

# 彰化縣 107 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

## 作品說明書

作品編號： 22023

組別：  
 國小組  
 數學類  
 國中組  
 自然與生活科技類  
 人文社會類

作品名稱：有「溶」乃大：以酵母粉增加疏水性物質在水溶液中的溶解度

# 目錄

## 第一階段 研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃	1
二、學校如何提供該生獨立研究訓練	2

## 第二階段 獨立研究階段

摘要	4
一、研究動機	5
二、研究計畫、研究問題及工作進度表	6
三、文獻探討	8
四、實驗材料	11
伍、研究結果與討論	11
六、評鑑與檢討	17
七、參考資料	18

## 第一階段 研究訓練階段

### 一、近二年學校獨立研究課程之規劃

獨立研究除由「十二年國民基本教育課程綱要總綱」之核心素養為主軸，並參酌國內外與獨立研究有關之資優教育理論與文獻、以國內教學現場已發展獨立研究課程架構與內容為歷史脈絡，結合資優教育培育人才之核心概念，例如：獨立思考、創造思考、問題解決、自我引導學習等，思考獨立研究課程內涵，其課程特色簡述如下。

#### 1.課程內涵呼應十二年國民基本教育課程綱要總綱理念。

本課綱研修以「十二年國民基本教育課程綱要總綱」之核心素養三大面向：「自主行動」、「溝通互動」與「社會參與」為主軸及發展基礎，期望透過獨立課程實施，培育學生願意以積極的態度、持續的動力進行探索與學習，統整運用各領域所學之基本知能，手腦並用地解決問題，並能學習如何適切溝通與表達，有效與他人及環境互動。

#### 2.課程架構呼應資優教育理論及教學現場所需。

本科目發展主要參考國內資優教育教學現場獨立研究課程領域廣為熟悉應用之 Renzulli (1977) 三合充實模式 (Enrichment Triad Model) 內涵為學習重點架構，三合充實模式強調教師透過設計不同類型的充實課程和學習活動，引領學生進行產出性的學習，強調教師應考量學生的潛能及學習需求，提供不同類型的學習活動，以發展學生的資優行為。

#### 3.課程內涵兼顧「知」、「情」、「意」三面向及學生專長領域特殊性。

獨立研究課程是教導學生學習如何學習，及高層次的研究知能和研究方法的訓練，這種認知、技能過程技能導向的理念，避免將獨立研究課程流於僅從事研究方法訓練，而忽略學生其他面向發展。以研究態度(情意)、研究概念與思考能力(認知)、獨立研究實作(技能)為三面向，此外，考量獨立研究課程與學生專長領域之結合，內容兼

顧自然科學與人文社會科學獨立研究方法之著重點，避免獨立研究課程偏重自然科學領域，使具人文與社會科學傾向資優學生得以適用。

## **二、學校如何提供該生獨立研究訓練**

### **1.學生獨立研究前的訓練**

#### **(1) 重點整理的訓練**

利用各種閱讀管道，讓學生查詢資料，並將重點記錄下來，重點整以的方式以大意型式描述，由於過去學生在文獻資料探討的時候，總是照本宣科，不管內容是否符合研究題目，因此訓練學生在看完一篇內容後整理出大意，是重要的訓練。

#### **(2) 評論能力的訓練**

利用閱報及上網找一些與課程相關的新聞主題，例如配合社會科教學內容環境問題的主題上，可以讓學生自由尋查，讓學生提出自己的看法，這樣可以訓練學生的判斷能力。

#### **(3) 主題資料查詢訓練**

老師公佈一個主題，讓學生查詢有關主題的資料，並將資料重點整理，在這個步驟中，可以讓學生學到如何從研究題目找相關的理論或文獻資料。當學生資料整理後再進一步分享討論，這樣學生的思考就不會侷限一個主題。

#### **(4) 介紹一篇完整的研究報告**

以研究架構完整的自由研究作品為範例，讓學生對研究的架構有完整的概念。依據研究架構逐步以對談的方式不斷的讓學生建構自己的問題，釐清心中的問題是什麼？為什麼要研究這個問題？目的何在？想採用什麼方法？怎樣進行？要如何進行？結果會是什麼？這些一連串的問題如果沒有透過對談讓學生自己建構，是無法讓學生從中得到有邏輯有系統的知識。

## 2.協助學生訂定主題

不管教學方法多好，如果沒有兼顧適性教育，以學生為中心，其意義將會打折扣，研究對學生而言是相當艱鉅的歷程，所以應該隨時給予協助。

## 3.以對談進入研究

教育一方面是現存的知識傳達，另一方面更是知識的產生過程。

- |                |                |
|----------------|----------------|
| (1) 為什麼要這個題目？  | (2) 你真正的想法是什麼？ |
| (3) 你要找哪些資料說明？ | (4) 你想得到怎樣的答案？ |
| (5) 你的步驟是……    | (6) 從哪裡開始？     |
| (7) 發現了什麼？     | (8) 完成作品       |

## 第二階段 獨立研究階段

### 摘要

在水溶液中，疏水性液體傾向與水分層，而疏水性固體則會聚集沉澱。這種不互溶的特性限制了疏水性物質在水溶液中的活性。界面活性劑是一種常見的乳化劑，可以增加疏水性物質的水溶性。然而化學合成的界面活性劑會污染水質，對人體健康造成危害。日常生活中使用的食用酵母可以懸浮於水裡，且其細胞表面具有許多的短鏈脂肪酸，因此可與疏水性物質結合。本研究以食用酵母取代界面活性劑，探討其是否可以增加油以及疏水性色素與水的互溶性。實驗結果顯示，將油與酵母水溶液搖晃混合後靜置，可以在酵母水溶液中觀察到微小油滴，但是隨著靜置時間增長，這些微小油滴還是會聚集成大顆的油滴。疏水性色素（紫色桿菌素、薑黃素）則可以吸附在酵母菌表面，進而懸浮於水溶液中。生物活性實驗顯示，紫色桿菌素/酵母水溶液對蚊子幼蟲子不不具有毒性。但是薑黃素/酵母水溶液對 1-2 齡的子子具有毒殺效果。本研究的結果證實了食用酵母可以作為載具，將疏水性色素分散於水溶液中，增加其在水溶液中的生物活性。

## 研究動機

水是一種常見的溶劑，當物質與水接觸後，有些會被分解成離子，分散在水中。水會流動，將這些離子帶到其他地方。有些不會被分解，彼此聚集在一起，固態的聚集物會沉澱，液態的聚集物則會與水分層。生命需要水。水分子協助細胞內的生化反應，製造能量、協助合成大分子物質。營養物質通過水運輸。廢棄物以水作為載體，排出體外。但是如果組成細胞的所有物質都能溶於水，那麼細胞也就無法存在了。

不溶於水的物質如何與水交互作用呢？在本研究中，我想探討水與不溶於水物質的關係。第一個想到的就是油與水。如何把它們分離或者是混合？我在網路上找到了一些相關研究，發現把水與油分離是一件很重要的事情。例如在海上航行的油輪如果漏油了會污染海水，造成海洋生物受到傷害。因此需要發展一個快速、有效的方式把油從水面移除。

另一問題是疏水性物質有許多重要的生物活性，可是它們無法溶於水，也就無法發揮功用了。因此要如何改變疏水性物質的特性，讓原本不溶於水的疏水性物質可以溶解在水中呢？

## 二、研究計畫、研究問題及工作進度表

### (一) 研究計畫：

本研究探討如何使用日常生活中可以獲得的材料，讓疏水性物質進入或離開水。

研究流程：

發現問題 → 收集資料 → 設計實驗 → 進行實驗 → 結果分析 → 報告撰寫

### (二) 研究問題：

本研究使用的疏水性化合物：油、紫色桿菌素、以及薑黃素。研究問題如下：

問題 1：如何讓油離開水面？

問題 2：如何讓油進入水中？

問題 3：如何利用酵母粉讓紫色桿菌素進入水中？有什麼應用性？

問題 4：如何利用酵母粉讓薑黃素進入水中？有什麼應用性？





(三) 工作進度表：

工作項目\週次	10月				11月				12月		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
討論研究方向，收集參考文獻。	■										
【實驗一】乾燥絲瓜與油：油水分離			■								
【實驗二】酵母粉與油：油水乳化				■							
【實驗三】酵母粉與紫色桿菌素：吸附					■						
【實驗四】酵母粉與紫色桿菌素：子子致死						■					
【實驗五】酵母粉與薑黃素：吸附							■				
【實驗六】酵母粉與薑黃素：子子致死								■			
【實驗七】酵母粉與薑黃素：蚊卵致死									■		
資料整理										■	

### 三、文獻探討

#### (一) 水的特性

我們生活的地球上，超過 70% 的表面，覆蓋著水分子。科學家估計，水的體積大約為 13.6 億立方千公尺。除了液態水，在地球的兩極也佈滿了固態水（冰）。如果地球上所有的冰融化了，海平面將會上升約 70 公尺。

水具有非常簡單的原子結構。由兩個氫原子與一個氧原子鍵結組合而成。水的原子結構使其分子具有獨特的電化學性質。水分子的氫原子具有輕微的正電荷，而水分子的氧原子具有負電荷。這種分子極性使水成為一種強大的溶劑，並導致其強烈的表面張力

當溫度下降到冰點時，水分子以規則的模式排列。導致體積增加和密度降低。這種特性允許冰漂浮在液態水之上。

水具有高比熱。比熱是指改變物質溫度所需的能量。由於水具有較高的比熱，因此在水開始變熱之前，它可以吸收大量的熱能。這也意味著當情況導致其冷卻時，水會緩慢釋放熱能。水的高比熱可以緩和地球的氣候，幫助生物更有效地調節體溫。

純水是中性的。當物質溶解在水中時，水會改變其 pH 值。雨水的 pH 約為 5.6，因為它含有二氧化碳和二氧化硫。海水是鹼性的，其 pH 值介於 7.5 與 8.4 之間。

除了汞之外，水比任何液體都更容易傳導熱量。這一事實導致像湖泊和海洋這樣的大量液態水基本上具有均勻的垂直溫度分佈。

水分子在 0- 100°C 的溫度範圍內以液體形式存在。所以，在我們星球上的大多數地方，水分子是以液體形式存在。

水具有高表面張力。換句話說，水是粘性的和彈性的，並且傾向以液滴聚集而不是在表面上擴散成薄膜。儘管重力向下拉，水的表面張力會導致水粘在垂直結構的側面。這種特性允許植物將水（和溶解在水中的營養物）從它們的根部移動到它們的葉子（劉廣定，2014）。

水是人類重要的需求之一。適量地攝入水可以平衡水分流失，有

助於保持身體水分充足。

喝入的水通過胃後，進入小腸，大多數的水在第一節小腸、十二指腸、和空腸中被吸收。其餘的進入結腸。水穿過腸粘膜進入血液，然後進入細胞。血液為細胞帶來營養元素（礦物質、維生素、蛋白質、脂類和碳水化合物）然後通過尿液排出廢物。水具有高比熱，有助於控制體溫的變化。例如當環境溫度高於體溫時，水可使身體釋放熱量，我們開始出汗，藉由皮膚表面的水分蒸發，冷卻身體。

通過水解反應，水參與我們所吃的食物（蛋白質，脂類和碳水化合物）的生化分解，生產維持生命所需要的能量（卓貴美，2000）。

## (二) 疏水性物質

在這個計畫裡，使用的疏水性化合物：油、紫色桿菌素、以及薑黃素。

### 1. 油

本計畫使用的油是植物性油脂。脂質通常是由脂肪酸分子與甘油組成。脂肪酸由非極性的  $\text{CH}_2$  單元組成，因此它們通常不溶於極性物質，例如水。脂肪酸可分成飽和脂肪酸與不飽和脂肪酸，飽和脂肪酸是指  $\text{CH}_2$  與  $\text{CH}_2$  以單鍵結合，不飽和脂肪酸則含有一個或多個雙鍵。植物性油脂大部分是不飽和的，在室溫下是液體。動物性油脂則含有較多的飽和脂肪酸，在室溫下呈現固體的狀態。

1 克碳水化合物產生 3.79 千卡的熱量。1 克脂肪可以產生 9.3 千卡的熱量，脂肪儲存的能量是糖的六倍。因此生物體多以脂肪做為長期儲存能量的分子。動物將過量的糖轉化為脂肪，儲存在脂肪細胞。雖然大多數植物將過量的糖儲存為澱粉，但是有些植物種子將能量以油（脂質）的方式儲存（例如玉米油、花生油、棕櫚油、菜籽油和葵花籽油）。

除了做為儲存能量的物質，有些脂質具有「信使」的功能，在細胞內和細胞之間的傳遞訊號（坎貝爾，2008）。

## 2. 紫色桿菌素

紫色桿菌 (*Chromobacterium violaceum*) 是一種革蘭氏陰性  $\beta$ -變形桿菌。紫色桿菌產生一種藍紫色、不溶於水的色素，稱之為「紫色桿菌素 (violacein)」。紫色桿菌素是由二個色氨酸縮合而成。當細菌密度增加時，細菌會合成紫色桿菌素。

色桿菌素具有抗細菌、抗真菌、抗利甚曼原蟲等藥理活性。紫色桿菌素對癌細胞也具有抗增殖活性。紫色桿菌素也被用作非侵入性的細菌標記，用以追蹤細菌在動物體組織中移動 (Durán et al., 2016)。

## 3. 薑黃素

薑黃素是從植物薑黃 (*Curcuma longa*) 中分離的疏水性多酚類色素。薑黃素已被證明具有廣泛的藥理活性，包括抗發炎、抗癌、抗氧化、傷口癒合和抗微生物作用。

實驗動物模型或人體研究證明薑黃素即使在非常高的劑量下也是安全的。薑黃素的藥理學安全性和功效使其成為治療和預防多種人類疾病的潛在化合物 (斯蒂克斯, 2007)。

### (三) 酵母粉

酵母是與單細胞微生物。大約有 1,500 種物種存在，但主要只有一種釀酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 用於製作麵包。本研究使用的酵母是即食酵母 (Instant yeast)。最初是在 1970 年代製造的。它是一種較小形式的乾酵母，可以快速地溶解在水中，也可以直接添加到干燥成分中而不會先浸泡。

酵母細胞表面存在脂肪酸，主要是棕櫚油酸和油酸。這些脂肪酸讓酵母細胞表面呈現疏水性。本研究利用酵母粉的疏水性，協助疏水性物質溶入水中 (Yoshioka & Hashimoto, 1983)。

#### 四、實驗材料

疏水性噴劑、蒸餾水、食品級酵母粉、食用油、水溶性食用紅色素、魚飼料是在超市購買的。

乾燥絲瓜、油溶性藍色素、紫色桿菌素、薑黃素、孑孓、蚊卵是由臨近的大學實驗室提供。

#### 五、研究結果與討論

##### 【實驗一】乾燥絲瓜與油：油水分離

本研究探討如何使用日常生活中可以獲得的材料，讓油離開水面。我選擇一個乾燥的絲瓜。

首先剝除絲瓜乾外面的殼。用小刀切一塊邊長約 5 公分的正方體。



接著測試市面上賣的疏水性噴劑。將疏水性噴劑噴在衛生紙上，測試疏水性噴劑是不是真的具有疏水性。為了方便觀察，先將紅色染劑加到水裡，讓水呈現紅色。實驗結果顯示在沒有疏水性噴劑的衛生紙上，水滴完全展開，吸入衛生紙內。有疏水性噴劑的衛生紙上，水滴形成一顆顆的球狀物，沒有吸入衛生紙內。顯示出防水噴霧可以有效地疏水。接著將疏水性噴劑噴在絲瓜乾的表面。

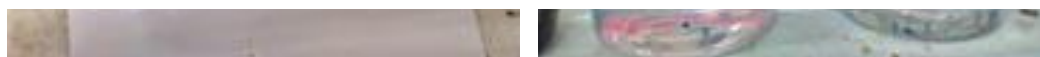


為了要看清楚油，加入藍色色素加入油中。在把油倒入水裡。左

邊放入沒有疏水性噴劑處理的乾燥絲瓜，右邊放入有疏水性噴劑處理的乾燥絲瓜。可以看到左邊的乾燥絲瓜會吸水，有些的絲狀絲瓜絲浸入水中。右邊的絲瓜乾因為有經過疏水噴霧處理，所以會浮在油的表面上。



接著攪拌乾燥絲瓜，可以看到左邊的沒有疏水噴霧處理的乾燥絲瓜在攪拌後，水面有一些小油滴，而在右邊經過疏水噴霧處理的乾燥絲瓜，大部分的油滴都吸附到乾燥絲瓜上。這個實驗可證明，經過疏水噴霧處理的乾燥絲瓜可以有效的吸附油。這時候將吸附油的乾燥絲瓜乾拿起，因為受到重力的影響，原本吸附在乾燥絲瓜表面的油流了下來。顯示需要使用其他的方式，才能將乾燥絲瓜表面的油取出。



## 【實驗二】酵母粉與油：油水乳化

本實驗測試酵母粉可否協助油溶入水中。秤取 1 克的酵母粉，加入油水混合液中。搖晃混合後，靜置數分鐘。在只有水與油的混合液（左邊的試管），呈現油水分開的狀態。在加入酵母粉的油水混合液（右邊的試管），可以清楚地看到水溶液中有小顆的油滴。只是大部份的油依然浮在水面上。



### 【實驗三】酵母粉與紫色桿菌素：吸附

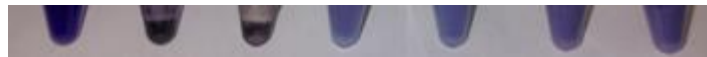
本實驗測試酵母粉可否協助疏水性的紫色桿菌素溶入水中。首先我取出紫色桿菌素 (1 mg) 加入酒精讓它溶解，可以看到液體變成紫色 (下圖 1)。加入水，紫色桿菌素不會溶解 (下圖 2)。這時候我加入酵母菌液 (1 g/ml)，結果發現在酵母菌液中，紫色桿菌素也不會溶解 (下圖 3)。原因可能是當紫色桿菌素已經聚集，外加的酵母菌沒有足夠的力量把它們分開。



所以我改變作法，我將紫色桿菌素先溶解在酒精中，然後再把酒精加到酵母粉裡。我將酒精濃度一個設定在 95%，另外一個是 70%。我發現加入 95% 酒精之後，酵母粉呈現硬塊的情形。但是在 70% 酒精水溶液中，酵母粉能夠懸浮在溶液中。這時候我將溶液裡面的酒精還水完全揮發掉，再把加入水讓酵母粉跟紫色桿菌素均勻混合。



為了清楚地看到實驗結果，我將溶液塑膠管中，藉由離心的方法沉澱不溶物。下圖(1)是紫色桿菌素溶解在甲醇中，沒有沉澱物。(2)紫色桿菌素加入水，紫色桿菌素沒有溶解。(3)是紫色桿菌素加入酵母粉水溶液，紫色桿菌素依然沒有溶解。(4、5)是將紫色桿菌素與酵母粉(1 g/ 1 ml)先用 95% 或 70% 酒精溶解後，混合、抽乾後，再溶解在水中，可以發現紫色桿菌素均勻地懸浮在水中(6、7)是將(4、5)離心，可以發現淡紫色的酵母粉沉澱了，這個實驗顯示紫色桿菌素可以吸附在酵母的表面上，進而懸浮在水裡。



#### **【實驗四】酵母粉與紫色桿菌素：子子致死實驗**

我想做生物活性測試，看看包裹紫色桿菌素的酵母粉可否殺死子子。選擇子子的原因是因為子子是蚊子的幼蟲期，殺死子子可以減少蚊子對人類的危害。另一個原因是酵母粉不會溶解在水中，放久了還是會沉澱下來，所以一種能取食酵母粉的生物，方便觀察。子子會把酵母粉吃進身體裡，這樣吸附在像酵母粉上的紫色桿菌素就能發揮作用。

我選取出 3-4 齡的子子進行實驗，因為比較好分辨識。將子子放入 6 孔盤，每孔裡面裝 5 ml 的水以及 0.1 ml 或 1 ml 的紫色桿菌素酵母粉水溶液，再將總體積調整到 6 ml。

實驗結果發現沒有效果。子子沒死，還會化蛹。我想過要提高紫色桿菌素的濃度，再進行一次實驗。可是紫色桿菌素製造很費時，大



學的實驗室無法再提供給我了。所以我就想是不是還有其他的不溶於水的色素可以用來進行我的實驗。



### 【實驗五】酵母粉與薑黃素：吸附

上網搜尋之後，我發現一種稱之為薑黃素的不溶於水的色素。薑黃素是從薑黃的根部萃取出來的多酚類化合物。之前的研究也發現薑黃素可以用來殺死孢子，但是他們的實驗，也像大部分人一樣使用有機溶劑來溶解薑黃素 (Sagnou et al., 2012)。我就想可不可以使用酵母粉當作載具吸附薑黃素，進行殺死孢子的試驗。依照之前的做法，我將薑黃素 (0.2 mM) 與酵母 (1 g / 1 ml) 分別溶解在酒精裡，混合、抽乾後，再加入水重新溶解 (懸浮)。結果發酵母粉呈現橘紅色的，實驗顯示薑黃素也可以吸附在酵母的表面上。



### 【實驗六】酵母粉與薑黃素：孢子致死實驗

依照之前的做法，我使用 3-4 齡的孢子進行實驗，這次改用 50 ml 的離心管，這樣才可以裝比較多的水。每個離心管裡面裝有 15 隻孢子，總體積是 10 ml。經過 24 小時之後，孢子還是活好好的。與老

師討論之後，我們決定繼續觀察，經過 48 小時以及 72 小時之後，這些子子都沒有死亡的情形，甚至有些已經開始化蛹了。



為什麼我的結果和別人的不一樣呢？和老師討論之後，我們又在網路上找其他的研究成果，發現薑黃素對於 3-4 齡的子子致死率低，對於 1-2 齡的子子致死率比較高。於是我同時進行 1-2 齡與 2-3 齡的子子的致死率。結果如下圖，薑黃素酵母粉確實會殺死較年輕的子子。



1-2齡

2-3齡

### 【實驗七】酵母粉與薑黃素：蚊卵致死實驗

接下來我想知道薑黃素酵母粉是否會抑制蚊卵孵化。我取出 30 顆卵分別放入 50 ml 的離心管，再加入含有 0.1、0.5、以及 1 ml 的薑黃素酵母粉水溶液。同時做了只有酵母粉水溶液或是沒有酵母粉的控制組。結果發現，要有酵母粉，就沒有子子孵化。打開離心管，聞到

臭味，表示水中有的細菌滋生，這可能是造成孢子無法孵化的原因。

## 結論

在油水分離的實驗中，雖然乾燥絲瓜可以吸附油，可是要如何把乾燥絲瓜裡的油取出來，是一個極具挑戰的任務。

在酵母粉吸附疏水性色素的實驗裡，我成功地利用酵母粉協助疏水性色素懸浮在水中。可是使用酵母粉依然有一些限制，例如酵母粉不會溶解，只是懸浮，所以時間久了，就沉澱。此外酵母粉也是很好的營養物質，所以如果不被分解，長時間地在水裡，也可能會孳生細菌導致水質變差。



## 六、評鑑與檢討：

經過這兩個月來的實驗，我學習到如何找尋研究題目。雖然自然界中有許多的有趣的問題，可是要如何設計一個實驗，去探究這些問題，除了自己想，更需要老師在旁協助引導。

我在這兩個月的實驗過程中，學會了基礎的實驗數據蒐集與整理。記錄實驗結果看似簡單，其實是一個很重要的工作。往往我們都只看到自己想要看的，而忽略了事實的真相，特別是當實驗結果不如預期，是很難接受的。但是經過老師耐心的指導，我漸漸了解實驗的結果不如預期，其實也不是件壞事，從當中我可以再找到新的方向，再去嘗試，也許會有更多新奇的發現。

進行這個獨立研究，我得到了很多人的幫忙。首先感謝我的指導老師，費心得教我如何設計實驗，如何進行操作。當遇到問題的時候，引導我找到解決的方法。學校附近的大學實驗室提供我許多的實驗材料，讓我能夠進行實驗。謝謝你們的幫忙讓我的獨立研究可以順利完成。

## 七、參考資料

坎貝爾。(2008). 圖解生物化學: 後基因體世代的生物化學與分子生物學 (第五版). Elsevier Health Sciences TW.

卓貴美。(2000)。圖解生理學。五南圖書出版股份有限公司。

斯蒂克斯。來自印度的香料妙藥。科學人雜誌。61期。2007。

劉廣定。認識水的另一面。科學月刊。2014年7月號535期。

Durán, N., Justo, G. Z., Durán, M., Brocchi, M., Cordi, L., Tasic, L., ... & Nakazato, G. (2016). Advances in *Chromobacterium violaceum* and properties of violacein-its main secondary metabolite: a review. *Biotechnology advances*, 34(5), 1030-1045.

Sagnou, M., Mitsopoulou, K. P., Koliopoulos, G., Pelecanou, M., Couladouros, E. A., & Michaelakis, A. (2012). Evaluation of naturally occurring curcuminoids and related compounds against mosquito larvae. *Acta tropica*, 123(3), 190-195.

Yoshioka, K., & Hashimoto, N. (1983). Cellular fatty acid and ester formation by brewers' yeast. *Agricultural and biological chemistry*, 47(10),

2287-2294.