

第二十三屆旺宏科學獎

創意說明書



參賽編號：SA23-663

作品名稱：清澈未來的關鍵!建立精油-藍碘試劑檢測污水的氧化還原性An Easy Method of Water Quality Testing by Blue Amylose-Iodine Reagent Cooperated with Essential Oil

姓名：吳宜臻 劉安芸

關鍵字：檸檬香茅、氧化性、河水

摘要.....	1
壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	1
參、研究器材.....	1
肆、研究方法-實驗設計	4
伍、實驗步驟.....	5
(一)探討藍碘色深	5
(二)探討精油抗氧化力快慢	5
(三)探討精油-藍碘試劑各成分比例.....	6
(四)建立精油-藍碘組合試劑.....	6
(五)實際應用於汙水檢測	6
(六)市售水質檢測器檢測水樣本	7
陸、研究過程與初步結果一(延續性).....	8
延續(2024 科學探究競賽).....	8
柒、研究過程與初步結果二(新研究).....	13
一、實驗(一)：探討配製的藍碘溶液色深	13
二、實驗(二)：探討精油抗氧化力快慢	14
三、實驗(三)：探討精油-藍碘試劑各成分比例.....	15
四、討論(四)：建立本研究以精油藍碘法製作的氧化性還原性指標 i.....	16
五、討論(五)：建立本研究以精油藍碘法製作的氧化性還原性指標 ii.....	17
捌、未來展望.....	18
玖、參考文獻.....	19

摘要

本研究旨在探討利用精油-藍碘試劑檢測污水中的氧化還原性。透過實驗，我們首先證明了精油-藍碘試劑能夠準確且快速地測量污水樣本中的氧化還原性。接著，我們探討了不同精油成分對測量結果的影響，並嘗試了不同濃度的試劑以優化測量效果。最後，我們將實驗結果與傳統方法進行比較，顯示了精油-藍碘試劑在污水處理中的應用潛力。這項研究的結果表明，精油-藍碘試劑是一種快速、準確且具有應用潛力的方法，可以為污水處理領域提供新的解決方案。

壹、研究動機

本研究旨在探討利用精油-藍碘試劑檢測污水中的氧化還原性。為了解決污水處理中的挑戰，我們運用了精油-藍碘試劑這一具有潛力的新方法。透過實驗，我們首先證明了精油-藍碘試劑能夠準確且快速地測量污水樣本中的氧化還原性。接著，我們探討了不同精油成分對測量結果的影響，並嘗試了不同濃度的試劑以優化測量效果。最後，我們將實驗結果與傳統方法進行比較，顯示了精油-藍碘試劑在污水處理中的應用潛力。這項研究的結果表明，精油-藍碘試劑是一種快速、準確且具有應用潛力的方法，可以為污水處理領域提供新的解決方案。

貳、研究目的

一、目的

1. 尋找各種精油與藍碘溶液反應的關係
2. 以自製光度計取代肉眼來偵測滴定當量點以及了解殘餘藍碘的顏色深淺
3. 開發以精油-藍碘組合試劑來進行校園水質快篩
4. 開發能夠偵測污水氧化性、還原性程度之試劑

二、假設

1. 精油抗氧化能力越快，則與之混合的藍碘越淺。
2. 藍碘溶液的光度計數值越小，則藍碘的顏色越深。且數值變動速率越慢，表示藍碘滴定已經趨於當量點。
3. 本研究精油-藍碘組合試劑若可以成功對水質進行快篩，則污染物的量會與殘餘藍碘的色深呈正相關。
4. 本研究精油-藍碘組合試劑若可以成功對水質進行快篩，則氧化性污染物的量會與殘餘藍碘的色深呈正相關、還原性污染物的量會與殘餘藍碘的色深呈負相關


參、研究器材


一、藥品

名稱	學名	化學式	來源
澱粉	Starch Soluble	$C_6H_{10}O_5)_n$	立統

碘液	Andine	I ₂	維星
硫代硫酸鈉	Sodium thiosulfate	Na ₂ S ₂ O ₃	立統
胺基磺酸	Sulfamic acid	H ₃ NSO ₃	島久
蒸餾水	Distilled water	H ₂ O	誼合

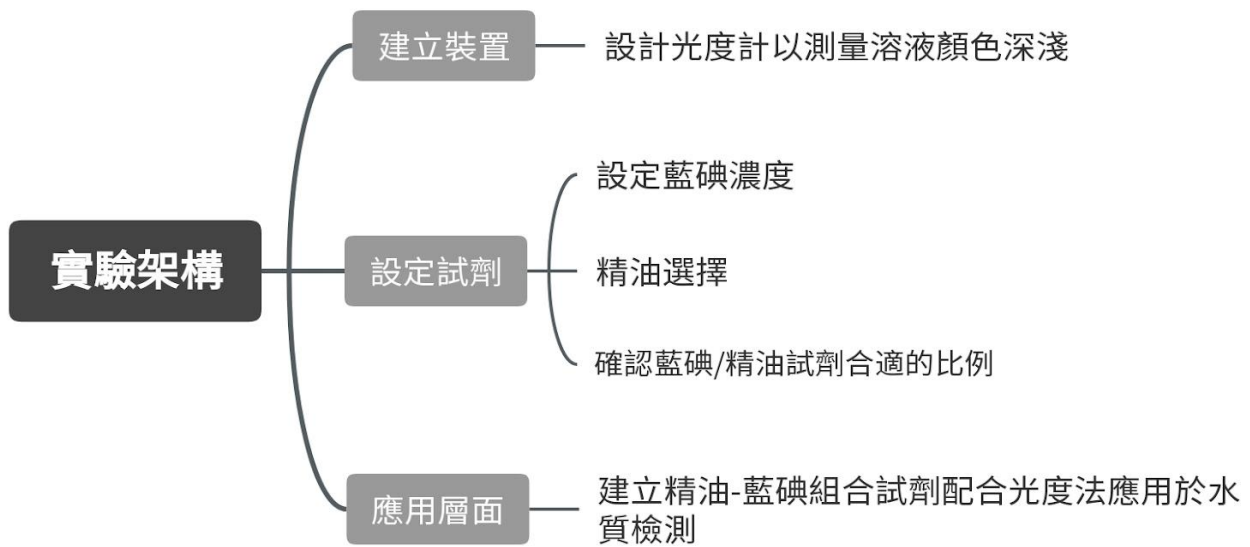
二、器材

圖示				
說明	分光光度計	電子秤	秤量紙	濾紙
圖示				
說明	塑膠試管	錐形瓶	量筒	燒杯
圖示				
說明	微量吸量管	離心機	滴管	分光槽

圖示				
說明	試管	試管架	市售水質檢測試劑	離心管

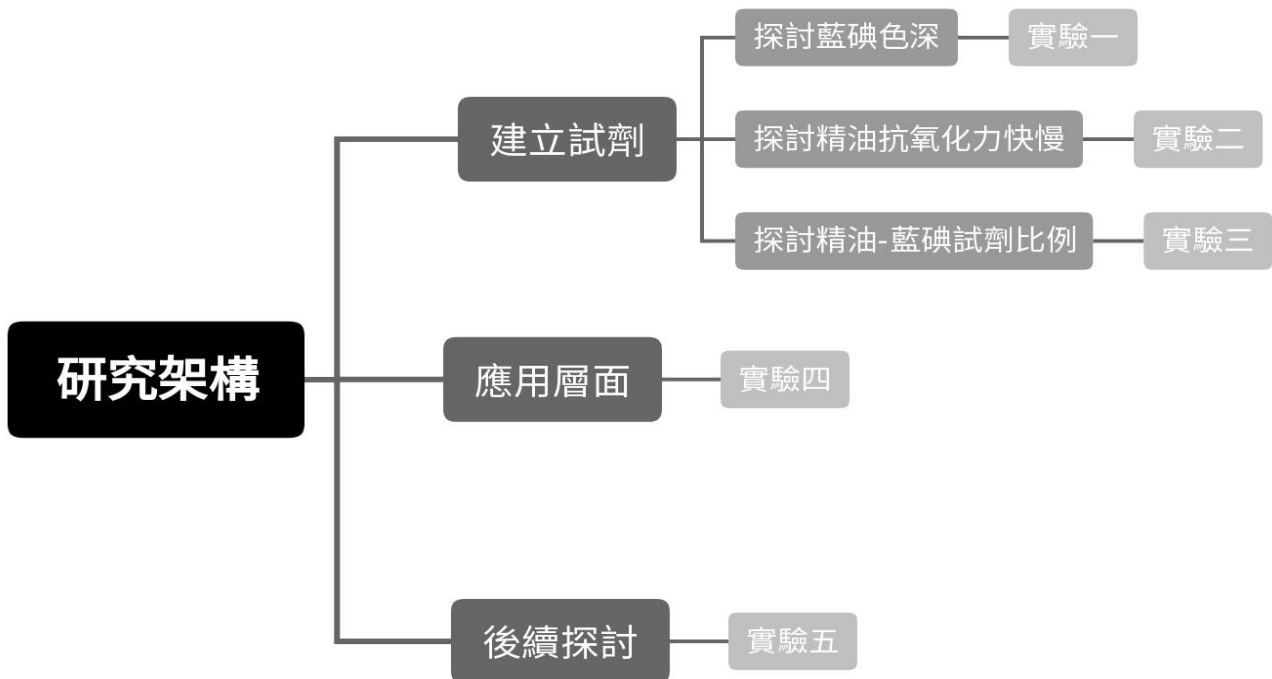
肆、研究方法-實驗設計

架構一



架構二

接續架構一之結果，想進一步開發能夠測量氧化還原性之試劑






伍、實驗步驟

(一)探討藍碘色深

1. **實驗(一)目的：**本實驗的目的在於探討碘液與澱粉液不同比例對藍碘顏色的影響，以找到最佳的碘液/澱粉液比例。
2. **實驗(一)步驟：**

步驟一	配置 0.1%澱粉液並煮沸，冷卻至室溫後過濾備用
步驟二	取 100 g 步驟一之備用液體，依次加入 0.04 mL 碘液，並每加入一次就照光一次

		
步驟一	步驟二	加入 0~7 次碘液之色深

(二)探討精油抗氧化力快慢

1. **實驗(二)目的：**由於不同廠牌、不同種精油，對於水的溶解度、與藍碘反應的快慢皆不同，我們希望研究結果的反應能快速呈現，所以本實驗要選擇定時內與藍碘反應速率最快之精油。
2. **實驗(二)步驟：**

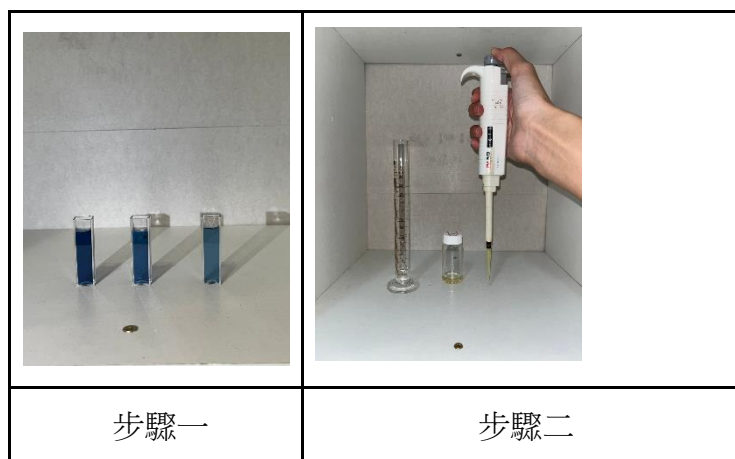
步驟一	選擇四種精油，從左到右分別為薰衣草、天竺葵、茶樹、香茅精油		
步驟二	在試管裡加入 0.1 mL 精油		
步驟三	同時加入 5 mL 藍碘		
步驟四	等待 1 分 30 秒後同時進行照光		
			

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四
-----	-----	-----	-----

(三)探討精油-藍碘試劑各成分比例

1. 實驗(三)目的：由於我們要配合藍碘的色深，
2. 實驗(三)步驟：

步驟一	取三組 2 mL 蒸餾水，分別加入 0.01 mL 香茅精油，計時 1 分 30 秒
步驟二	再分別加入 15 mL、20 mL、25 mL 藍碘，計時 30 秒後同時照光



(四)建立精油-藍碘組合試劑

1. 建立 SOP

第一步	將香茅精油 0.01 mL 加入至試管，再備用待測液 2 mL、藍碘 20 mL 至不同量筒中
第二步	將待測液加入精油試管，並計時 1 分 30 秒
第三步	再將藍碘加入，並計時 30 秒
第四步	將試管內的液體取出照光

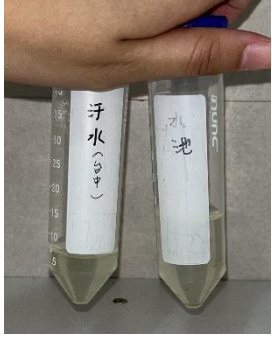


2. 建立氧化性指標、還原性指標

目的：

(五)實際應用於汙水檢測

1. 實驗(四)

步驟一	本實驗選擇校內生態池、河川作為待測液
步驟二	由於生態池、河川的水內富含雜質，雜質會影響實驗結果，因此我們將污水進行離心，去除雜質。
步驟三	將污水依照 SOP 檢測

		
步驟一	步驟二	步驟三

(六)市售水質檢測器檢測水樣本

1. 實驗(五)目的：比較本研究精油-藍碘試劑與市售水質檢測器數據之趨勢，以推測與本研究精油藍碘試劑與污水作用的物質。
2. 實驗(五)步驟：

步驟一	將生態池、河川的水分別做氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、硫化氫、含氧量、pH 值檢測
-----	--


步驟一

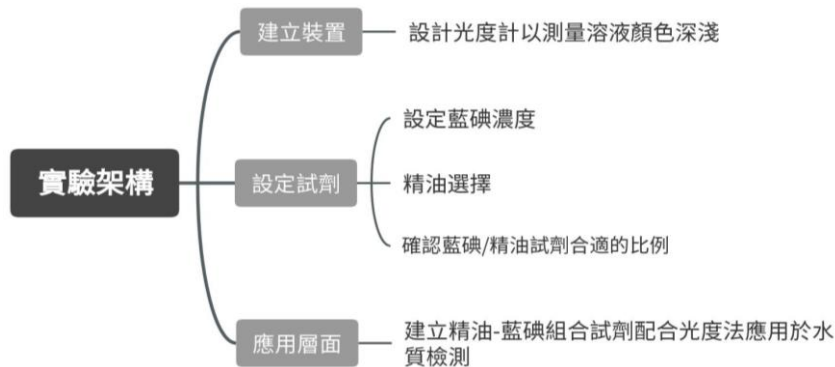
陸、研究過程與初步結果一(延續性)

延續(2024 科學探究競賽)

實驗原理：

由眾多文獻可得知，許多植物精油具有抗氧化能力，同時，精油也被廣泛研究其抗菌活性，其抗菌效果可抑制細菌、真菌和其他微生物生長。鑑於此，我們將這些特性應用於我們的研究中，設計了一種精油—藍碘組合試劑。我們的研究假設，透過利用精油的抗菌效果，可以在污水中加入精油，導致精油被細菌消耗。進一步我們推測這種過程可能會影響精油的抗氧化力，因此，我們計劃使用藍碘檢測方法來評估精油抗氧化力的消耗程度，並透過照光得知其數據。

實驗架構：



▲圖(一)研究架構圖

一、建立裝置

(一)設計光度計以測量溶液顏色深淺

1. 目的：為了更準確的判斷實驗中溶液顏色改變與否、改變程度。
2. 組裝：

1) 照射光的選用

本實驗的待測溶液顏色皆為藍色，因此選用綠光作為照射光，避免顏色越深，數值反而越大。

2) 感光器以及待測溶液的照射位置

為了增加實驗的準確度，在組裝裝置時，考量到感光器、分光槽照射到綠光的位置需要在正中央，因此選擇將綠光和分光槽放置處利用積木墊高並固定。

3) 選用有蓋子的紙箱作為實驗器具

在每一次讀取數據中，感光器有可能因為外界環境的光，導致數據無法真實呈現實際情況，因此選用有深度且加蓋的紙箱創造隔絕外界光的環境，使數據更有說服力。

3. 原理：綠光首先會照射至分光槽，穿透其中的待測溶液後，最終將投射在感光器上，感光器將會跑出數值，由比爾定律可知，當測出的數值越大，代表照度越大，溶液越透光，呈現的顏色就越淺。

4. 操作：

- 1) 將待測溶液利用滴管吸入分光槽中
- 2) 開啟綠光以及感光器

- 3) 放置分光槽並微調位置確保綠光照射在溶液正中央
- 4) 蓋上紙箱蓋子
- 5) 開始讀取數據

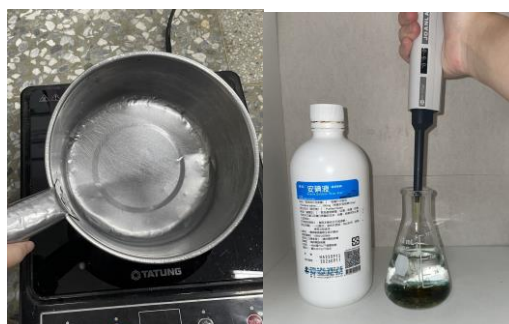


◀圖(二)光度計裝置圖

二、設定試劑

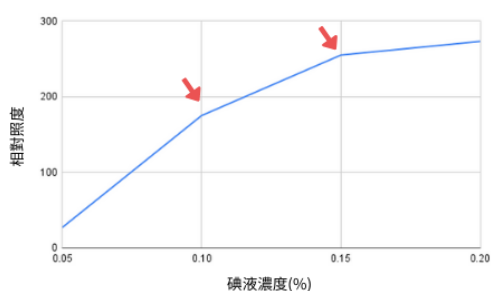
(一)實驗一：尋找最佳碘液/澱粉液比例

1. 目的：本研究的目的在於探索碘液與澱粉液不同比例對藍碘顏色的影響，以找到最佳的碘液/澱粉液比例。因為希望藍碘可達到其最大照度，所以設計了實驗(a)。又由於最後藍碘需和精油反應所以設計了實驗(b)，以確保藍碘與精油產生反應時不會造成澱粉析出。
2. 實驗(a)步驟：
 - 1) 配置 0.1%澱粉液並煮沸，接著過濾、冷卻備用
 - 2) 取 100 g 步驟 1)之備用液體，依次加入 0.05 mL 碘液，並每加入一次就照光一次



▲圖(三)(四)為實驗(a)步驟 1) ~ 2)

3. 實驗(a)結果：

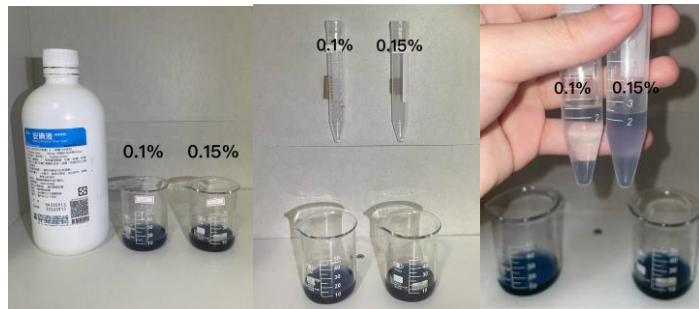


◀圖(五)實驗(a)結果折線圖

- 1) 相對色深 = 水照度 - 樣本照度
- 2) 碘液從 0.05~0.2 %相對色深越來越高，代表碘液的濃度越高會讓藍碘顏色越深，因此藍碘顏色會受碘液濃度影響。但是由左方結果實驗圖可觀察到，碘液加入至 0.2 %後，顏色逐漸趨緩，所以我們取 0.1 %及 0.15 %作為實驗(b)之依據。

4. 實驗(b)步驟：

- 1) 取實驗(a)配置之 0.1 %及 0.15 %藍碘 2 mL
- 2) 分別加入 0.05 mL 精油
- 3) 靜置觀察



▲圖(六)(七)(八)為實驗(b)步驟 1)~3)

5. 實驗(b)結果：

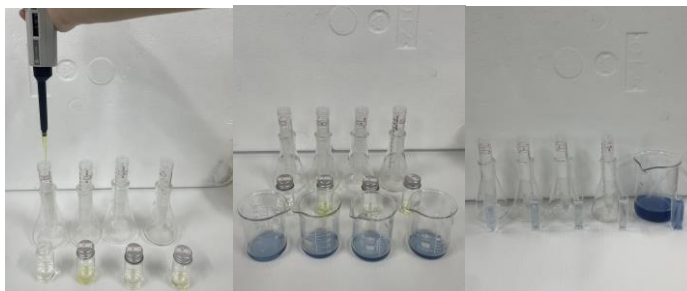
由圖(八)可觀察到，0.15 %之試管有明顯的澱粉析出而成混濁，為了避免有實驗誤差，所以我們選用澄清透明的 0.1 %藍碘作為本研究之最佳藍碘比例。

(二)實驗二：精油選擇

1. 目的：由於不同廠牌、不同種精油，對於水的溶解度、與藍碘反應的快慢皆不同，我們希望研究結果的反應能快速呈現，所以本實驗要選擇定時內與藍碘反應速度最快之精油。

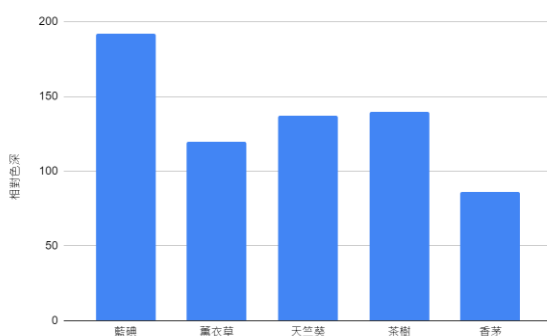
2. 實驗步驟：

- 1) 選擇四種精油，從左到右分別為薰衣草、天竺葵、茶樹、香茅精油
- 2) 在試管裡加入 0.1 mL 精油
- 3) 同時加入 5 mL 藍碘
- 4) 等待 1 分 30 秒後同時進行照光



▲圖(九)(十)(十一)(十二)為實驗二步驟 1)~4)

3. 結果：



◀圖(十三)為實驗二結果長條圖

- 1) 相對色深 = 水照度 - 樣本照度
- 2) 香茅相對色深最低，表示香茅在 3 分鐘內讓較多的藍碘還原成透明無色的，也就代表著香茅在 3 分鐘內的反應速度最快。

(三)實驗三：確認藍碘/精油試劑適合的比例

1. 目的：為了確保最後終研究結果藍碘不會馬上被精油消耗完，所以設計了實驗(a)。且與精油反應後的藍碘還要夠藍且能稍微用肉眼觀察，所以設計了實驗(b)。

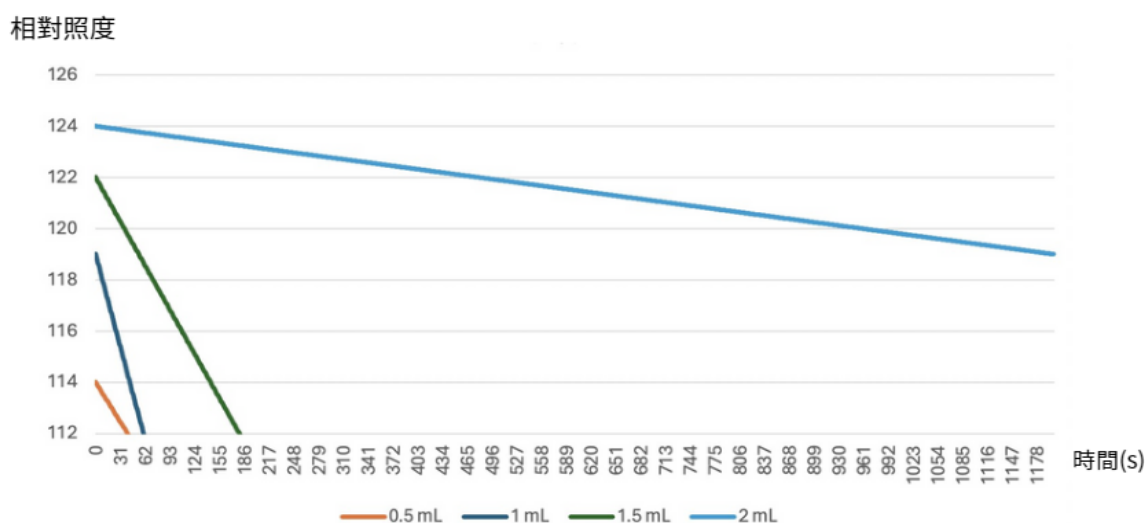
2. 實驗(a)步驟

- 1) 將 2 mL 蒸餾水加入 0.05 mL 香茅精油中，並照光，此照光數據稱「原始照度」
- 2) 再滴定 0.5 mL 的藍碘，且每滴定一次就在 10 秒內照光，此照光數據稱「滴定該次藍碘照度」
- 3) 計算「滴定該次藍碘照度」變成「原始照度」的時間
- 4) 直到「滴定該次藍碘照度」變成「原始照度」的時間與前幾次時間差距過大將停止滴定



◀圖(十四)(十五)為實驗(a)步驟 1)、2)

3. 實驗(a)結果



▲圖(十六)為實驗(a)結果折線圖

由此圖可得知「原始照度」為 112，當香茅精油加入 2 mL 藍碘，需要花至約 20 分鐘的時間才能讓相對色度從 124 還原成 119，所以我們設定 2 mL 藍碘為香茅精油之當量點。

4. 實驗(b)步驟

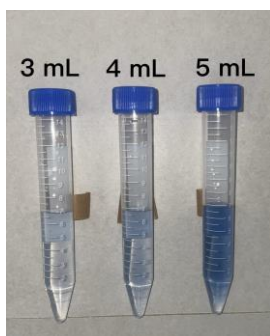
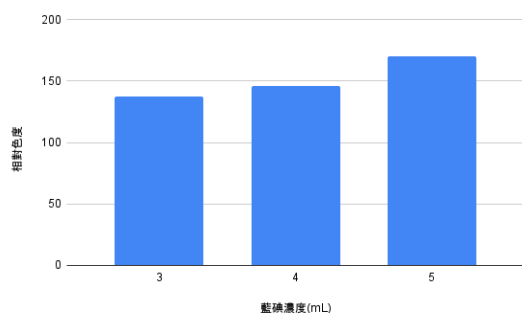
- 1) 將 2 mL 蒸餾水加入 0.05 mL 香茅精油中
- 2) 同時加入 3 mL、4 mL、5 mL 藍碘
- 3) 等待 1 分 30 秒同時進行照光



圖(十七)(十八)為實驗(b)步

驟 1)、2)▶

5. 實驗(b)結果：



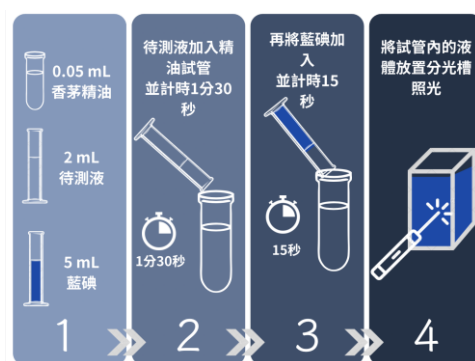
◀圖(十九)(二十)為實驗(b)結果長條圖、實際觀察之顏色圖
由左方兩圖，為了反應後的藍碘還要夠藍且能稍微用肉眼觀察，我們決定使用加入 5 mL 藍碘，作為本研究藍碘/精油試劑之比例。

三、應用層面

(一)建立精油-藍碘組合試劑

1. SOP

- 1) 將香茅精油 0.05 mL 加入至試管，再備用待測液 2 mL、藍碘 5 mL 至不同量筒中
- 2) 將待測液加入精油試管，並計時 1 分 30 秒
- 3) 再將藍碘加入，並計時 15 秒
- 4) 將試管內的液體取出照光



圖(二一)為精油-藍碘組

合試劑 SOP▶

(二)應用於校內汙水檢測

1. 檢測步驟

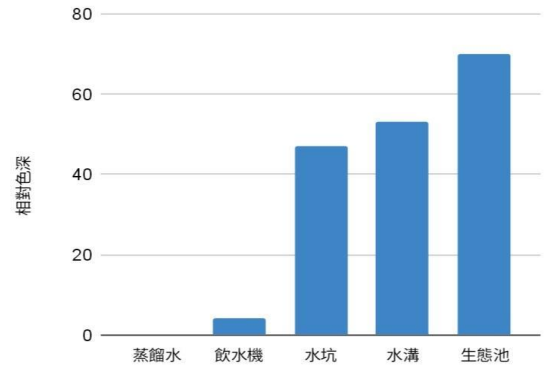
- 1) 我們選擇的待測液有蒸餾水、飲水機、水坑、水溝、生態池的水
- 2) 由於水坑、水溝、生態池的水內富含雜質，雜質會影響實驗結果，因此我們將污水進行離心，去除雜質。
- 3) 將污水依照 SOP 檢測



◀圖(二二)(二三)為檢測步驟 1)、2)

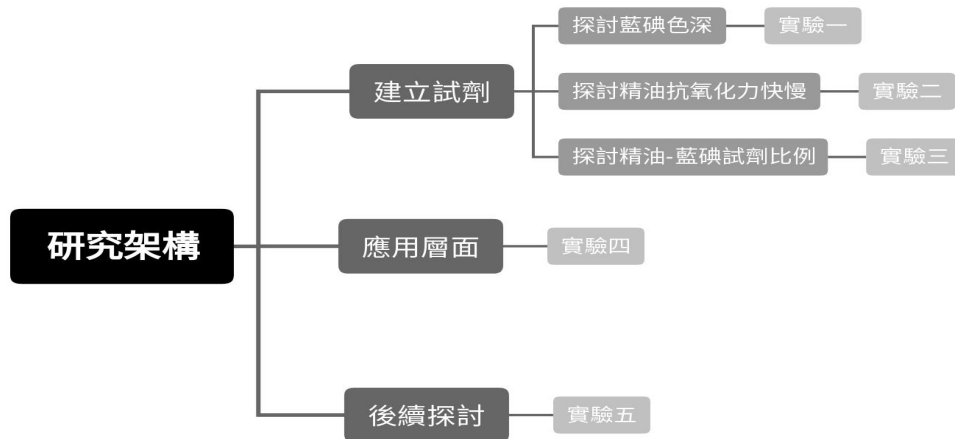
2. 污水檢測結果

- 1) 相對色深 = 汙水照度 - 蒸餾水照度
- 2) 由此長條圖可知，飲水機的相對色深最低，表示飲用水所消耗的精油量較少。當剩下的精油越多，和藍碘反應後的顏色會越淺，因此可推得污水的乾淨程度為：飲水機 > 水坑 > 水溝 > 生態池。

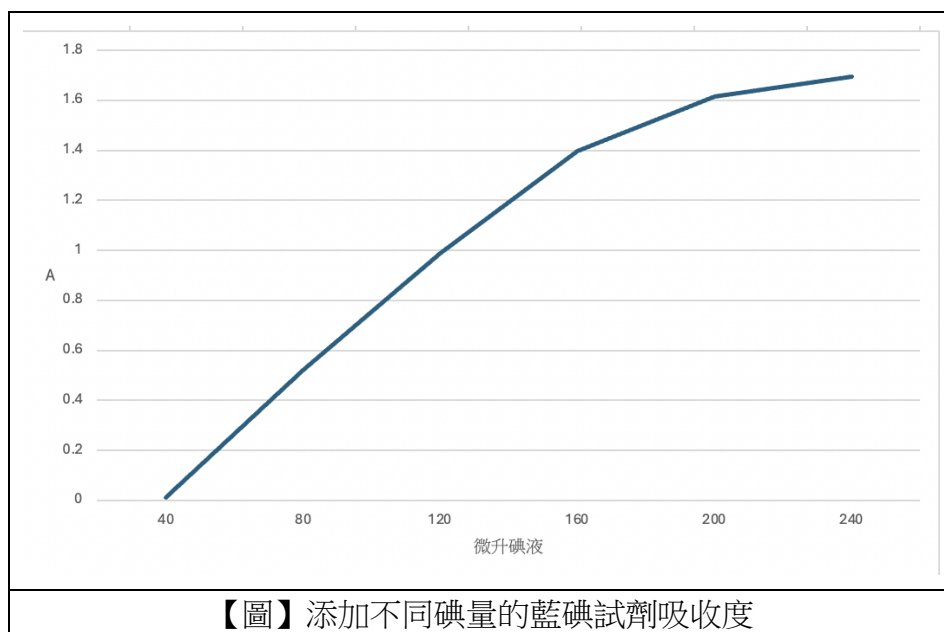


圖(二四)為實驗三結果長條圖▶

柒、研究過程與初步結果二(新研究)



一、實驗(一)：探討配製的藍碘溶液色深



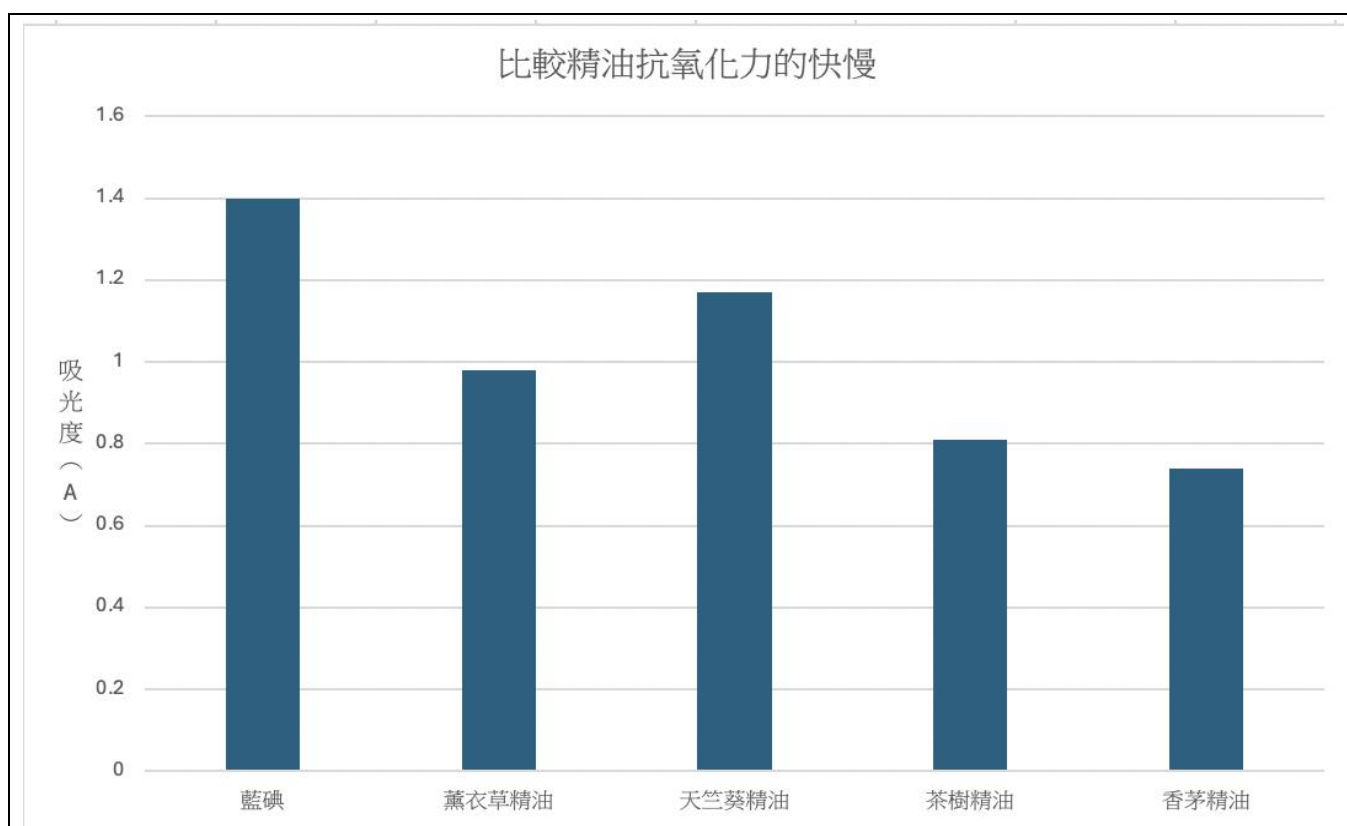
根據實驗結果，加入碘液的次數會對溶液的顏色產生影響。一開始隨著碘液的添加次數增加，溶液

的顏色逐漸變深，我們推測這是因為碘液與澱粉液形成藍色複合物而引起的，碘液越多，複合物也隨之增加。然而當添加碘液的次數達到第五次和第六次時，可以觀察到溶液顏色變化不再明顯，顏色深度沒有顯著增加。我們推測這是因為當澱粉與碘形成的複合物濃度達到飽和後，再添加碘液無法再使藍色加深

結論：

發現碘液加越多，其吸光度越大也代表顏色越深，但到了第五次和第六次深度並沒有太大差異，因此實驗選擇加 6 次碘的澱粉液作為本研究使用的藍碘試劑。

二、實驗(二)：探討精油抗氧化力快慢



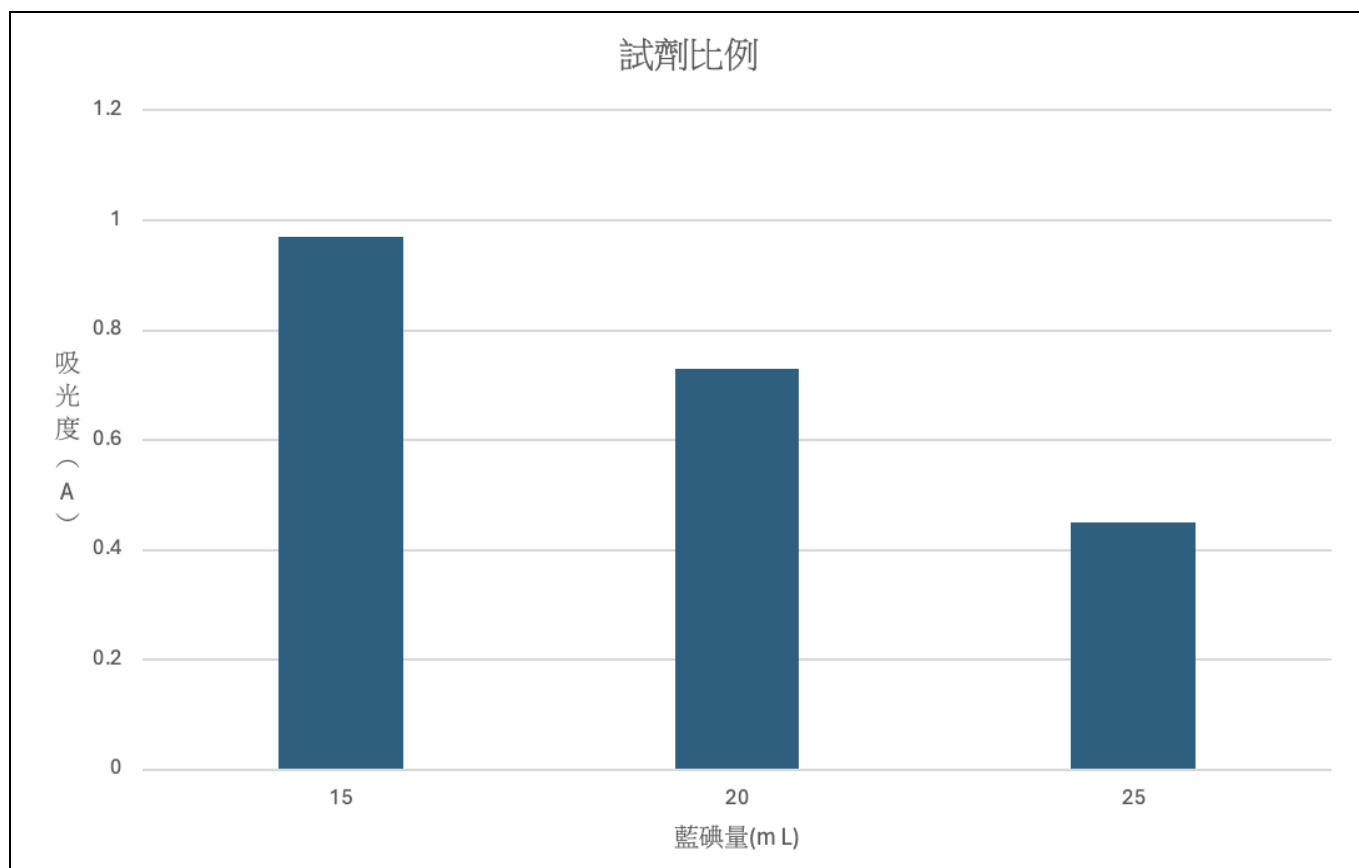
【圖】不同精油與藍碘作用相同時間後的吸收度

根據實驗結果，可以得知香茅精油與藍碘的反應速率最快，本研究推測精油與藍碘的反應速率快慢有兩種影響因素。首先為

結論：

由此圖可得知，香茅精油之吸光度最低，表示香茅在 1 分 30 秒內讓較多的藍碘還原成透明無色的，也就代表著香茅在 1 分 30 秒內的反應速率最快。因此實驗會選擇檸檬香茅作為本研究試劑，因為檢測試劑非常注重速率，反應越快者，越有發展的潛力。

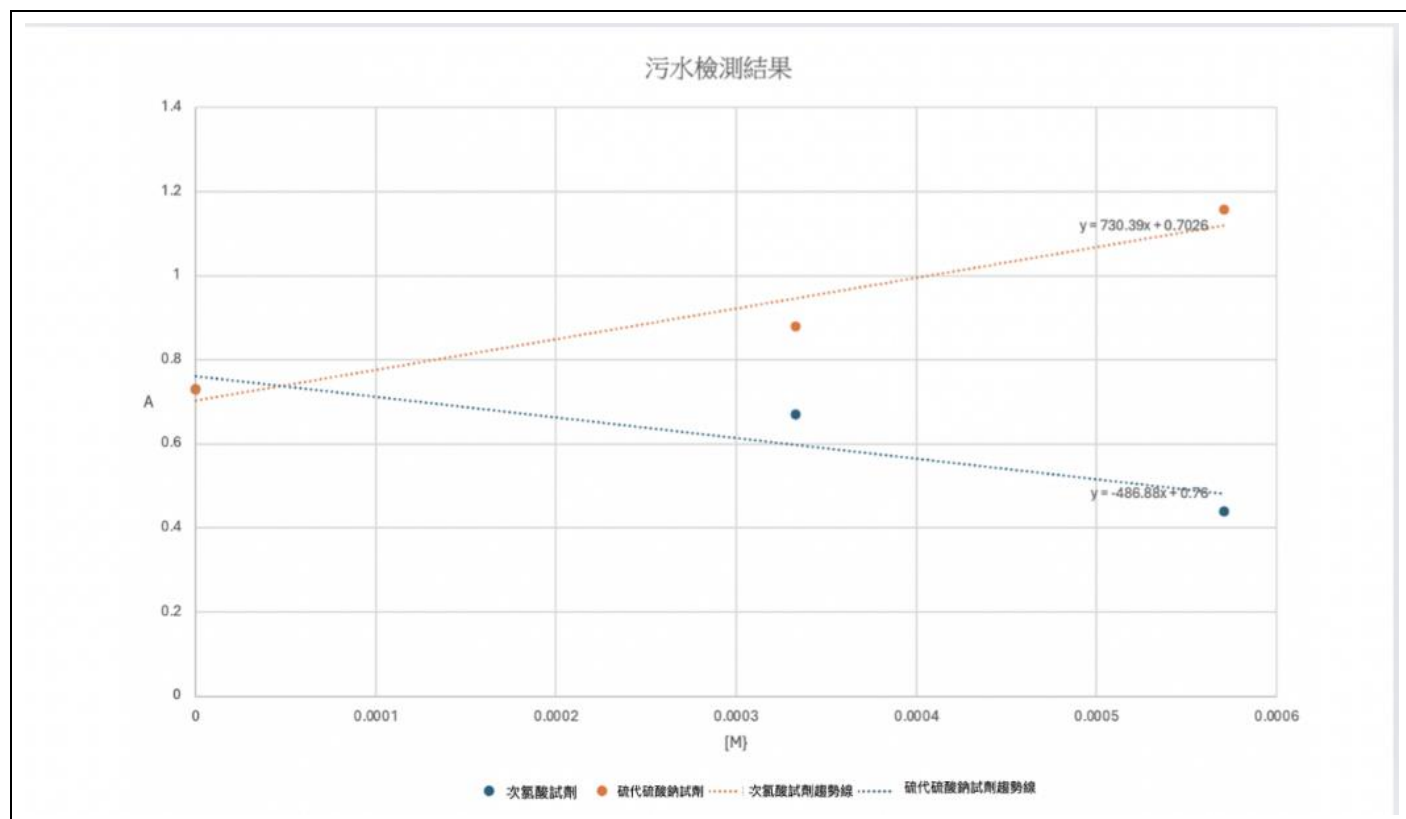
三、實驗(三)：探討精油-藍碘試劑各成分比例



【圖】探討精油藍碘試劑的合適比例

由此圖可得知，藍碘 20 mL 時，吸光度位於 0.7 左右，符合本實驗所期望之精油-藍碘比例色深。(本研究希望其可以落在 0~1.4A 之間)

四、討論(四)：建立本研究以精油藍碘法製作的氧化性還原性指標 i



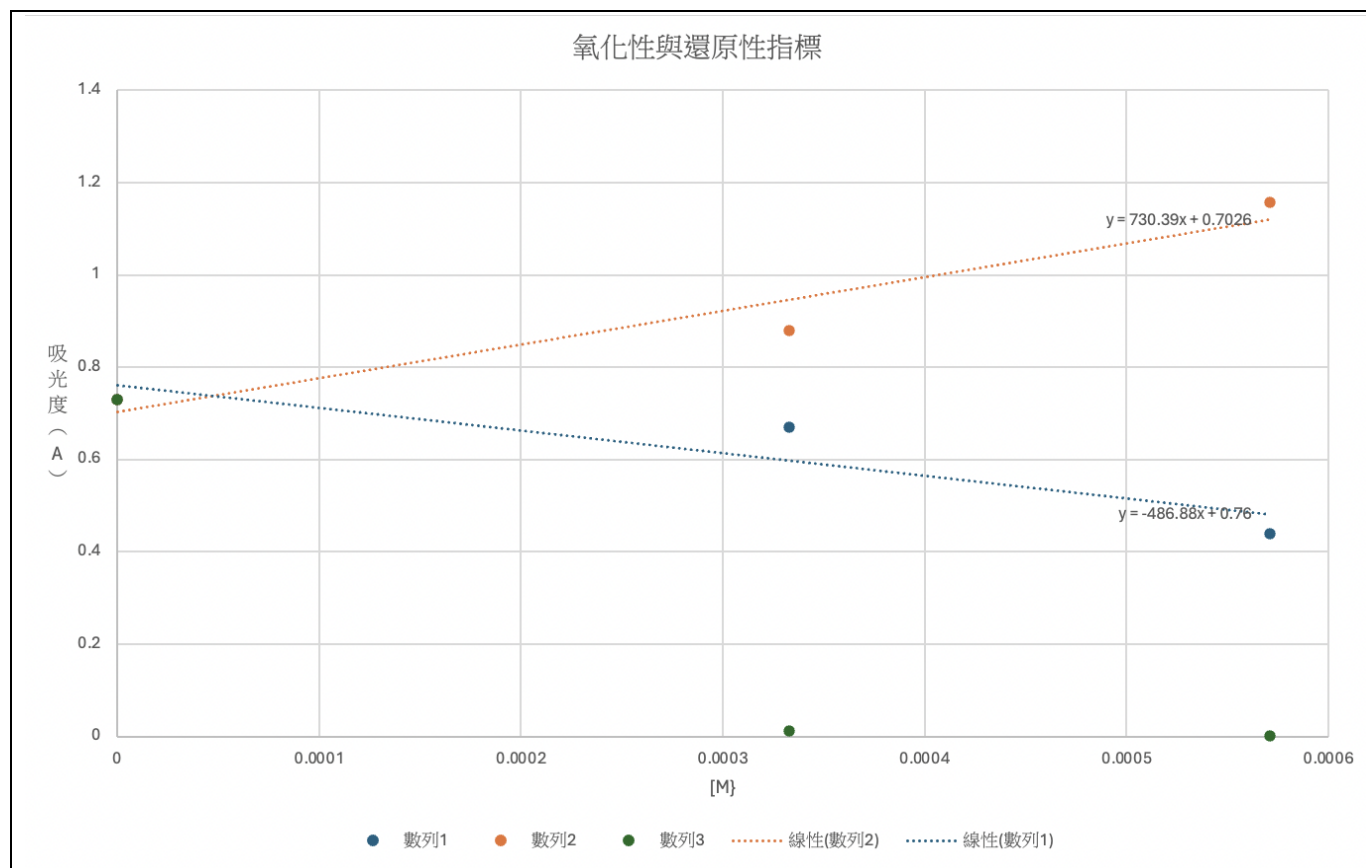
【圖】經由藍碘試劑用於檢測不同類型污水的情況

根據實驗結果，發現次氯酸和硫代硫酸鈉兩者在使用精油-藍碘試劑時有不同的趨勢。在氧化性指標次氯酸的測試之下，隨著濃度增加，其吸光度也隨之增加；而在還原性指標硫代硫酸鈉的測試之下，則觀察到吸光度隨著濃度增加而下降。並透過趨勢線的分析，可以得到了兩者的關係方程式。並將水池和河川污水帶入這些方程式後，算出水池相當於 $0.0001334[M]$ 的次氯酸水溶液，而河水則相當於 $0.0005792[M]$ 的硫代硫酸鈉。此結果表示水池中存在氧化性物質，和河川污水中有還原性物質，導致了它們對精油-藍碘試劑的反應差異。

結論：

由此圖可發現根據氧化性指標次氯酸加入試劑會呈現吸光度隨濃度上升而增加，與還原性指標硫代硫酸鈉加入試劑會呈現吸光度隨濃度上升而減少，並且由其趨勢線可得兩斜直線之方程式。

五、討論(五)：建立本研究以精油藍碘法製作的氧化性還原性指標 ii



【圖】經由藍碘試劑用於檢測不同類型汙水的情況。(橘色是使用次氯酸模擬的氧化性毒物，藍色適使用硫代硫酸鈉模擬的還原性毒物，而綠色是過氧化氫模擬強氧化性毒物的情況)

1.氧化性：一開始本小隊希望始用強氧化性之雙氧水，但發現將藍碘加入強氧化性之雙氧水中會發現，藍碘也會褪色，但加入新的碘液後會發現溶液不再呈現藍色，而會轉變成一種紫色溶液。當藍碘加入強氧化性雙氧水時褪色，表明藍碘受到了雙氧水的影響失去了顏色。而在加入新的碘液後，溶液從失色轉變為紫色。但碘液將碘離子還原成了碘，理應使澱粉液產生藍色，而新的溶液卻呈現紫色。我們推測種轉變意味著碘液的加入恢復了碘的存在，但一開始水溶液中的澱粉已受雙氧水的影響，並產生了新的化學物質，導致溶液的顏色發生了改變。因此有些氧化劑能使藍碘褪色之原因為破壞澱粉，使其無法與碘液有效反應。因此我們設計將氧化性之指標先與澱粉反應後，不會破壞澱粉者作為實驗中氧化性之指標，經由實驗發現加入氫磺酸之次氯酸鈣水溶液符合要求

2.還原性：

還原性指標依照氧化性指標之檢測結果雖然在還原性條件下藍碘仍然褪色，但重新加入碘液後，我們觀察到溶液可以恢復成原來的藍色。我們推測這一觀察結果暗示著還原性物質對藍碘的影響主要是由於碘被還原成碘離子，進而使溶液褪色。然而重新加入碘液後，增加了碘離子的濃度，這使得碘離子可以與未受影響的澱粉再次形成藍色錯合物。因此氧化劑能使藍碘褪色之原因為破壞澱粉，使其無法與碘液有效反應。因此還原劑能使藍碘褪色之原因為還原碘液形成碘離子，使碘粉無法與碘液反應成藍色錯合物。

其中又因為河川水中含有 NO_2^- ，促使河川水具還原性。

【表】使用市售比色藥劑檢測之結果

單位 ppm	pH	NO ₂ ⁻	NH ₃	H ₂ S	NO ₃ ⁻
台中	7	0.25	0.1	0	50
水池	8	0.01	0	0.05	0

▲由市售水質檢測之檢測結果可以發現，河川水與學校生態池的水有上表中的差異。

捌、未來展望

我們的未來展望總共分為兩部分，首先為測量水之氧化電位，再來我們希望可以運用溫和的方式防止氧化性廢水及還原性廢水對動植物造成的傷害。

測量水之氧化電位。未來我們希望能夠通過使用精油-藍碘試劑可以測量水中的氧化性與還原性，並更進一步發展這項技術，以測量水體中的氧化還原電位（ORP 值）。氧化還原電位是衡量水體中電子活性，並能夠使用在漁業養殖到水質監測的一個重要指標。然而目前常用的氧化還原電位檢測儀器價格昂貴，對於一些養殖工作來說不太實用。因此我們計劃將精油-藍碘試劑應用於測量水體的氧化還原電位之 ORP 值，以代替傳統的檢測方法，由於精油和藍碘等材料易於獲得且成本較低，因此這種方法將大幅降低氧化還原電位測量的成本，並使更多的需檢測水質的機構能進行相關工作。

運用溫和的方式防止氧化性廢水及還原性廢水對動植物造成的傷害。由眾多文獻可得知氧化性廢水中的氯、過氧化氫、臭氧可能會造成動植物細胞膜被破壞、損傷 DNA 等等。還原性廢水中的可能會造成體中溶解氧減少，使水中生物窒息死亡，且會促進厭氧菌生長。所以我們未來想利用溫和的方法，解決上述這些氧化性、還原性廢水造成的問題。

玖、參考文獻

<https://www.az-instrument.com.tw/zh-tw/product-619597/%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%82%84%E5%8E%9F%E9%9B%BB%E4%BD%8D%E6%B0%B4%E8%B3%AA%E6%AA%A2%E6%B8%AC%E8%A8%88-8551-AZ.html>

張恩瑜、游亭儀，家庭式簡易高效能精油萃取裝置研發，中華民國第 62 屆中小學科學展覽會作品說明書國中組生活與應用科學(二)科

陳樂融、鍾承勳、洪琿洺、孫瑋辰、戴詠婕，檸檬皮的清潔抑菌妙用中華民國第 51 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

7. Dinis, T. L. M.Almeida (1994) Action of phenolic derivatives as inhibitor of membrane lipid peroxidation.Archives of Biochemistry and Biophysics 315: 161-169.

8. Shimada, K.et al. (1992). Antioxidative properties of Xanthan on the autoxidation of soybean oil 30 in cyclodextrin emulsion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 945-948.

何振隆 (民 93)。四種桉樹葉精油組成及生物活性之探討。國立台灣大學森林學研究所碩士論文，台北市。

2.王暉律、邱耀慶、郭主歆，第 47 屆中小學科學展覽會得獎作品，解開「澱粉~碘」的藍色密碼。

魏永巨，劉翠格，默麗萍（2005），碘、碘離子和碘三離子的紫外吸收光譜，河北師範大學化學學院

周芳瑜、江庭瑩、卜嘉榕、何毓倫，第四十八屆中小學科學展覽會碘液調色盤--直鏈澱粉定量方法之改良