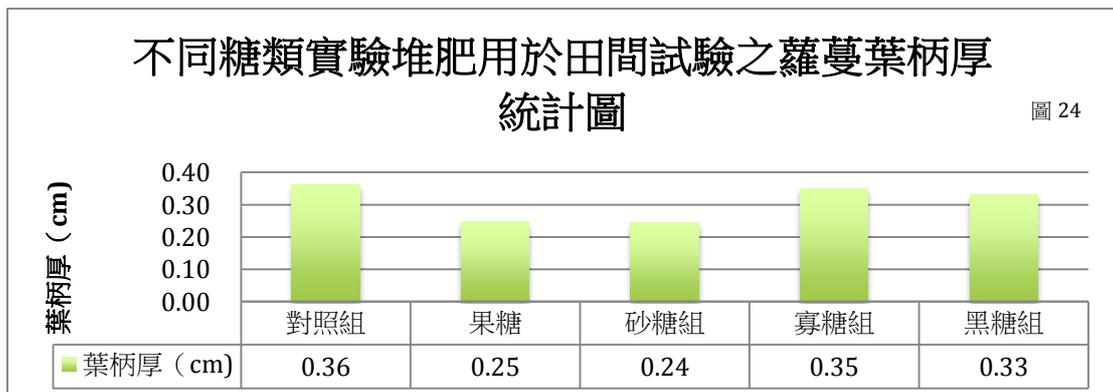
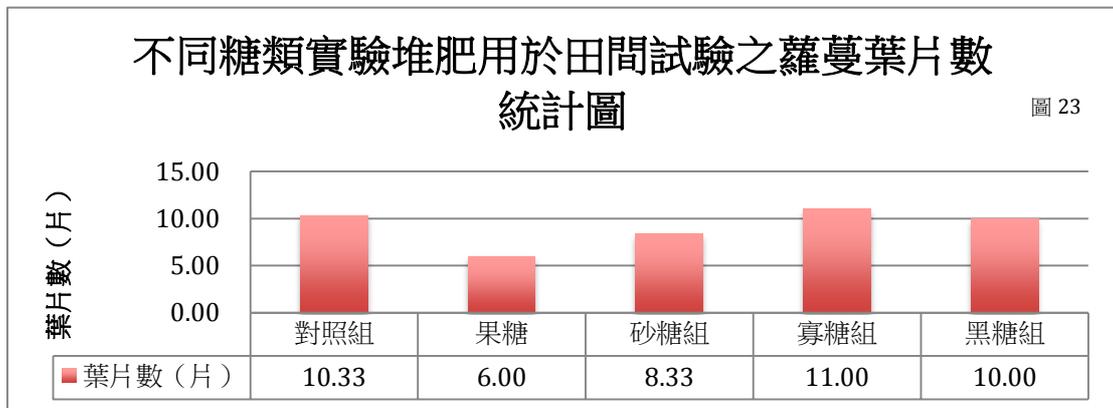
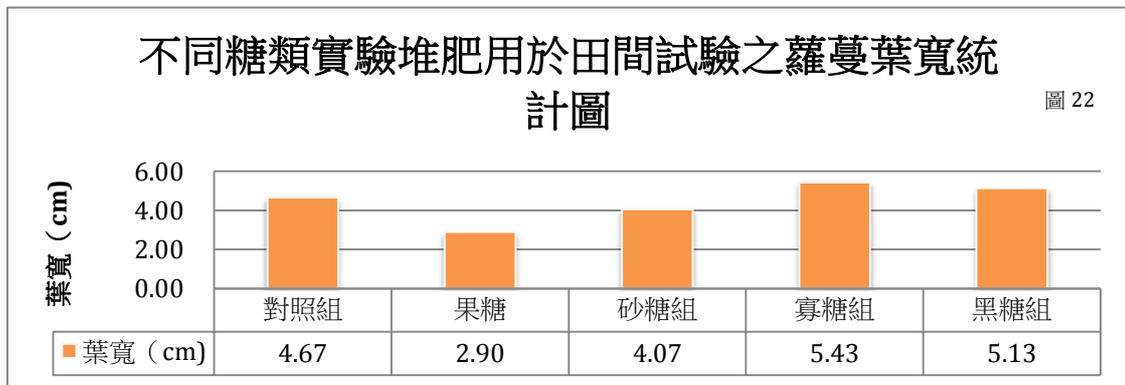
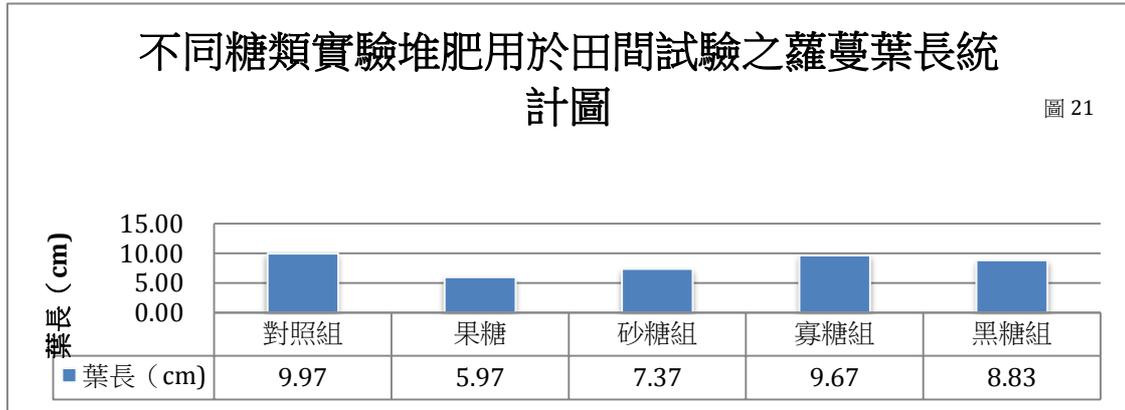


表 7 酒糟實驗樣本示意表

3.實驗名稱:不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?

(1)統計圖表



不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖

圖 25



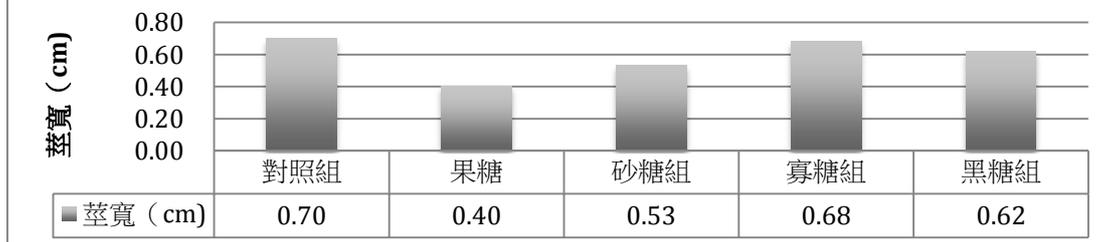
不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根長統計圖

圖 26



不同糖類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖

圖 27



(2)田間試驗項目平均綜合比較

- A.葉長:對照組(9.97cm)>寡糖組(9.67cm)>黑糖組(8.83cm)>砂糖組(7.37cm)>果糖組(5.97cm)，最長和最短的葉長差 4cm。
- B.葉寬:寡糖組(5.43cm)>黑糖組(5.13cm)>對照組(4.67cm)>砂糖組(4.07cm)>果糖組(2.9cm)，最寬和最細的葉寬差 2.53cm。
- C.葉片數:寡糖組(11 片)>對照組(10.33 片)>黑糖(10 片)>砂糖(8.33)>果糖(6 片)，最多和最少的葉片數差 5 片，差距甚大，不過果糖組的樣本二是 9 片，比樣本一和樣本三多(5 片和 4 片)。
- D.葉柄厚:對照組(0.36cm)>寡糖組(0.35cm)>黑糖組(0.33cm)>果糖(0.25cm)>砂糖(0.24cm)，最厚和最薄的葉柄厚差 0.12 cm。
- E.植株高:黑糖組(12.57cm)>寡糖組(12.2cm)>對照組(11.47cm)>砂糖(10.73cm)>果糖組(9.67cm)，最高和最低的植株高差 2.9cm。

F.根長:對照組(27.33cm)>砂糖組(10.73cm)果糖組(9.67cm)>黑糖(9cm)>寡糖組(8.5cm)，最長和最短的根長差 18.83cm。

G.莖寬:對照組(0.7cm)>寡糖組(0.68cm)>黑糖(0.62cm)>砂糖組(0.53cm)>果糖(0.4cm)，最寬和最細的莖寬差 0.3 cm。

### (3)實驗小結及推論

A.不同糖類實驗的葉柄厚、根長、莖寬的數據都比對照組低，可見其肥料對莖寬、根長和葉柄厚的生長較無助益，以照片來看，不同糖類實驗的根長都很短。

B.從蘿蔓植株生長的狀況來看，推測葉子項目中最好的堆肥，含氮量較高，根據我們閱讀的資料，葉子要生長需要氮，所以可能其堆肥適合種植葉菜類植物。

C.寡糖的葉寬和葉片數是這四組之中表現最好的，因此我們推論用寡糖做的堆肥對葉寬和葉片數較有幫助。

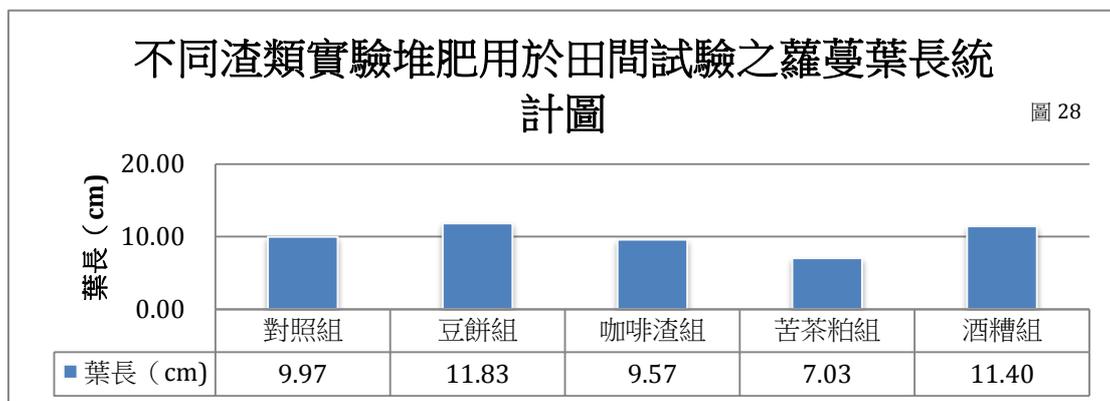
D.對照組的葉長、葉柄厚、根長和莖寬是四組中表現最好的，推測田間實驗用土對葉長葉柄厚根長和莖寬有助益。



表 8 不同糖類比較表

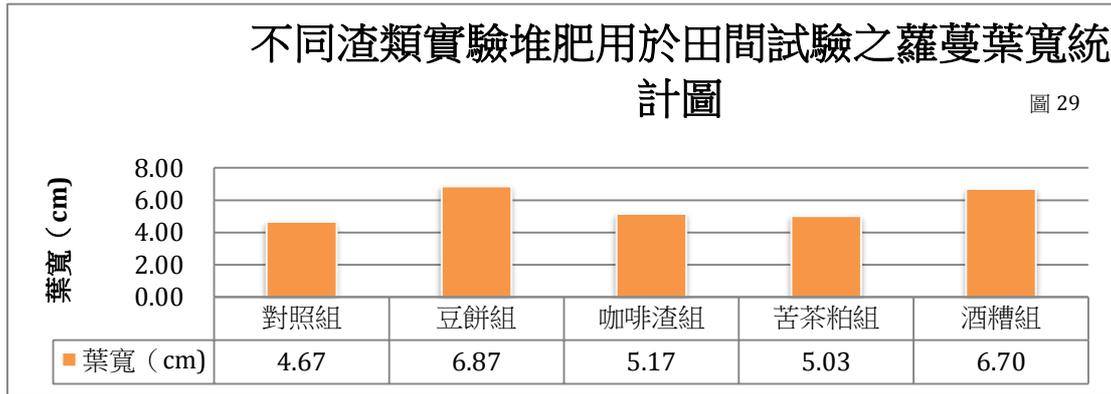
#### 4.實驗名稱:不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓有何不同?

##### (1)統計圖表



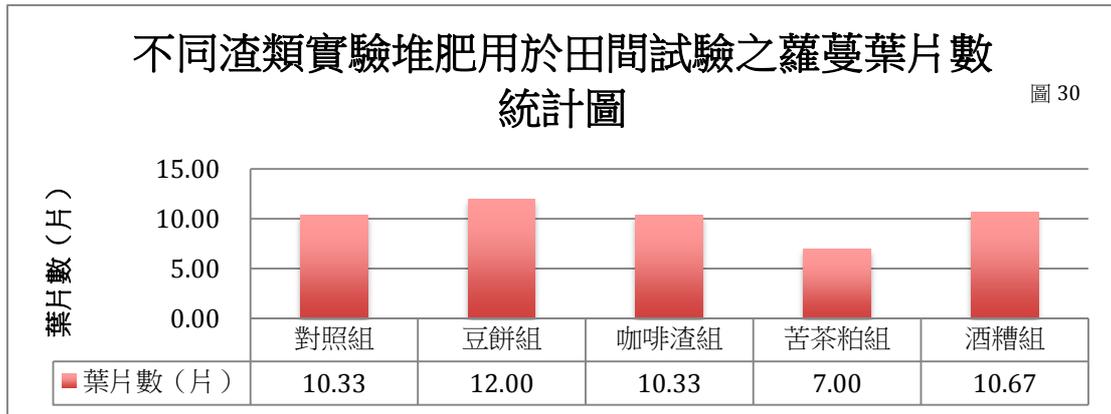
不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉寬統計圖

圖 29



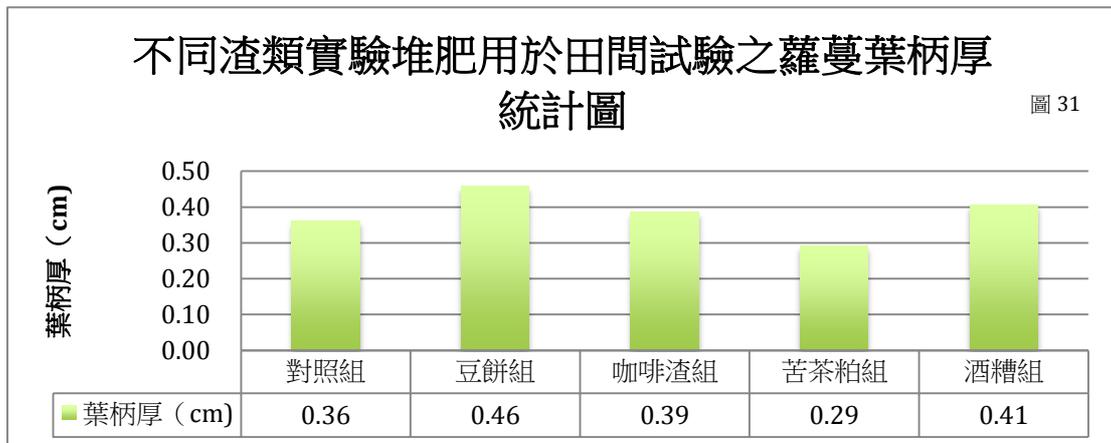
不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉片數統計圖

圖 30



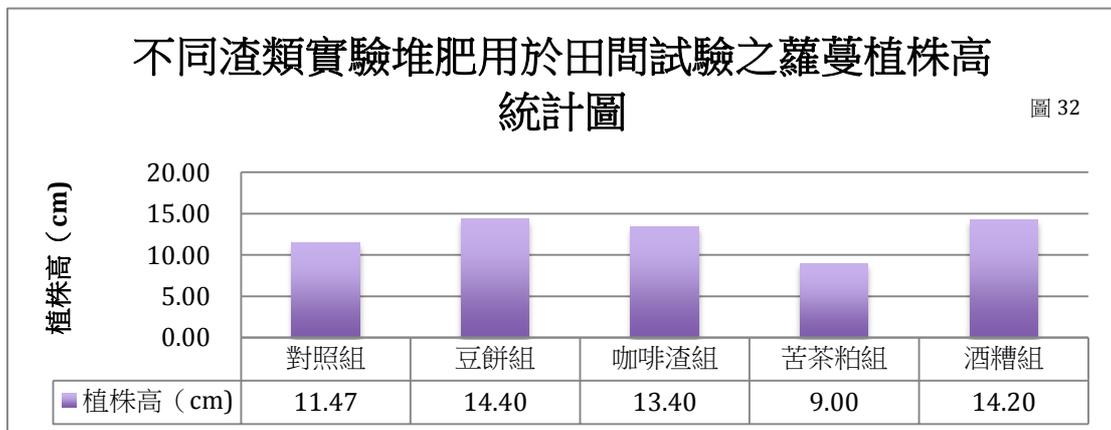
不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓葉柄厚統計圖

圖 31



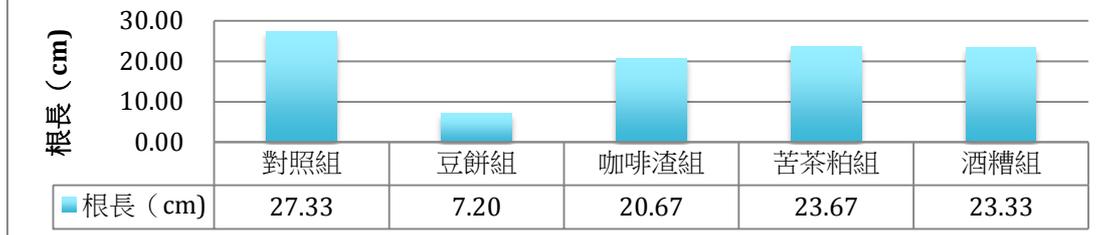
不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓植株高統計圖

圖 32



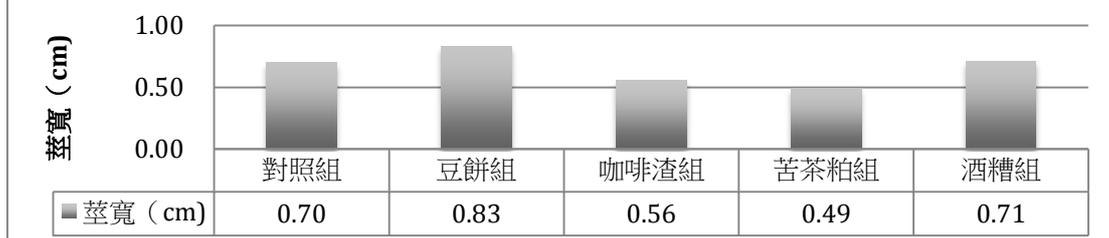
不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓根長統計圖

圖 33



不同渣類實驗堆肥用於田間試驗之蘿蔓莖寬統計圖

圖 34



## (2) 實驗發現

- 豆餅粉實驗組有約 1/8 的白色菌體，分布在愛玉袋上一點一點的。
- 咖啡渣實驗組有約 3/8 的白色菌體，還有一點一點的青色菌體。
- 盒子上有許多的水珠，因為堆肥在發酵，溫度較高，所以堆肥中的水分，遇冷凝結成小水滴附著在盒子上。

## (3) 田間試驗項目平均綜合比較

- 葉長: 豆餅粉(11.83cm) > 酒糟粕(11.4cm) > 對照組(9.97cm) > 咖啡渣(9.57cm) > 苦茶粕(7.03cm)，最長和最長的葉長差 4.8cm。
- 葉寬: 豆餅粉(6.87cm) > 酒糟粕(6.7cm) > 咖啡渣(5.17cm) > 苦茶粕(5.03cm) > 對照組(4.67cm)，最寬及最細的相差 2.2cm，並未相差很多。
- 葉片數: 豆餅粉 12 片 > 酒糟粕 10.67 片 > 咖啡渣、對照組 10.33 片 > 苦茶粕 7 片，最長和最長的葉長差 5 片。
- 葉柄厚: 豆餅粉(0.46cm) > 酒糟粕(0.41cm) > 咖啡渣(0.39cm) > 對照組(0.36cm) > 苦茶粕(0.29cm) 最長和最長的葉長差 0.17cm。
- 植株高: 豆餅粉(14.4cm) > 酒糟粕(14.2cm) > 咖啡渣(13.4cm) > 對照組(10.36cm) > 苦茶粕(9cm)，最長和最長的葉長差 5.4cm。
- 根長: 對照組(27.33cm) > 苦茶粕(23.67cm) > 酒糟粕(23.33cm) > 咖啡渣(20.67cm) > 豆餅粉(7.2cm)，最長和最長的葉長差 20.13cm。
- 莖寬: 豆餅粉(0.83cm) > 酒糟粕(0.71cm) > 對照組(0.70cm) > 咖啡渣(0.56cm) > 苦茶粕(0.49cm)，最長和最長的葉長差 0.34cm。

#### (4)實驗小結:

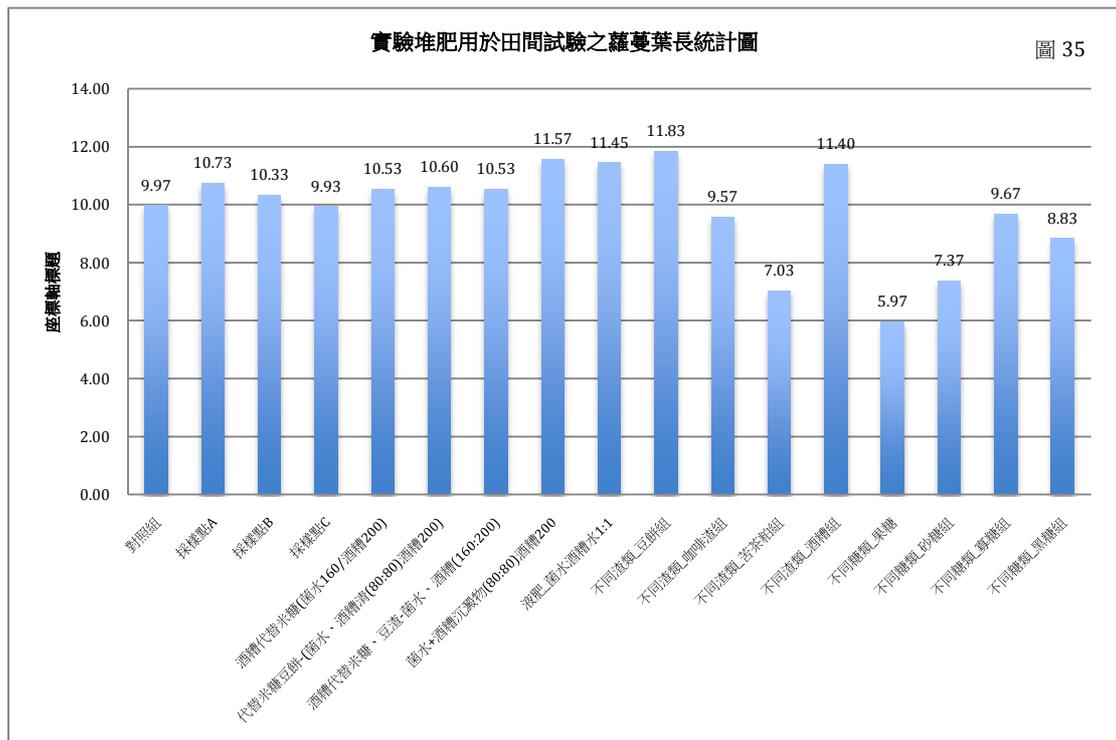
A.本實驗中豆餅粉組堆肥所種出的蘿蔓，除了在根系表現上不如對照組，其他數據表現都比對照組好，推論堆肥中的鉀含量較少。但是氮含量較高。也就是豆餅粉組的蘿蔓長得最好。其實一開始我們曾使用濕的豆渣（煮豆漿後剩下的殘渣），但發現容易腐壞,主要原因是新鮮豆渣中的濕度較難控制，加上我們的技術還不夠成熟，還無法掌握訣竅，所以就改用市售的豆餅粉。經過這一系列的實驗探究，我們的技術進步了，若還有時間，可以針對新鮮豆渣進行堆肥試驗，相信可以讓原本是廚餘的豆渣有再利用的價值及可能性。

B.不同渣類實驗所得樣品，肉眼觀察時，發現不同渣類\_咖啡渣中，樣本二的根系較短及較細，推論種植沒成功。

### (二)田間實驗所得數據綜合比較

#### 1.葉長

##### 1-1 葉長統計圖



#### 1-2.葉長實驗分析：

(1)比較上圖數據，不同渣類\_豆餅粉組(11.83cm)、酒糟代替米糠豆餅(菌水80 酒糟清 80 酒糟 200)組(11.57cm)、液肥組(11.45cm)和不同渣類\_酒糟組(11.4cm)的葉長都超過了 11cm，證明了以上堆肥對葉長生長有很大的助益，推薦使用上述堆肥進行種植。

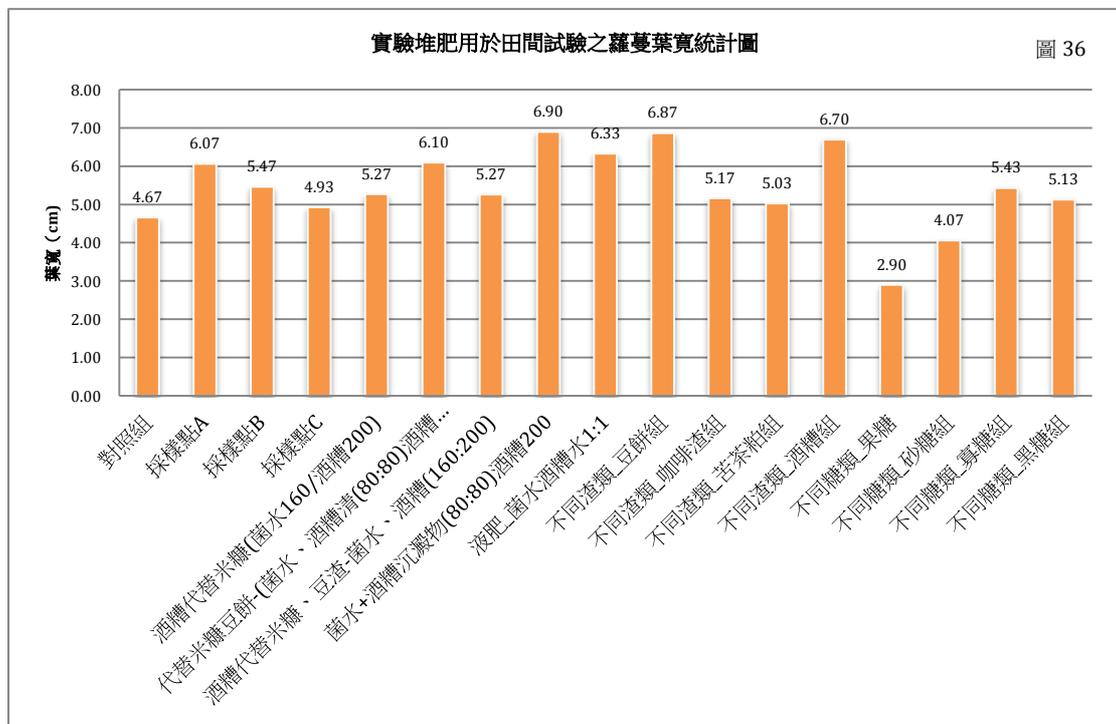
(2)比較各項平均值，葉長最長的酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200)組(葉長 11.83cm)和最短的不同糖類-果糖組(葉長 5.97cm)，差了 5.86cm，而且倒數第二名的不同渣類-苦茶粕也多了果糖組了 1.06cm，所以不建議使用果糖做為製作菌水的材料。

(3)綜上所述我們推測，不同渣類-豆餅粉含氮量較高，根據資料，氮對葉子的生長較有幫助，因此其堆肥可能適合應用於葉菜類植物。

(4)不同渣類-苦茶粕因樣本二枯死，無法紀錄，造成數據落差甚大，但樣本一和樣本三長的很好，因此如果只算樣本一和三的，葉長的平均是 10.55cm，算是長的很好。

## 2.葉寬

### 2-1 葉寬統計圖



### 2-2 葉寬實驗分析：

(1)觀察圖表，酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200)組(6.9cm)、>不同渣類-豆餅粉組(6.87cm)、>不同渣類-酒糟組(6.7cm)、>液肥組(6.33cm)、酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟沉 80 酒糟 200)組(6.1cm)、>採樣點 A 組(6.07)的葉寬都超過 6cm，證明了以上堆肥對植物生長有幫助，推薦使用上述堆肥進行種植。

(2)比較葉寬最寬的酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200)組(6.9cm)和最細的不同糖類-果糖組(2.9cm)，葉寬差了 4cm，因此建議不使用果糖組當作材料。

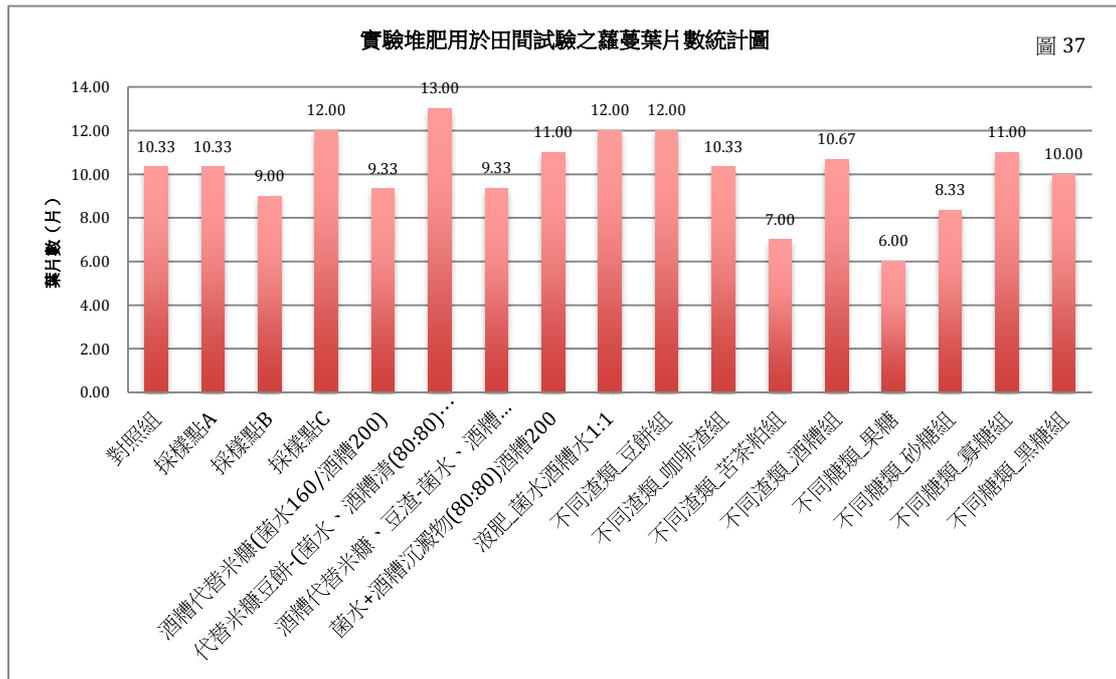
(3)由上圖可推測，因為酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200)組

葉寬最寬(6.9cm)，所以推測其堆肥含氮量較高，根據資料，氮對葉子生長有幫助，所以其肥料適合種植葉菜類植物。

- (4) 不同渣類-苦茶粕因樣本二枯死，無法紀錄，造成數據落差甚大，但樣本一和樣本三長的很好，因此如果只算樣本一和三的，葉寬的平均是 7.55cm，比第一名還要好，故也極力推薦使用其堆肥進行種植。

### 3.葉片數

#### 3-1 葉片數統計圖

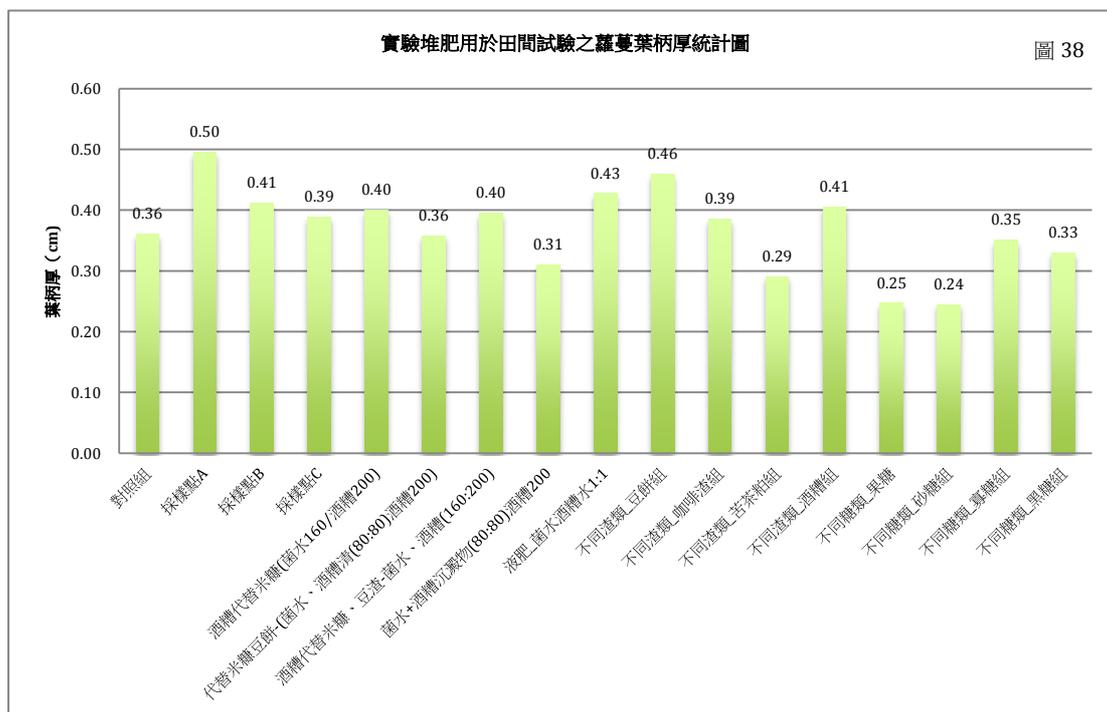


#### 3-2 葉片實驗分析：

- (1)比較圖表數據，酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200 組(13 片)、>採樣點 C(12 片)、不同渣類-豆餅粉(12 片)及菌水-液肥組(12 片)，這些組別葉片數都有達 12 片，證明了以上堆肥對植物生長有幫助，推薦使用上述堆肥進行種植。
- (2)由上圖可發現，葉片數最多的酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200 組(13 片)組和最少的不同糖類-果糖組(6 片)，葉片數差 7 片，建議不使用果糖組進行實驗。
- (3)綜上所述，酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200 組的葉片數最多，所以推測其堆肥含氮量較高，根據資料，氮對葉子生長有幫助，所以其肥料適合種植葉菜類植物。
- (4)不同渣類-苦茶粕因樣本二枯死，無法紀錄，造成數據落差甚大，但樣本一和樣本三長的很好，因此如果只算樣本一和三的，葉片數的平均是 15.5 片，長得比第一名好，因此也極力推薦使用其堆肥進行種植。

## 4.葉柄厚

### 4-1 葉柄厚統計圖

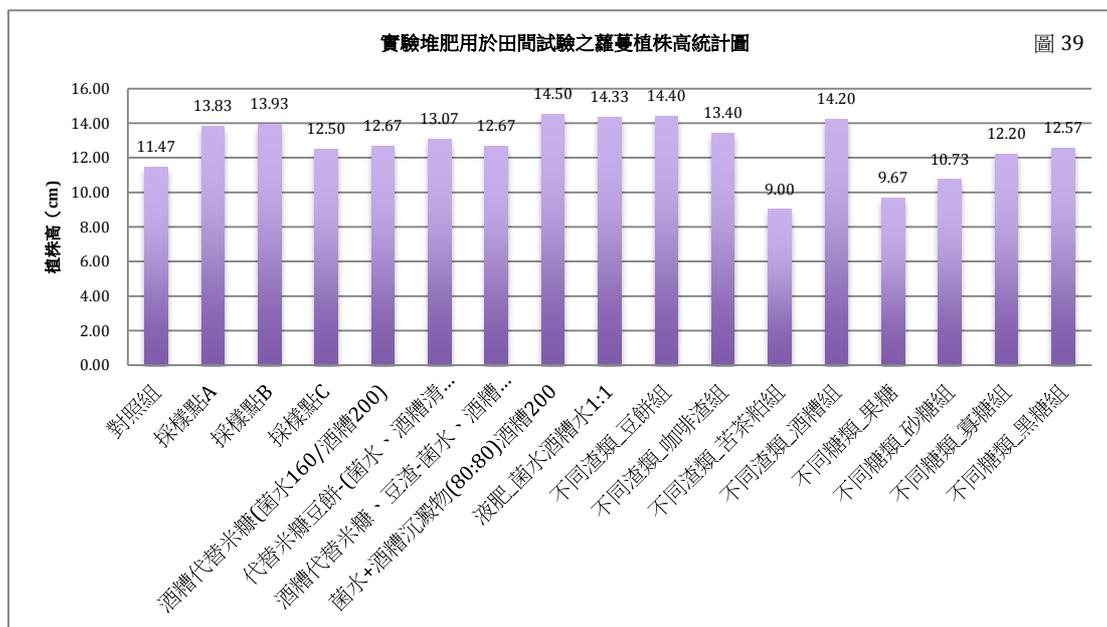


### 4-2 葉柄厚實驗分析：

- (1) 葉柄厚依序排下來:採樣點 A(0.5cm)>不同渣類-豆餅(0.46cm)>液肥-菌水酒糟水 1:1(0.43cm)>採樣點 B(0.41cm)、不同渣類-酒糟組(0.41cm)>酒糟代替米糠豆餅(菌水 160 酒糟 200)(0.4cm)、>採樣點 C(0.39cm)、不同渣類-咖啡渣(0.39cm)>酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200)(0.36cm)、對照組(0.36cm)>不同糖類-寡糖(0.35cm)>不同糖類-黑糖(0.33cm)>酒糟代替米糠豆餅(菌水 80 酒糟沉 80) (0.31cm)>不同渣類-苦茶粕(0.29cm)>不同糖類-果糖(0.25cm)>不同糖類-砂糖(0.24cm)
- (2) 由上表可看出，長得最好的前三名為採樣點 A(0.5cm)>不同渣類-豆餅(0.46cm)>液肥-菌水酒糟水 1:1(0.43cm)，長的最不好的前三名是不同糖類-砂糖(0.24cm)<不同糖類-果糖(0.25cm)<不同渣類-苦茶粕(0.29cm)，長得最好的採樣點 A(0.5cm)與長得最不好的不同糖類\_砂糖(0.24cm)相差 0.26cm，相差很多。
- (3) 推測長的最好的採樣點 A(0.5cm)的氮含量較高，適合種植葉菜類蔬菜。
- (4) 長得較不好的不同糖類-砂糖(0.24cm)、不同糖類-果糖(0.25cm)推測氮含量較少。從文獻資料指出，氮含量不足時，植物會葉色變淡、植物生長衰弱，不同糖類-果糖似乎有類似情形，推測不同糖類-果糖氮肥不足。

## 5. 植株高

### 5-1 植株高統計圖



### 5-2 植株高實驗分析

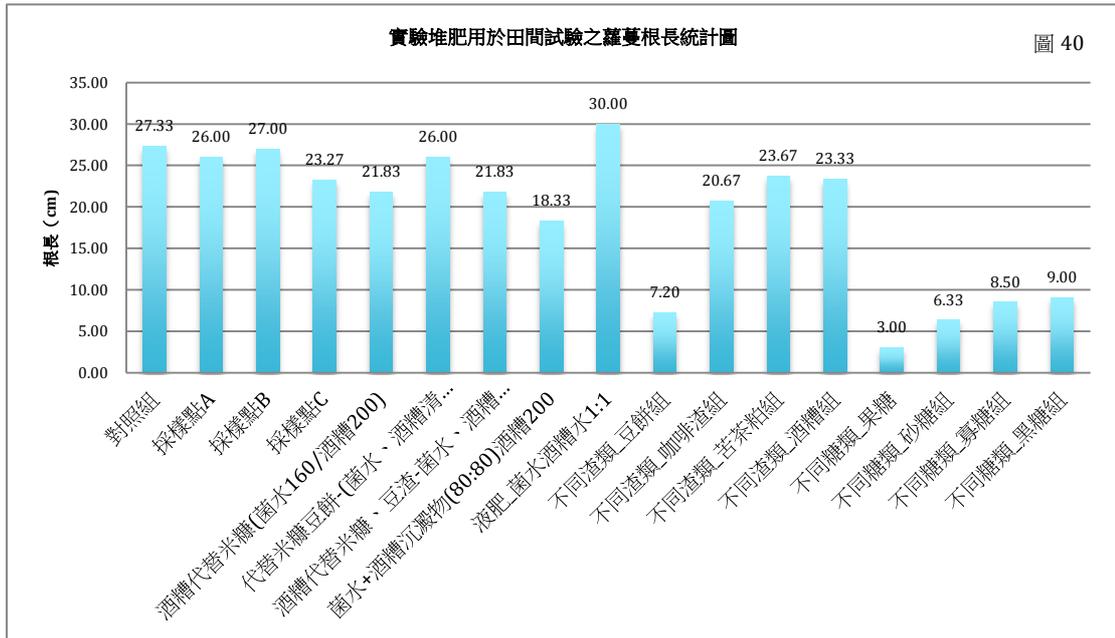
- (1) 長得最好的前三名為不同渣類-豆餅粉(14.4cm)>液肥-菌水酒糟水1:1(14.33cm)>不同渣類-酒糟(14.2cm)，長的最不好的前三名為:不同渣類-苦茶粕(9cm)<不同糖類-果糖(9.67cm)<不同糖類-砂糖(10.73cm)。
- (2) 植株高長的最高的不同渣類-豆餅粉(14.4cm)與長的最矮的不同渣類-苦茶粕(9cm)相比，相差 5.4cm，差異非常大。
- (3) 推測長的最高不同渣類-豆餅粉的含氮量較高，適合種植葉菜類蔬菜。
- (4) 推測長的最矮小的不同渣類-苦茶粕含氮量較低。從文獻資料指出，氮含量不足時，植物會葉色變淡、植物生長衰弱，不同渣類-苦茶粕沒有類似徵召，推測不同渣類-苦茶粕含氮量並沒有不足。
- (5) 因不同渣類-苦茶粕樣本二已枯死，但樣本一和樣本三長的很好，苦茶粕樣本一、三植株高平均為 13.5cm。

		
不同渣類-豆餅	不同渣類-苦茶粕	不同糖類-砂糖

表 9 不同渣類比較表

## 6.根長

### 6-1 根長統計圖



### 6-2 根長實驗分析：

- (1) 根系長度依序排下:液肥-菌水酒糟水 1:1(30cm)>對照組(27.33cm)>採樣點 B(27cm)>採樣點 A、酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 酒糟 200(26cm)>不同渣類-苦茶粕(23.67cm)>不同渣類-酒糟(23.33cm)>採樣點 C(23.27cm)>酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200 (21.83cm)>不同渣類-咖啡渣(20.67cm)>酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟沉澱物 80(18.33cm)>不同糖類-黑糖(9cm)>不同糖類-寡糖(8.5cm)>不同渣類-豆餅粉(7.2cm)>不同糖類-砂糖(6.33cm)>不同糖類-果糖(3cm)。
- (2) 從上表看出，長的最好前三名為液肥-菌水酒糟水 1:1(30cm)>對照組(27.33cm)>採樣點 B(27cm)，長的最不好前三名不同糖類-果糖(3cm)<不同糖類-砂糖(6.33cm)<不同渣類-豆餅粉(7.2cm)，根系最長的液肥-菌水酒糟水 1:1(30cm)與根系最短的不同糖類-果糖(3cm)相比，相差 27cm，相差很多。另外苦茶粕樣本二死亡，但樣本一、三長得很好，兩者平均值達 35.5 公分，超越菌水酒糟水 1:1(30cm)。
- (3) 可推測不同糖類-果糖的鉀含量較低，在閱讀資料顯示，鉀肥不足葉片會從下葉開始轉黃、作物枯死等現象，我們肉眼觀察時發現不同糖類-果糖樣本三有類似的徵兆，推測不同糖類-果糖樣本三鉀肥不足。
- (4) 可推測液肥-菌水酒糟水 1:1(30cm)的鉀含量較高，適合種植根莖類蔬菜。

## 7. 莖寬

### 7-1 莖寬統計圖

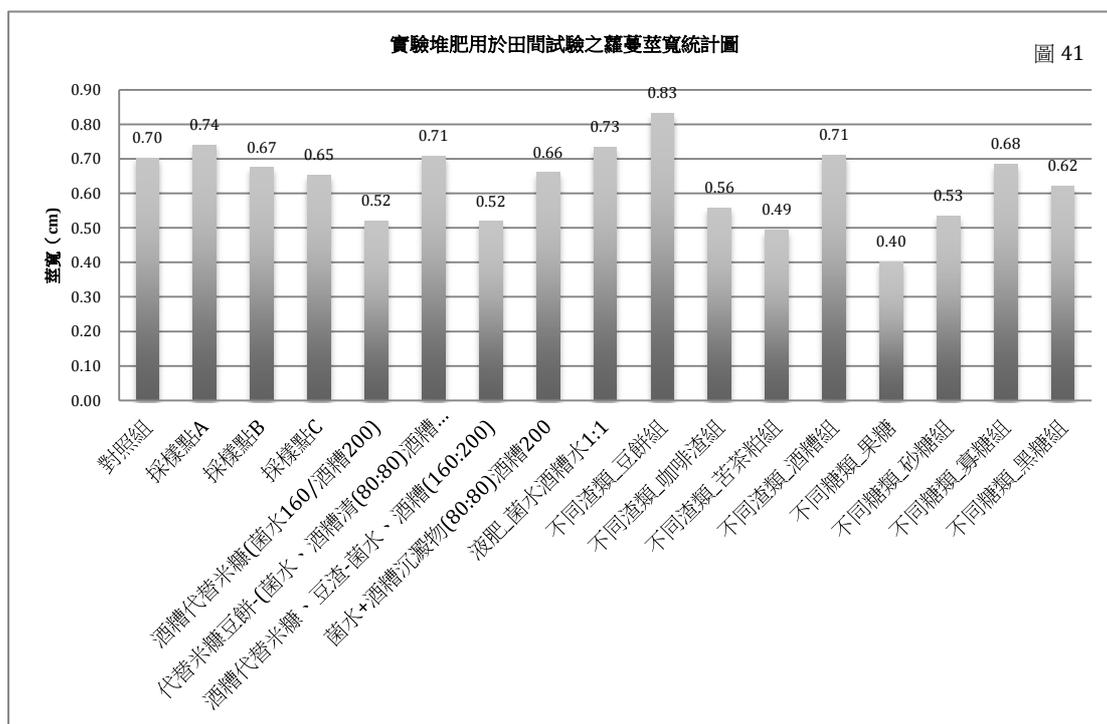


圖 41

### 7-2 莖寬實驗分析：

- (1)由上表可看出莖寬最粗的組別為不同豆渣-豆餅粉組（0.83cm）>採樣點 A 組（0.74cm）>菌水-液肥組（0.73cm），最差的三組為酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200（0.52cm）>不同渣類-苦茶粕組（0.49cm）>不同糖類-果糖組（0.40 cm）。
- (2)莖寬平均值最大的組別為不同渣類-豆餅粉組（0.83cm）和最小組別不同糖類-果糖組(0.40cm)相差 0.43cm，差異十分大。
- (3)推測不同渣類-豆餅粉長得比較好的原因是氮肥含量較高，而不同糖類-果糖組則是氮肥含量少。
- (4)不同渣類-苦茶粕所種植物有一棵植株枯死，拉低整體平均值，否則平均值極高（0.74cm）

### 捌、結論

1. 伯卡西堆肥是用米糠與豆餅以 2：1 比例混合後可加適量咖啡渣，花生粕，甲殼素，骨粉等，再加入稀釋過的微生物菌水加糖蜜，至材料微濕勿滴水，放入木箱或塑膠袋中醱酵，放置陰涼處約 1 個月，原理為培養微生物、增加有機質藉以幫助植物生長。
2. 我們初步進行測試實驗後，改變伯卡西製作的材料比例及製作方式可以使堆肥更成功、更簡便具環保概念。(最終改良出體積小、方便觀察、能隔絕氧氣、

氣味、小蟲，達到厭氧發酵目的實驗裝置為密封盒裝置)

3. 實驗發現不同材料醱酵的堆肥含營養元素也不同，醱酵狀況不一定。(如：不同糖類組種植羅曼以葉寬來說:寡糖組(5.43cm)>黑糖組(5.13cm)>對照組(4.67cm)>砂糖組(4.07cm)>果糖組(2.9cm)，可看出寡糖組效果較佳、果糖組卻比對照組差)，我們從美崙山採樣的土壤可以使菌種更具在地性，而實驗所使用豆渣、酒糟也為一般廚房廢棄物，有在利用的價值。
4. 實驗結果可以看出不同的比例製作堆肥效果也不同，調整最佳比例(土、黑糖、米糠、豆餅、自來水 1:1:1:1:7) 使堆肥醱酵的更為快速、方便。
5. 環境變因不同對有機堆肥的醱酵會有影響。溫度太高對有機堆肥菌種生長不利、太乾燥，因此建議至於常溫下醱酵也較為方便。
6. 在田間試驗時於土壤添加堆肥可使植物長得更好，但得依每組堆肥營養元素量不同而定、分別施用於不同植物栽培介質。

我們引菌所使用土壤為鄰近學校的美崙山採樣，十分具環保及在地性，而不同渣類所使用豆渣、酒糟為廚房廢棄物，可以再利用。實驗裝置及程序的改良，我們將原本較複雜、成本高的方式改良為簡便、成本低、實用的製作方式，而有創新性。

我們還有一批有關於堆肥數據在農改場尚未回覆，我們會持續追蹤並在比賽當天以看板、報告呈現，敬請期待哦。

### 玖、參考文獻

- 1.學研出版編著(2014):跟著圖解這樣做 有機堆肥不失敗! 新北市:學研出版。
- 2.後藤逸男(2015):超圖解 堆肥、綠肥的基本知識&實用製作法。台中市:晨星出版。
- 3.後藤逸男(2015):超圖解土壤、肥料的基礎&不失敗製作法。台中市:晨星出版。
- 4.原由紀子(2017):菜園大豐收土壤&肥料使用完全手冊。新北市:楓葉社文化出版。
- 5.國民小學自然與生活科技課本(2017)。第一課小園丁學種菜。台南市:翰林出版社。

附錄一:實驗方法優缺點分析

實驗裝置	優點	缺點	實驗成果現象描述
堆肥放置大水桶裡，以 8 公升水袋壓實，蓋上蓋子。	<p>水袋能平均的把實驗品壓實、壓平，因為水袋容易塑型，且重量平均，可以達到厭氧醱酵、隔絕空氣。</p> <p>蓋子蓋著時可防止味道、菌體孢子擴散，汙染實驗品，隔絕空氣，達到厭氧醱酵之目的。</p> <p>桶子可容納實驗品量較多。</p>	<p>桶子太大、佔空間。桶子太深，取樣不方便。因為觀察時打開蓋子，使果蠅容易飛進去產卵。</p> <p>水袋重，移動不方便。觀察時要拉開水袋，也容易因拉扯而破掉，影響實驗結果。水袋重壓使實驗品，菌種只分佈在桶子的邊緣，菌種數量較少。</p>	<p>菌種都分佈在桶子邊緣，推測和接觸空氣有關，此菌種可能需要一點空氣幫助生長。</p> <p>水袋破掉會使實驗品泡水、發酸，推測此菌種在水分多時無法生長。</p> <p>大多數果蠅卵，分佈在水袋上，推測因水袋隔絕，果蠅不會汙染實驗品。</p>
堆疊的公文籃、密籃及愛玉袋	<p>實驗品不會受水份、果蠅幼蟲汙染、影響，因為有密封袋、愛玉袋隔絕。</p> <p>此裝置體積小因此節省材料、不佔空間且可堆疊，十分方便。</p> <p>實驗品多餘水分會流到下籃，避免實驗品泡在水中，影響實驗過程及結果。</p> <p>沒有水袋所以不會有漏水之問題，仍可達到厭養醱酵之目的。</p> <p>因為沒有水袋，實驗</p>	<p>使用密封袋及愛玉袋，在氣味隔絕上較不完備。</p> <p>因為愛玉袋較透氣，可能會有別的菌種汙染實驗品。</p> <p>愛玉袋非透明，觀察時不方便。</p>	<p>菌體會長在公文籃的小洞中，可能和接觸空氣有關。</p>

	品上的菌體分佈也較均勻、數量較多。		
加蓋保鮮盒	<p>因保鮮盒是透明的，觀察十分方便，尤其是醱酵時，有水球凝結在盒蓋，方便推測醱酵速度。</p> <p>密封的蓋子能有效隔絕空氣及氣味、其他菌種、昆蟲，不會污染實驗品、可達到厭氧醱酵之目的。</p> <p>多餘水分可從濾網漏下去，不會使實驗品泡在水中。</p> <p>保鮮盒可堆疊，體積不大，十分便利。</p> <p>使用密封袋戳洞，能有效隔絕氣味、其他菌種，也兼顧透氣性。</p> <p>實驗品菌種較均勻，數量也較多。</p>	無	菌體會長在密封袋戳的小洞中，可能和接觸空氣有關。

附錄 2: 田間實驗樣本照片



對照組側面照(2/24)



對照組側面照(3/24)



對照組樣本一



對照組樣本二



對照組樣本三

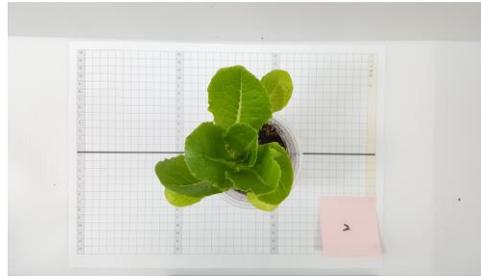
名稱:採樣點 A



採樣點 A 側面照(2/24)



採樣點 A 側面照(3/24)



採樣點 A 樣本一



採樣點 A 樣本二



採樣點 A 樣本三

名稱:採樣點 B



採樣點 B 側面照(2/24)



採樣點 B 側面照(3/24)



採樣點 B 樣本一



採樣點 B 樣本二



採樣點 B 樣本三

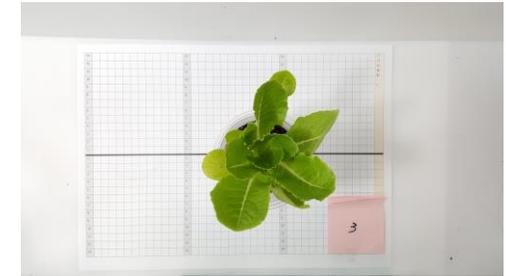
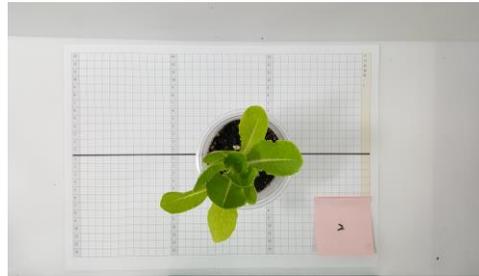
名稱:採樣點 C



採樣點 C 側面照(2/24)



採樣點 C 側面照(3/24)



採樣點 C 樣本一



採樣點 C 樣本二



採樣點 C 樣本三

名稱:不同糖類-黑糖



不同糖類-黑糖側面照(2/24)



不同糖類-黑糖側面照(3/24)



不同糖類-黑糖樣本一



不同糖類-黑糖樣本二



不同糖類-黑糖樣本三



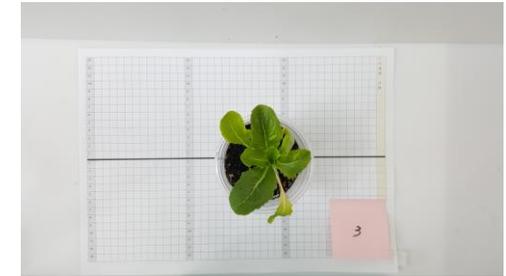
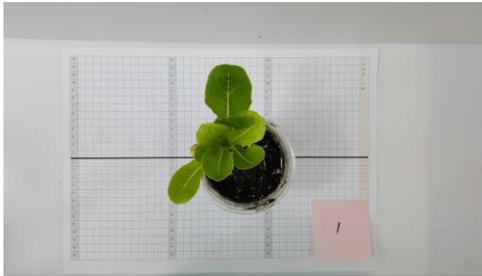
名稱:不同糖類-砂糖



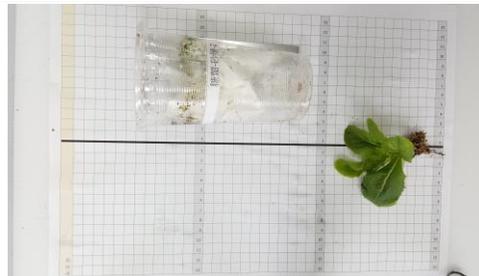
不同糖類-砂糖側面照(2/24)



不同糖類-砂糖側面照(3/24)



不同糖類-砂糖樣本一



不同糖類-砂糖樣本二



不同糖類-砂糖樣本三

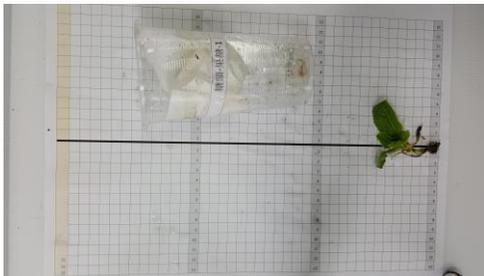
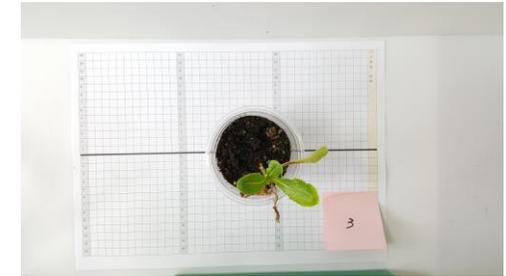
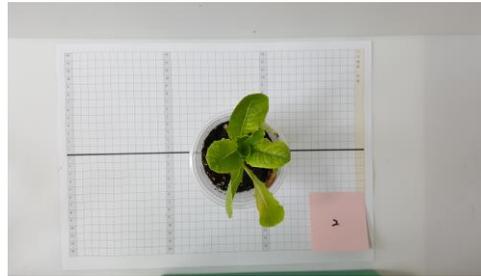
名稱:不同糖類-果糖



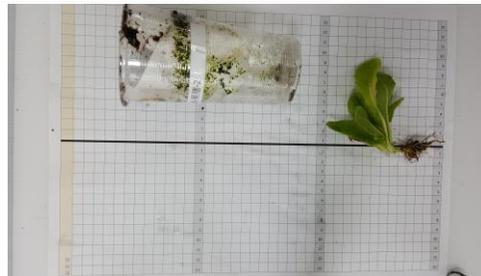
不同糖類-果糖側面照(2/24)



不同糖類-果糖側面照(3/24)



不同糖類-果糖樣本一



不同糖類-果糖樣本二



不同糖類-果糖樣本三

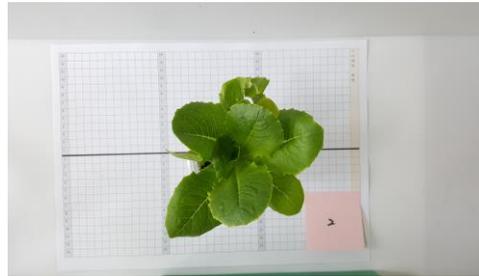
名稱:不同糖類-寡糖



不同糖類-寡糖側面照(2/24)



不同糖類-寡糖側面照(3/24)



不同糖類-寡糖樣本一

不同糖類-寡糖樣本二

不同糖類-寡糖樣本三

名稱:不同渣類-豆餅



不同渣類-豆餅側面照(2/24)



不同渣類-豆餅側面照(3/24)



不同渣類-豆餅樣本一



不同渣類-豆餅樣本二



不同渣類-豆餅樣本三

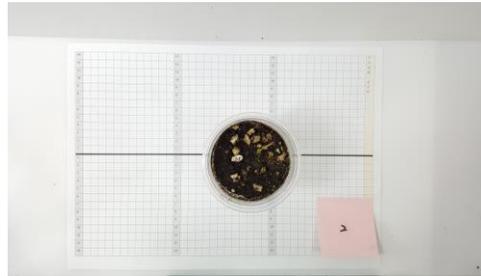
名稱:不同渣類-苦茶粕



不同渣類-苦茶粕側面照(2/24)



不同渣類-苦茶粕側面照(3/24)



不同渣類-苦茶粕樣本一



不同渣類-苦茶粕樣本二



不同渣類-苦茶粕樣本三

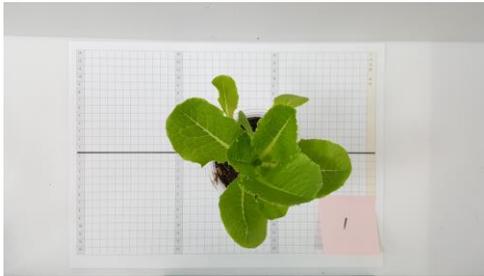
名稱:不同渣類-咖啡



不同渣類-咖啡側面照(2/24)



不同渣類-咖啡側面照(3/24)



不同渣類-咖啡樣本一



不同渣類-咖啡樣本二



不同渣類-咖啡樣本三

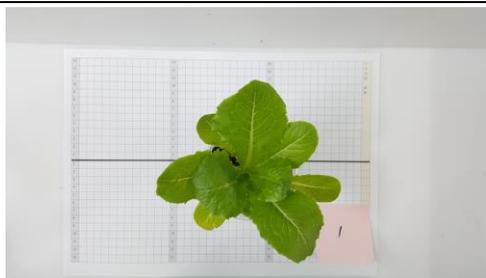
名稱:不同渣類-酒糟



不同渣類-酒糟側面照(2/24)



不同渣類-酒糟側面照(3/24)



不同渣類-酒糟樣本一



不同渣類-酒糟樣本二



不同渣類-酒糟樣本三

名稱:液肥



液肥側面照(2/24)



液肥側面照(3/24)



液肥樣本一



液肥樣本二



液肥樣本三

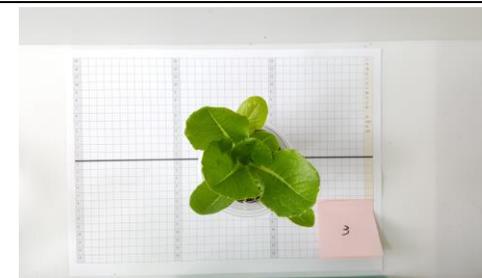
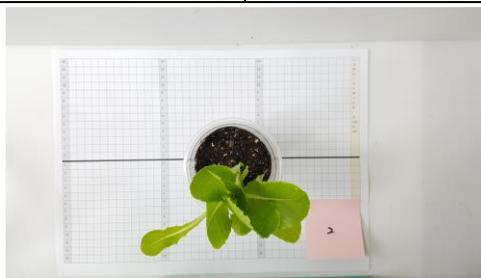
名稱:酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200



酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200 側面照(2/24)



酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200 側面照(3/24)



酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200 樣本一

酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200 樣本二

酒糟代替米糠豆餅菌水 160 酒糟 200 樣本三

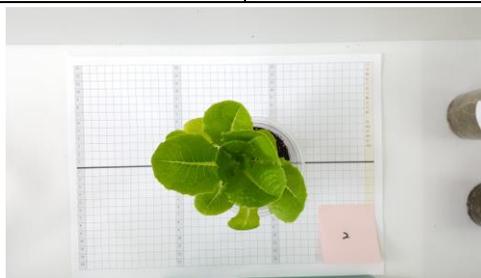
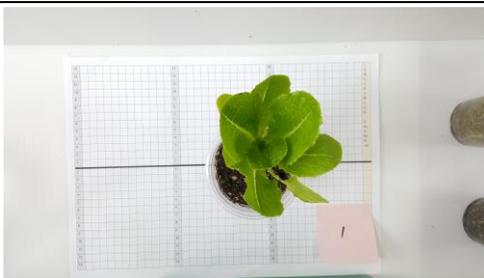
名稱:酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80



酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 側面照(2/24)



酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 側面照(3/24)



酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 樣本一

酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 樣本二

酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 樣本三

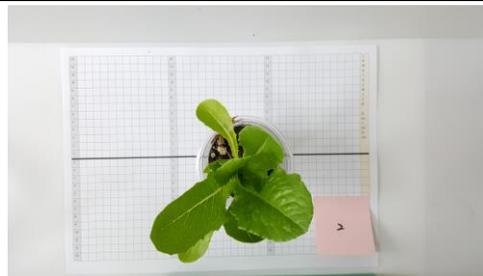
名稱:酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟沉 80



酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 側面照(2/24)



酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 側面照(3/24)



酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 樣本一

酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 樣本二

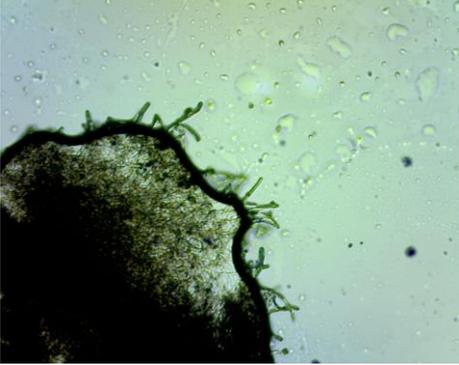
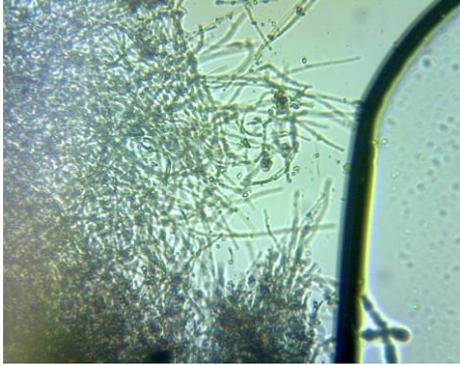
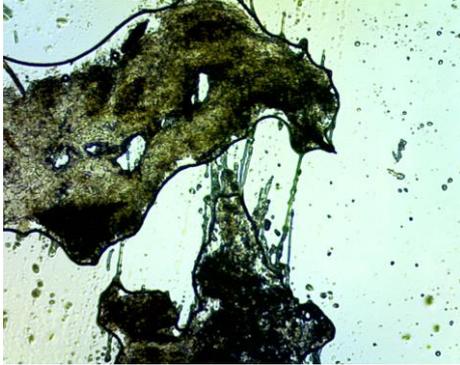
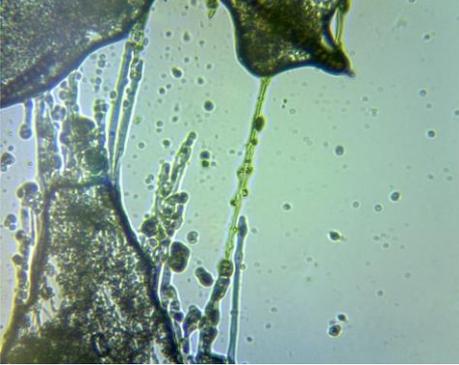
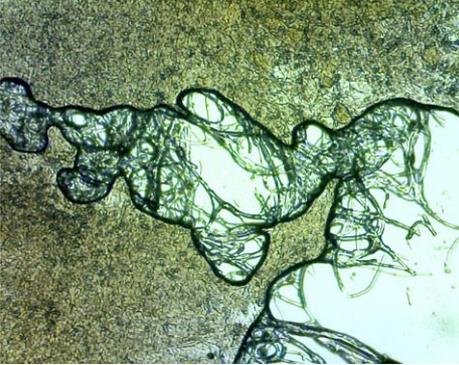
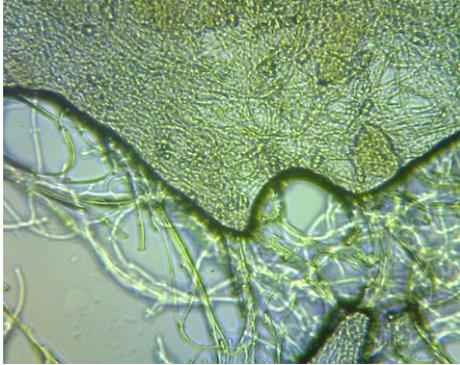
酒糟代替米糠豆餅菌水 80 酒糟清 80 樣本三

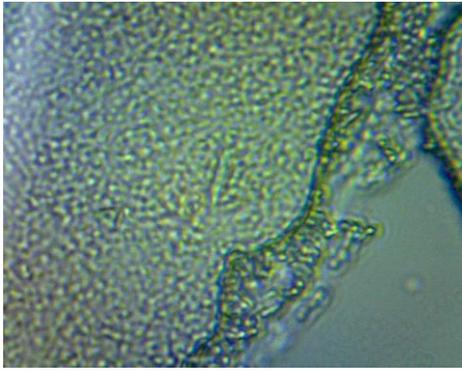
### 附錄三:校園中適合放線菌生長的环境

在朽木及腐葉上可發現白色線狀、粉狀的菌體，推測是放線菌，位置在陽光照略少的陰暗處。有放線菌的腐葉及枯枝大部分出現於 10~15cm 厚度的落葉堆中，腐葉上的放線菌數量較少、粉狀的且較分散的；而在朽木上的放線菌成條狀且數量較多。因此我們推測落葉堆中同時要有枯枝及腐葉，菌體的數量才比較多；要是只有腐葉的話放線菌的數量較少。

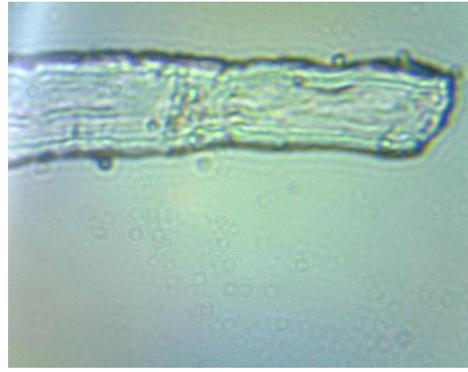
		
校園可發現放線菌的環境	校園可發現放線菌的環境	校園可發現放線菌的環境
		
淺層枯葉上呈現薄薄的一層菌體	翻攪出來的枯葉堆可見到較多的菌體	如有枯枝與枯葉堆混合，菌體更多

附錄四:使用校內顯微鏡觀察採集腐植土上黴菌與實驗品培養之黴菌

	
<p>取自枯枝上的白色菌種(50 倍)</p>	<p>取自枯枝上的白色菌種(100 倍)</p>
	
<p>取自枯枝上的白色菌種(200 倍)</p>	<p>取自枯枝上的白色菌種(50X)</p>
	
<p>取自枯枝上的白色菌種(100 倍)</p>	<p>取自枯枝上的白色菌種(200 倍)</p>
	
<p>取自實驗品上白色菌種(50 倍)</p>	<p>取自實驗品上白色菌種(100 倍)</p>



取自實驗品上白色菌種(200 倍)



取自實驗品上白色菌種(200 倍)