

# 新竹市第 44 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)—生物科技與食品科學

組 別：國小組

作品名稱：「肥」水不落外人田

—氮、磷、鉀與四大天王蔬菜的生長大戰

關鍵詞：食餘、養分、生長代謝

編 號：

## 摘要

我們在澆花時，發現盆栽裡有些臭臭的不知名東西，但植物卻長得非常強壯，這讓我們對「食餘肥料」產生了強烈的好奇心！為了揭開祕密，我們把廚餘分成氮肥（咖啡渣、豆渣）、磷肥（蛋殼、果皮）和鉀肥（香蕉皮、洗米水）三大類，觀察它們對四大類蔬菜生長的影響。實驗發現，每種植物對營養的「偏好」都不同：奶油白菜（十字花科）最喜歡氮肥，因為氮能幫助葉綠素產生，讓葉子長得又大又快；大陸妹（菊科）在豆渣液肥的幫助下長得最好，因為豆渣能改善土壤，讓根部更好吸收養分；菠菜（莧科）則最愛洗米水，因為豐富的養分正好符合它的需求。有趣的是，我們發現洗米水簡直是大家的最愛，對所有植物的生長都有幫助，而且還不容易發霉！透過這次實驗，我們學會了將廢棄廚餘轉換成有用的肥料。只要選對比例並了解植物的需求，就能讓家裡的蔬菜長得壯碩又健康，真正達成「化腐朽為神奇」的目標！

## 壹、研究動機

我們看到家裡的花盆裡有一些我們從未看過的東西，然後我們有聞到一股臭臭的味道，但植物卻長得如此壯碩也沒有任何腐爛的跡象，到底是為什麼呢？這就點燃了我們的好奇心，並且我們也很想知道這些是什麼？對植物又有什麼影響呢？就讓我們來探討一下盆栽裡面的秘密！接著我們就去圖書館找一些和這個有關的資料，但是我們不管怎麼找也找不到，所以我們去尋問了學校的自然老師，他們也都給了我們不同的答案。我們就決定做一個有趣又好玩的實驗來揭曉我們的好奇心！

## 貳、研究目的

**實驗一：**食餘分析及配置：氮肥、磷肥、鉀肥

**實驗二：**不同液肥的酸鹼性質分析及研究

**實驗三：**不同食餘對十字花科植物生長的影響

**實驗四：**不同食餘對菊科植物生長的影響

**實驗五：**不同食餘對莧科植物生長的影響

**實驗六：**不同食餘對豆科植物生長的影響

**實驗七：**不同液肥對綠豆的生長與發芽之影響

## 參、研究設備及器材

**一、實驗設備：**研鉢、飲料杯坐、澆水器、鏟子、量杯（200cc）、淺盤、電子秤、木棒、紗網、探針、鑷子、滴管、量杯（30cc）、大盆子。

**二、實驗材料：**氮肥（咖啡渣、豆渣）、磷肥（蛋殼、果皮）、鉀肥（香蕉皮、洗米水）、培養土、小白菜、寶特瓶、奶油白菜、大陸妹、波菜、菜豆、砂糖、水、噴水器、衛生紙、廣用試紙。

## 肆、研究過程或方法

### 實驗一：食餘分析及配置：氮肥、磷肥、鉀肥

1. 將所有的肥料分成三種：氮肥、磷肥、鉀肥
2. 再將這三種不同的肥料分成三類群
3. 鉀肥類群：鉀肥的洗米水及香蕉皮分成：①香蕉皮混培養土的肥料、②洗米水液肥、③洗米水加香蕉皮的肥料
4. 磷肥類群：磷肥的蛋殼及果皮分成：①蛋殼混培養土的肥料、②果皮液肥、③蛋殼加果皮的肥料
5. 氮肥類群：氮肥的咖啡渣和豆渣分成：①咖啡渣混培養土、②豆渣液肥、③咖啡渣加豆渣的肥料

### 實驗二：不同液肥的酸鹼性質分析及研究

1. 將配置好的九樣肥料裝進小量杯
2. 再用滴管吸入不同的肥料
3. 滴入廣用試紙
4. 觀察試紙顏色的變化並紀錄

### 實驗三：不同食餘對十字花科植物生長的影響

1. 選擇十字花科植物—奶油白菜
2. 取九株菜苗分別移植在九格飲料杯坐中
3. 每格菜苗定期施加不同的肥料
4. 定期觀察菜苗成長高度並記錄
5. 將紀錄結果繪製成長條圖並比較

### 實驗四：不同食餘對菊科植物生長的影響

1. 選擇菊科植物—大陸妹

2. 取九株菜苗分別移植在九格飲料杯坐中
3. 每格菜苗定期施加不同的肥料
4. 定期觀察菜苗成長高度並記錄
5. 將紀錄結果繪製成長條圖並比較

#### **實驗五：不同食餘對莧科植物生長的影響**

1. 選擇莧科植物—菠菜
2. 取九株菜苗分別移植在九格飲料杯坐中
3. 每格菜苗定期施加不同的肥料
4. 定期觀察菜苗成長高度並記錄
5. 將紀錄結果繪製成長條圖並比較

#### **實驗六：不同食餘對豆科植物生長的影響**





1. 選擇豆科植物—菜豆
2. 取九株菜苗分別移植在九格飲料杯坐中
3. 每格菜苗定期施加不同的肥料
4. 定期觀察菜苗成長高度並記錄
5. 將紀錄結果繪製成長條圖並比較

#### **實驗七：不同液肥對綠豆的生長與發芽之影響**

1. 選擇綠豆（一盆 10 顆）並將其放置於衛生紙上方
2. 將不同液肥對應至該盆，並觀察其生長、發芽、及發霉等現象
3. 每隔 5 天觀察一次並記錄、拍照和澆水

## 伍、研究結果

### 實驗一：食餘分析及配置：氮肥、磷肥、鉀肥

食餘種類及比例	氮肥	磷肥	鉀肥	咖啡渣加土	豆渣液肥	蛋殼加土	果皮液肥	香蕉皮加土	洗米水液肥
土	x	x	x	5	0	3	0	10	0
水	x	x	x	0	10	0	10	0	10
糖	x	x	x	0	1	0	3	0	0
食餘	x	x	x	1	3	1	1	1	1
重量濃度百分比	x	x	x	16.7 1/6	21.4 1/14	25 1/4	7.1 1/14	9 1/11	9 1/11
配置 (由兩種肥料組合)	豆渣、咖啡渣	果皮、蛋殼	洗米水、香蕉皮	x	x	x	x	x	x
									

P.S.算法：將食餘/總重換算成小數，並四捨五入到一位小數

香蕉皮和培養土的比為 1 : 10

咖啡渣和培養土的比為 1 : 5










蛋殼和培養土的比為 1 : 3

豆渣、水和糖的比為 3 : 10 : 1，稀釋比為 1 : 10

果皮、糖和水的比為 1 : 3 : 10，稀釋比為 1 : 10

洗米水稀釋比為 1 : 10

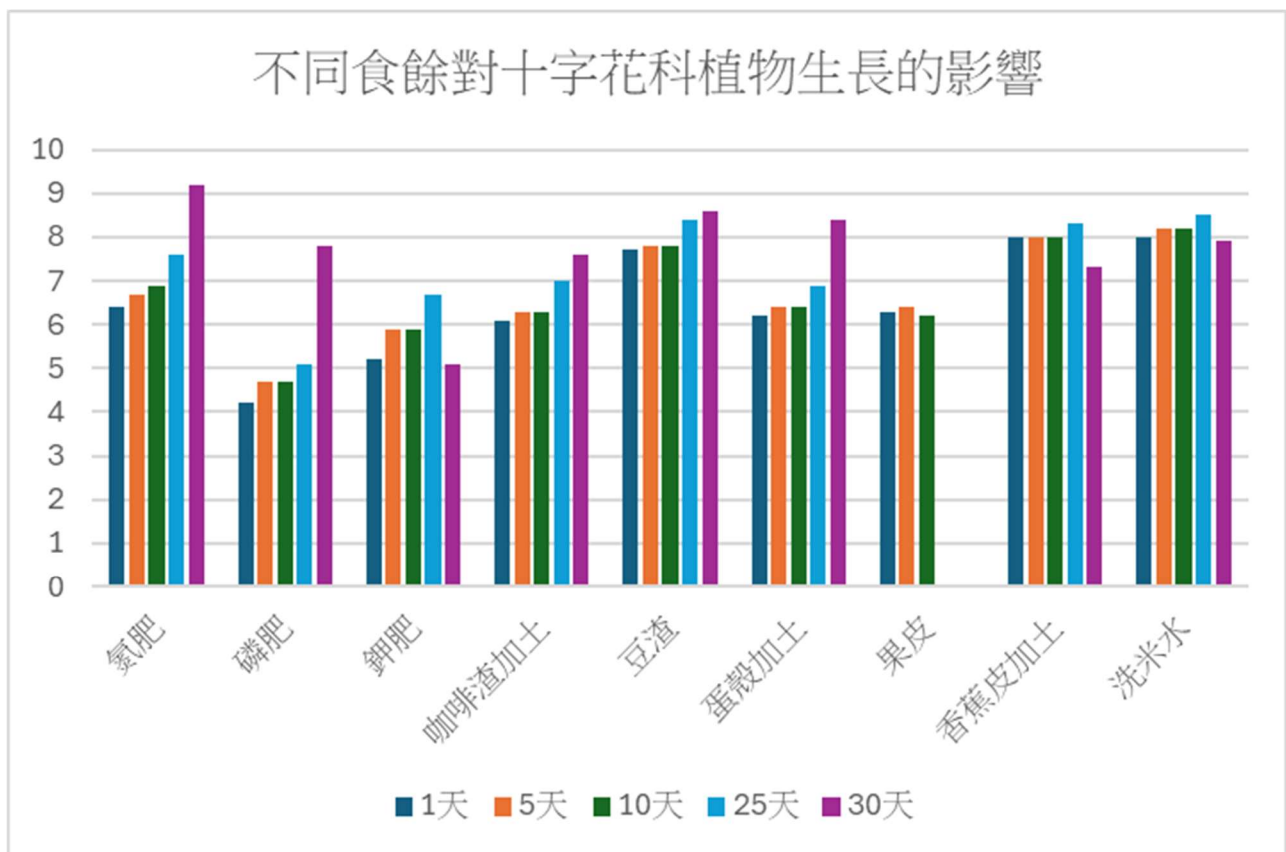
### 實驗二：不同液肥的酸鹼性質分析及研究

食餘種類	氮肥	磷肥	鉀肥	咖啡渣加土	豆渣液肥	蛋殼加土	果皮液肥	香蕉皮加土	洗米水液肥
pH 值	3	7	4	7	6	8	5	4	7
酸鹼性	酸	中	酸	中	酸	鹼	酸	酸	中
									

### 實驗三：不同食餘對十字花科植物生長的影響

食餘種類	氮肥	磷肥	鉀肥	咖啡渣加土	豆渣液肥	蛋殼加土	果皮液肥	香蕉皮加土	洗米水液肥
1天	6.4	4.2	5.2	6.1	7.7	6.2	6.3	8	8
5天	6.7	4.7	5.9	6.3	7.8	6.4	6.4	8	8.2
10天	6.9	4.7	5.9	6.3	7.8	6.4	6.2	8	8.2
25天	7.6	5.1	6.7	7	8.4	6.9	x	8.3	8.5
30天	9.2	7.8	5.1	7.6	8.6	8.4	x	7.3	7.9

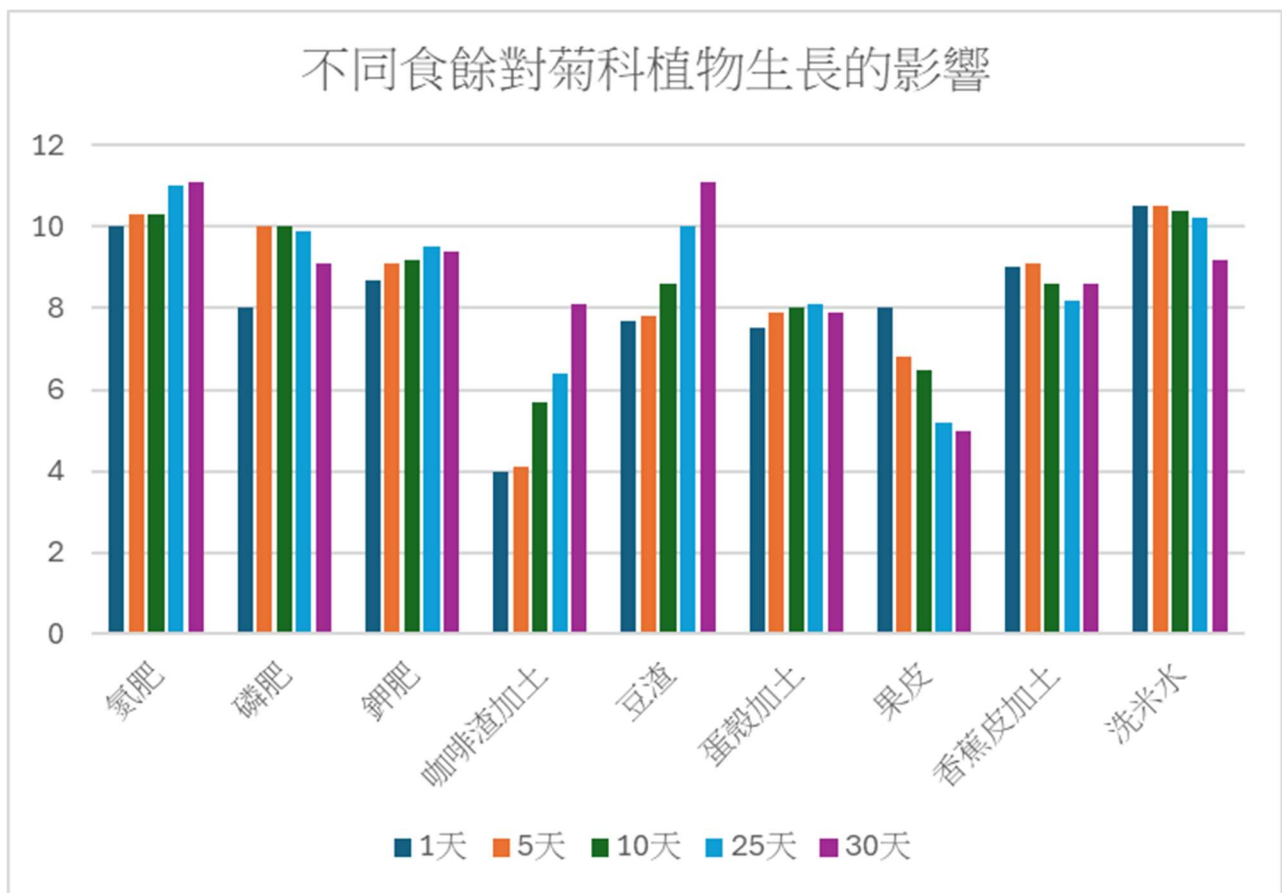
單位（公分）



#### 實驗四：不同食餘對菊科植物生長的影響

食餘種類	氮肥	磷肥	鉀肥	咖啡渣加土	豆渣液肥	蛋殼加土	果皮液肥	香蕉皮加土	洗米水液肥
1天	10	8	8.7	4	7.7	7.5	8	9	10.5
5天	10.3	10	9.1	4.1	7.8	7.9	6.8	9.1	10.5
10天	10.3	10	9.2	5.7	8.6	8	6.5	8.6	10.4
25天	11	9.9	9.5	6.4	10	8.1	5.2	8.2	10.2
30天	11.1	9.1	9.4	8.1	11.1	7.9	5	8.6	9.2

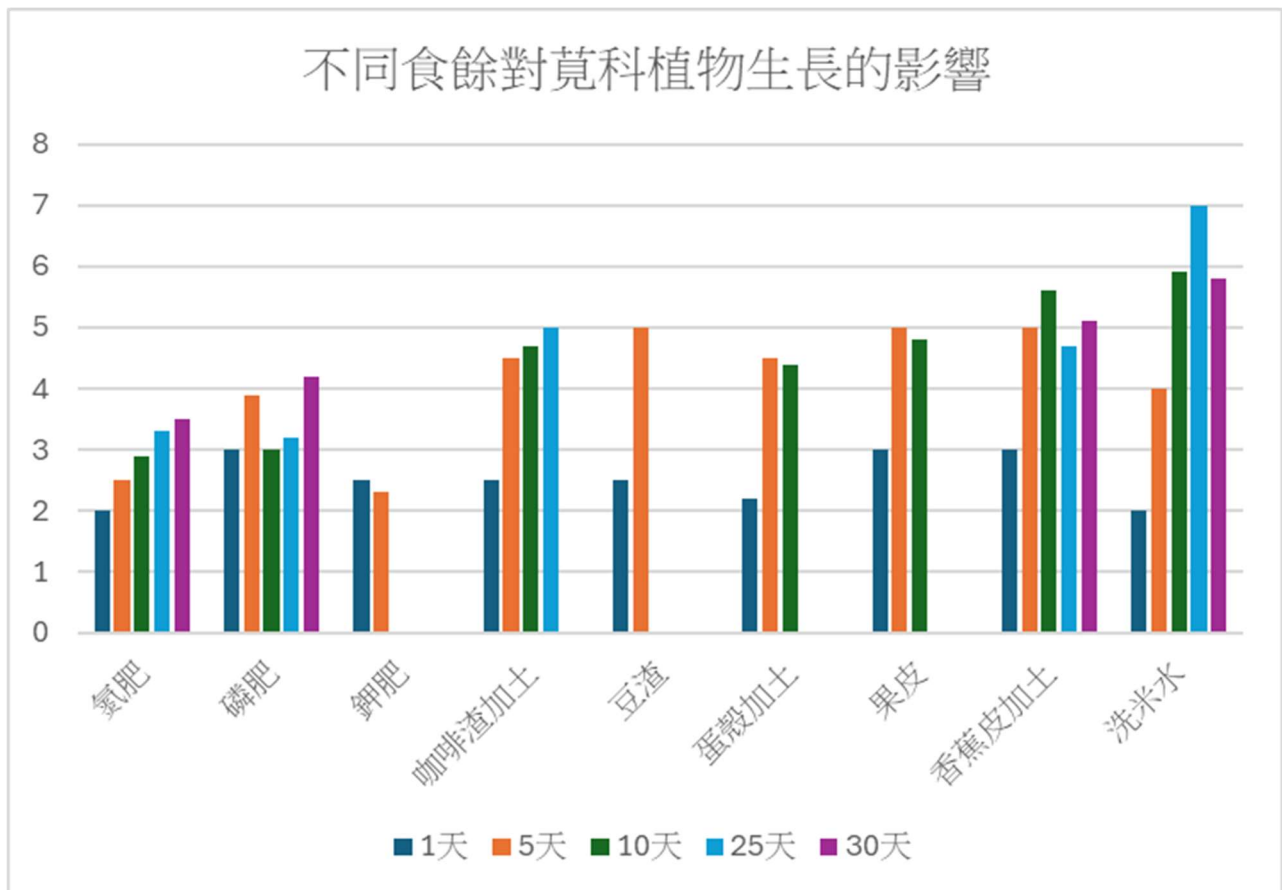
單位（公分）



**實驗五：不同食餘對莧科植物生長的影響**

食餘種類	氮肥	磷肥	鉀肥	咖啡渣加土	豆渣液肥	蛋殼加土	果皮液肥	香蕉皮加土	洗米水液肥
1天	2	3	2.5	2.5	2.5	2.2	3	3	2
5天	2.5	3.9	2.3	4.5	5	4.5	5	5	4
10天	2.9	3	x	4.7	x	4.4	4.8	5.6	5.9
25天	3.3	3.2	x	5	x	x	x	4.7	7
30天	3.5	4.2	x	x	x	x	x	5.1	5.8

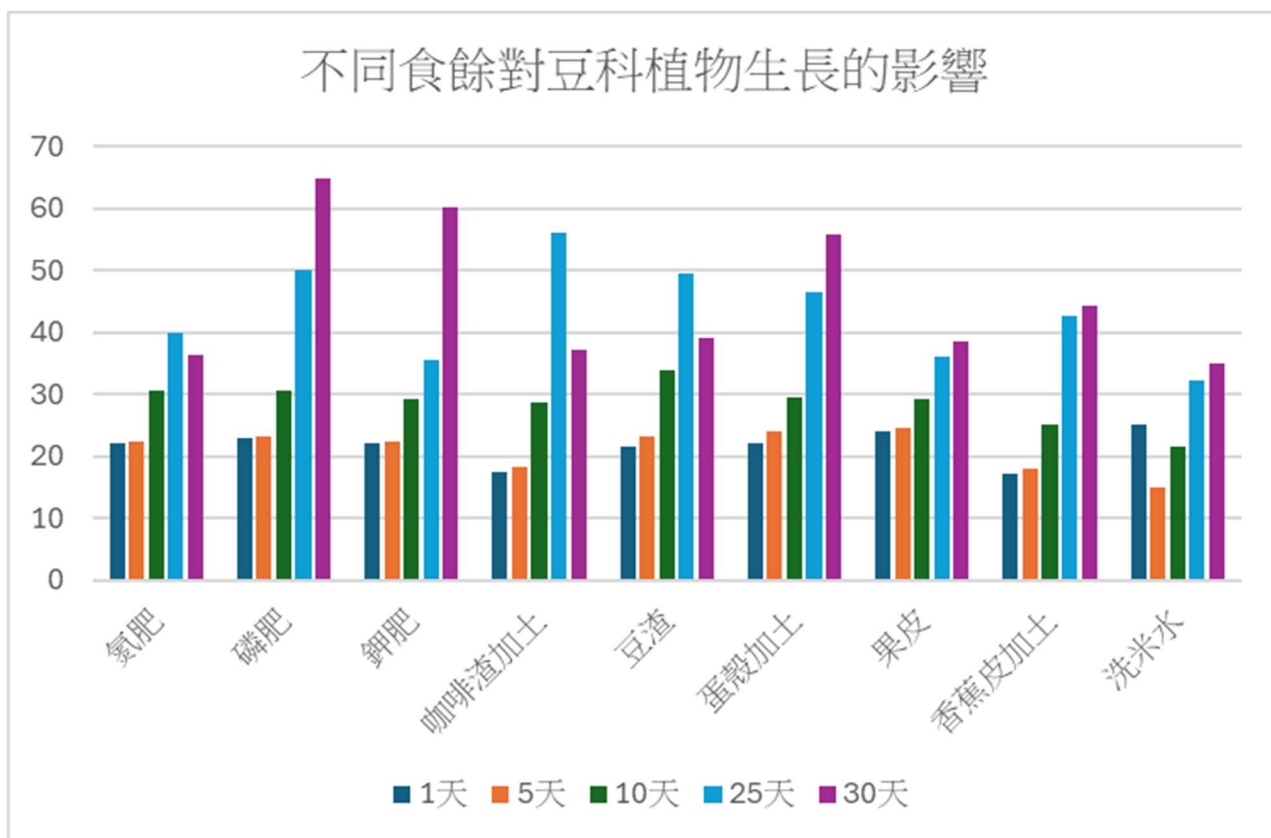
單位（公分）





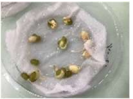


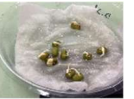








### 實驗六：不同食餘對豆科植物生長的影響


食餘種類	氮肥	磷肥	鉀肥	咖啡渣加土	豆渣液肥	蛋殼加土	果皮液肥	香蕉皮加土	洗米水液肥
1 天	22	23	22.1	17.4	21.5	22	24	17.1	25
5 天	22.4	23.3	22.5	18.3	23.1	24	24.5	18	15
10 天	30.6	30.7	29.2	28.7	33.8	29.6	29.3	25	21.5
25 天	40	50	35.6	56	49.5	46.5	36.1	42.7	32.3
30 天	36.3	65	60.1	37.2	39	55.7	38.6	44.3	35.1

單位（公分）



實驗七：不同液肥對綠豆的生長與發芽之影響

食餘種類	洗米水 液肥 1  (原液)	果皮液 肥 1  (原液)	果皮液 肥 2  (糖少)	果皮液 肥 3  (果皮少)	豆渣液 肥 1  (原液)	豆渣液 肥 2  (糖少)	豆渣液.. 肥 3  (豆渣少)
5 天	7.0、 4.5、 6.3、 3.2、 2.3、 1.6、 3.2、 4.2、 3.2、 2.7	1.0、 0.8、 0.9、 0.7、 0.5、 0.6、 1.0、 1.0、 0.7、 0.3	0.3、 2.0、 1.3、 0.2、 1.0、 1.2、 0.7、 0.9、 0.4、 0.7	0.6、 1.4、 0.6、 0.5、 0.2、 0.1、 0.4、 0.8、 0.8、 0	1.0、 0.8、 0.5、 0.5、 0.9、 0.3、 0.1、 0.3、 0.4、 0	3.3、 2.5、 2.0、 3.0、 0.5、 0.7、 2.5、 0.7、 2.3、 2.5	1.4、 1.1、 1.4、 1.8、 1.1、 1.5、 1.2、 1.8、 0、 0
平均	3.34	0.75	0.87	0.54	0.48	1.68	1.13
							
10 天	3.0、 3.0、 2.1、 4.0、 2.7、 6.2、 4.1、 2.6、 2.7、 4.0	發霉	發霉	發霉	發霉	1.2、 1.0、 3.0、 2.5、 4.0、 2.5、 3.6、 2.0、 3.2、 3.3	2.7、 3.5、 4.0、 4.7、 4.3 其他發霉
平均	3.44	x	x	x	x	2.63	3.84
							
25 天	5.0、 6.0、 5.0、	發霉	發霉	發霉	發霉	7.0、 9.0、 6.2、	5.9、 5.6、 6.5、

	6.2、 8.7、 8.2、 8.9、 5.3、 8.0 其他發霉					6.7、 6.8、 5.3、 6.2 其他發霉	2.7、 其它發霉
平均	6.8	x	x	x	x	6.7	5.1
照片	x	x	x	x	x	x	x
30 天	6.0、 7.5、 5.5、 6.0、 7.0、 6.9、 7.0、 8.9、 5.3、 4.9	發霉	發霉	發霉	發霉	6.5、 5.5、 6.4、 10.5、 5.0、 6.7、 3.5、 4.5	6.2、 6.1、 5.0、 6.2、 3.0 其他發霉
平均	6.5	x	x	x	x	6.0	2.65
							

## 陸、討論

### 實驗一：食餘分析及配置：氮肥、磷肥、鉀肥

我們會配置氮肥、磷肥、鉀肥，是因為我們想知道哪一種肥料比較適合植物生長。比例不同，是想了解比例不同是否影響植物生長，而從農業知識入口網的文獻得知，不同肥料需要不同比例，文獻中也指出肥料三要素：氮肥(促進葉生長)，磷肥(促進開花)，鉀肥(促進根莖生長)，而一般在包裝會註明成份比例，如 15:25:10 為最佳比例，也就是氮肥 15%、磷肥 25%、鉀 10%，也因為植物像人一樣會「挑食」，不同成長階段需要的營養完全不同，於是我們改良文獻中所提的比例，設計出各種比例的肥料來測試。

### 實驗二：不同液肥的酸鹼性質分析及研究

我們發現果皮有腐爛的現象，因為酸鹼性 (pH 值) 影響植物發霉及腐爛，主要是因為不同酸鹼環境會直接限制微生物的生長與繁殖，並改變植物組織本身的抵抗力。環境過酸或過鹼都有可能削弱植物防禦，導致病原菌入侵，加速黴菌和細菌生長，特別是多數黴菌喜好酸性環境，而大多數細菌則喜歡中性至弱性鹼性環境，土壤酸鹼度 (pH 值)，多數植物最適宜在 pH5.5 到 7.5 (微酸至中性)，的土壤中生長。過酸 (pH 值小於 5.5) 容易造成鋁、錳毒害與鈣、鎂、磷缺乏；過鹼 (pH 大於 7.5) 則導致磷、鐵、等微量元素難以被吸收，進而導致植物發育不良、缺素黃化。在本實驗中，氮肥、鉀肥、豆渣、果皮與香蕉皮為酸性，磷肥、咖啡渣和洗米水是中性，蛋殼則是鹼性。

氮肥和鉀肥在土中會因為硝化作用而產生氫離子，導致酸化，豆渣、果皮與香蕉皮在分解過程中會產生有機酸 (如檸檬酸等)，因此偏向酸性。咖啡渣和洗米水初階段就是酸性，但經過發酵和分解後，會變得較接近中性，而磷肥本身就是中性，改變幅度微小。蛋殼主成份為碳酸鈣，分解時，會釋放鈣離子與碳酸根離子，碳酸根離子在水中會與氫離子反應，降低土壤中  $H^+$  的濃度，從而提升 pH 值，呈現鹼性。

### 實驗三：不同食餘對十字花科植物生長的影響

#### 1. 氮肥對十字花科的影響比較好。

因為氮是葉綠素的重要成分，對光合作用非常重要。氮肥能夠促進十字花科植物的生長，特別是在生長初期和營養生長旺盛期，這段時間是植物需要大量氮的關鍵時期。

#### 2. 果皮對十字花科的影響比較小。

因為果皮中的氮、磷、鉀等主要養分含量較低，可能無法滿足十字花科植物在生長過程中對這些養分的高需求。果皮液肥中的某些成分可能對十字花科植物的生長發展不利，例如某些化學成分可能對植物的根系或葉片造成傷害。

### 實驗四：不同食餘對菊科植物生長的影響

#### 1. 豆渣對菊科影響比較好。

因為豆渣液肥富含氮、磷、鉀等植物所需的營養成分，這些營養成分能夠促進植物的生長，特別是對於菊科植物的葉片生長和莖部發育來說非常重要。此外，豆渣液肥還能改善土壤的物理性，促進通氣和排水，從而提高土壤的肥力和植物的生長環境。

#### 2. 果皮對菊科影響比較小。

因為果皮中的氮、磷、鉀等養分含量通常不如葉菜類廚餘高，因此對菊科植物的養分需求較低。果皮中的某些營養元素，如鉀，對菊科植物的開花結果和抗病力有重要影響，但果皮中的鉀含量通常不高。

### 實驗五：不同食餘對莧科植物生長的影響

#### 1. 洗米水對莧科的影響比較好。

因為豐富的氮、磷、鉀符合菠菜的需求，且莧科植物普遍偏好中性至微鹼性的土壤環境，所以生長情形較佳。

#### 2. 鉀肥對莧科的影響比較小。

因為單獨使用鉀肥會影響氮肥的吸收，菠菜屬於葉菜類，最主要的養分其實是氮肥，過多的鉀離子會阻礙菠菜吸收鈣與鎂，使成長陷入停滯，讓菠菜葉片變黃。

## 實驗六：不同食餘對豆科植物生長的影響

### 1. 鉀肥對豆科的影響比較好。

因為在於鉀能直接促進根瘤菌的固氮作用、加速蛋白質與碳水化合物合成，並提升抗逆性。

### 2. 咖啡渣加土的影響比較小。

因為土壤提供了緩衝與稀釋作用。土壤能稀釋咖啡渣中的咖啡因與高氮含量，避免直接燒根；土壤中的微生物能分解咖啡渣，平衡其微酸性，並改善土壤結構、增加透氣性。

## 實驗七：不同液肥對綠豆的生長與發芽之影響

綠豆的生長高度，在第五天的測量發現，由高到低依序為：洗米水液肥、豆渣液肥-2、豆渣液肥-3、果皮液肥-2、果皮液肥-1、果皮液肥-3、豆渣液肥-1。但是到第30天時只有洗米水液肥、豆渣液肥-2、豆渣液肥-3，持續生長，沒有發霉。因為豆渣即便量少，其含有的蛋白質仍需較長時間才能完全被微生物分解，加上「少糖」會導致發酵反應變慢，因此到30天仍處於活躍分解期。

而且洗米水為弱酸性，會幫助吸收養分，提供溫和的有機養分，使綠豆芽成長更粗壯、健康，洗米水中含有乳酸菌、酵母、酵素和澱粉等，更含有豐富維生素B群，可作為發芽時的營養來源。

## 柒、結論

1. 十字花科最主要養分為氮肥（液肥），能進行光合作用，產生碳水化合物，在長葉子時特別有幫助。
2. 菊科最主要養分為咖啡渣加土，它會改善土壤結構增加透氣性與水土保持能力，幫助根系吸收水分和養分，但咖啡渣為酸性土壤，不一定適合所有植物。
3. 莧科和豆科最主要的養分為磷肥，能使植物根系發育強健，提升吸收養分的能力。
4. 洗米水對所有植物生長都有幫助因為洗米水含有氮、磷、鉀及維生素和少量米糠殘留物等，符合植物生長主要元素
5. 在實驗中，固態肥對生長較好，而液肥較不穩定。在進行液肥種植實驗時，豆科最佳，而莧科最差。
6. 混合肥料（固態肥中）的最佳比例是蛋殼加土，比例為 3：1
7. 混合肥料（液態肥中）的最佳比例是洗米水液肥，稀釋比例 1：10

## 捌、參考資料及其他

1. 自然科學 翰林版 第五冊 第二單元 千變萬化的植物 活動 2 植物存活的本事
2. 自然科學 康軒版 第八冊 第二單元 微生物與食品保存 活動 1 生活中的微生物
3. 生生不息—探討肥料對菠菜生長及土壤酸化的影響：中華民國第 47 屆中小學科學展覽會
4. 咖啡渣菜不菜?有機肥的成效探討：中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
5. 化腐朽為神奇的土壤：小牛頓科學讚
6. 設施莧菜及青梗白菜肥培管理研究：桃園區農業改良場研究彙報 74：15-30, 2013
7. 農業知識入口網 <https://kmweb.moa.gov.tw/>