

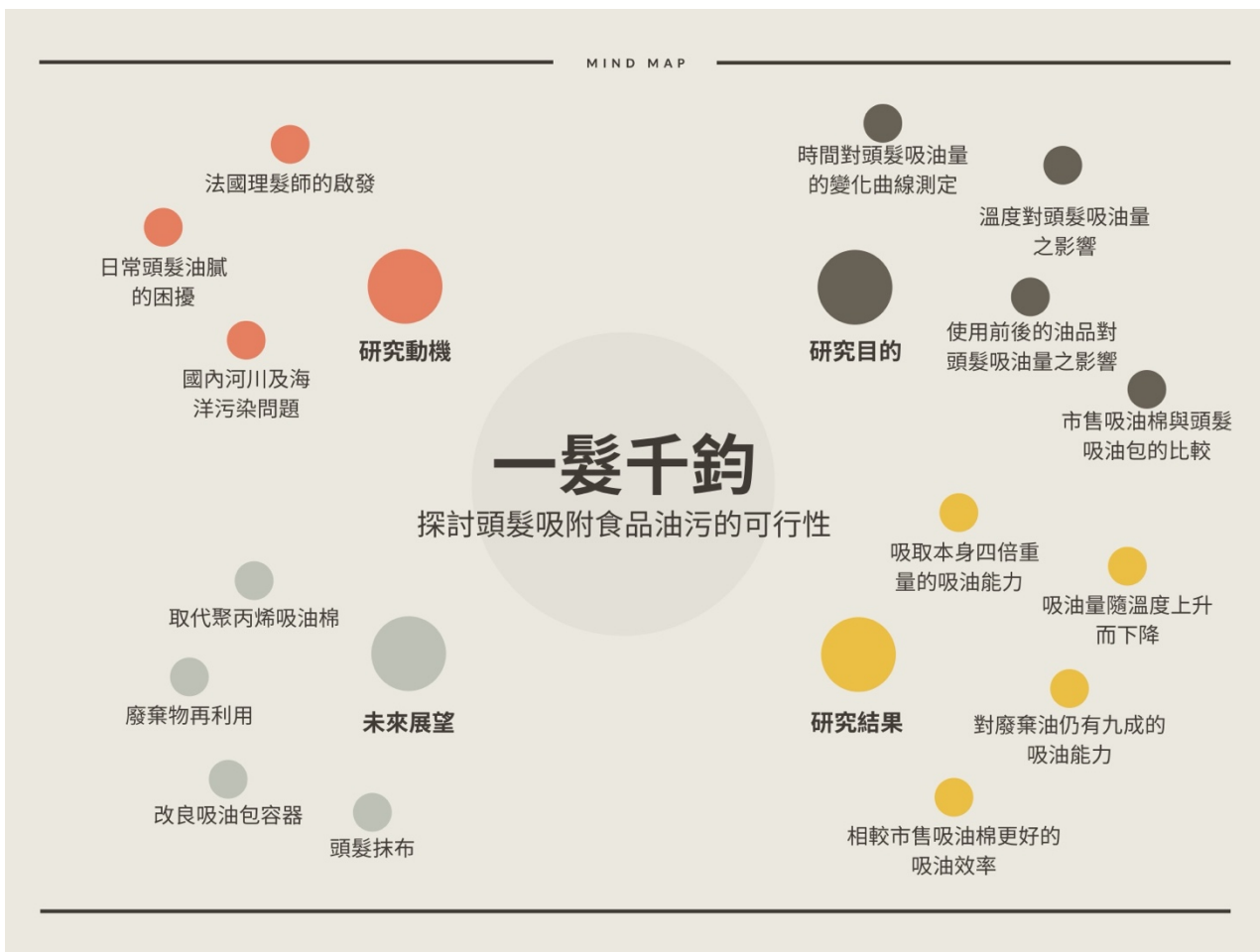
【2021 科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：一髮千鈞-探討頭髮吸附食品油污的可行性

一、摘要：

此研究將沖茶袋填以從髮廊回收的廢棄頭髮製成環保吸油包，置入食用油中，以吸油後的重量變化為根據，分析於不同時間、特定溫度、油品使用與否的情況下，頭髮處理食用廢棄油的可能性。實驗結果顯示，裝有 5.00g 頭髮的吸油包經放置約 10 分鐘後可達飽和，平均吸油量為 19.80g，約為頭髮本身重量的四倍重。此外，頭髮吸油量隨溫度上升而下降，於 25°C 可吸收 16.79g，在 80°C 時則為 12.64g，吸油量下降約 25%。我們也發現使用過的食品廢棄油亦會使頭髮的吸油量略微下降，但仍維持約九成的吸油能力。此外，為瞭解吸油包商品化的可能，經與市售吸油棉比較後，於相同時間內，頭髮吸油包(每克吸收 14.11g)能夠達到比市售吸油棉(每克吸收 13.34g)最佳的吸油量，不僅對環境友善，也可達廢物再利用的效果。



圖一。研究心智圖

二、探究題目與動機

在日常生活中，頭髮油膩不清爽的問題時常困擾著我們，觀察到此現象後，我們開始思考：「頭髮是不是有特別的結構可以將油吸附於其中？」。在查詢相關資料時，意外發現法國理髮師 Thierry Gras 將剪下的頭髮裝在絲襪內，置於船舶貨艙或浸入海中吸收浮油，甚至組織當地理髮師組成環保組織，蒐集頭髮用於淨化海洋，維護身邊的環境。在了解到此一行動後，我們也希望將其應用在我們身處的土地上。

上述案例可以肯定頭髮處理油污問題的潛力。回收頭髮不僅能達到廢棄物再利用的目標，也比使用聚丙烯吸收油汙的傳統方式更加環保。在台灣，河川與海洋的汙染問題日漸嚴重，除了工業上造成的汙染，其實常被忽略的是民生油汙染，其中以廚房的廢棄食用油為最大宗。因此，我們希望藉本次研究，探討頭髮處理食用油污的可能性，將頭髮從海洋帶回廚房，回收料理產生的廢油、改善台灣的水域生態系。讓往往被視為廢棄物的頭髮能發揮更大的利用價值。將美麗的河川及海洋還給人們，延續台灣「福爾摩沙」的美稱。

三、探究目的與假設

(一) 探討不同時間下，頭髮吸油量的變化曲線：瞭解頭髮吸油量在不同放置時間內的變化，並進一步找出最佳放置時間以利後續實驗進行。

(二) 固定放置時間下，不同溫度對頭髮吸油量的影響測試：了解溫度的改變對頭髮吸油量是否造成影響。

(三) 探討使用前、後的食用油對頭髮吸油量的影響：實際應用時，需處理的是使用過的食用廢棄油，因此我們希望了解油品在油炸使用過後，會對頭髮吸油量造成什麼影響。

(四) 市售食品吸油棉與自製頭髮吸油包的比較：為探討環保頭髮吸油包取代市售聚丙烯吸油棉的可能性，我們希望比較兩者在相同時間下的吸油量，並從吸油量與材質等層面分析兩者之優缺點。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 前導實驗:沖茶袋的吸油量測定

在實驗進行前，我們先以實驗檢測沖茶袋本身吸附油脂的能力。將空的沖茶袋置入 200ml 食用油中，透過三重複實驗測得沖茶袋的淨增重量，作為後續實驗的標準。經比較數組沖茶袋的吸油實驗，我們觀察到沖茶袋的吸油量小且變動不大，平均每一個沖茶包僅會吸附 1.47g 的油脂，標準差為 0.06。因此取 1.47g 為後續實驗扣除的標準。

(二) 實驗前置作業

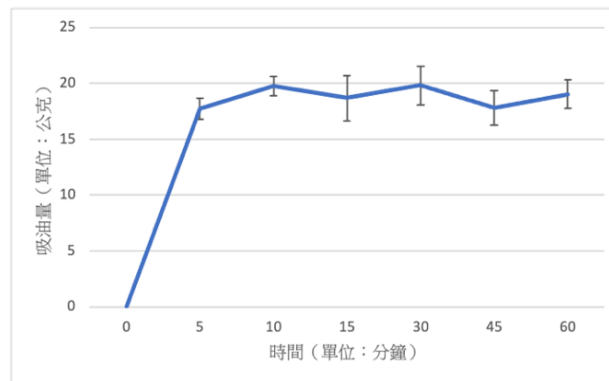
為減少自製吸油包內髮質的差異性，我們先將從髮廊取回的頭髮充分混合後，剪成適當大小（約 3 公分），再把 5.00g 的廢棄頭髮放入沖茶袋內，製成自製頭髮吸油包以利後續實驗的進行。



圖二。自製頭髮吸油包。

(三) 放置不同時間下，頭髮吸油量的變化曲線測定

將吸油包浸入食用油中，分別放置 5、10、15、30、45、60 分鐘後，取出秤得吸收油重，並以三重複數據取平均值，繪製如圖三。

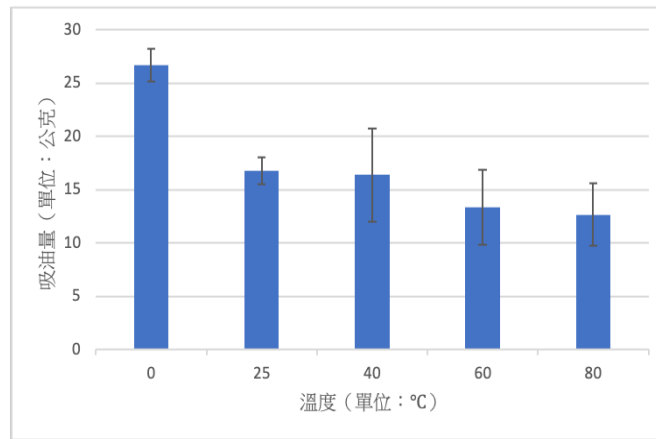


圖三。不同時間下，頭髮的吸油量變化曲線。

如圖三所示，放置 10~60 分鐘後，吸油重均在 17~19g 間小幅波動，考量到長時間進行可能有更多不可控因素，因此我們視吸油量接近波動中間 18g 的 15 分鐘為最適放置時間，進行後續實驗。其中，造成波動的可能原因有二。根據我們的進一步研究可知，溫度高低將影響吸油包吸油效果，但實驗進行時，我們並未以恆溫水浴槽固定溫度，而直接在室溫下操作，數據將受氣溫影響。此外，根據相關文獻，若頭髮經接觸化學藥劑(如漂、染等處理)，會造成的頭髮的雙硫鍵斷裂、麥拉寧色素裂解，使蛋白質纖維損傷，破壞了原本角質層的结构(張嘉苓，2016)，進一步造成頭髮的吸油能力下降。儘管進行實驗前有混合取得的頭髮以減少吸油包變異，但仍無法完全排除因受傷頭髮而造成吸油量下降的可能性。

(四) 固定放置時間下，不同溫度對頭髮吸油量的影響測試

在本實驗中，我們以恆溫水浴槽模擬高溫環境，進行數組不同溫度下的吸油量測定；並以冰塊及冰箱維持溫度 0°C，觀察低溫對頭髮吸油量的影響，得結果如圖四。

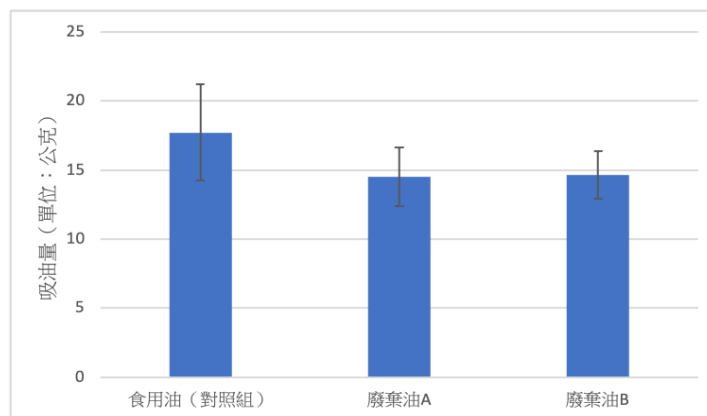


圖四。頭髮在不同溫度下的吸油量變化

由上圖可知，頭髮的吸油量隨溫度上升而下降:與室溫(25°C)相比，在 80°C 時吸油量下降約 25%;而溫度維持在 0°C 時，則上升了 1.58 倍。我們推論原因為：大部分的油品黏性和溫度呈負相關，當食用油的黏性(viscosity)隨溫度上升而下降時，會使得吸附在頭髮上的油脂容易脫落，不易被頭髮吸收。此外，以微觀角度來看，隨著溫度升高，油脂分子的運動速率也跟著上升。因此要吸附住油脂分子也就需要更大的能量，大幅增加了吸收油脂的難度。

(五) 使用前、後的食用油對頭髮吸油量之影響

為了模擬使用過的食用廢棄油，我們購買了兩種品牌的冷凍薯條，分別是「奇美食品」與「龍鳳食品」。並分別以 600ml 的食用調和油油炸之，得到實驗廢棄油 A、B，另取未使用的食用調和油做為對照組並測定其吸油量的差異，得結果如下圖五。



圖五。頭髮對於炸過不同食品的食用油之吸收量比較

由圖五可以發現，雖然頭髮對廢棄油的吸收量均下降約 17.6%，符合我們在實驗進行前的假設，但仍有一定的吸油效率，實際吸油量僅減少約 3g。文獻指出，頭髮的性質易受酸與鹼的影響，故推測本次實驗中，使用過後的油品變質，游離脂肪酸含量增加使 pH 值下降，導致頭髮毛鱗片收合，原有微小縫隙消失，最終使吸油效果降低。

(六) 市售食品吸油棉與自製頭髮吸油包的比較

我們以市售食品吸油棉和自製頭髮吸油包做為材料，將兩者置於 200ml 食用油中，放置 15 分鐘後取出並測量淨增重量，比較兩者在相同時間內的吸油效果，得結果如下：

表一。市售吸油棉和頭髮吸油包的吸油量比較

	市售吸油棉	頭髮吸油包
平均值 (g)	61.36±5.92	70.53±2.40
平均每克吸油重 (g/g)	13.34	14.11

由上表可知，自製吸油包在吸油量上有較好的表現，每一包(片)的平均吸油量比市售的吸油棉高出約 10g，每公克也可吸收較多的油脂，再加上市售吸油棉材質主要為紙漿及聚丙烯，在製造過程及後續處理上皆可能對環境造成無法忽視的傷害。總體來看，頭髮吸油包具有許多優點，包括:對環境友善、吸油效果良好，再加上材料便宜易取得，且能夠達到廢棄物的再利用，可以說是十分具有潛力的產品。

五、結論與生活應用

受到國外理髮師的啟發，以及對國內環境議題的觀察，我們希望能透過創新的方法解決家鄉的問題，回收廢棄頭髮並將之利用於食品油污處理。處理環境問題的同時，也能夠實現廢棄物再利用。根據本研究，頭髮的吸油量隨時間增加，並在 10 分鐘時達到飽和，每克頭髮約可吸取 3.96g 油脂。5 分鐘內，頭髮的吸油量上升速率高，浸泡 5 分鐘便可達最大吸油量的 89.6%，擁有良好的吸油效率。此外，也可觀察到頭髮吸油量隨溫度上升而下降。在 80°C 時，吸收量較室溫情況(25°C)下降約 25%；在 0°C 時，頭髮的吸油量則上升約 60%，其原因與油品的黏性最為相關。於實驗三中，雖然使用過的廢棄油因為酸價上升，使頭髮的吸油能力下降，但仍然保持將近九成的吸油量。在實驗四和市售吸油棉的比較中，更可以發現頭髮吸油包有較佳的吸油能力，且具備環保、便宜且實用的優點。綜合上述可見頭髮應用在廢棄油處理的可行性。

總而言之，頭髮製成吸油包並用以處理家庭用廢油有高度潛力。首先，目前在台灣，頭髮大多被當成一般的廢棄物處理，若可以在頭髮被丟進垃圾桶前先收集起來，並加以應用在食品吸油包上，既可以使其再次發揮效用，也可以解決家庭中食用廢油造成的水管阻塞甚至環境汙染等問題。其次，以頭髮作為吸油材料對環境污染較小，和傳統市售以聚丙烯材質為大宗的吸油棉相比，聚丙烯不論是送入焚化爐或是掩埋場都對環境有不良影響，考量到長遠下來對環境的破壞，頭髮的再利用顯然是較好的選擇。若關注頭髮吸油包的載體，使用絲襪等廢棄物取代沖茶袋成為頭髮的容器也未嘗不是個好點子。另外，我們想討論關於回收廢棄頭髮製作「頭髮抹布」的可能性。從實驗一中可以發現頭髮的吸油效率高，在

短時間內即能有良好的吸油效果，考量到這樣的特性，若能將頭髮製作成環保抹布，專門擦拭在廚房料理時噴濺出的油污，取代以樹漿為主材料的廚房紙巾，也是頭髮應用在油污處理上的可能性之一。

綜上所述，頭髮在處理食品油汙的應用上有許多發展的可能。若能以頭髮吸油包取代聚丙烯製的市售吸油棉，不僅可以有更高的效率，還能在處理廢棄頭髮的同時減少聚丙烯垃圾的產生；而在頭髮抹布方面，還可以減少樹漿的使用，維護日漸減少的森林。希望藉此能夠讓原本不太起眼的廢棄物—頭髮，成為環境與生態保護的助力，使受油汙染的河流與海洋，與頭髮一樣，重獲新生。

參考資料

- 1.蘇嘉和(2012)·溫泉水對頭髮毛鱗片之影響(碩士論文)·台南:嘉南藥理科技大學溫泉產業研究所。
- 2.李名揚(2010)·海上除油大作戰·科學人，104。
- 3.張嘉苓(2016)·頭髮角質層的微機械與界面特性研究[摘要](博士論文)·台灣碩博士論文知識加值系統·取自 <https://hdl.handle.net/11296/ucp3v8>
- 4.Megan L. Murray, Soeren M. Poulsen and Brad R. Murray (2020). Decontaminating Terrestrial Oil Spills: A Comparative Assessment of Dog Fur, Human Hair, Peat Moss and Polypropylene Sorbents. MDPI Environments, 7(7), 52.
- 5.Augustine Osamor Ifelebuegu, Tuan Vu Anh Nguyen, Peter Ukotije-Ikwut, Zenebu Momoh (2015). Liquid-phase sorption characteristics of human hair as a natural oil spill sorbent. Journal of Environmental Chemical Engineering, 3(2).
- 6.Peter Rowland Ukotije-Ikwut, Akpevwe Kelvin Idogun, Christopher Tubuyai Iriakuma, Abiye Aseminaso and Tamunotonjo Obomanu (2016). A Novel Method for Adsorption using Human Hair as a Natural Oil Spill Sorbent.International Journal of Scientific & Engineering Research, 7(8).