

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科(一)

082805

「纖纖吸油去」植物粗纖維與石蠟製成複合材料的
吸附油污試驗

學校名稱： 桃園市大溪區僑愛國民小學

作者：	指導老師：
小四 丁鈴	賴宜君
小四 鄭安芸	張桂芳
小四 陳玟樺	
小四 紀凱翔	

關鍵詞： 植物粗纖維、石蠟、吸油

摘要

雜草被認為是不具經濟價值的東西，而近年來入侵的外來種植物，因為生長迅速且沒有天敵，所以危害了我們自然環境的原生植物，本研究使用稻草與小花蔓澤蘭，將之曬乾並打碎後過篩出粗纖維，混合石蠟成為複合材料，試驗材料吸附油汙的效果。結果顯示，粗纖維與石蠟混合比例較高的 1：3 時，因為有更多的石蠟使材料穩固能吸附較多的油汙，稻草組的平均吸油汙量為 7.19 g，小花蔓澤蘭組只有 3.25 g，為同比例的稻草組的 64.3 %，稻草組的平均飽和比為 1：3.22，吸附油汙達到最高 8.07 g，小花蔓澤蘭組的平均飽和比只有 1：2.60，吸附油汙重只有 4.72 g，為稻草粗纖維的 58.5 %。未來將研究此複合材料應用於生活上的吸附油汙，或利用複合材料在其他領域上來提高雜草附加價值。

壹、前言

一、研究動機

雜草是一種經常被視為不受歡迎的植物，甚至有一些外來種植物，在臺灣的環境下生長迅速，又沒有天敵的情況下，外來種植物往往會侵占臺灣原生種植物的生存空間，甚至會造成生態的失衡，危害我們原本的自然環境生態，例如：小花蔓澤蘭，它會從樹木的根部開始纏繞，向上攀爬並覆蓋樹頂，使樹木吸收不到充足的陽光，只能慢慢枯萎最後死亡，讓它們擁有綠癌、生態殺手的稱號；又如布袋蓮，它們會佔據河川，看起來像一片綠毯，但它們繁衍迅速會在短時間內占領水面，水中的生物和植物會因為缺乏陽光與氧氣而死亡，它們不只影響生態環境，甚至還會堵塞水道、河道，在颱風或強降雨時引發水災！

然而花費人力清除這些外來種植物後，有沒有更好的利用方法？不僅能幫助環境保護，還能創造經濟價值。因此本研究利用植物的纖維，成為資源再利用的來源，與石蠟混合製作成複合材料，再利用複合材料來進行吸附油汙的實驗。

二、目的

本研究使用農業上常常被資源再利用的稻草，與校園內或野外常見的外來種植物小花蔓澤蘭，藉由簡單的曬乾或烘乾植物本體，經打碎過篩來取得植物粗纖維，再依比例與石蠟加熱混合，冷卻凝固後製作成複合材料，再將複合材料來進行吸附油汙水

的實驗，驗證其吸附油汙的效果，規劃出的實驗如下：

(一) 實驗一：植物粗纖維的簡單萃取

1. 稻草粗纖維的萃取
2. 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取

(二) 實驗二：植物粗纖維與石蠟混合製成複合材料

1. 稻草粗纖維與石蠟混合
2. 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合

(三) 實驗三：植物粗纖維與石蠟的複合材料實驗吸附油汙效果

1. 試驗複合材料吸附油汙
2. 烘乾複合材料取得吸附油汙的結果數據分析

(四) 實驗四：植物粗纖維與石蠟等材料個別吸附油汙效果試驗

1. 稻草粗纖維、小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟個別材料試驗吸附油汙實驗
2. 烘乾個別材料取得吸附油汙的結果數據分析

(五) 實驗五：植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗與吸附油汙效果實驗

1. 植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗
2. 試驗植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析

(六) 實驗六：稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型與吸附油汙效果實驗

1. 試做稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型
2. 試驗複合材料試用塑型的吸附油汙的結果數據分析

三、文獻回顧

(一) Plant fibers as composite reinforcements for biomedical applications.

本篇綜述介紹了植物纖維、特性、及其影響的因素與應用。植物纖維具有高強度、高斷裂韌性和彈性，並且由於其多樣性、多功能性、可再生性和可持續性而被證明非常有用。在生物醫學應用，這些天然纖維已被用作生物複合材料的增強材料，可推斷這些混合生物材料的機械特性，例如剛性、強度和耐久性。增強混合複合材料已在結構和半結構生物裝置中進行測試，可用於骨科、義肢、組織工程和傷

口敷料領域的潛在應用。然後，討論基於這些廣泛使用的可再生纖維，製備混合複合材料的不同方法，以及獲得的生物材料具有的獨特性能。還研究了混合複合材料的幾個例子以及生物醫學應用。最後，總結研究結果並對未來的發展提出了一些想法，分析基於植物纖維的混合複合材料的設計、要求和性能以及未來發展。

(二) 雜草的資源再利用方法：

1. **堆肥**：雜草是很好的堆肥材料，將雜草與其他有機材料，如廚餘、樹葉等混合後，製作出富含營養的堆肥，可以用於改良土壤，增加土壤的有機質含量。
2. **製作生物炭**：將雜草燒成生物炭(biochar)是一種有效的資源再利用方式，生物炭可以用來改善土壤結構、增加土壤的保持水分能力並提高土壤中的有機碳含量。
3. **作為動物飼料**：某些類型的雜草，如苜蓿、車前草、蒲公英等，對動物來說是有營養的，可以作為家禽或牲畜的飼料，但在使用時，要確認這些雜草未受化學農藥或重金屬的污染。
4. **藥用植物**：許多雜草具有藥用價值，例如，蒲公英、車前草、紫蘇等植物，在傳統草藥中有著悠久的應用歷史，這些雜草可以用來製成中草藥、青草茶或食補中藥材。
5. **天然織物製作**：有許多雜草，如黃麻和亞麻，纖維質地較強韌，可以用來製作繩索、麻布、袋子等天然材料織物，這些材料在過去曾經被廣泛的使用，也有一定的環保與經濟價值。
6. **綠肥**：某些雜草，像是一部分豆科植物，能與根瘤菌共生產生固氮能力，能幫助改善土壤的氮含量，這些雜草被當作綠肥來種植，增加土壤的肥沃度。
7. **手工藝品和裝飾**：有部分雜草乾燥後可以用來做成手工藝品，例如編織籃子、草帽、裝飾物等，這樣的再利用方式不僅成本低廉，還能創造出獨特的藝術品。
8. **控制土壤侵蝕**：有些雜草的根系很發達，能夠牢牢地抓住土壤，可以有效防止土壤崩落，特別是在山坡地、道路邊緣等土壤裸露沒有植被的地方，雜草能夠作為邊坡土壤的植生固定劑。

9. **製作天然清潔劑**：某些植物具有天然的清潔特性，例如柑橘類的果皮，因為富含柑橘精油與酵素，可以用來製作天然的清潔劑，具有殺菌消毒和去污的效果。

(三) 複合材料：

是一種由兩種或多種不同成分組成的材料，這些成分在物理或化學上仍然保持其原有的特性，但經過適當的組合後，能夠發揮單一材料無法達到的優異性能。複合材料通常是由基體和增強材料兩部分來組成，各種材料在性能上可互相取長補短，產生協同效應，使複合材料的綜合性能優於原組成的材料，進而滿足各種不同的設計需求。

(四) 探討植物葉片的清潔功效與環境友善效益－徐敬倫（中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書）

此篇是探討野外常見多毛植物葉片：大花咸豐草、構樹與血桐，是否具有去除食用油汙之功效的研究報告，主要探討了受測植材普遍對於油汙的物理性吸附效力與速率都比一般清潔用品還要更好，且葉毛越長越密的植材、物理性除油力越強；所檢測的植材中也都具備乳化油汙的化學性除油功效，雖然乳化力不若清潔劑佳，但在環境影響評估實驗中，植材清潔後所產生的汙水對指標生物『水蚤』的生存影響性遠小於清潔劑或茶籽粉所造成的傷害。渦蟲的生物學特徵、習性、分布範圍以及與其他生物的相互作用等方面的內容。結果發現野外隨手可得的的多毛植物葉片，不僅能達到有意義的去油汙功效，對於環境的友善程度亦有較佳的效益。

貳、研究設備及器材

一、實驗材料，如圖 2-1-1。

		
乾稻草	小花蔓澤蘭	烘(曬)乾後的小花蔓澤蘭
		
石蠟塊	沙拉油	油漬食品的殘留油

圖 2-1-1 實驗材料

照片來源：由作者親自拍攝

二、儀器與設備類，如圖 2-2-1。







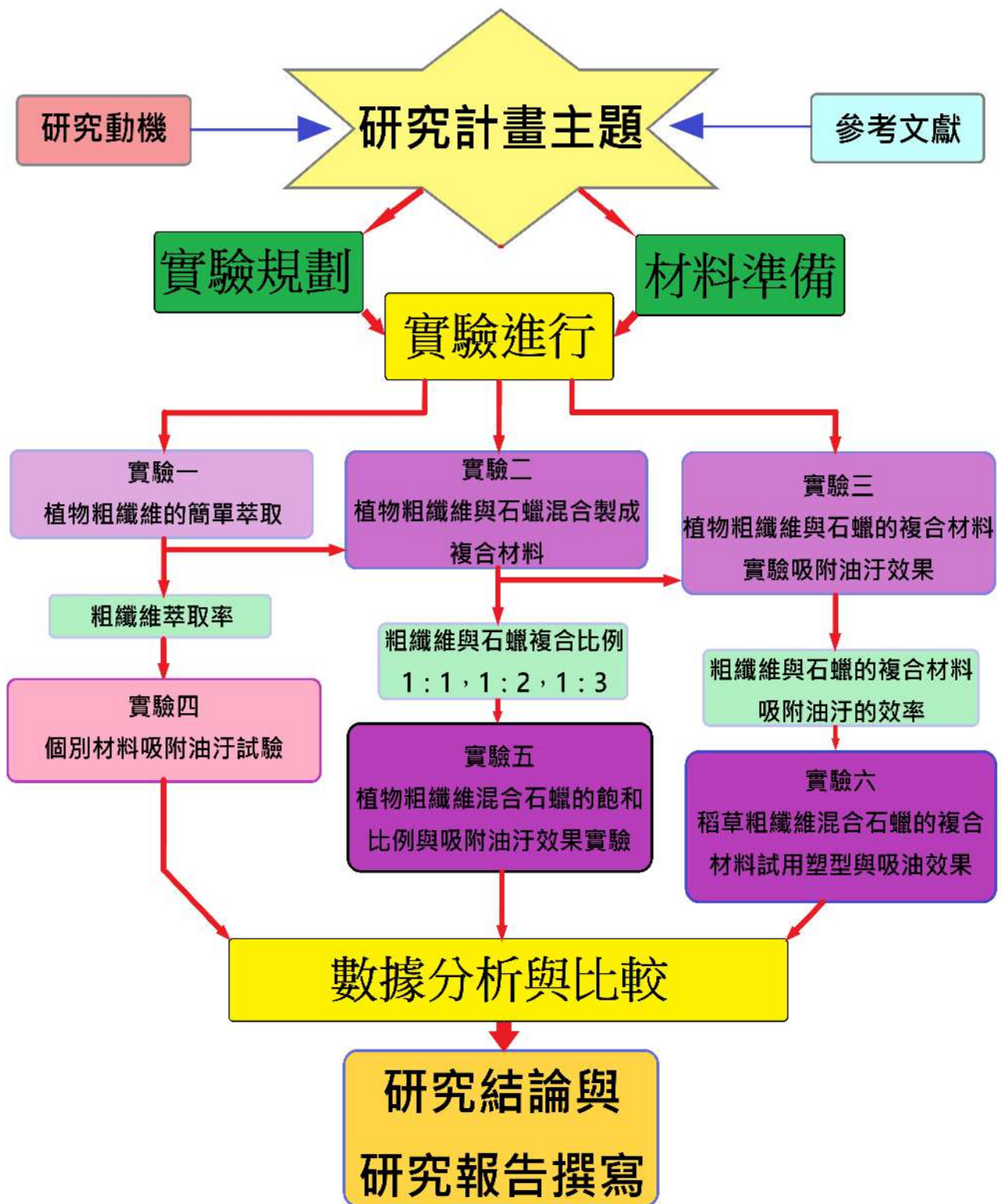
		
電子秤	蔬果烘乾機	研磨機
		
不鏽鋼濾網	卡式爐	不鏽鋼便當盒



圖 2-2-1 儀器與設備類

照片來源：由作者親自拍攝

一、實驗流程



二、實驗一：植物粗纖維的簡單萃取

(一) 稻草粗纖維的萃取

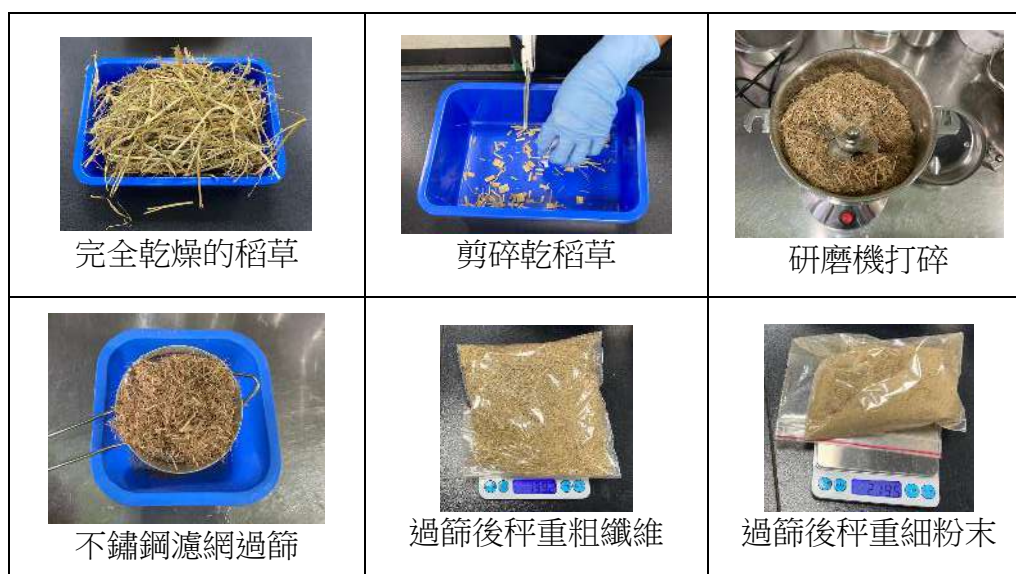


圖 3-2-1 稻草粗纖維的萃取

照片來源：由作者親自拍攝

1. 將乾稻草用剪刀剪成 1 公分的小片段，放入研磨機前先用電子秤秤重並記錄。
2. 將剪成小片段的稻草放入研磨機中約 1/3 滿，啟動機器打碎稻草梗 30 秒。
3. 將打好的稻草梗倒出在不鏽鋼濾網中過篩，剩下在濾網中的就是較粗的纖維。
4. 最後將我們需要的粗纖維秤量總重，跟打碎與過濾前的總重量相比，計算出稻草粗纖維的萃取率。

(二) 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取

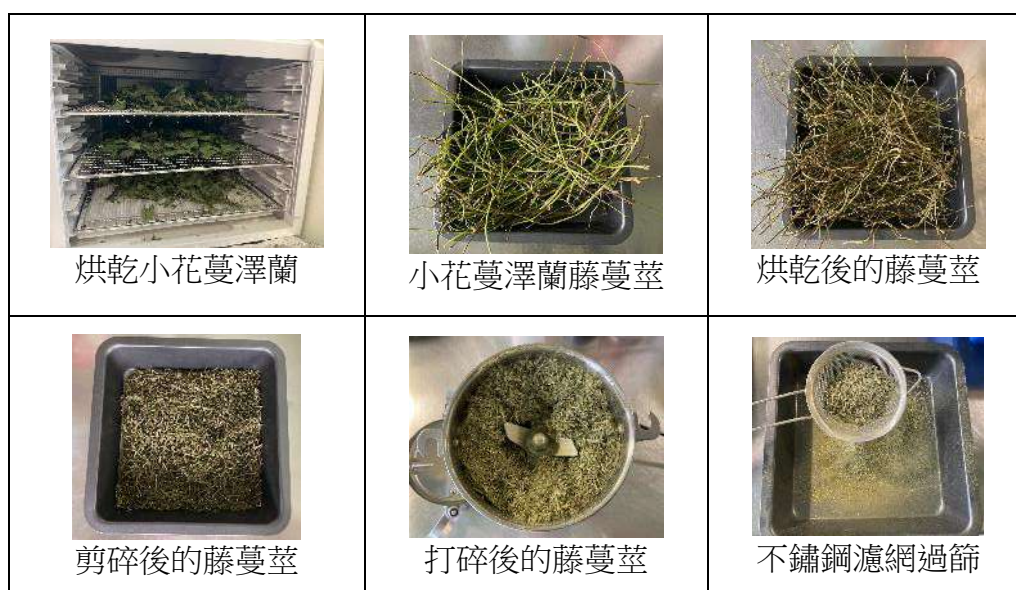


圖 3-2-2 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取

照片來源：由作者親自拍攝

1. 將採集來的小花蔓澤蘭拔掉葉子只剩下藤蔓莖，放入蔬果烘乾機中烘乾。
2. 用剪刀剪成 1 公分的小片段，放入研磨機前先用電子秤称重並記錄。
3. 將剪成小片段的小花蔓澤蘭藤蔓莖放入研磨機中約 1/3 滿，啟動機器打碎藤蔓莖梗 30 秒。
4. 將打好的小花蔓澤蘭藤蔓莖倒出在不鏽鋼濾網中過篩，剩下在不鏽鋼濾網中的就是較粗的纖維。
5. 最後將我們需要的粗纖維秤量總重，跟打碎與過濾前的總重量相比，計算出小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取率。

三、實驗二：植物粗纖維與石蠟混合製成複合材料

(一) 稻草粗纖維與石蠟混合

1. 先在不銹鋼濾網中鋪上一層烘焙紙，再將乾稻草纖維放入，看看需要多少的量才足夠塞滿，然後倒出用電子秤秤量重量。
2. 依比例表秤量需要的石蠟塊重量，放入不鏽鋼便當盒內，再放上卡式爐以小火加熱融解石蠟。

表 3-3-1 稻草粗纖維與石蠟混合比例表

混合比例	1 : 1	1 : 2	1 : 3
稻草粗纖維(g)	5 g	5 g	5 g
石蠟(g)	5 g	10 g	15 g

3. 將剛剛秤重好的稻草粗纖維放入浸泡石蠟，攪拌均勻後離火。
4. 將浸泡完石蠟的稻草粗纖維倒入在鋪有烘焙紙的不鏽鋼濾網中，同時用木棍塑形盡量鋪成一致的厚度。
5. 最後待定型後就可以取出，為了避免搞錯混合比例，務必放入已事先標示好的袋子中，或是在製作時放入不同顏色的小紙片來做為標示。

(二) 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合

1. 先在不銹鋼濾網中鋪上一層烘焙紙並按壓成型，用鉛筆在底部戳出一個洞，再秤量 5 公克的小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維放入。
2. 依比例表秤量需要的石蠟塊重量，放入不鏽鋼便當盒內，再放上卡式爐以小火加熱融解石蠟。

表 3-3-2 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合比例表

混合比例	1 : 1	1 : 2	1 : 3
小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維(g)	5 g	5 g	5 g
石蠟(g)	5 g	10 g	15 g

3. 將剛剛秤重好的小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維放入浸泡吸附石蠟，攪拌均勻後離火並降溫至 50°C 左右。
4. 在鋪有烘焙紙的不鏽鋼濾網下方放個塑膠杯，再將浸泡完石蠟的小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維倒入其中，同時用木棍塑形盡量鋪成一致的厚度。
5. 最後待降至室溫並定型後就可以取出，為了避免搞錯混合比例，務必放入已事先標示好的袋子中，或是在製作時放入不同顏色的小紙片來做為標示。

四、實驗三：植物粗纖維與石蠟的複合材料實驗吸附油污效果

(一) 試驗複合材料吸附油污

1. 先將烘焙紙對折再對折，在中心的直角對折成 45 度角的三角形，在 45 度角的尖端約 0.5~1 公分處剪開，在外圍剪成圓弧狀會變成中間有個洞的花瓣形圓紙。
2. 將圓紙往內摺成漏斗狀並用釘書機固定，再放入植物纖維+石蠟的複合材料，用電子秤秤重後並記錄寫在紙上。
3. 用量筒杯取 200 ml 清水放入 250 ml 燒杯中，再秤量 10 g 的沙拉油加入，模擬洗碗的油污水。
4. 將裝有植物纖維+石蠟的複合材料的烘焙紙漏斗架在大紙杯上，把模擬洗碗的油污水慢慢倒入，用複合材料去吸附油污水，過完後再秤量重量。

(二) 烘乾複合材料取得吸附油汙的結果數據分析

1. 再把吸附油汙水後的複合材料放入蔬果烘乾機中，用 50°C 把複合材料的含水分完全烘乾，最後再秤量最後的總重。

五、實驗四：植物粗纖維與石蠟等材料個別吸附油汙效果試驗

(一) 稻草粗纖維、小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟個別材料試驗吸附油汙實驗

1. 先將烘焙紙對折再對折，在中心的直角對折成 45 度角的三角形，在 45 度角的尖端約 0.5~1 公分處剪開，在外圍剪成圓弧狀會變成中間有個洞的花瓣形圓紙。
2. 將圓紙往內摺成漏斗狀並用釘書機固定，用電子秤秤重後並記錄寫在紙上，再放入不鏽鋼濾網。
3. 用電子秤秤量 5 g 的個別材料(稻草粗纖維、小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟)，放入烘焙紙中央。
4. 用量筒杯取 200 ml 清水放入 250 ml 燒杯中，再秤量 10 g 的沙拉油加入，模擬洗碗的油汙水。
5. 將裝有個別材料的烘焙紙漏斗架在大紙杯上，把模擬洗碗的油汙水慢慢倒入，用個別材料去吸附油汙水，過完後再秤量重量。

(二) 烘乾個別材料取得吸附油汙的結果數據分析

1. 再把吸附油汙水後的個別材料放入蔬果烘乾機中，用 50°C 把複合材料的含水分完全烘乾，最後再秤量最後的總重。

六、實驗五：植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗與吸附油汙效果實驗

(一) 植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗

1. 秤量約 25 g 的石蠟放入不鏽鋼便當盒中，再放上卡式爐以小火加熱融解石蠟。
2. 再秤量 5 g 的稻草粗纖維放入融化的石蠟液中浸泡，離火後攪拌均勻 1 分鐘。
3. 再將浸泡完石蠟液的稻草粗纖維倒入在鋪有烘焙紙的不鏽鋼濾網中，同時用木棍塑形並盡量鋪成一致的厚度。
4. 最後冷卻定型後取出用電子秤秤量總重，就可以計算出稻草粗纖維混合石蠟的飽

和比例。

5. 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維混合石蠟的飽和比例也依上述步驟試驗出來。

(二) 試驗植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析

1. 用量筒杯取 200 ml 清水放入 250 ml 燒杯中，再秤量 10 g 的沙拉油加入，模擬洗碗的油汙水。
2. 將裝有植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料的烘焙紙漏斗架在大紙杯上，把模擬洗碗的油汙水慢慢倒入，用飽和石蠟的複合材料去吸附油汙水。
3. 再把吸附油汙水後的複合材料放入蔬果烘乾機中，用 50°C 把複合材料的含水分完全烘乾，最後再秤量最後的總重。

七、實驗六：稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型與吸附油汙效果實驗

(一) 試做稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型

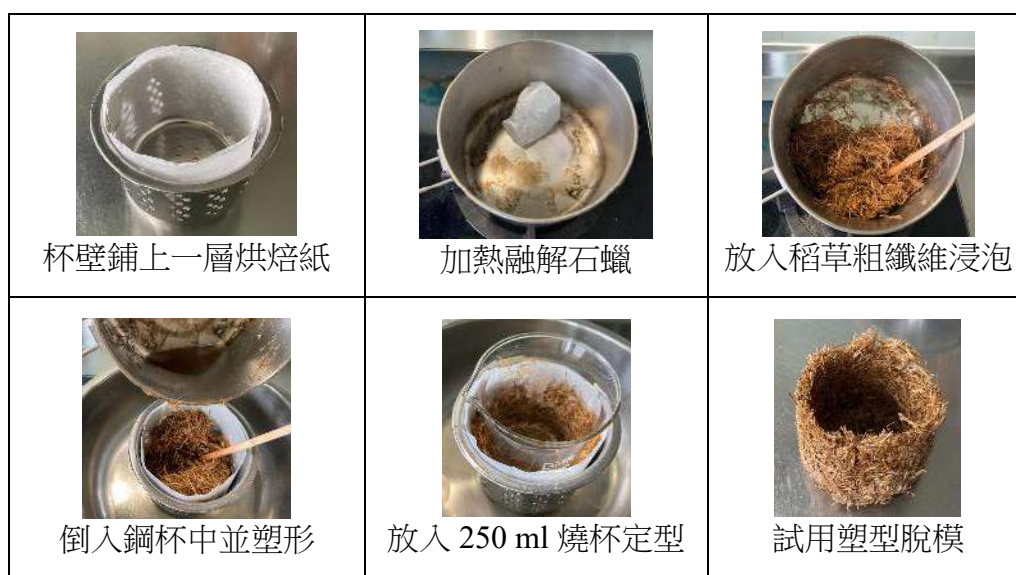


圖 3-7-1 稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型

照片來源：由指導老師拍攝

1. 在不鏽鋼濾杯的杯壁鋪上一層烘焙紙，並秤量重量紀錄之。
2. 秤量約 50 g 的石蠟放入不鏽鋼便當盒中，再放上卡式爐以小火加熱融解石蠟。
3. 再秤量 10 g 的稻草粗纖維放入融化的石蠟液中浸泡，離火後攪拌均勻 1 分鐘。
4. 再將浸泡完石蠟液的稻草粗纖維倒入不鏽鋼濾杯中，同時用木棍塑形並盡量鋪成

一致的厚度，再放入一個 250 ml 的燒杯來定型。

5. 最後冷卻定型後抽出燒杯與烘焙紙就可以秤量總重，也可以計算出稻草粗纖維試用塑型複合材料的石蠟飽和比例。

(二) 試驗複合材料試用塑型的吸附油汙的結果

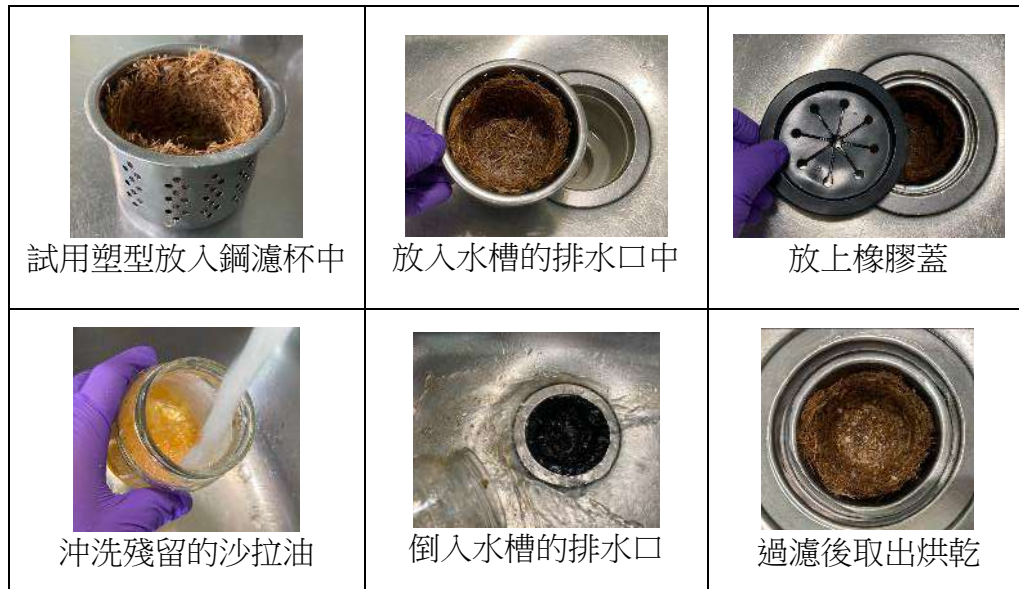


圖 3-7-2 試驗複合材料試用塑型的吸附油汙的結果

照片來源：由指導老師拍攝

1. 使用家庭中常食用的食品，如罐頭食品中的油漬鮭魚、油漬嫩筍等，最後會餘留下許多的食用油，用自來水沖洗時產生的油汙水。
2. 將裝有稻草粗纖維試用塑型複合材料不鏽鋼濾杯，放入廚房水槽的排水口中，再把橡膠蓋放在鋼濾杯上。
3. 把步驟 1 罐頭食品的殘留油汙用自來水沖洗，倒入水槽中用塑型複合材料過濾，完成後取出觀察試用塑型材料是否變形，再秤量重量。
4. 再把試用塑型材料放入蔬果烘乾機中，用 50°C 把複合材料的水分完全烘乾，最後再秤量最後的總重並計算出吸附的油汙總重。

肆、研究結果與討論

一、實驗一：植物粗纖維的簡單萃取

(一) 稻草粗纖維的萃取

表 4-1-1 稻草粗纖維的萃取率結果表

剪成稻草梗的總重量	打碎過篩後的稻草粗纖維總重量	稻草粗纖維的萃取率
51.74 g (公克)	26.51 g (公克)	51.2 %
46.73 g (公克)	35.94 g (公克)	76.1 %
50.08 g (公克)	30.15 g (公克)	60.2 %
平均萃取率		62.8 %

本實驗結果顯示，最後經過共 3 次的打碎稻草梗並過篩取得的稻草粗纖維，稻草粗纖維的平均萃取率為 62.8 %。

(二) 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取

表 4-1-2 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取率結果表

剪成小花蔓澤蘭藤蔓莖梗的總重量	打碎過篩後的小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維總重量	小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取率
45.23 g (公克)	28.44 g (公克)	62.9 %
43.61 g (公克)	25.26 g (公克)	57.9 %
50.84 g (公克)	29.15 g (公克)	57.3 %
平均萃取率		59.4%

本實驗結果顯示，最後經過共 3 次的小花蔓澤蘭藤蔓並過篩取得的小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維，小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維的平均萃取率為 59.4 %。

(三) 稻草粗纖維與小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維的萃取率結果比較

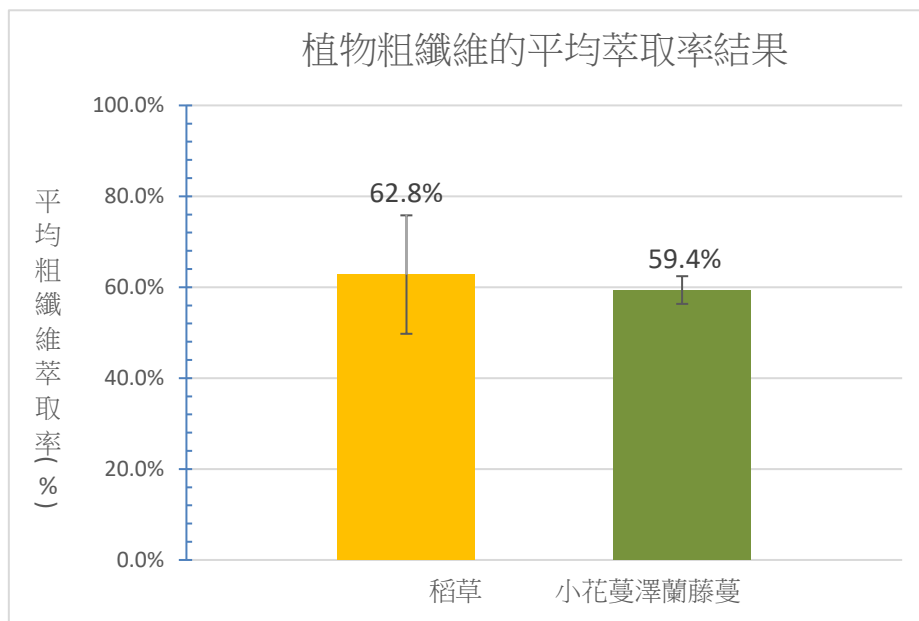


圖 4-1-3 兩種植物粗纖維萃取率的結果比較圖

圖片來源：由作者製作

1. 稻草是禾本科植物，乾燥後稻草梗中間是中空的，打碎過篩後的粗纖維是很柔軟的，過篩掉的大多是稻葉組織打碎的粉末，平均的粗纖維萃取率為 62.8 %。
2. 小花蔓澤蘭是菊科蔓澤蘭屬的植物，我們最後利用好天氣將全株的小花蔓澤蘭藤蔓曬乾至少 2 週，再將藤蔓剪成 1~2 公分的小片段，打碎並過篩後的粗纖維還是很硬的，藤蔓莖中央並不是中空的，平均的藤蔓粗纖維萃取率為 59.4 %。

本實驗結果顯示，稻草粗纖維的平均萃取率 62.8 % 高於小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維的平均萃取率 59.4 %。

二、實驗二：植物粗纖維與石蠟混合製成複合材料

(一) 稻草粗纖維與石蠟混合

表 4-2-1 稻草粗纖維與石蠟混合成複合材料的結果表

混合比例	1 : 1	1 : 2	1 : 3
稻草粗纖維(g)	5.01 g	5.03 g	5.02 g
石蠟(g)	5.00 g	10.00 g	15.00 g
烘焙紙漏斗重量(g)	0.57 g	0.73 g	0.81 g
稻草粗纖維 + 石蠟總重量(g) (含烘焙紙漏斗重量)	10.50 g	15.75 g	20.81 g






照片來源：由作者親自拍攝

1. 稻草粗纖維與石蠟混合比例較低的 1：1，成型的複合材料很鬆散且不穩固，石蠟沒有均勻的被稻草粗纖維吸入，因為石蠟不足所以冷卻後材料成型不夠穩固。
2. 稻草粗纖維與石蠟混合比例較高的 1：3，因為有足夠的石蠟均勻被稻草粗纖維吸入，所以冷卻後材料成型夠穩固，而且沒有多餘的石蠟流下，因此後續還可以測試稻草粗纖維吸入石蠟的上限比例。

本實驗結果顯示，稻草粗纖維與石蠟混合比例較高，成型的複合材料很穩固，混合比例 1：3 還未到達飽和上限。

(二) 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合

表 4-2-2 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合成複合材料的結果表

混合比例	1：1	1：2	1：3
小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維(g)	5.03 g	5.05 g	5.01 g
石蠟(g)	5.00 g	10.00 g	15.00 g
烘焙紙漏斗重量(g)	0.77 g	0.71 g	0.69 g
小花蔓澤蘭纖維+石蠟總重量(g) (含烘焙紙漏斗重量)	10.75 g	15.73 g	20.68 g
成型的小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維 混合石蠟的複合材料	  		

照片來源：由作者親自拍攝

1. 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合比例較低的 1：1，成型的複合材料也很鬆散且不穩固，石蠟沒有均勻粗纖維吸入，因為石蠟不足，無法黏結容易散落。
2. 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合比例較高的 1：3，因為有足夠的石蠟均勻被粗纖維吸入，所以冷卻後材料成型夠穩固，但是有多餘的石蠟流下，推測小花

蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合比例在 1：2 與 1：3 之間。

本實驗結果顯示，小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合比例 1：3，成型的複合材料很穩固但已超過飽和上限。

三、實驗三：植物粗纖維與石蠟的複合材料實驗吸附油汙效果

(一) 稻草粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析

表 4-3-1 稻草粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析表

稻草粗纖維複合材料	1：1			1：2			1：3		
成型的稻草纖維+石蠟複合材料重量(g)	8.07	8.51	9.03	15.10	15.05	15.22	20.10	20.24	20.35
吸附油汙水後的重量(g)	19.93	20.84	22.15	26.57	27.77	28.01	30.18	33.22	32.15
完全烘乾後的重量(g)	11.57	12.76	13.78	20.41	20.59	21.37	26.81	27.41	28.04
吸附油汙的淨重(g)	3.50	4.25	4.75	5.31	5.54	6.15	6.71	7.17	7.69
平均吸附油汙的淨重(g)	4.17			5.67			7.19		

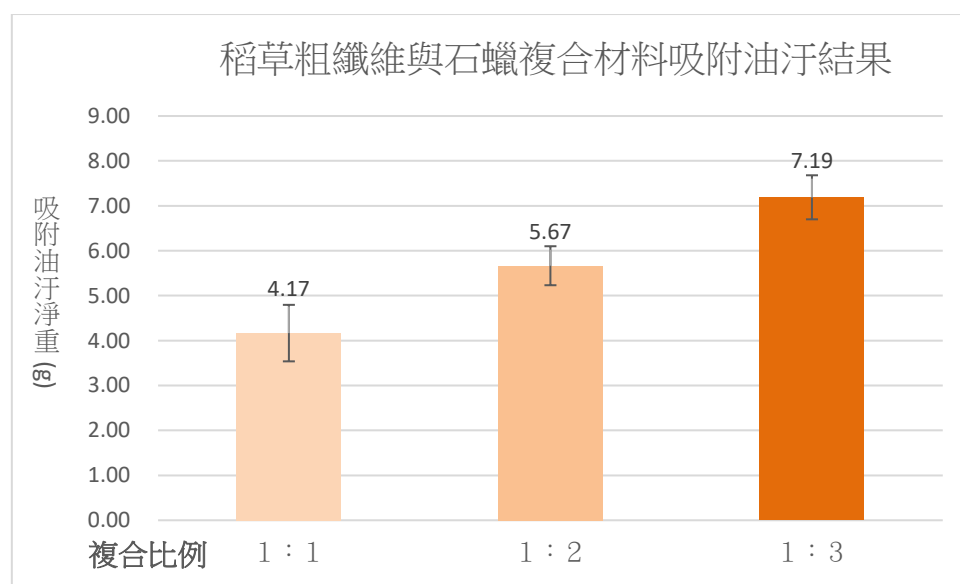


圖 4-3-2 稻草粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據圖

圖片來源：由作者製作

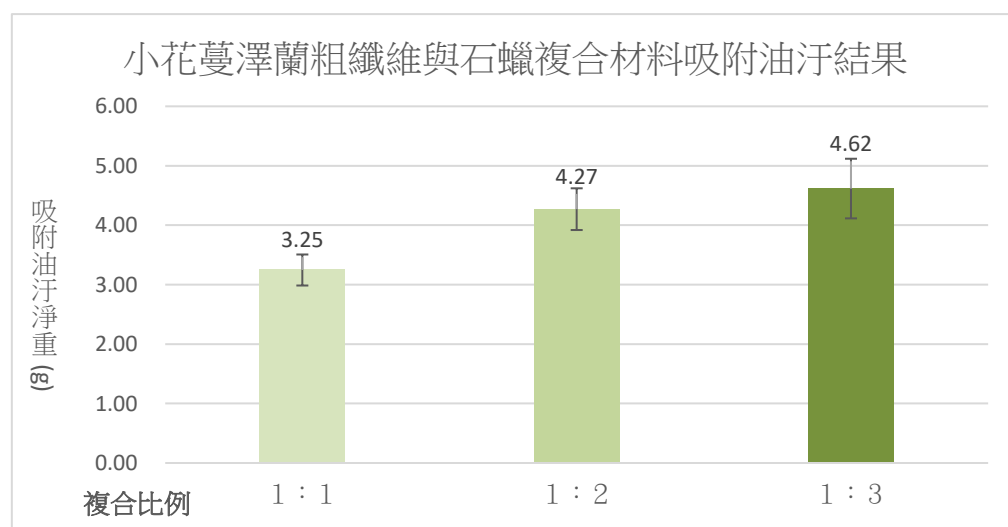
1. 稻草粗纖維混合石蠟比例較低的複合材料，因為沒有足夠的石蠟來穩固形狀，所以容易變形散落，此時的平均吸油汙量只有 4.17 g，混合比例較高的材料有足夠的石蠟來穩固形狀，而且能吸附較多的油汙。
2. 稻草粗纖維混合石蠟的比例在 1：3 時還沒有多餘的石蠟流下來，表示稻草粗纖維混合石蠟還未達到飽和，此時的平均吸油汙量達到 7.19 g，可以預測達到飽和時的吸油汙效果還可以再提高。

本實驗結果顯示，稻草纖維與石蠟的複合比例越高，能吸附更多的油汙。

(二) 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析

表 4-3-3 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析表

小花蔓澤蘭藤蔓莖 粗纖維複合材料	1：1			1：2			1：3		
成型的小花蔓澤蘭 纖維+石蠟複合材料 重量(g)	9.39	9.53	9.44	14.92	15.05	15.11	15.98	17.57	16.54
吸附油汙水後的重量(g)	16.95	17.86	17.08	21.38	20.99	22.76	22.26	24.85	23.99
完全烘乾後的重量(g)	12.34	12.97	12.79	18.80	19.42	19.67	20.02	22.52	21.40
吸附油汙的淨重(g)	2.95	3.44	3.35	3.88	4.37	4.56	4.04	4.95	4.86
平均吸附油汙的淨重(g)	3.25			4.27			4.62		



4-3-4 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據圖

圖片來源：由作者製作




1. 小花蔓澤蘭粗纖維混合石蠟比例較低的複合材料，因為沒有足夠的石蠟來穩固形狀，所以也很容易變形散落，此時的平均吸油汙量只有 3.25 g。
2. 小花蔓澤蘭粗纖維混合石蠟的比例在 1：3 時已有多餘的石蠟流下來，表示粗纖維混合石蠟已達到飽和，雖然有足夠的石蠟來穩固形狀，但此時的平均吸油汙量只能達到 4.62 g，比同比例的稻草組低 35.7 %。

本實驗結果顯示，小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟的複合比例越高，也可以吸附較多的油汙但有趨於平緩的現象。

四、實驗四：植物粗纖維與石蠟等材料個別吸附油汙效果試驗

(一) 稻草粗纖維、小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟個別材料試驗吸附油汙的結果數據分析

表 4-4-1 個別材料試驗吸附油汙的結果數據分析表

個別材料	稻草粗纖維			小花蔓澤蘭粗纖維			石蠟(碾碎)		
照片									
材料重量(g)	5.08	5.22	5.15	5.12	5.09	5.2	5.02	5.05	5.01
烘乾後重量(g)	8.23	8.56	8.47	7.23	7.22	7.47	8.53	8.65	8.55
吸附油汙的淨重(g)	3.15	3.34	3.32	2.11	2.13	2.45	3.51	3.60	3.54
平均吸附油汙的淨重(g)	3.27			2.23			3.55		

照片來源：由作者親自拍攝

(二) 烘乾個別材料後的吸附油汙的結果數據分析

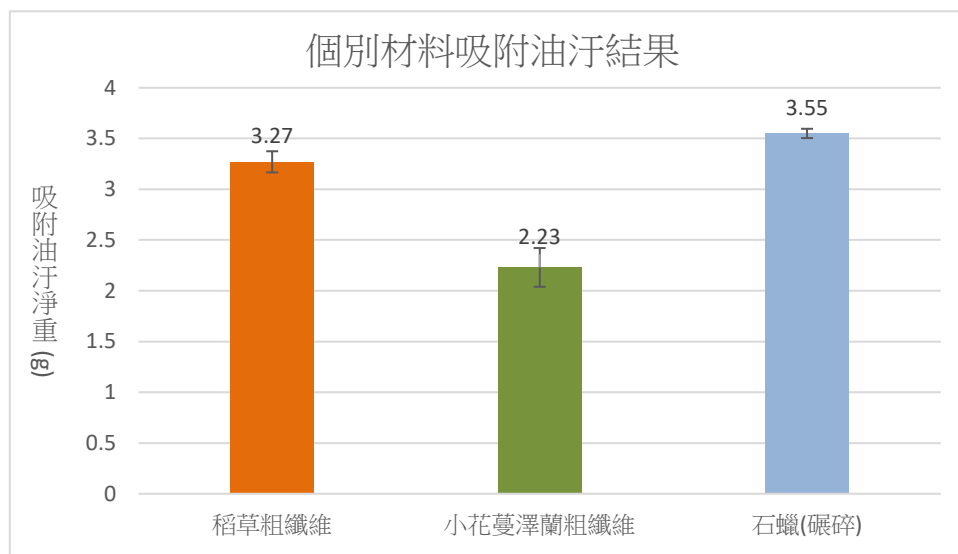


圖 4-4-2 稻草粗纖維、小花蔓澤蘭粗纖維與石蠟材料個別吸附油汙的結果圖

圖片來源：由作者製作

1. 石蠟不溶於水與本身的特性為親脂性，在個別材料的吸附油汙結果上為最好，平均吸附油汙淨重達 3.55 g，同重量的稻草粗纖維平均吸附油汙可以達到 3.27 g，推測是因為稻草粗纖維有許多縫隙，可以吸附許多的油汙。
2. 同樣重量的小花蔓澤蘭粗纖維平均吸附油汙最低，只有 2.23 g，因為藤蔓莖粗纖維不是中空的沒有太多縫隙，所以影響吸附油汙的效果。

本實驗結果顯示，單獨的石蠟(碾碎)有最高的吸附油汙淨重，平均為 3.55 g，稻草粗纖維為第二，平均為 3.27 g，小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維為最差，平均只有 2.23 g。

五、實驗五：植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗與吸附油汙效果實驗

(一) 植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗結果

表 4-5-1 植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗表

複合材料	稻草粗纖維+石蠟	小花蔓澤蘭粗纖維+石蠟
照片		

粗纖維材料重量(g)	5.15	4.99	5.07	5.08	5.23	5.12
烘焙紙漏斗重量(g)	0.85	0.84	0.89	0.76	0.88	0.83
冷卻定型後重量(g)	22.49	22.03	22.27	18.98	19.57	19.54
吸附石蠟的淨重(g)	16.49	16.20	16.31	13.14	13.46	13.59
複合比例(飽和石蠟)	1 : 3.20	1 : 3.25	1 : 3.22	1 : 2.59	1 : 2.57	1 : 2.65
平均複合比例	1 : 3.22			1 : 2.60		

照片來源：由作者親自拍攝

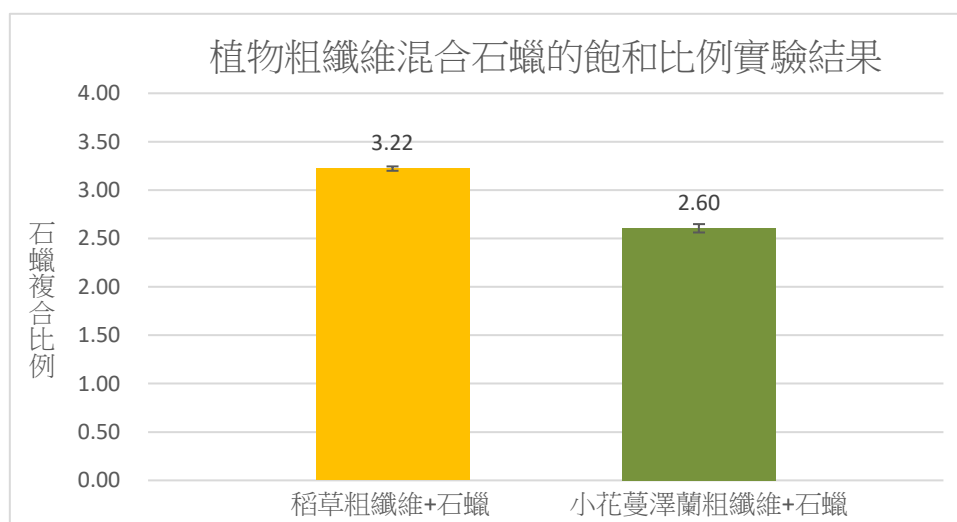


圖 4-5-2 植物粗纖維混合石蠟的飽和比例結果圖

圖片來源：由作者製作

本實驗結果顯示，稻草粗纖維混合石蠟的飽和比例較高，平均為 1 : 3.22，小花蔓澤蘭粗纖維混合石蠟的飽和比例較低，平均僅為 1 : 2.60。

(二) 試驗植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析

表 4-5-3 植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據分析表

飽和石蠟複合材料	稻草粗纖維+石蠟			小花蔓澤蘭粗纖維+石蠟		
複合材料重量(g)	22.49	22.03	22.27	18.98	19.57	19.54
烘乾後重量(g)	30.66	29.75	30.58	23.82	24.16	24.27
吸附油汙的淨重(g)	8.17	7.72	8.31	4.84	4.59	4.73
平均吸附油汙的淨重(g)	8.07			4.72		

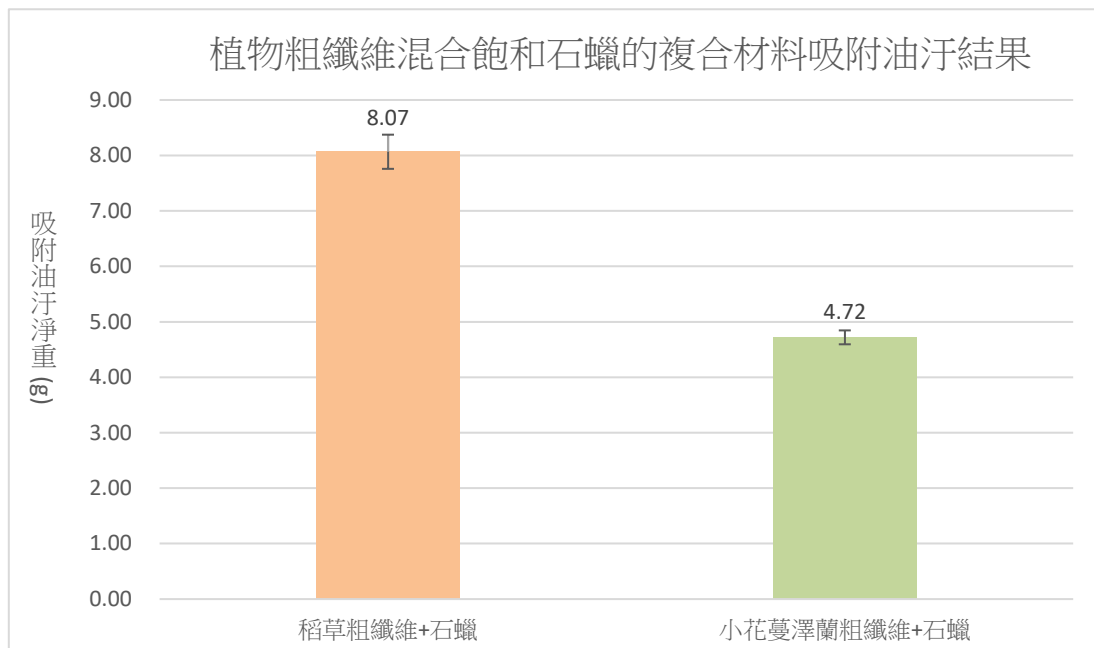


圖 4-5-4 植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙的結果圖


圖片來源：由作者製作

本實驗結果顯示，稻草粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙淨重，平均的吸附油汙淨重最高達到 8.07 g，小花蔓澤蘭粗纖維混合飽和石蠟的複合材料的平均吸附油汙淨重只有 4.72 g，只有稻草粗纖維的 58.5 %。

六、實驗六：稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型與吸附油汙效果實驗

(一) 試做稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型

表 4-6-1 稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型表

複合材料試用塑型	稻草粗纖維+石蠟		
照片			
粗纖維材料重量(g)	10.26	10.19	10.07
不鏽鋼濾杯重量(g)	77.57	77.57	77.57
冷卻定型後重量(g)	120.35	120.37	119.37
吸附石蠟的淨重(g)	32.52	32.61	31.73
複合比例(飽和石蠟)	1 : 3.17	1 : 3.20	1 : 3.15
平均複合比例	1 : 3.17		

照片來源：由指導老師拍攝

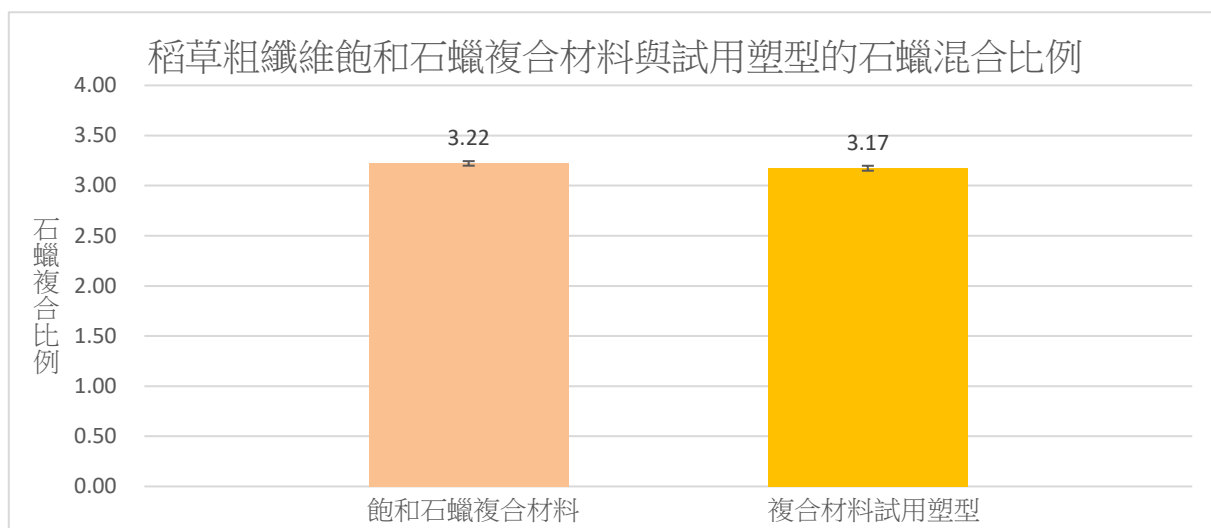


圖 4-6-2 稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型的石蠟混合比例結果圖

圖片來源：由作者製作

本實驗結果顯示，稻草粗纖維的石蠟複合材料試用塑型也是用過量的石蠟來製作，會有多餘的石蠟流下來，計算後的石蠟複合比例平均為 1：3.17，很接近實驗五的結果。

(二) 試驗複合材料試用塑型的吸附油汙的結果數據分析

表 4-6-3 複合材料試用塑型的吸附油汙的結果數據分析表

複合材料試用塑型	稻草粗纖維+石蠟		
複合材料重量(g)	32.52	32.61	31.73
烘乾後重量(g)	47.09	47.90	45.75
吸附油汙的淨重(g)	14.57	15.29	14.02
平均吸附油汙的淨重(g)	14.63		

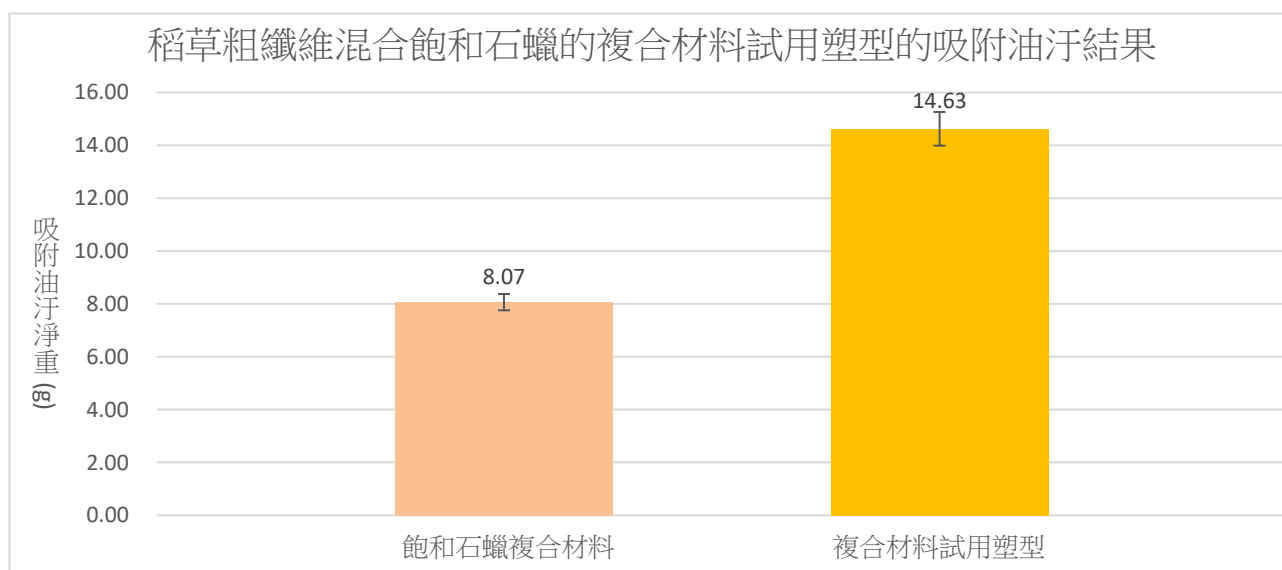


圖 4-6-4 稻草粗纖維混合飽和石蠟的複合材料試用塑型的吸附油汙結果圖

圖片來源：由作者製作

本實驗結果顯示，使用 2 倍重量的稻草粗纖維，所製作的石蠟複合材料試用塑型，因為體積變大所以可以吸附更多的油汙，烘乾後的平均吸附油汙淨重達到 14.63 g，若能塑造最佳的形狀，或許能夠吸附更多的油汙。

伍、結論

- 一、本研究使用兩種不同種類的植物粗纖維，稻草粗纖維與小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維，結果顯示稻草粗纖維比較柔軟，稻草粗纖維的平均萃取率為 62.8 %，稍高於使用曬乾的全株小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的平均萃取率 59.4 %。
- 二、粗纖維與石蠟混合比例較低的 1：1，因為沒有足夠的石蠟被纖維吸入，因為石蠟不足所以冷卻後材料成型不夠穩固，邊緣更容易因為石蠟不足而無法黏結容易散落。
- 三、粗纖維與石蠟混合比例較高的 1：3，因為有足夠的石蠟均勻被纖維吸入，所以冷卻後材料成型夠穩固，稻草的粗纖維較柔軟且能交錯縱橫，能創造出更多空隙，吸入較多的石蠟。
- 四、小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維較堅硬，藤蔓莖中央也不是中空的，因此能吸入的石蠟有限，混合比例 1：3 已有多餘石蠟流下，混合比例的上限在 1：2 與 1：3 之間，材料成型後較為堅硬穩固。
- 五、粗纖維與石蠟的複合比例為 1：1 的材料，因為整體的重量較低，因為沒有足夠的石蠟來穩固形狀，所以容易變形散落，稻草組的平均吸油汙量有 4.17 g，小花蔓澤蘭組的平均吸油汙量只有 3.25 g，只有稻草組的 77.9 %。
- 六、粗纖維與石蠟的複合比例為 1：3 的材料，因為有更多的石蠟使材料穩固，也能吸附較多的油汙，稻草組的平均吸油汙量高達到 7.19 g，小花蔓澤蘭組的平均吸油汙量只有 3.25 g，只有同比例的稻草組的 64.3 %。
- 七、個別材料吸附油汙的結果顯示，石蠟的平均吸油結果最好，達 3.55 g，同重量的稻草粗纖維平均吸附油汙可以達到 3.27 g，因為稻草粗纖維有許多縫隙，可以吸附許多的油汙。
- 八、同樣重量的小花蔓澤蘭粗纖維平均吸附油汙最低，只有 2.23 g，因為藤蔓莖粗纖維不是中空的沒有太多縫隙可以吸附更多的油汙。
- 九、稻草粗纖維混合石蠟的飽和比例，平均的飽和比例為 1：3.22，平均的吸附油汙淨重最高達到 8.07 g，小花蔓澤蘭組平均的飽和比例只有 1：2.60，平均吸附油汙淨重只有 4.72 g，為稻草粗纖維的 58.5 %。

十、試做的稻草粗纖維的石蠟複合材料試用塑型，與石蠟的複合比例平均為 1：3.17，因為使用了 2 倍重量的稻草粗纖維，所以體積變大可以吸附更多的油汙，烘乾後的平均吸附油汙淨重達到 14.63 g。

陸、未來展望

雜草是被認為是不具經濟價值的東西，本研究將常見的稻草與危害到了我們自然環境的外來種植物小花蔓澤蘭，透過曬乾或簡單烘乾，打碎過篩出植物粗纖維，再藉由與石蠟混合成為複合材料，試驗吸附油汙的效率，未來我們將進一步研究複合材料吸附油汙效率的上限，以及利用複合材料應用於其他各種領域的實驗，研究與提高附加價值。

柒、參考文獻資料

1. Zamora-Mendoza, L., Escalona-Villalobos, A., Iwakiri, S., Morii, T., & Rodríguez-Carrillo, A. (2023). Plant fibers as composite reinforcements for biomedical applications. *Bioengineering*, 10(7), 804.
2. 徐敬倫、王胤之、陳培允。(2019)。探討植物葉片的清潔功效與環境友善效益。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會高級中等學校組環境學科，國立臺灣科學教育館。
3. 陳品宏、高俐婷、陳怡婷、邱佳儀。(2004)。拚乾淨 e 起來。中華民國第 44 屆中小學科學展覽會國小組生活與應用科學科，國立臺灣科學教育館。
4. 蔡惠如、黃泓諭、陳韶廷、沈亞易。(2023)。「毛」起來吸油！。中華民國第 63 屆中小學科學展覽會國小組生活與應用科學科(二)，國立臺灣科學教育館。

【評語】 082805

這是一份具創意且實用的科展作品。利用雜草資源（特別是入侵性小花蔓澤蘭）與石蠟製成吸附油污的複合材料，同時解決環境問題並創造經濟價值。建議未來探索更多形狀設計、測試重複使用性和研究其他植物廢棄物的應用可能。總結而言，這是兼具環保意識和實用價值的優秀作品。

作品海報



纖維纖維吸油去

植物粗纖維與石蠟製成複合材料的吸附油污試驗

摘要

雜草被認為是不具經濟價值的東西，而近年來入侵的外來種植物，因為生長迅速且沒有天敵，所以危害了我們自然環境的原生植物，本研究使用稻草與小花蔓澤蘭，將之曬乾並打碎後過篩出粗纖維，混合石蠟成為複合材料，試驗材料吸附油汙的效果。結果顯示，粗纖維與石蠟混合比例較高的1：3時，因為有更多的石蠟使材料穩固能吸附較多的油汙，稻草組的平均吸油汙量為7.19 g，小花蔓澤蘭組只有3.25 g，為同比例的稻草組的64.3 %，稻草組的平均飽和比為1：3.22，吸附油汙達到最高8.07 g，小花蔓澤蘭組的平均飽和比只有1：2.60，吸附油汙重只有4.72 g，為稻草粗纖維的58.5 %。未來將研究此複合材料應用於生活上的吸附油汙，或利用複合材料在其他領域上來提高雜草附加價值。

壹、前言

一、研究動機

- 1.增加雜草或外來種植物的利用方法
- 2.減少外來種植物危害臺灣原生種植物的生存空間，幫助保護環境與創造新經濟價值
- 3.利用雜草或外來種植物的纖維，與石蠟混合製作成複合材料，創造資源再利用的新方法

二、研究目的

本研究透過使用常做為農業上資源再利用的稻草，與校園內或野外常見的外來種植物小花蔓澤蘭，藉由簡單的曬乾或烘乾植物本體，經打碎過篩來取得植物粗纖維，再依比例與石蠟加熱混合，冷卻凝固後製作成複合材料，再將複合材料來進行吸附油汙水的實驗，驗證其吸附油汙的效果，規劃出以下實驗來驗證：

- (一) 實驗一：植物粗纖維的簡單萃取
- (二) 實驗二：植物粗纖維與石蠟混合製成複合材料
- (三) 實驗三：植物粗纖維與石蠟的複合材料實驗吸附油汙效
- (四) 實驗四：植物粗纖維與石蠟等材料個別吸附油汙效果試驗
- (五) 實驗五：植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗與吸附油汙效果實驗
- (六) 實驗六：稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型與吸附油汙效果實驗

貳、研究設備及器材



乾稻草



小花蔓澤蘭



曬乾的小花蔓澤蘭



石蠟塊



沙拉油



油漬食品



蔬果烘乾機



研磨機



卡式爐



不鏽鋼濾杯

照片來源：皆由研究作者親自拍攝

參、研究過程或方法

一、實驗流程：



圖片來源：皆由研究作者親自繪製

肆、研究結果與討論

一、實驗一：植物粗纖維的簡單萃取

(一) 稻草粗纖維的萃取

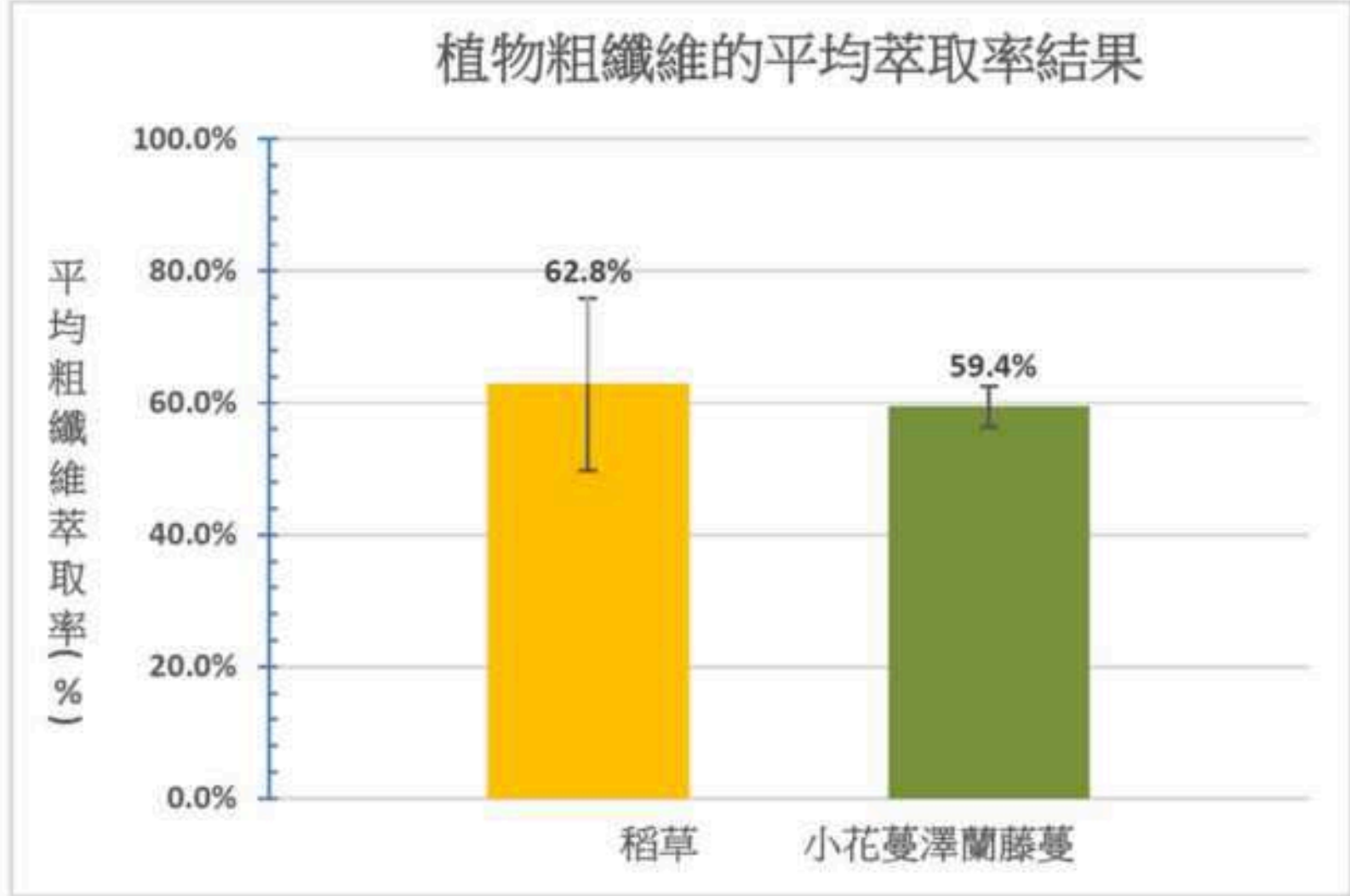
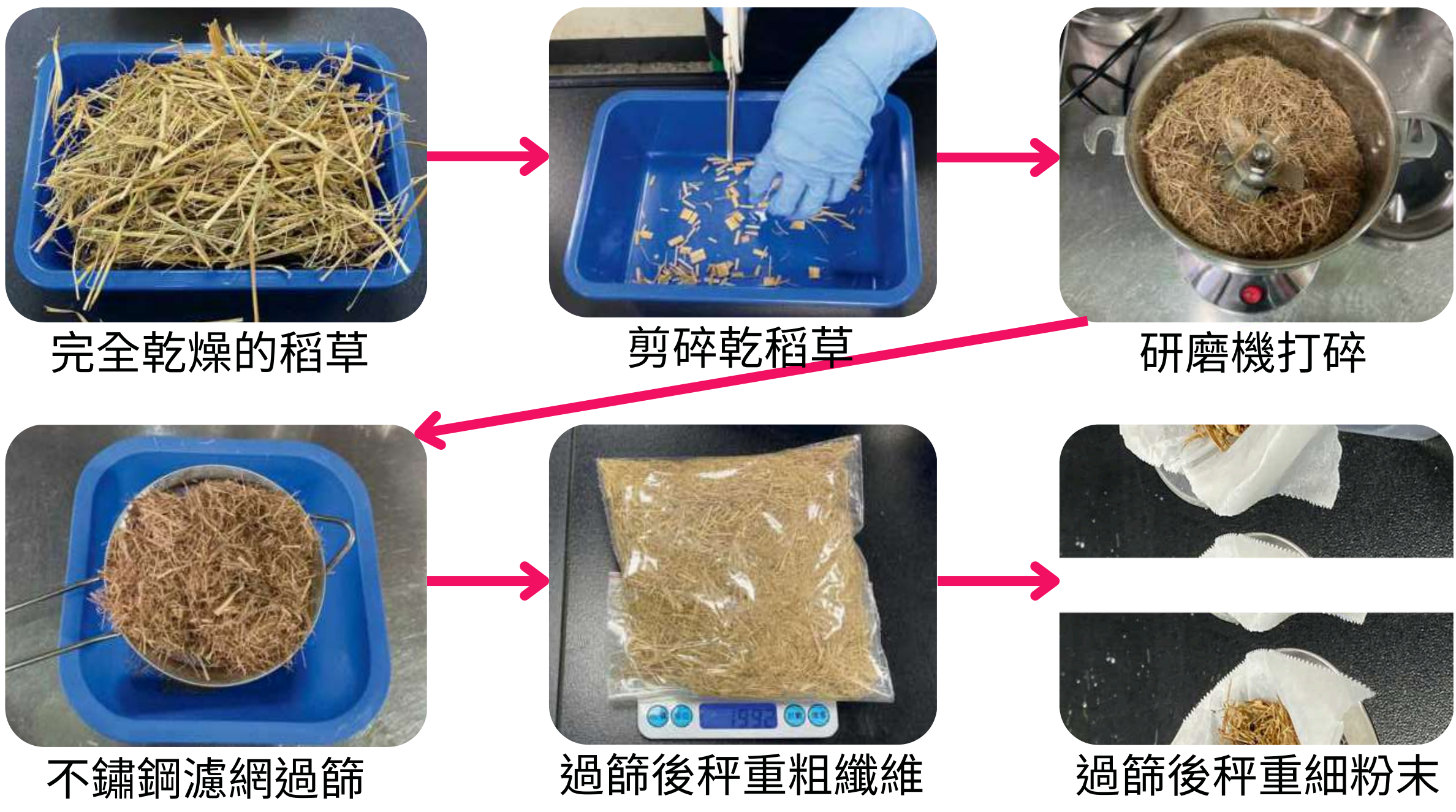
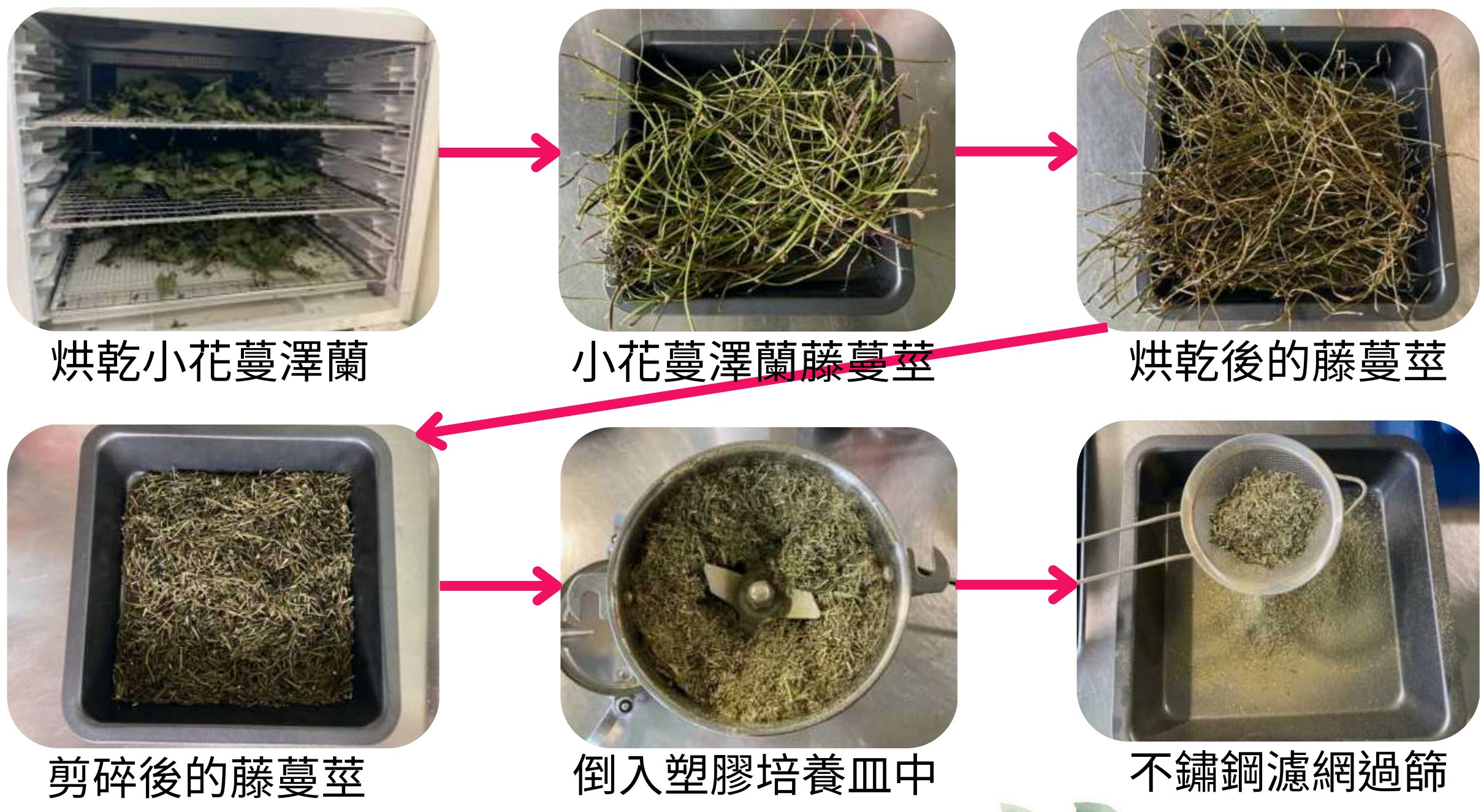


圖 4-1-3 兩種植物粗纖維萃取率的結果比較圖

(二) 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維的萃取



照片與圖表來源：
皆由研究作者親自拍攝與繪製

1. 本實驗結果顯示稻草粗纖維的平均萃取率62.8%，高於小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維的平均萃取率59.4 %。

二、實驗二：植物粗纖維與石蠟混合製成複合材料

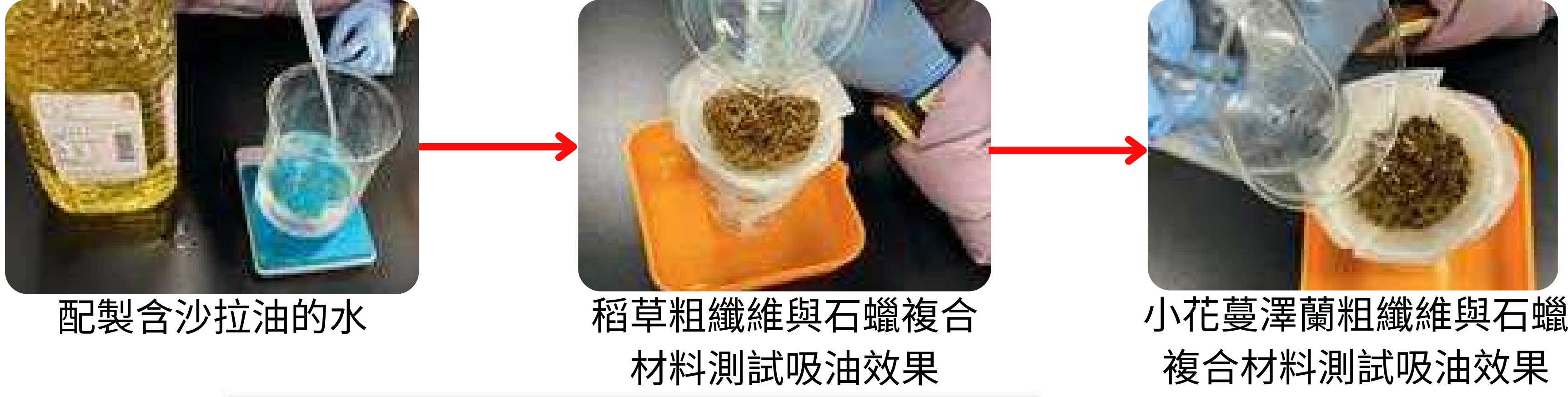
混合比例	1：1	1：2	1：3
稻草粗纖維混合石蠟的複合材料			

表五、稻草粗纖維與石蠟混合成複合材料的結果

混合比例	1：1	1：2	1：3
小花蔓澤蘭粗纖維混合石蠟的複合材料			

表六、小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟混合成複合材料的結果

三、實驗三：植物粗纖維與石蠟的複合材料實驗吸附油汙效果



照片與圖表來源：
皆由研究作者親自拍攝與繪製

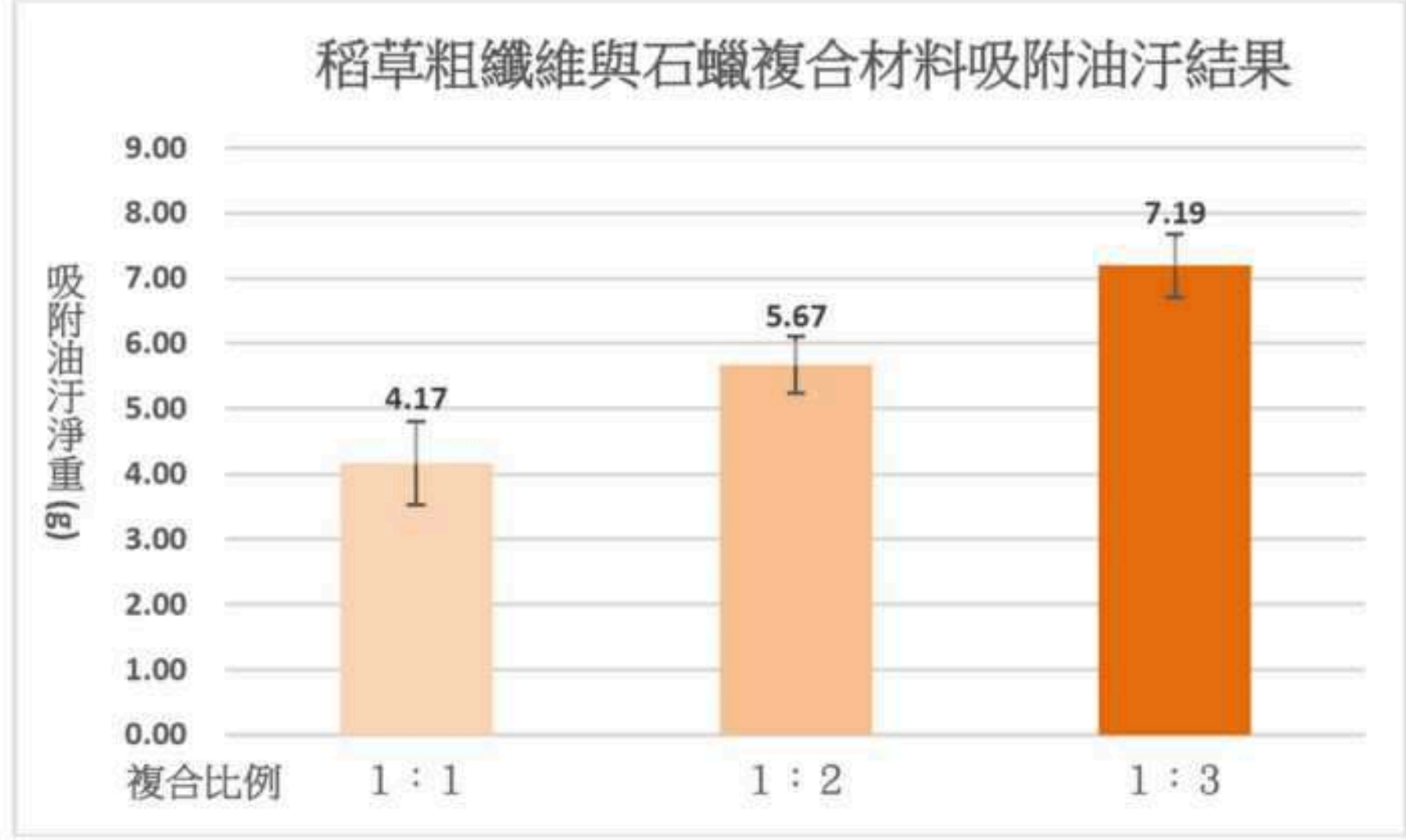


圖 4-3-2 稻草粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據圖

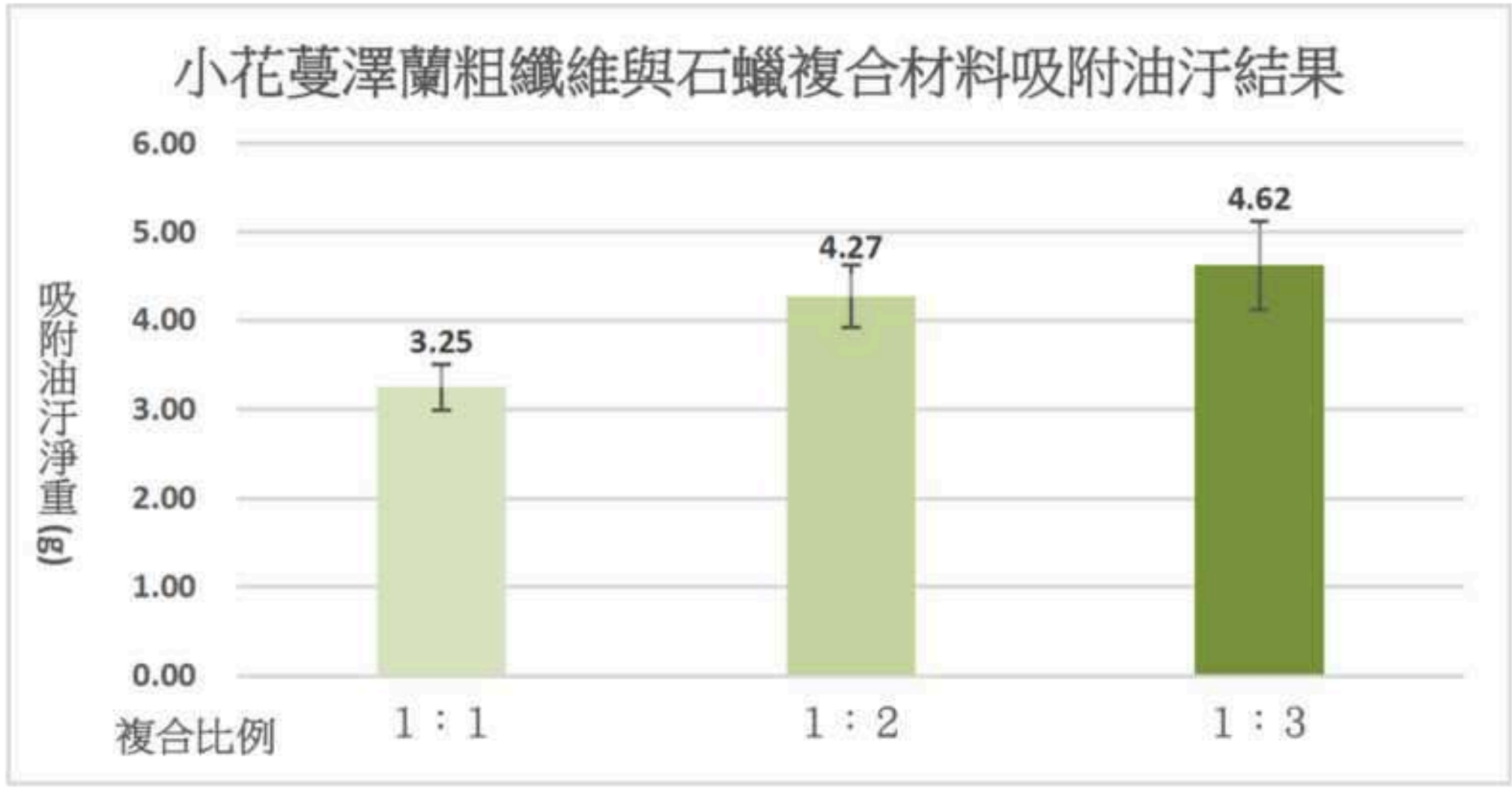


圖 4-3-4 小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟的複合材料吸附油汙的結果數據圖

1. 本實驗結果顯示，稻草纖維與石蠟的複合比例越高，能吸附更多的油汙。
2. 實驗結果顯示，小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維與石蠟的複合比例越高，也可以吸附較多的油汙但有趨於平緩的現象。

四、實驗四：植物粗纖維與石蠟等材料個別吸附油汙效果試驗

個別材料	稻草粗纖維	小花蔓澤蘭粗纖維	石蠟(碾碎)
照片			

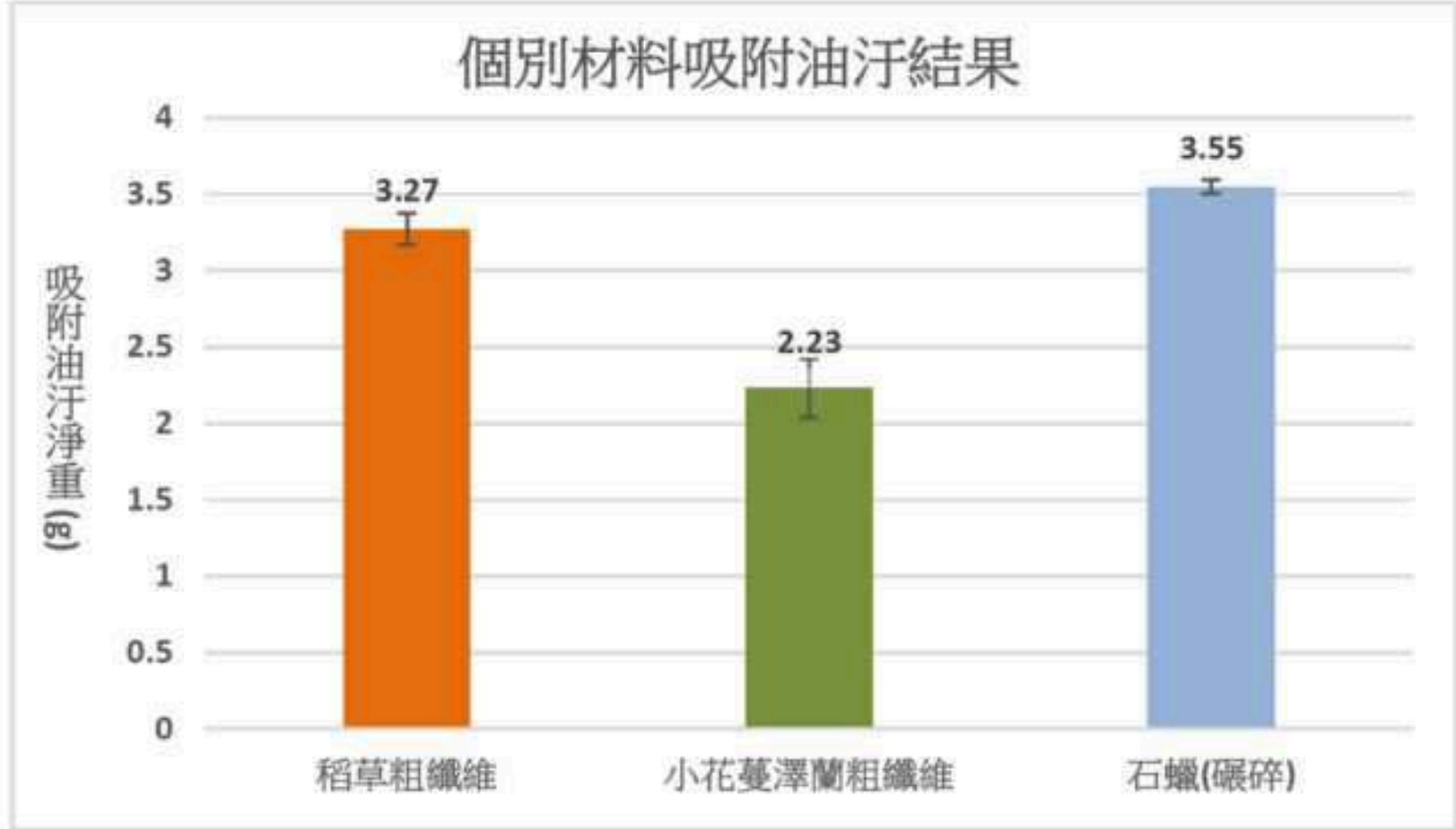


圖 4-4-2 稻草粗纖維、小花蔓澤蘭粗纖維與石蠟材料個別吸附油汙的結果圖

照片與圖表來源：
皆由研究作者親自拍攝與繪製

1. 本實驗結果顯示，單獨的石蠟(碾碎)有最高的吸附油汙淨重，平均為3.55 g，稻草粗纖維為第二，平均為3.27 g，小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維為最差，平均只有2.23 g。

五、實驗五：植物粗纖維混合石蠟的飽和比例試驗與吸附油汙效果實驗

複合材料

稻草粗纖維＋石蠟

小花蔓澤蘭粗纖維＋石蠟

照片



照片與圖表來源：
皆由研究作者親自拍攝與繪製

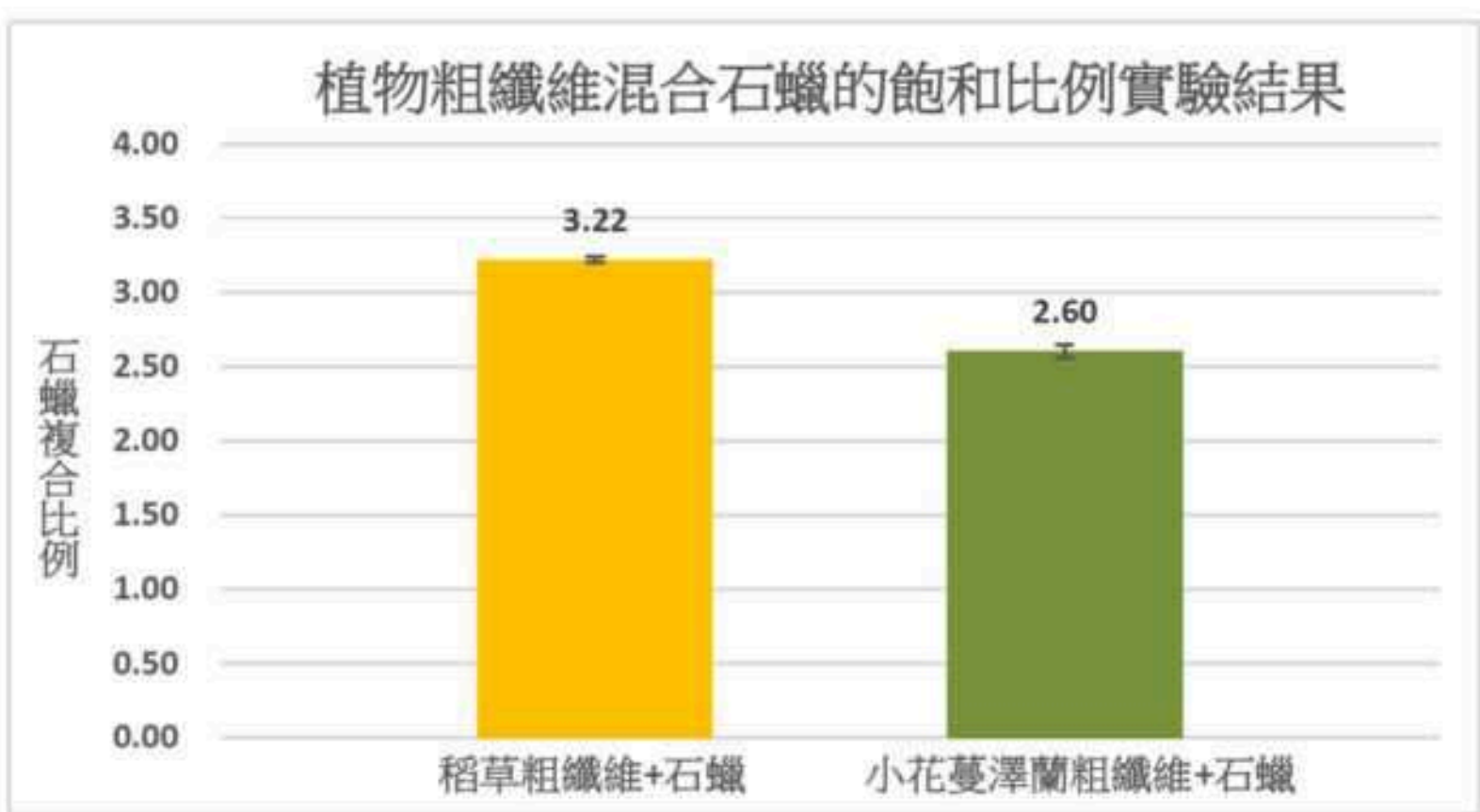


圖 4-5-2 植物粗纖維混合石蠟的飽和比例結果圖

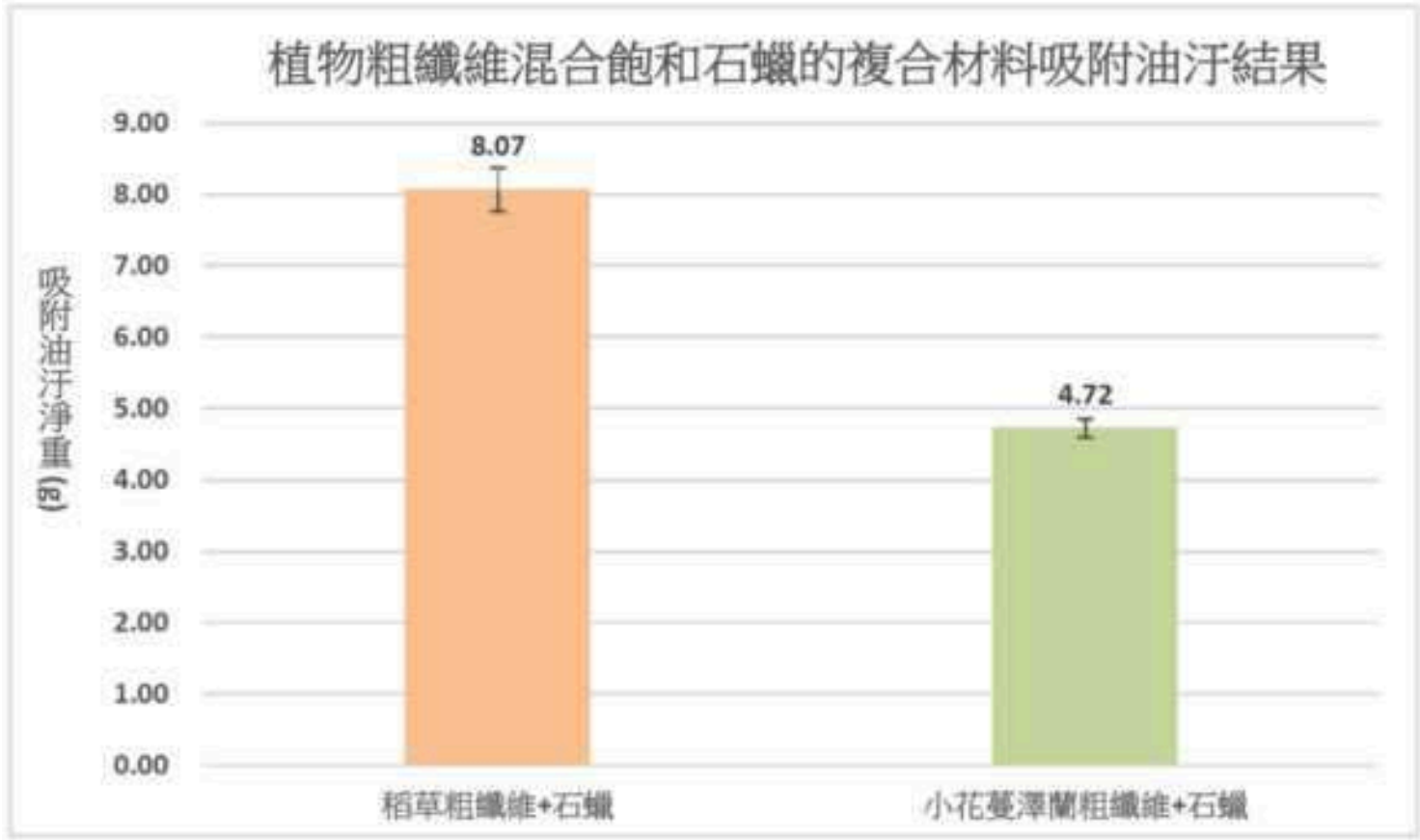


圖 4-5-4 植物粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙的結果圖

1. 本實驗結果顯示，稻草粗纖維混合石蠟的飽和比例較高，平均為1：3.22，小花蔓澤蘭藤蔓粗纖維混合石蠟的飽和比例較的，平均僅為1：2.60。
2. 結果顯示，稻草粗纖維混合飽和石蠟的複合材料吸附油汙淨重，平均的吸附油汙淨重最高達到8.07 g，小花蔓澤蘭粗纖維混合飽和石蠟的複合材料的平均吸附油汙淨重只有4.72 g，只有稻草粗纖維的58.5 %。

六、實驗六：稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型與吸附油汙效果實驗

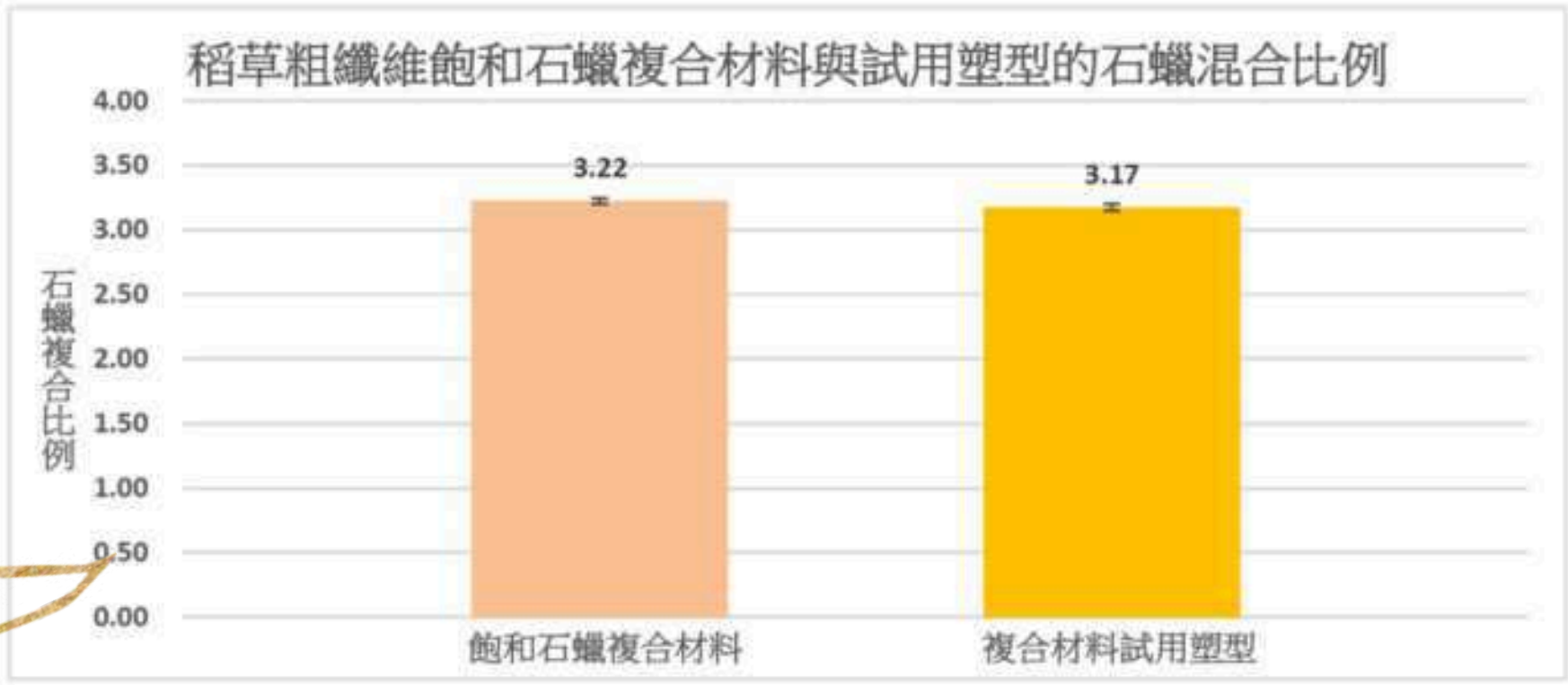
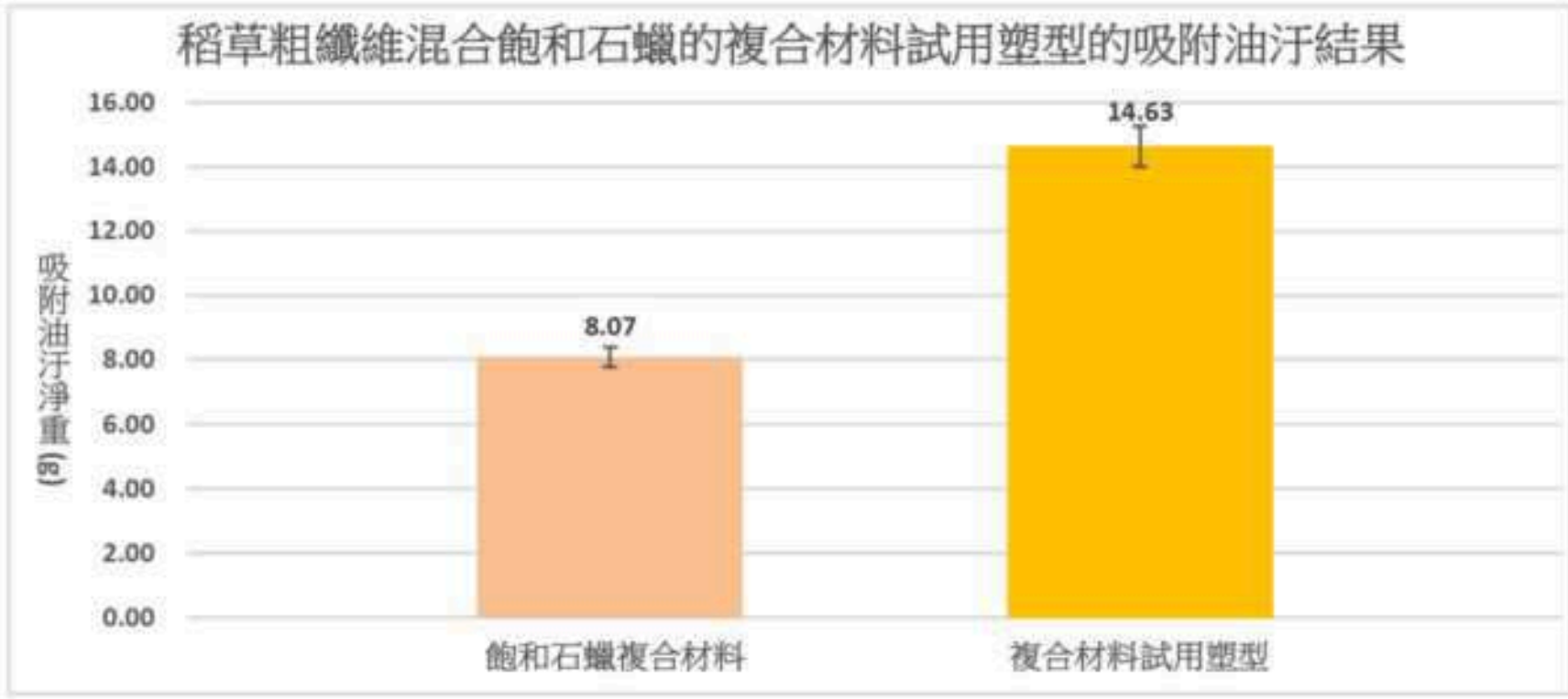


圖 4-6-2 稻草粗纖維混合石蠟的複合材料試用塑型的石蠟混合比例結果圖



圖表來源：
皆由研究作者親自繪製

1. 本實驗結果顯示，稻草粗纖維的石蠟複合材料試用塑型也是用過量的石蠟來製作，會有多餘的石蠟流下來，計算後的石蠟複合比例平均為1：3.17，很接近實驗五的結果。
2. 結果顯示，使用2倍重量的稻草粗纖維，所製作的石蠟複合材料試用塑型，因為體積變大所以可以吸附更多的油汙，烘乾後的平均吸附油汙淨重達到14.63 g，若能塑造最佳的形狀，或許能夠吸附更多的油汙。

伍、結論

1. 本研究使用兩種不同的植物粗纖維，稻草粗纖維與小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維，結果顯示稻草粗纖維比較柔軟，平均萃取率為62.8 %，稍高於曬乾的小花蔓澤蘭粗纖維的59.4 %。
2. 粗纖維與石蠟混合比例較低的1：1，因為沒有足夠的石蠟被纖維吸入，所以冷卻後材料成型不夠穩固，邊緣更容易因為石蠟不足而無法黏結容易散落。
3. 粗纖維與石蠟混合比例較高的1：3，因為有足夠的石蠟均勻被纖維吸入，所以冷卻後材料成型夠穩固，稻草的粗纖維較柔軟且能交錯縱橫，能創造出更多空隙吸入較多的石蠟，小花蔓澤蘭藤蔓莖粗纖維較堅硬，藤蔓莖中央也不是中空的，因此能吸入的石蠟有限。
4. 複合比例為1：1的稻草組平均吸油汙量有4.17 g，小花蔓澤蘭組的平均吸油汙量只有3.25 g，只有稻草組的77.9 %。複合比例為1：3的，稻草組的平均吸油汙量高達到7.19 g，小花蔓澤蘭組的平均吸油汙量只有4.62 g，只有同比例的稻草組的64.3 %。
5. 個別材料吸附油汙的結果，石蠟的平均吸油結果最好，達3.55 g，同重量的稻草粗纖維平均吸附油汙可以達到3.27 g，因為有許多縫隙可以吸附許多的油汙。同樣重量的小花蔓澤蘭粗纖維平均吸附油汙最低，只有2.23 g，因為藤蔓莖粗纖維不是中空的，沒有太多縫隙可以吸附更多的油汙。
6. 稻草粗纖維混合石蠟的飽和比例，平均為1：3.22，平均的吸附油汙淨重最高達到8.07 g，小花蔓澤蘭組平均的飽和比例只有1：2.60，平均吸附油汙淨重只有4.72 g，為稻草粗纖維的58.5 %。
7. 試做的稻草粗纖維的石蠟複合材料試用塑型，與石蠟的複合比例平均為1：3.17，因為使用了2倍重量的稻草粗纖維，所以體積變大可以吸附更多的油汙，烘乾後的平均吸附油汙淨重達到14.63 g。

未來展望

1. 將進一步研究植物粗纖維與石蠟的複合材料，吸附油汙效率的上限與效率
2. 利用其他材料做成複合材料，並應用於其他各種領域的實驗
3. 研究本複合材料與應用提高附加價值