

中華民國第 61 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

082926

我不是廢渣—咖啡渣的再利用

學校名稱：臺中市私立明道普霖斯頓國民小學

作者： 小四 張皓瑜 小四 郭承廷 小五 賴倚萱	指導老師： 蔡明諺 莫肇慈
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：咖啡渣、取代塑膠、花盆

摘要

將回收來的咖啡渣烘乾後加入適當的賦形劑壓製成小花盆，過程主要在探討以不同的賦形劑及不同的粉渣比例壓製成咖啡渣小花盆，透過撞擊、土埋分解等實驗來測試咖啡渣小花盆，找出最理想的賦形劑及粉渣比例。

實驗結果以各種賦形劑中筋麵粉(7：3)組和中筋麵粉(6：4)組及高筋麵粉(7：3)組所製成的咖啡渣花盆綜合比較性較佳。進一步測試當咖啡渣花盆埋在土中時土壤的PH值變化，發現土壤PH變化不大，維持在弱鹼性。最後進行小菜苗種植實驗，發現菜苗皆能順利成長，無不良影響。2個月後，最終觀察到含有咖啡渣的菜苗成長高度為64cm，而未加入咖啡渣的菜苗高度為57cm。相互比較，加入咖啡渣後，菜苗的成長比率增加11%。

壹、研究動機

對不少人來說早晨一杯咖啡是每天不可或缺的必需品，甚至已經成為一種生活態度與習慣。但是隨著愈來愈多人飲用咖啡，剩餘的咖啡渣也隨之增加。根據國際咖啡組織(ICO)調查，台灣人一年喝掉 28.5 億杯咖啡，消費趨勢向上且快速增加。大量的咖啡消費，連帶也產生大量的廢棄咖啡渣。然而有很多咖啡渣無法循環再利用，只能廢棄，只有少數咖啡渣做成肥料。

隨著經濟發達社會進步，大家都非常重視家裡及社區周遭環境的綠化美化，可是每當我們從買回美麗的植栽轉種到花園後常剩下大量的塑膠小花盆。另外許多人會購買小型植物來讓室內增添生氣，但是草本植物壽命較短，須隨著季節變換，因此產生了許多廢棄的塑膠花盆。而這些塑膠小花盆丟棄掩埋後百年不腐；若丟入焚化爐燃燒後會對環境造成很大的汙染。

我們從塑膠花盆發想，著手研究將咖啡渣再利用，嘗試使用咖啡渣製成容器。咖啡渣實驗目的在尋找塑膠替代品，減少環境汙染。所以找到適當黏著劑，讓咖啡渣製成的容器（花盆）有足夠的強度能承載種花，也能在自然條件下自行分解，不造成環境汙染，減輕地球的壓力，為環保盡一份心力。

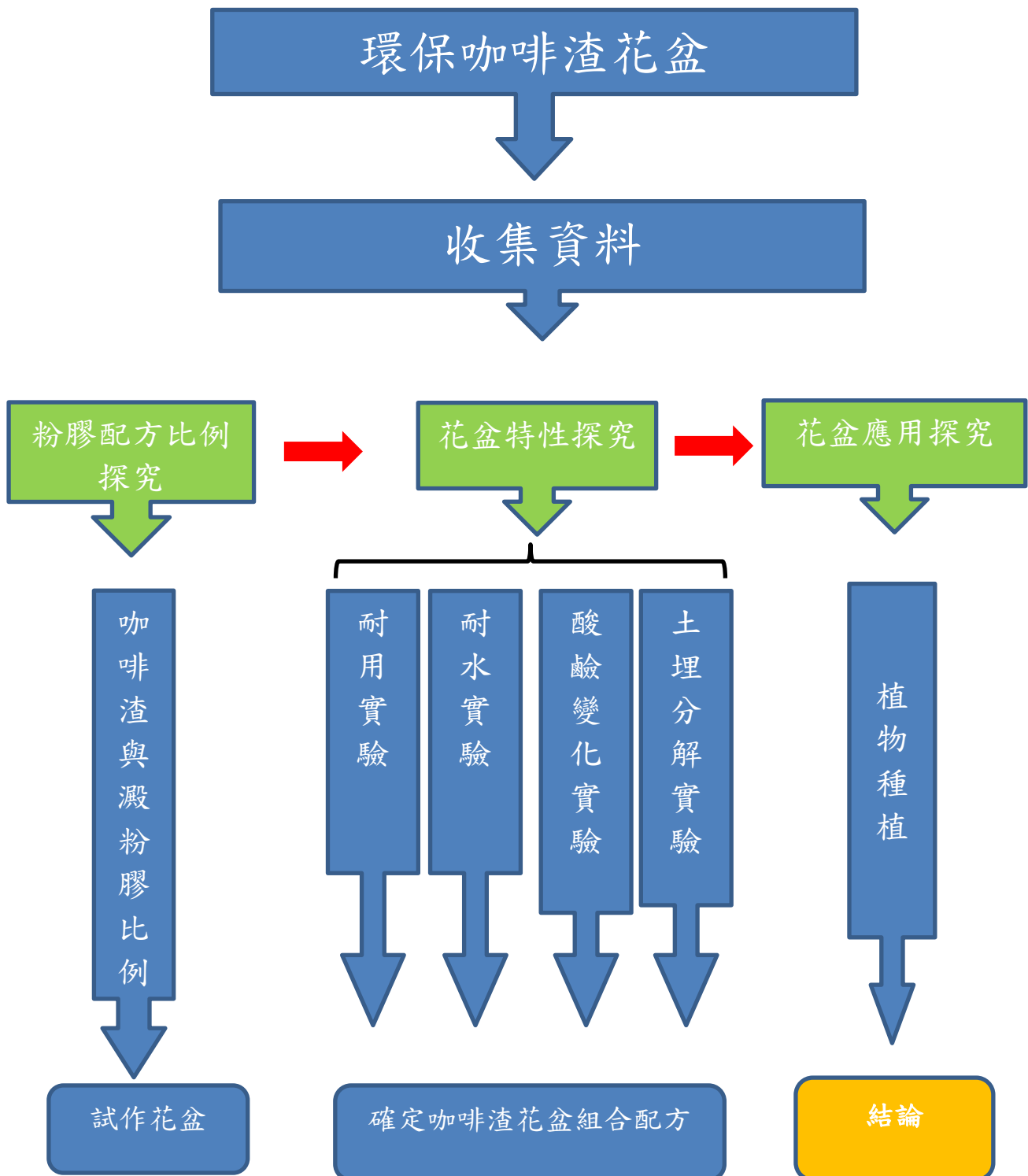
貳、 研究目的

- 一、希望利用現成的廢棄材料替代塑膠，減少塑膠製花盆對環境的污染。
- 二、咖啡渣的回收再利用，製造出可自然分解的咖啡渣小花盆。
- 三、開發不含塑膠成分的環保花盆，進一步希望推動回收咖啡渣行動，和啟發更多人研發出實用而又環保的產品。
- 四、因為咖啡渣含有植物生長所需的磷與氮化物，咖啡渣作為肥料，可以滋養植物。開發咖啡渣的新用途，進而達到減廢、減塑、環保護地球。

參、 研究設備及器材

- 一、 研究設備：電子秤、烤箱、電磁爐、擀麵棍、不鏽鋼鍋、不鏽鋼托盤、透明塑膠盒、彈珠、自製撞擊實驗架、自製咖啡渣花盆握盆器、鐵尺、剪刀、pH值測試筆、廣用試紙、鋼杯、花盆、保特瓶、燒杯、量筒。
- 二、 研究材料：培養土、椰殼絲、腐植土、清水、市售白醋、擦手紙、竹筷、鋁箔烤盤、膠帶、紗布、鐵罐、塑膠袋、標籤貼紙、木板、橡皮筋、塑膠花盆、菜苗（萵苣）

肆、研究過程與方法



一、咖啡渣花盆製作

在選擇黏著劑時首先想到的就是近年來備受矚目的聚乳酸。

聚乳酸 (Polylactic Acid, PLA) 為乳酸的聚合物，是一種原料取自植物的天然物質號稱可自然分解的天然塑膠。廢棄的聚乳酸產品有多種廢棄物處理方式，如自然分解、堆肥等環保方式處理。


但隨著更進一步的探究發現要讓聚乳酸分解的堆肥條件其實頗為嚴苛，必須達到相對濕度 90%，並處在攝氏 58—70 度的高溫下，且同時確保該環境屬於氧氣充足的非密閉空間，聚乳酸製品才可自動被微生物完全分解為水、二氧化碳或甲烷。而分解時間依照每個塑膠產品的大小而有所不同，但平均皆需要經過至少 47 天的時間才能分解完畢。

台灣各縣市的堆肥場，都只收廚餘和行道樹枝葉，未被要求回收聚乳酸製品。多數的聚乳酸產品，最後都進了焚化爐。就算少數進了掩埋場，在層層重壓下，也隔絕了微生物分解所需的陽光、空氣、水，聚乳酸「可分解」的特質很難真正發揮。因而選擇了另一種方式透過澱粉糊化的特性來製作黏著劑。

(一) 澱粉膠的製作原理

麵粉當中的澱粉分子藉由分子間氫鍵而結合形成緊密束狀的膠束，分子之間間隙很小，水分子很難滲透進去，因此麵粉顆粒在水中是屬於懸浮而不是溶解狀態。但是藉由加熱，會促成部分的膠束分離而形成空隙，於是水分子得以進入內部與澱粉分子以氫鍵進行結合，澱粉粒因而吸水造成體積膨脹，這種因為吸收溶劑所造成體積膨脹稱為膨潤現象，屬於凝膠狀態中的一種型式（溶脹劑是水的凝膠）。若繼續加熱，膠束則能全部分離形成澱粉單一分子，並為水包圍而成為半透明的膠態溶液，達到這種狀態時就稱為糊化（Starch gelatinization），而在在這個過程中澱粉會產生黏性。

(二) 黏著劑製作：測試玉米粉、麵粉、糯米粉所製成的黏著劑。不同比例的咖啡渣與黏著劑混和，找出最適當的黏著劑添加比例。

			
1. 將粉與水混合攪拌均勻。	2. 使用電磁爐將混合液慢慢加熱。	3. 攪拌至呈現半透明狀。	4. 隔水降溫，和咖啡渣粉混合，放入模具中。

在過程中發現

1. 玉米粉和糯米粉所製成的糰糊相當的黏稠，在與咖啡渣進行混和實不容易混合均勻，容易形成顆粒狀。

當玉米粉降溫後會呈現固態膠狀，黏著力差無法與咖啡渣混合成粉團，如若要讓其保持液態則容易造成操作人員燙傷。

在加熱的過程中，水分的揮發無法準確的控制所製的糰糊中的含水量。

因而改變糰糊的製作過程，從原本的先做好黏著劑再與咖啡渣混合改成先將澱粉與咖啡渣混合，加入定量的水揉製成粉渣團後再進行加熱讓澱粉糊化。

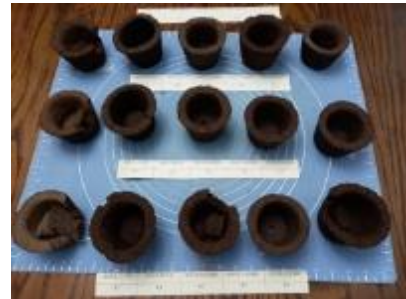
(三) 咖啡渣粉與環保黏著劑 混合比探究：測試成形材料及塑型方式

1. 不同種類的黏著劑與咖啡渣結合後的成型效果。
2. 不同量的黏著劑與咖啡渣結合後的成型效果。



1. 改變的變因為不同咖啡渣與澱粉的比例。把咖啡渣與不同的澱粉按5：5、6：4、7：3、8：2、9：1五種重量比混合製作成花盆。

2. 用家用烤箱以80°C加熱渣。烘烤30分鐘後取出冷卻。



3. 以100°C烘烤30分鐘，重複2~3次至花盆乾燥為止。

4. 製造出25種不同規格的咖啡渣花盆。



渣粉比例8：2



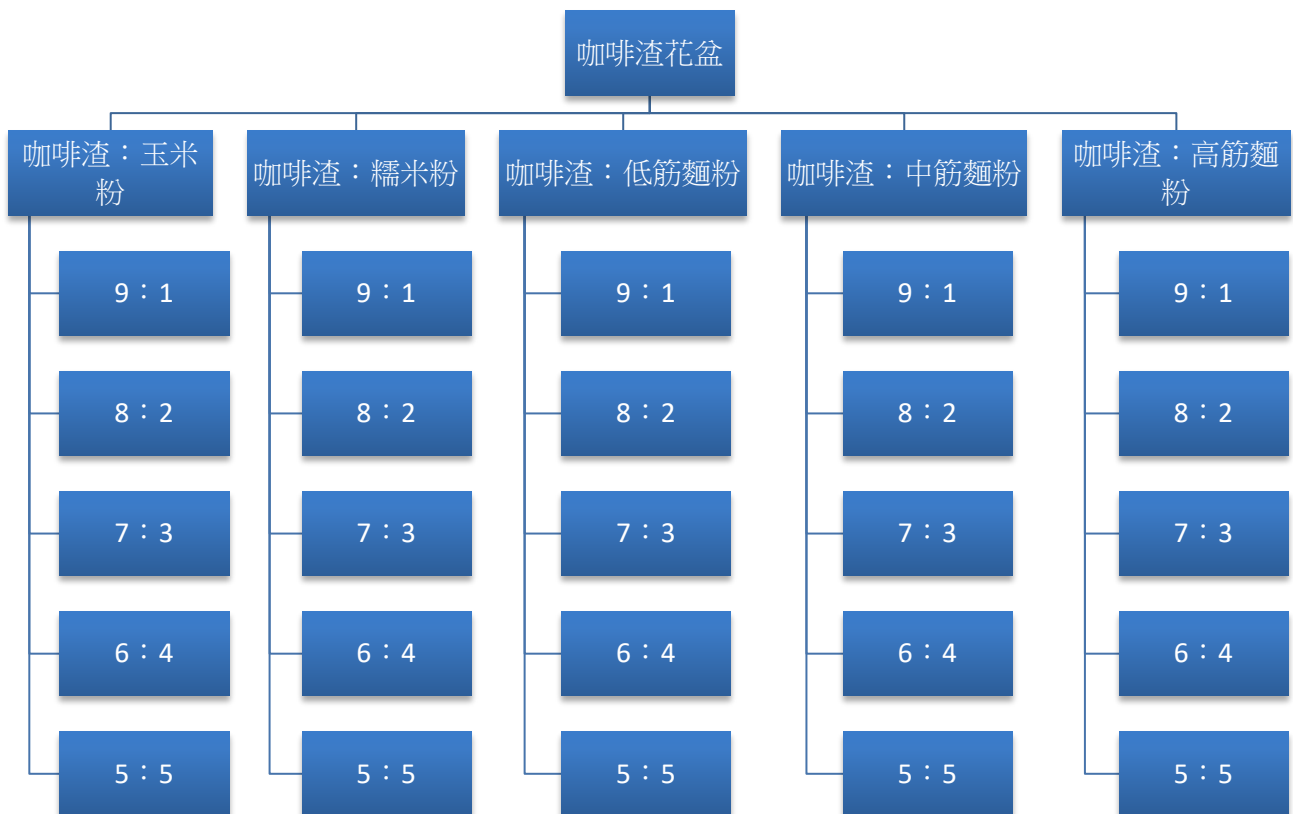
渣粉比例7：3



渣粉比例6：4

由左至右分別是：

(1) 玉米粉 (2) 糯米粉 (3) 低筋麵粉 (4) 中筋麵粉 (5) 高筋麵粉



3.在過程中發現




- (1) 玉米粉渣團太過鬆軟在陰乾過程中會坍塌變形無法成型。
- (2) 糯米粉渣糰製成的花盆雖然硬度高，但反而造成容易龜裂。
- (3) 所含澱粉越多，糊化所需水分易需要越多，水分越多在烘乾的過程中因水分蒸發，則會造成越多的空隙，讓咖啡渣花盆質地更鬆軟。
- (4) 咖啡渣和麵粉膠重量比例5：5咖啡渣花盆，因做為支撐原料的咖啡渣不足，揉製後的粉渣團近似膠質狀，整體過於柔軟無法定型，表面光滑較無裂痕。
- (5) 咖啡渣和麵粉膠重量比例6：4和7：3的咖啡渣花盆，渣粉比例較為適當，能均勻混和，且混合物具有一定的柔軟度與可塑性，製造出來的咖啡渣花盆，完整度較佳。
- (6) 咖啡渣和麵粉膠重量比例8：2的咖啡渣花盆黏著性較差，在尚未冷卻的時候，整個混合物呈現較鬆散狀，脫模後容易散裂，脫模過程中成功率低，製成的咖啡渣花盆質地鬆散粗糙，有許多的孔洞和縫隙。

- (7) 當咖啡渣和麵粉膠重量比例在9：1時，黏著力不足，咖啡渣和麵粉很難揉製成粉團，所有壓模試做中都容易崩解，無法成型。
- (8) 在現有條件下，我們發現咖啡渣和粉膠重量比例的上限大約在8：2左右，粉膠比例如果低於20%，咖啡渣的黏著能力就會不足，無法成型。而咖啡渣和粉膠重量比例的下限大約在6：4左右，粉膠比例如果高於40%則會造成粉團過於柔軟，支撐力不足，壓制脫模後容易坍塌變形。
- (9) 根據上述觀察，扣除無法成型者，剩下高筋8：2、高筋7：3、高筋6：4、中筋8：2、中筋7：3、中筋6：4、低筋8：2、低筋7：3、低筋6：4等9種將進入下一個階段，尋找最適當的渣粉比例。

二、咖啡渣花盆特性探究：扣除無法成型的比例仍有9種塑形成功，透過耐用性、耐水性、土埋分解實驗，探究咖啡渣花盆的特性以選擇最適當的比例配方。

(一)耐用性測試：所做出的花盆需要能承受運送過程中以及在售出之前保持不損壞。

- 1.墜落法：將咖啡渣花盆置於平台上，再從邊緣徐緩推落，觀察以10cm、20cm、30cm等不同的高度墜落，看是否因墜落衝擊而碎裂。

			
<p>1. 使用自製的平台架。</p>	<p>2. 將咖啡渣花盆輕緩從平台推落。</p>	<p>3. 讓咖啡渣花盆從不同的高度落下。</p>	<p>4. 觀察咖啡渣花盆落下的狀況。</p>

- (1) 當咖啡渣花盆從不同高度落下時，所受到的撞擊力會隨高度變化有所改變。

設計實驗觀察結果，將撞擊後的情形，分門別類。如若撞擊時無變化，給予數值 4；如若撞擊時有碎屑飛出，給予數值 3；如若撞擊時示有裂痕產生，給予數值 2，如若撞擊時裂開或損毀，給予數值 1。測量每一種規格材料，加權計算後加總，得出耐用性指數。

撞擊實驗 1									
	低筋 6:4	低筋 7:3	低筋 8:2	中筋 6:4	中筋 7:3	中筋 8:2	高筋 6:4	高筋 7:3	高筋 8:2
10cm	3	3	2	3	4	4	3	4	4
20cm	2	2	1	2	4	4	2	4	4
30cm	1	1	1	1	3	4	1	3	4
耐用性指數	6	6	4	6	11	12	6	11	12

表一 第一次啡渣花盆墜落實驗

撞擊實驗二									
	低筋 6:4	低筋 7:3	低筋 8:2	中筋 6:4	中筋 7:3	中筋 8:2	高筋 6:4	高筋 7:3	高筋 8:2
10cm	2	3	2	3	4	4	3	4	4
20cm	2	2	1	2	4	4	2	4	4
30cm	1	1	1	1	3	4	1	3	3
耐用性指數	5	6	4	6	11	12	6	11	11

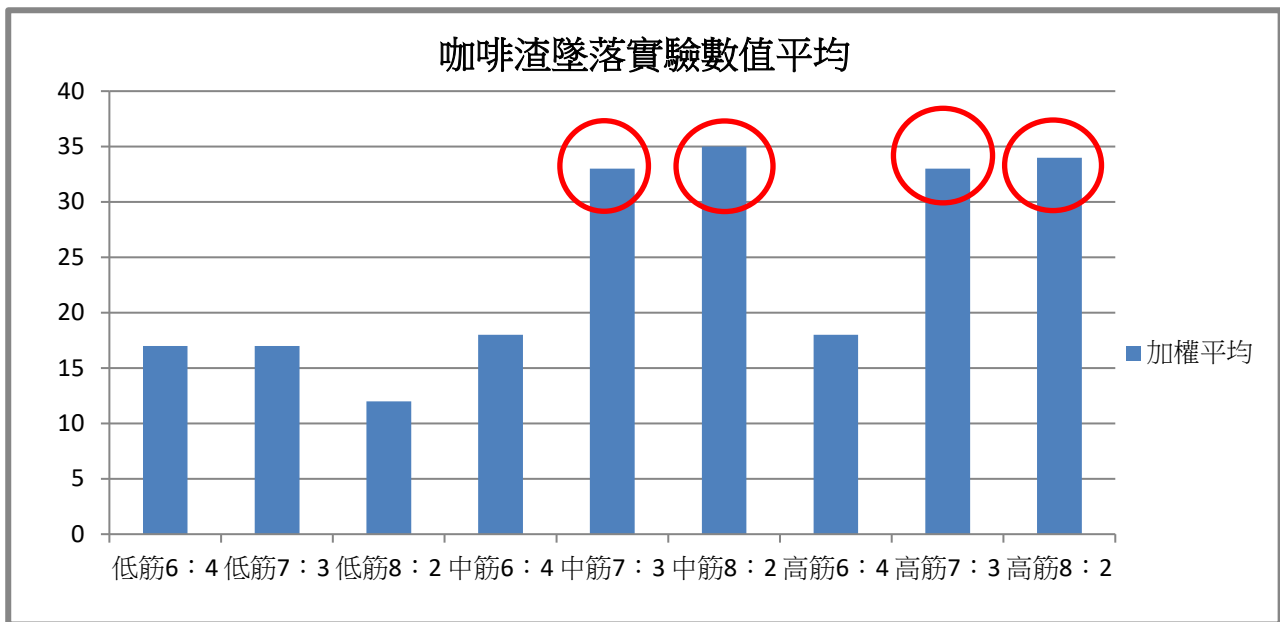
表二 第二次咖啡渣花盆墜落實驗

撞擊實驗三									
	低筋 6 : 4	低筋 7 : 3	低筋 8 : 2	中筋 6 : 4	中筋 7 : 3	中筋 8 : 2	高筋 6 : 4	高筋 7 : 3	高筋 8 : 2
10cm	3	3	2	3	4	4	3	4	4
20cm	2	1	1	2	4	3	2	4	4
30cm	1	1	1	1	3	4	1	3	3
耐用性指數	6	5	4	6	11	11	6	11	11

表三 第三次咖啡渣花盆墜落實驗

撞擊實驗彙整									
	低筋 6 : 4	低筋 7 : 3	低筋 8 : 2	中筋 6 : 4	中筋 7 : 3	中筋 8 : 2	高筋 6 : 4	高筋 7 : 3	高筋 8 : 2
實驗一	6	6	4	6	11	12	6	11	12
實驗二	5	6	4	6	11	12	6	11	11
實驗三	6	5	4	6	11	11	6	11	11
總分	17	17	12	18	33	35	18	33	34

表四 咖啡渣墜落實驗數值表



表五 咖啡渣墜落實驗數值表

- (2) 我們發現，各種比例配方在從10cm落下時除了掉落一些細小粉末外，都能保持完整的形狀並未破裂。
- (3) 我們發現，咖啡渣與麵粉膠重量比例 8：2 的咖啡渣花盆，在從30cm墜落時都會被撞破。這是因為8：2 的咖啡渣花盆質地鬆散粗糙，耐用性不佳。
- (4) 渣粉重量比例7：3和6：4中筋麵粉組和高筋麵粉組的咖啡渣花盆，其中所含的蛋白質量較多，會增加咖啡渣分子的黏著，讓結合更緊密，耐用性較佳。雖然增加結構強度，但其粉團較柔軟，在塑形的時候會造成咖啡渣花盆在脫模之後容易坍塌不易定型，蛋白質在烘乾凝固前不利咖啡渣花盆的成。
- (5) 經加權計算後，發現中筋7：3組、中筋8：2組、高筋7：3組及高筋8：2組的耐用性數值較高。
- (6) 根據實驗發現，所使用麵粉筋度越高，花盆的彈性越好，因此墜落時不易碎裂，還觀察到彈起來的現象。這是因為所謂筋度就是麵粉中蛋白質含量的多寡，高筋麵粉為 12.5% -14% 、中筋麵粉為 9% -12.5% 、低筋麵粉為 9% 。在加熱的過中，麵粉中麵粉中的蛋白質會逐漸凝固，並抓住周圍的咖啡渣粒，因此造成所含的蛋白質量越多，咖啡渣花盆彈性越高的情況。

(7) 根據表五得知，咖啡渣與中筋麵粉膠重量比例(8：2)和(7：3)與咖啡渣與高筋麵粉膠重量比例(8：2)和(7：3)的咖啡渣花盆有較高的耐撞擊能力。咖啡渣花盆需要有足夠的耐用性以防在運輸過程中或是在花盆出售前損毀，因而上述四種比例配方為較佳的選擇。

(二)耐水性測試：在前一個實驗中以找出結構較穩定的咖啡渣花盆的渣粉比例，但既然做為花盆，除了本身要有一定的強度之外，更重要的是在澆花的時候碰到水是否會發生變化。

1. 在乾燥的情況下皆可以保持形狀，測試在澆水後會有什麼變化。

		
<p>1.將培養土與椰殼絲攪拌均勻，增加土壤的透氣與含水量。</p>	<p>2.在各種比例的花盆中放入混和好的培養土，在各盆中澆水直至水流出接水盤。</p>	<p>3.間隔一段時間，用尺測量花盆直徑看是否有發生形變。</p>



將木片才成手掌的大小



加上橡皮筋模擬用手握住時的力度



在潮濕的狀態下，逐漸出現裂痕。



出現裂痕的部位會逐漸被水滲入最後從裂痕處碎裂。



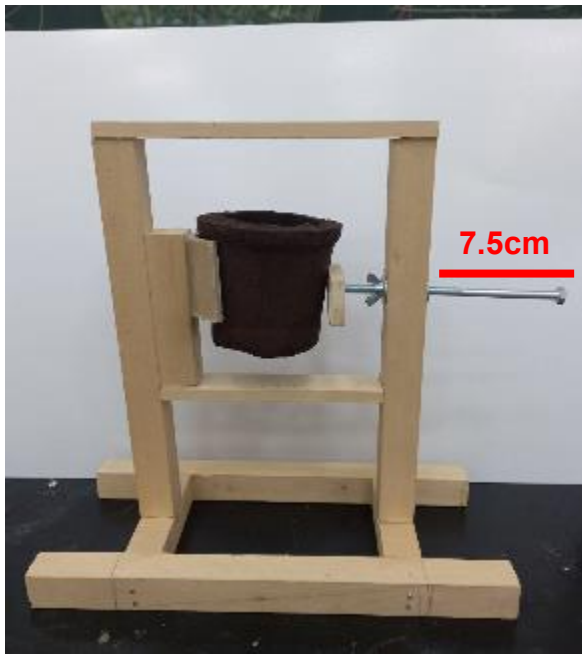
在受到擠壓時測量直徑是否發生變化



有的花盆在處於潮濕的環境而變得鬆軟，在受到擠壓時便粉碎。

問題發現:

由於原本所使用的橡皮筋會因為使用程度及粗細、品牌等問題而有所不同，造成實驗出現誤差，因而設計出**夾握器二代**。



將螺絲旋出長度定為固定值為7.5公分，
來固定對每一個花盆的壓力是相同的。



由橡皮筋提供擠壓力改為由螺絲提供。

實驗觀察:

- (1) 10分鐘後使用自行設計模擬手拿握花盆的握盆器夾握花盆看是否產生裂痕或變形。
- (2) 在20分鐘、30分鐘、1小時、2小時、4小時各測一次。
- (3) 之後固定在每日澆水後30分鐘後測試，並觀察是否出現裂縫或損壞。連續觀察7天。
- (4) 在使用第一代夾握器時，由於澆水時會澆至水從花盆底部流出為止，因而產生了一個問題。多餘的水流到接水盤上造成花盆呈現泡在水中的狀況。咖啡渣花盆能耐潑水與潮濕，但他的缺點是無法長期浸在水中。因此在進行實驗時要在花盆下方墊一塊小木片，防止花盆因長期泡水而崩解。

而第二代夾握器由於他的懸空設計進而解決了上述一代的泡水問題。

備註：使用自行設計模擬手拿握花盆的握盆器夾握花盆看是否產生裂痕或變形，

符號「O」代表外形完整無破損，符號「X」代表外形已有破損。

	10分鐘	20分鐘	30分鐘	40分鐘	50分鐘	1小時	2小時
咖啡渣：高筋 8 : 2	X	-	-	-	-	-	-
咖啡渣：高筋 7 : 3	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：高筋 6 : 4	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：中筋 8 : 2	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：中筋 7 : 3	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：中筋 6 : 4	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：低筋 8 : 2	X	-	-	-	-	-	-
咖啡渣：低筋 7 : 3	O	O	X	-	-	-	-
咖啡渣：低筋 6 : 4	O	O	O	O	O	O	O

	3小時	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
咖啡渣：高筋 8 : 2	X	-	-	-	-	-	-	-
咖啡渣：高筋 7 : 3	O	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：高筋 6 : 4	O	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：中筋 8 : 2	O	O	O	X	-	-	-	-
咖啡渣：中筋 7 : 3	O	O	O	O	O	O	O	O
咖啡渣：中筋 6 : 4	O	O	O	O	O	X	-	-
咖啡渣：低筋 8 : 2	X	-	-	-	-	-	-	-
咖啡渣：低筋 7 : 3	X	-	-	-	-	-	-	-
咖啡渣：低筋 6 : 4	O	O	O	X	-	-	-	-

表六 耐水實驗觀察表

(5) 觀察發現，在不同種類的花盆中其耐水性各有不同，但會發現咖啡渣與麵粉重量比例為(8：2)的耐水性最差，是由於本身所含有的澱粉膠含量最少，水容易滲入其中的空隙進而造成咖啡渣花盆崩解，而其中中筋麵粉製成的花盆耐水性較高。

(三) 土埋分解實驗：咖啡渣花盆最終目的是希望能以最快的速度分解並產生養分幫助植物生長，因而將花盆埋入土中並觀察其分解狀況。

1. 觀察咖啡渣花盆在土中分解的現象

		
<p>1. 將咖啡渣與低筋、中筋、高筋麵粉分別依(8:2、7:3、6:4)等9種比例配方，各製作3份樣品共27份咖啡渣花盆樣品。</p>	<p>2. 將咖啡渣花盆等距埋入土中。</p>	<p>3. 時隔一週將其從土中挖出觀察在自然環境中分解的狀況。</p>



1. 在土中掩埋一星期後挖出觀察，花盆表面出現綠色與白色的發霉現象。



2. 掩埋二星期後挖出觀察，花盆表面開始呈現粉末狀，且出現許多細小裂痕。



3. 掩埋三星期後挖出觀察，發現盆身出現裂縫，隨裂縫出現，沿著裂縫碎裂成小碎塊。

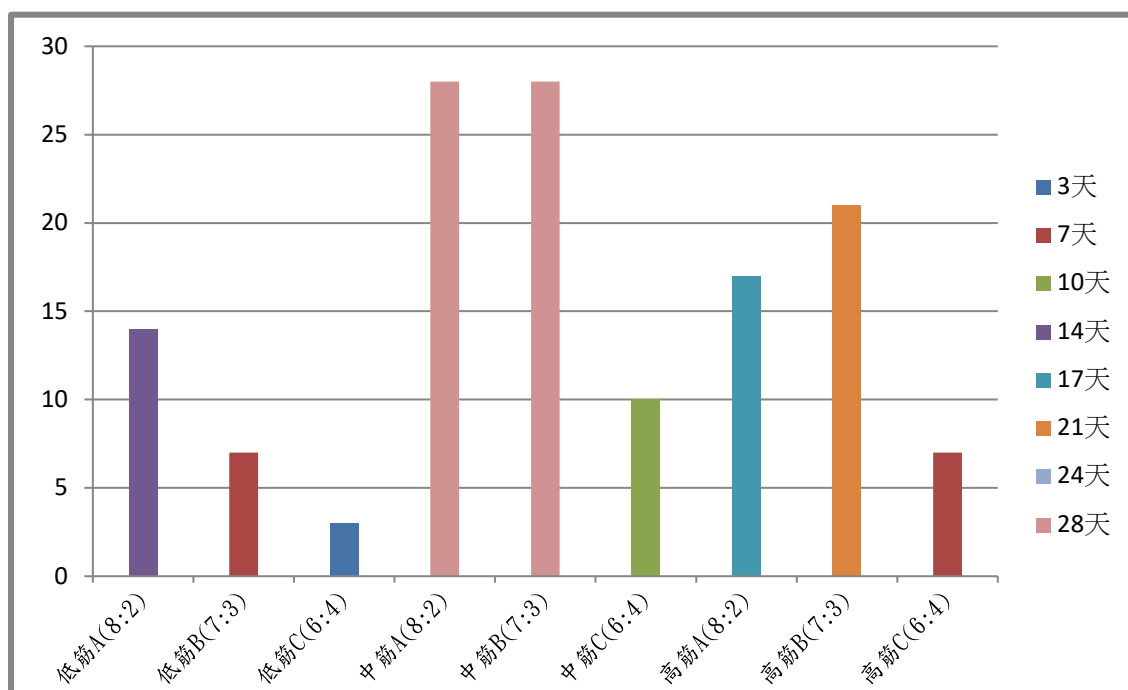


4. 掩埋四星期後挖出觀察，只剩下較為堅固的盆底尚未完全分解。

	低筋 8:2	低筋 7:3	低筋 6:4	中筋 8:2	中筋 7:3	中筋 6:4	高筋 8:2	高筋 7:3	高筋 6:4
3天	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7天	O	O	X	O	O	O	O	O	O
10天	O	O	-	O	O	O	O	O	X
14天	O	X	-	O	O	X	O	O	-
17天	X	-	-	O	O	-	O	O	-
21天	-	-	-	O	O	-	X	O	-
24天	-	-	-	O	O	-	-	X	-
28天	-	-	-	O	O	-	-	-	-

表七 土埋分解實驗觀察表

備註：符號「O」代表外形完整無破損，符號「X」代表外形已有破損。



表八 咖啡渣花盆分解觀察表

(1)持續觀察咖啡渣在土壤中的分解狀況，發現低筋麵粉所製的咖啡渣花盆分解速度最快。

(2)在觀察的過程中發現每個花盆上都附有一層薄薄的黴菌。黴菌的產生代表著正在進行分解。

(3)雖然就分解的角度來看，能越快分解越好，但在此同時也要兼顧到花盆本身的耐用度問題。因而得出高筋7：3最佳，中筋8：2與7：3次之。



(四) 酸鹼變化實驗：每日澆水，測量土壤pH值的變化。

一、大量營養素和微量營養素的可用性受土壤 pH 的影響。

氮通過固氮或肥料調節作為銨或硝酸鹽供應，溶解的氮在土壤 pH 為 6.0 至 8.0 時將具有最高濃度。為了使磷可用於植物，土壤 pH 需要在 6.0 至 7.5 的範圍內。

如果 pH 低於 6.0，磷開始與鐵和鋁形成不溶性化合物，如果 pH 高於 7.5，則開始與鈣形成不溶性化合物。最適合植物生長的土壤酸鹼值為 pH 6-7.5 之間。

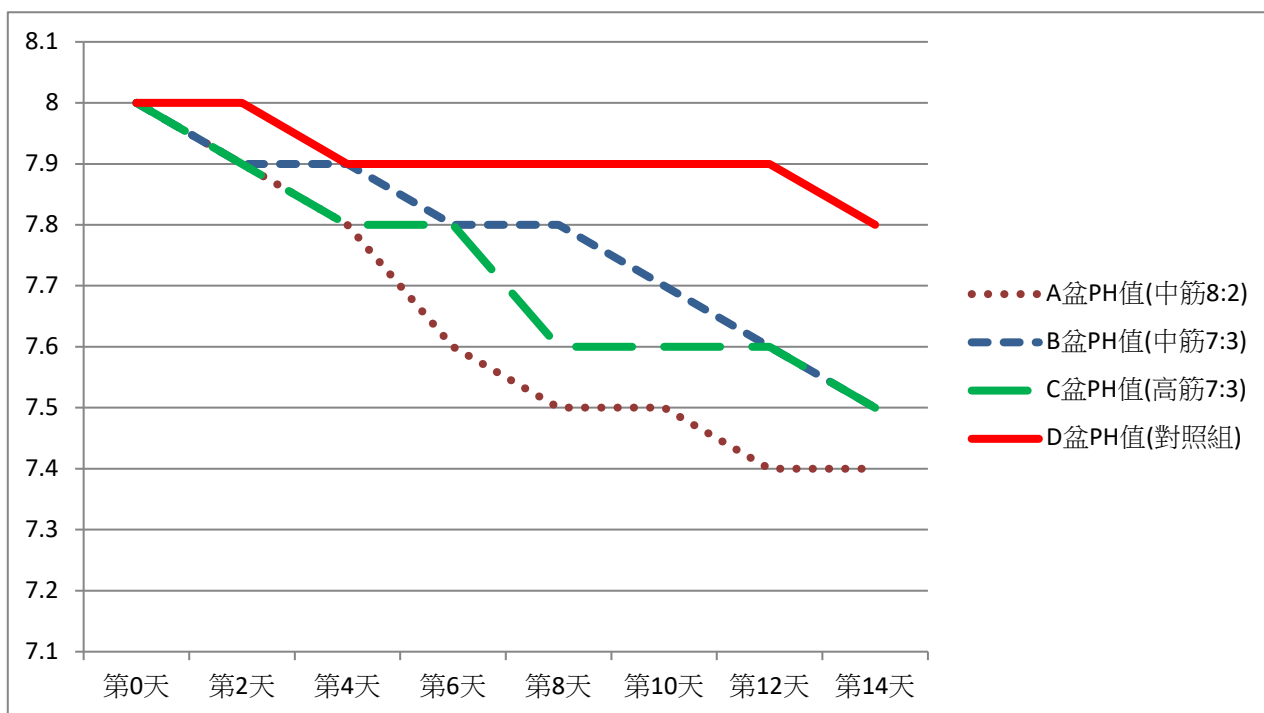
		
1. 將咖啡渣與中筋麵粉比例 7：3的咖啡渣花盆種入市售的菜苗。	2. 將培養土與椰殼絲攪拌均勻，增加土壤的透氣與含水量。	3. 將菜苗連同咖啡渣花盆一同埋入土中。

	
<p>4. 澆水至有水流出接水盤，並收集接水盤中的溶液。</p>	<p>5. 測量水中的PH值變化。</p>

- (1) 為測量泥土的酸鹼值變化，使用學校飲水機酸鹼值約pH8的飲用水，澆入花盆中澆水至有水流出接水盤，並收集接水盤中的溶液。
- (2) 測量後得pH值約為7，與原本所呈現的弱鹼性相比，得知水中的物質呈弱酸性，符合一開始的推論，咖啡含有酸性物質故會讓土壤呈現酸性。
- (3) 透過表九發現含有咖啡渣的盆栽其土壤酸鹼值有逐漸下降的趨勢，也正如一開始所預想的咖啡渣正在使土壤漸趨酸性。

	第0天	第2天	第4天	第6天	第8天	第10天	第12天	第14天
A 盆 PH 值 (中筋 8 : 2)	8	7.9	7.8	7.6	7.5	7.5	7.4	7.4
B 盆 PH 值 (中筋 7 : 3)	8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7	7.6	7.5
C 盆 PH 值 (高筋 7 : 3)	8	7.9	7.8	7.8	7.6	7.6	7.6	7.5
D 盆 PH 值 (對照組)	8	8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8

表九 咖啡渣花盆酸鹼PH值變化表



表十 咖啡渣花盆酸鹼PH值變化表折線圖

統整

綜合以上的實驗，以中筋7：3渣粉比例所製作的咖啡渣花盆為最佳配方。優點的部分考慮到其有較強的耐撞擊性與防水性，然而美中不足，在選擇有足夠的結構強度時相對的在土中分解的速度也會跟著下降。因而在考量與取捨下，認為須確保足夠的耐用性，要不然無法作為商品推出，雖然在分解上速度較慢，但仍在可以接受的範圍之內。

三、應用探究

(一) 咖啡渣花盆

1. 使用咖啡渣花盆種植菜苗：選用生長快、容易觀察的萵苣菜苗種植，可明顯觀察咖啡渣花盆中的植物生長情形。
2. 每100克咖啡豆中富含12.6克蛋白質，9克纖維素，4.2克灰分，鈣120毫克，磷170毫克，鐵42毫克，鈉3毫克，維生素B2 0.12克，煙酸3.5毫克，咖啡因1.3克，單寧8克。而其中鈣、磷、鐵、鈉等元素均為植物生長所需要的重要營養素。

		
<p>1. 在咖啡渣塊加入培養土中。</p>	<p>2. 用加有咖啡渣塊種植菜苗作為實驗組。</p>	<p>3. 用沒加有咖啡渣塊種植菜苗作為對照組。</p>

(1)前14天持續觀察生長狀態，含有咖啡渣的觀察箱與未加入咖啡渣的觀察箱中在短時間內成長差異不大。

(2)市售的培養土黏著性強，造成容易結塊，進而產生排水不易的問題，積水無法排除則造成發霉與滋生蠅蟲等問題。

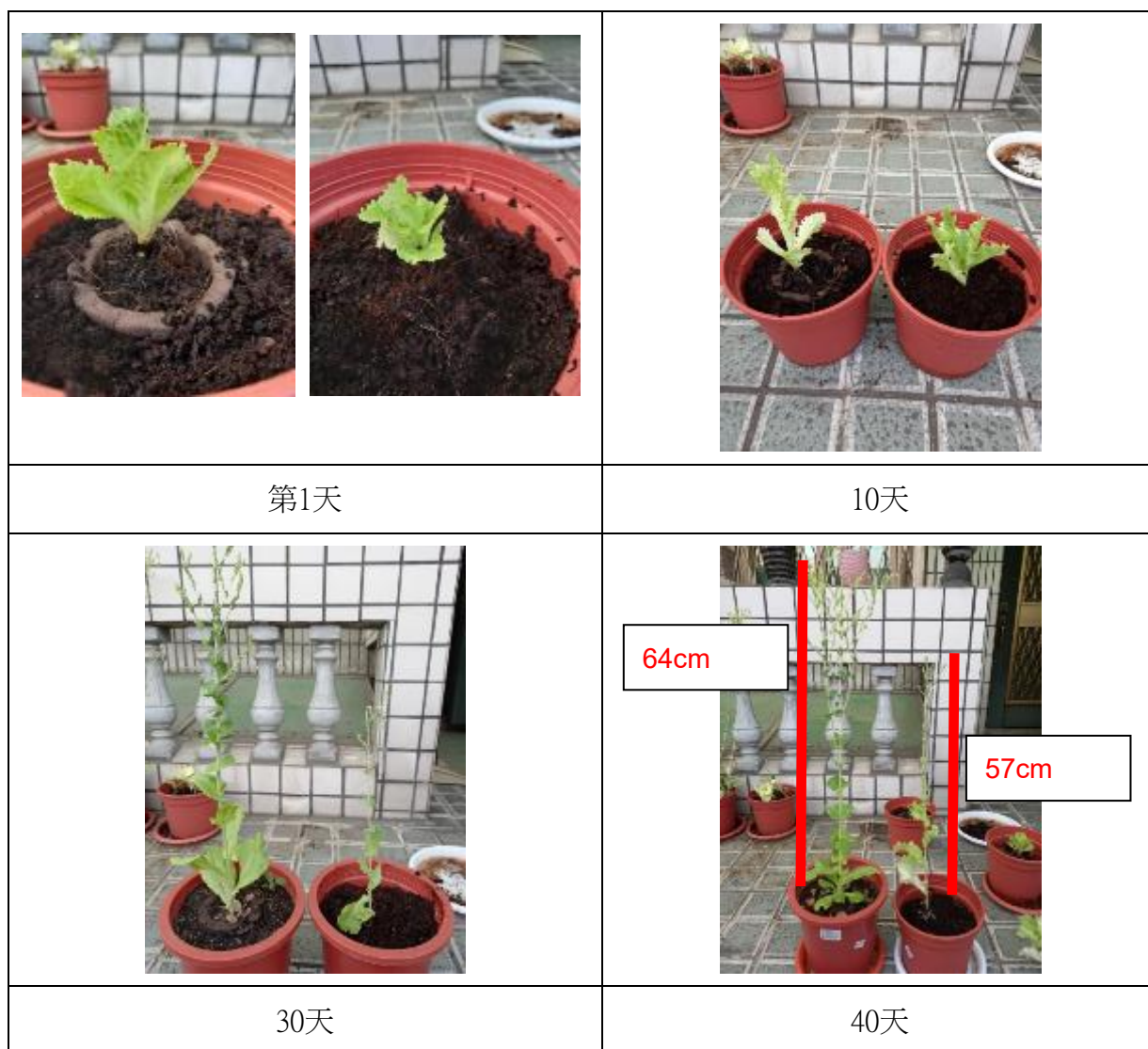
(3)因積水造成有幾棵菜苗的跟出現腐爛的現象，因而造成成長緩慢且葉片枯萎的情況。在仔細檢討認為有以下原因:

- 1.市售培養土土質太肥沃造成肥害。
- 2.發現由於觀察盆所擺放的位置是在自動灑水系統的路線上，造成不斷重複澆水的情形。
- 3.擺放位置受陽光照射有限，因而造成菜苗發育不佳。

咖啡渣花盆種植菜苗

		
<p>1. 在咖啡渣花盆中種植萵苣菜苗。再將咖啡渣盆埋入8吋塑膠花盆中。</p>	<p>2. 將土壤掩埋至菜苗根部，做為實驗組。一般橘色塑膠花盆植萵苣菜苗，作為對照組。</p>	<p>3. 逐日觀察實驗組與對照組的菜苗生長狀況。</p>

備註:左側為放入咖啡渣之菜苗。



	種植日	10日	20日	30日	40日	50日
實驗組盆栽	5cm	7cm	20cm	34cm	50cm	64cm
(有加入咖啡渣花盆)	5cm	8cm	19cm	32cm	48cm	61cm
	5cm	7cm	19cm	33cm	49cm	62cm
對照組盆栽	5cm	6cm	16cm	28cm	41cm	57cm
	5cm	7cm	17cm	25cm	39cm	56cm
	5cm	7cm	18cm	27cm	42cm	54cm

表十一 菜苗生長觀察表

- (1) 我們在觀察後發現菜苗種植約半個月後，無論是否使用含咖啡渣，菜苗生長的狀況都相差不多。咖啡渣內的養分需要透過水溶解出來，需較一段時間才能釋放到土壤中，短時間內看不出明顯效果。
- (2) 我們發現在菜苗種植約 50 日後，使用咖啡渣花盆的菜苗，葉片較長較多、高度較高，可知咖啡渣花盆對菜苗生長的確有幫助。將土撥開可以明顯地看到咖啡渣花盆出現許多裂痕 與裂縫，顯然咖啡渣花盆已經開始崩裂。
- (3) 在澆水的時候不宜澆過多，積水無法排除則易造成發霉與滋生蠅蟲等問題，影響到植物的生長。但可以透過照射陽光與減少澆入的水量來抑制蠅蟲的生長。
- (4) 加入咖啡渣的菜苗經過2個多月的生長平均高度約為62公分，而未加入咖啡渣的菜苗平均高度則約為56公分。計算得出，加入咖啡渣之後菜苗生長率比未加入的高出 11%。

另外在種植大陸妹時觀察到



上圖為有加咖啡渣之花盆



上圖為沒有加咖啡渣之花盆

在種植植物初期，比對之下雖然葉長與高度沒有太大差異，但有加入咖啡渣之植物葉片色澤較深較綠。進而得知咖啡渣對植物生長是有益處的。

伍、 研究結果與討論



一、咖啡渣花盆製作



咖啡渣VS玉米粉



咖啡渣VS麵粉

	
<p>咖啡渣VS糯米粉</p>	<p>總攪</p>

(一)觀察：

1. 咖啡渣和麵粉膠重量比例 5：5 咖啡渣花盆，因做為支撐原料的咖啡渣不足，過於柔軟無法定型，表面光滑較無裂痕。
2. 咖啡渣和麵粉膠重量比例 6：4和7：3 的咖啡渣花盆，渣粉比較為適當，能均勻混和，具有一定的柔軟度與可塑性，製造出來的咖啡渣花盆，質地些微有些鬆散，表面有些微裂痕。
3. 咖啡渣和麵粉膠重量比例 8：2 的咖啡渣花盆黏著性較差，呈現鬆散狀，製成的咖啡渣花盆質地鬆散粗糙，有許多的孔洞和縫隙。
4. 當咖啡渣和麵粉膠重量比例在9：1時，黏著力不足所有試作中都容易崩解，無成型。
5. 在現有條件下，我們發現咖啡渣和膠重量比例的上限大約在8：2 左右，膠比例如果低於20%，咖啡渣的黏著能力就會不足，無法成型。而咖啡渣和膠重量比例的下限大約在6：4 左右，粉膠比例如果高於40%則會造成支撐力不足而無法成型。

二、植物種植

(一) 我們在觀察後發現菜苗種植約半個月後，無論是否使用含咖啡渣，菜苗生長的狀況都相差不大。咖啡渣內的養分需要透過水溶解出來，需較一段時間才能釋放到土壤中，短時間內看不出明顯效果。

1. 我們發現在菜苗種植約 40 日後，使用咖啡渣花盆的菜苗，葉片較大、高度較高，可知咖啡渣花盆對菜苗生長確有幫助。將土撥開可以明顯地看到咖啡渣花盆出現許多裂痕與裂縫，顯然咖啡渣花盆已經開始崩裂。
2. 觀察後發現其中一盆明顯比其他同一時間種下的菜苗高，原因與花盆的擺放位置有關，該盆放置在最外圍，故受到的陽光照射量較多，所以才長得特別高。
3. 在大陸妹種植觀察中發現，比對之下雖然葉長與高度沒有太大差異，但有加入咖啡渣之植物葉片色澤較深較綠。進而得知咖啡渣對植物生長是有益處的。

陸、 結論

一、在咖啡渣花盆製作實驗過程中，發現以澱粉作為咖啡渣花盆成形黏著劑是可行的。

二、各種不同種類澱粉及渣粉比配方實驗中

- (一) 耐撞擊實驗：以中筋7：3組、中筋8：2組、高筋7：3組、高筋8：2組的耐撞擊性較佳。
- (二) 耐水性實驗：以高筋7：3組、高筋6：4組及中筋7：3組的耐水性較佳。
- (三) 土埋分解實驗：以低筋6：4組、中筋6：4組及高筋6：4組最快分解；中筋8：2組及中筋7：3組分解最慢。
- (四) 土壤PH值變化觀察：以中筋8：2組酸性化最強，高筋7：3組及中筋7：3組的水質酸性變化較少，酸性化較弱。
- (五) 綜合上述，選擇高筋渣粉7：3組為最佳配方組。此比例配方所製成咖啡渣小花盆，有一定強度的耐撞擊性，可接受的土埋分解速度，可接受的耐水性及適度的酸鹼值變化。

三、將廢棄物再利用、替代園藝黑塑膠盆、整合肥料與花盆三件事情整合為一，實現減廢、減塑、製肥三贏，落實環保減塑護地球。

柒、 未來展望

- 一、所有材料都選自於一般家庭所能取得之物，讓一般人能在家自己動手做。由於純手工製作加上器材的限制，在咖啡渣花盆的大小尺寸上有所限制，若能提高壓模的力道，讓質地能夠更緊密結合，提高容器的硬度，也可以降低花盆的厚度。
- 二、我們考慮在咖啡渣花盆的製作中加入各種不同研磨顆粒的咖啡渣，觀察對植物生長的影響， 找出更有利於植物吸收的配方。

捌、 參考資料

- 一、 綠茶渣和咖啡豆渣之加工處理及在烘焙產品上應用之探討
- 二、 [https :
//zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E7%94%B1%E8%90%BD%E9%AB%94](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E7%94%B1%E8%90%BD%E9%AB%94)
- 三、 [https :
//www.masters.tw/167121/%E7%83%98%E7%84%99%E7%9A%84%E7%A7%91
%E5%AD%B2](https://www.masters.tw/167121/%E7%83%98%E7%84%99%E7%9A%84%E7%A7%91%E5%AD%B2)
- 四、 維基百科土壤酸鹼值
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%9F%E5%A3%A4pH%E5%80%BC>
- 五、 農業知識入口網
https://kmweb.coa.gov.tw/knowledge_view.php?id=2786

【評語】 082926

一、研究特色

目前咖啡渣已經成為一個每日拋棄量相當大的食品廢棄物，研究題材選用咖啡渣廢棄物為主軸，符合環境保護概念，研究主題有環保再利用的參考價值，

二、建議事項

1. 摘要將麵粉等添加物稱為「賦形劑」，但是內本又稱為「黏著劑」，意義不同，宜注意區分。
2. 文獻探討建議應再深入，例如咖啡渣再利用的相關研究。
3. 相同測量工具，有效位數應一致，例如表九。
4. 實驗咖啡渣加入各種麵粉製成花盆的效果，應先解決麵粉較為昂貴，也容易變質、發霉的問題。例如 p.14 就提到「但他（花盆）的缺點是無法長期浸在水中」。
5. 測量各種實驗結果，建議應力求客觀與精確，例如應避免研究者自行判斷的四分法，或是只是「有、無破損」的二分法。

作品簡報



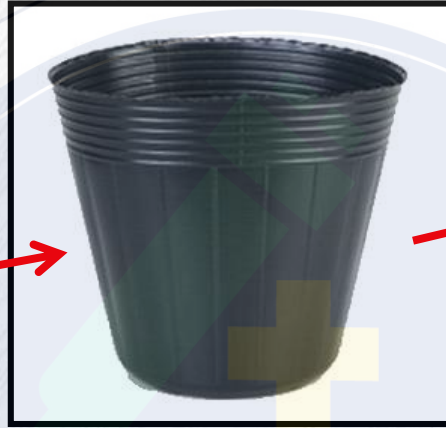
中華民國第61屆
中小學科學展覽

國小組

生活與應用科學(二)環保與民生

我不是廢渣—
咖啡渣再利用

實驗發想



育苗時所用
塑膠黑軟盆
(不環保)



廢棄的
咖啡渣 → 花盆基底

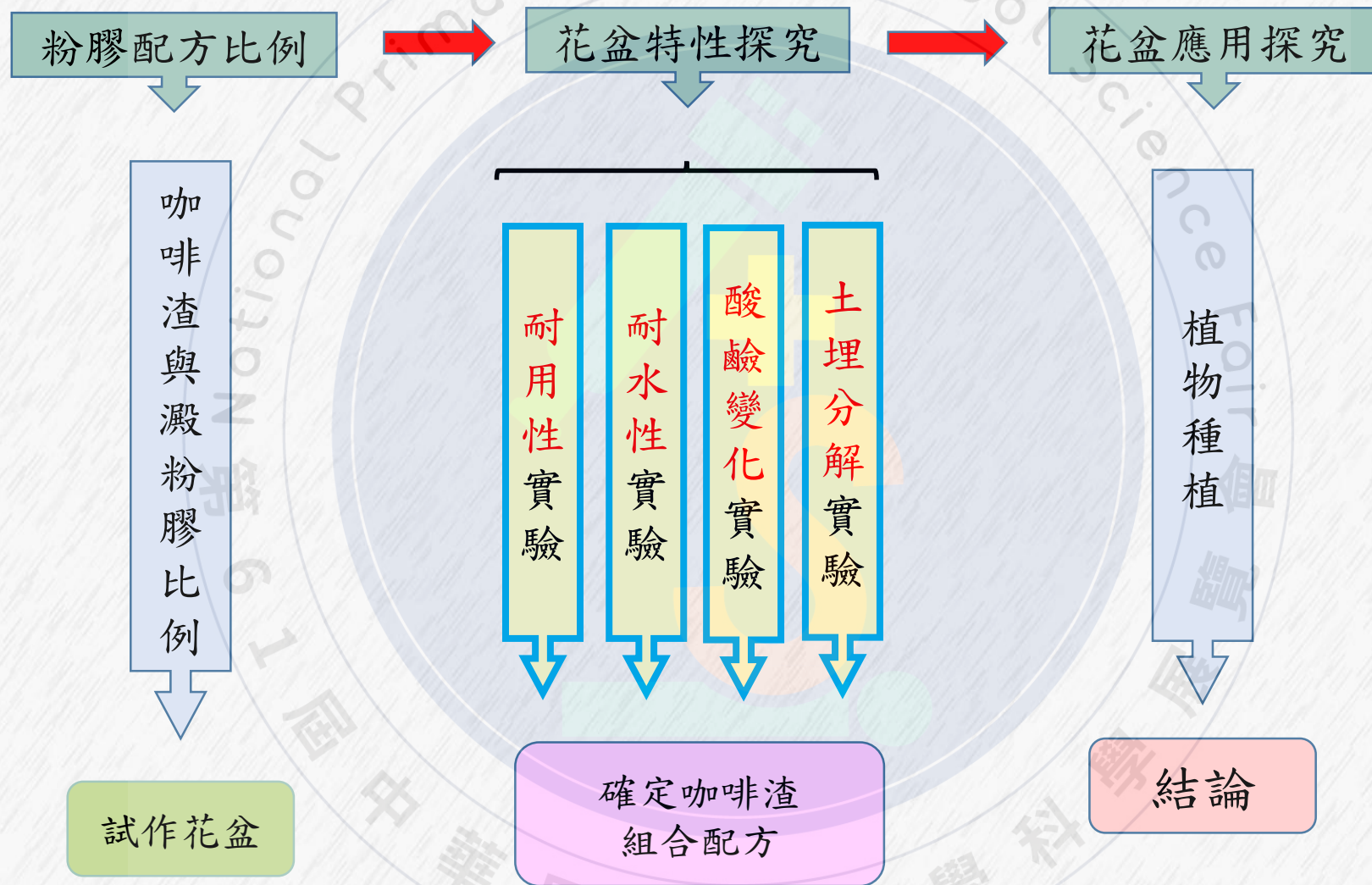


澱粉 → 賦形劑



成品

研究架構



賦形劑製作

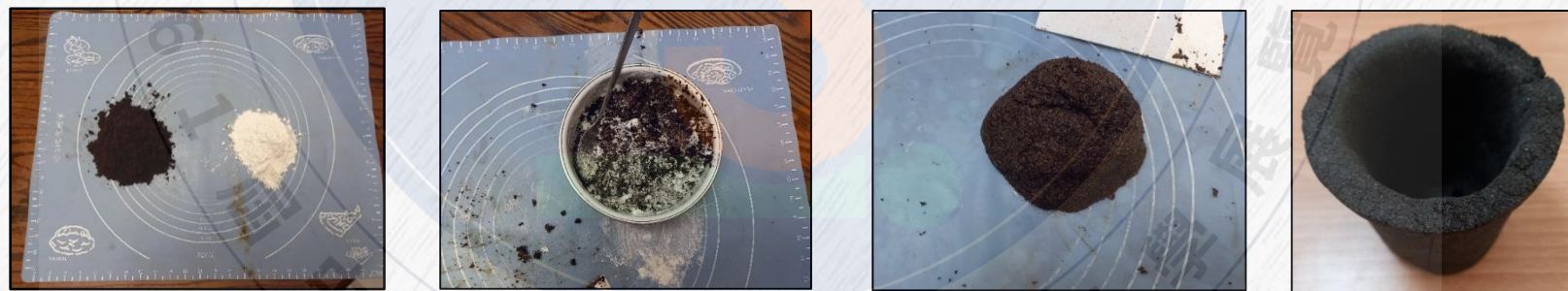
第一代 製作法



將澱粉加水加熱製成賦形劑，再與咖啡渣進行混合。

發現問題：加熱的過程中，無法準確的控制漿糊中含水量。

改良後第二代製作法



將澱粉與咖啡渣混合，加入定量的水揉製成粉渣團後再進行加熱讓澱粉糊化。

製作流程

1. 按比例混合總重為200公克的咖啡渣和澱粉。

咖啡渣	澱粉
9	1
8	2
7	3
6	4
5	5

2. 加180公克的水揉製成粉團。
3. 放入模具中壓制成型。
4. 脫模放入烤箱烘烤80°C、30分鐘，取出放置冷卻30分鐘。
5. 以120 °C烤30分鐘，冷卻30分鐘。
6. 重複步驟5兩次。

過程中發現

太軟
無法成型



玉米粉製

太硬
容易龜裂



糯米粉製

以下9種麵粉可順利成型。

高筋8：2、高筋7：3、高筋6：4
中筋8：2、中筋7：3、中筋6：4
低筋8：2、低筋7：3、低筋6：4

耐用性測試

目的:藉由墜落實驗觀察花盆耐衝擊的程度。

將撞擊後的情形分類

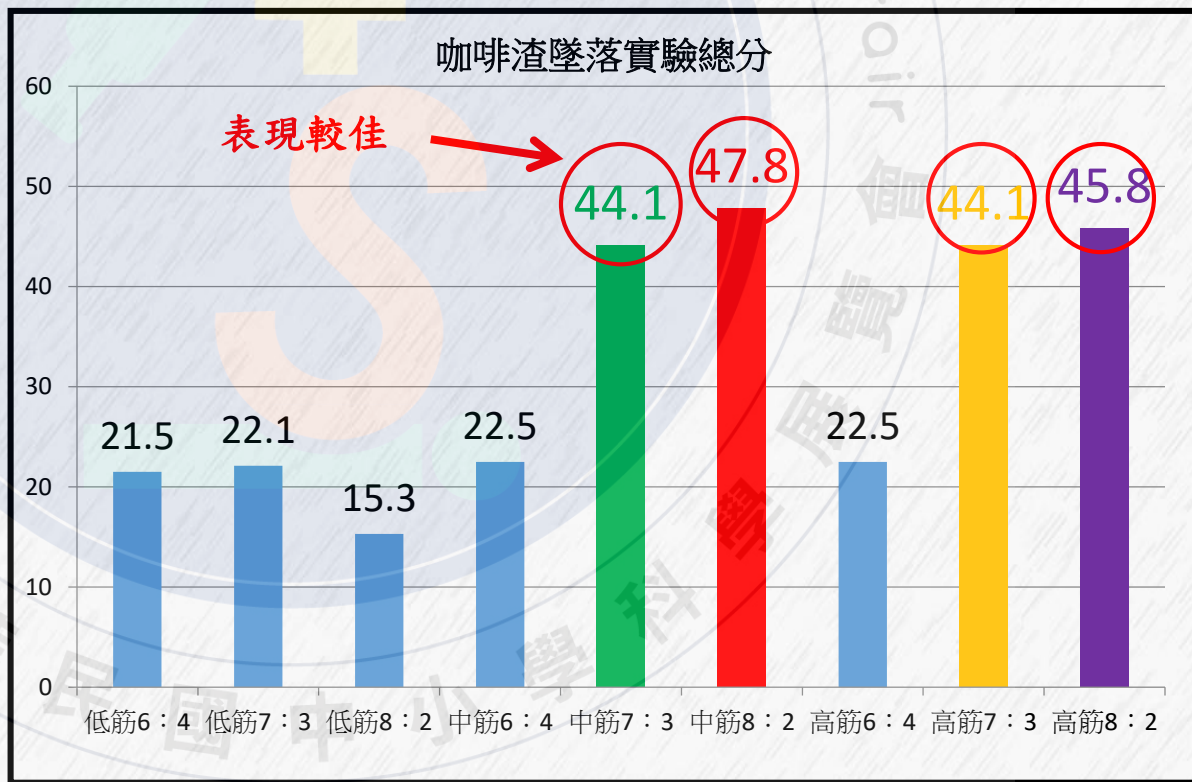
得分 4:如若撞擊時無變化

得分 3:撞擊時有碎屑飛出

得分 2:撞擊時示有裂痕產生

得分 1:撞擊時裂開或損毀

加總得分，**得分越高**，耐用性越高。



耐水性測試

目的：

將水澆入花盆，觀察其外型的變化評估其耐水性。

在第一個小時中每隔10分鐘觀察一次，之後一星期定時測量。

第一代夾握器



發現問題：

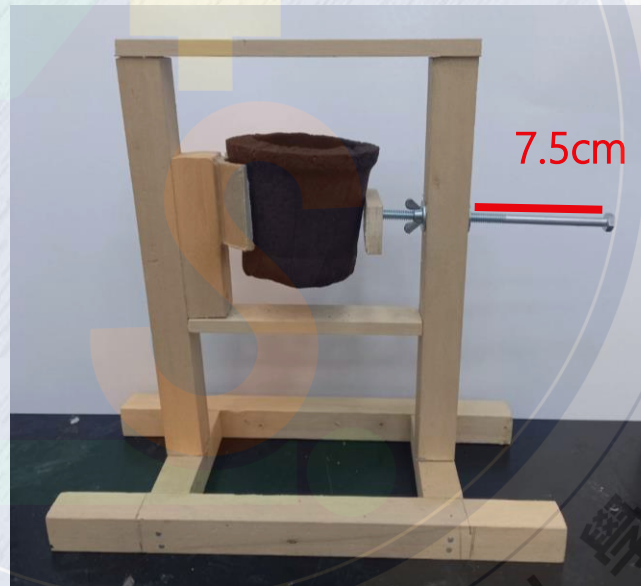
橡皮筋會產生彈性疲乏問題。

第二代夾握器



將橡皮筋改成旋轉螺絲

用螺絲控制擠壓程度



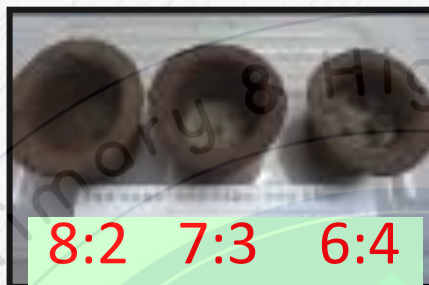
7.5cm

固定長度，讓擠壓力道相同。

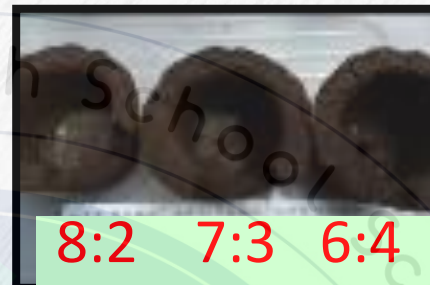
實驗結果：

中筋7:3、高筋7:3、高筋6:4
三組耐水性較佳。

土埋分解實驗



低筋



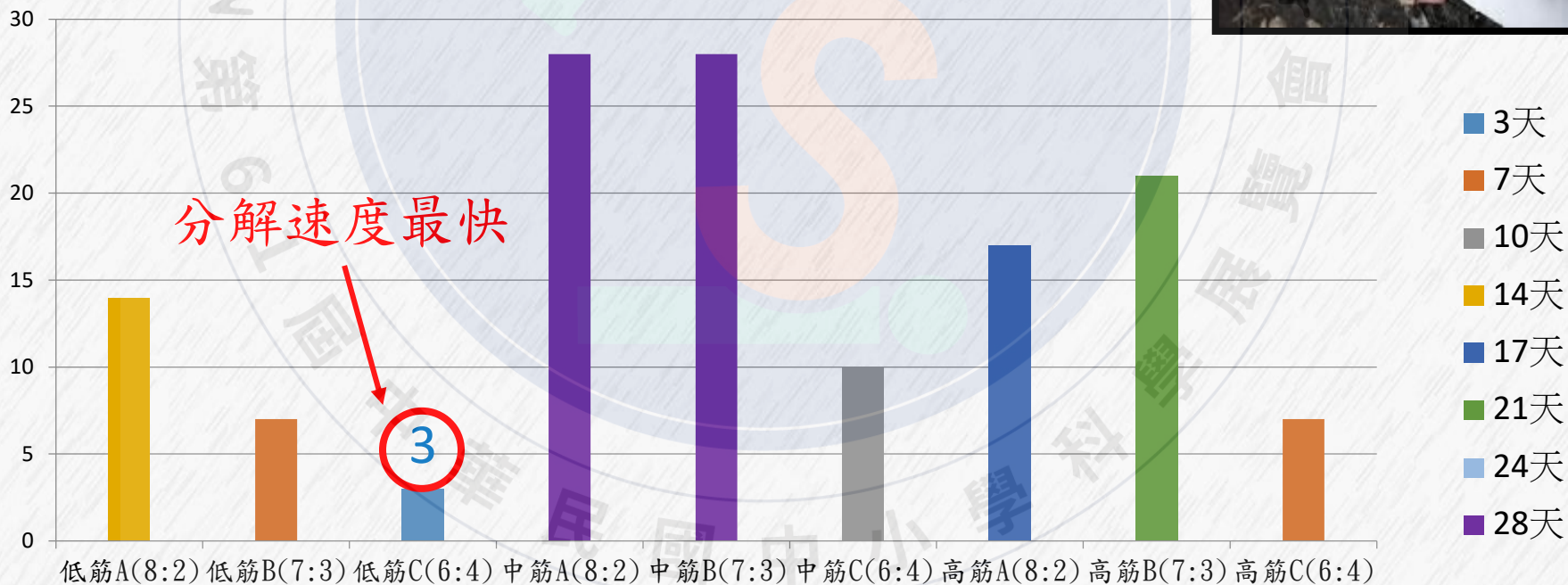
中筋



高筋

目的:觀察花盆埋入土中後自然分解的狀況。

希望花盆能以**最快的速度分解**將養分釋放到土壤中。

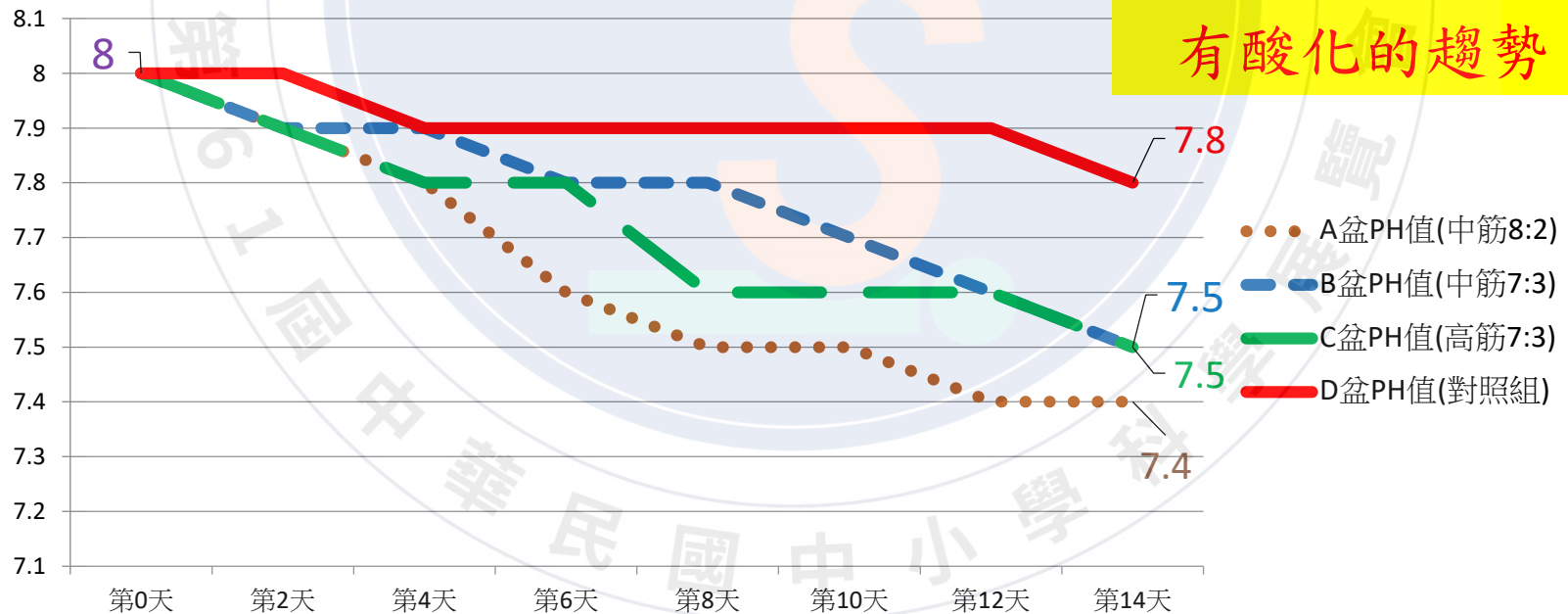


酸鹼變化實驗

目的:測量在咖啡渣花盆的影響下土壤酸鹼值的變化。



均勻澆入200毫升的水，靜置五分鐘，等多餘的水滲到接水盤中測量其酸鹼值。



植物種植實驗1

目的:觀察加入咖啡渣的菜苗的生長狀況，與未加入的菜苗進行比較。

經過2個多月

加入咖啡渣的菜苗生長平均高度約62公分

未加入咖啡渣的菜苗生長平均高度約56公分

加入咖啡渣之後菜苗生長率比未加入的高出11%



加入 未加入
第1天



加入 未加入
第10天



加入 未加入
第30天



加入 未加入
第50天

植物種植實驗2

在種植植物初期，比對之下雖然葉長與高度沒有太大差異，但有加入咖啡渣之植物葉片色澤較深較綠。進而得知咖啡渣對植物生長是有益處的。

7天



葉子顏色較深

21天



葉子數量較多

結論

- 一、澱粉作為咖啡渣花盆製作的賦形劑是可行的。
- 二、各種不同種類澱粉及渣粉比配方實驗中
 - (一) 耐撞擊實驗：中筋8：2組的耐撞擊性最佳。
 - (二) 耐水性實驗：高筋7：3組的耐水性最佳。
 - (三) 土埋分解實驗：低筋6：4組最快分解；中筋7：3組分解最慢。
 - (四) 土壤PH值變化：中筋8：2組酸性最強，高筋7：3組及中筋7：3組次之。
 - (五) 綜合選擇高筋7：3組為最佳配方組。
- 三、同時達到廢棄物再利用、替代黑塑膠盆、整合肥料與花盆。



參考資料

- 一 綠茶渣和咖啡豆渣之加工處理及在烘焙產品上應用之探討
- 二 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E7%94%B1%E8%90%BD%E9%AB%94>
- 三 <https://www.masters.tw/167121/%E7%83%98%E7%84%99%E7%9A%84%E7%A7%91%E5%AD%B82>
- 四 維基百科土壤酸鹼值
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%9F%E5%A3%A4pH%E5%80%BC>
- 五 農業知識入口網
https://kmweb.coa.gov.tw/knowledge_view.php?id=2786