

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030807

粉色珍珠-探討福壽螺卵中蝦紅素的抗氧化、抗
紫外線及殺菌的能力

學校名稱：花蓮縣私立海星高級中學(附屬國中)

作者： 國一 呂宜甄 國一 周莉芸	指導老師： 葉東茂 黃麗如
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：福壽螺卵、蝦紅素、抗氧化

摘要

本研究主要是利用水萃取福壽螺卵中的蝦紅素，並利用硫酸亞鐵及碘滴定法，以維生素 C 做為比對標準，來判斷蝦紅素抗氧化能力之強弱，接著再利用大腸桿菌及葡萄球菌來檢測其抗 UV 和抑菌的能力，實驗結果顯示不管以硫酸亞鐵或者以碘液滴定法，都可以證實蝦紅素具有抗氧化的能力，但是維生素 C 的抗氧化能力比水萃取的蝦紅素好。也證實原液蝦紅素具有抗 UV 的能力，但抑菌能力要進一步確定。

壹、研究動機

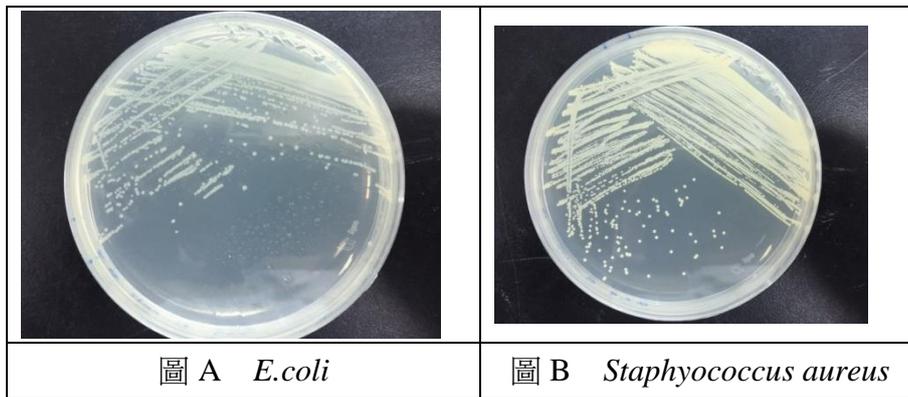
我出去騎腳踏車的時候，常常在一些住家附近的水池旁看見許多福壽螺的紅色卵塊，人們的農作物和整個生態系遭到福壽螺破壞，原因在於他完全沒有天敵。牠的卵內含有大量的蝦紅素，如果卵的成分有利用價值，在被人搶拾之下，福壽螺卵就會大幅減少，我們的生活環境就不會遭到破壞，所以我們想研究福壽螺卵中含有的蝦紅素的特性並且找出可以利用的方法。

貳、研究目的

- 一、萃取蝦紅素。
- 二、探討福壽螺卵內萃取出的蝦紅素是否具有抗氧化的能力。
- 三、探討福壽螺卵內萃取出的蝦紅素是否具有抗 UV 的能力。
- 四、探討福壽螺卵內萃取出的蝦紅素是否具有殺菌的能力。

參、研究設備及器材

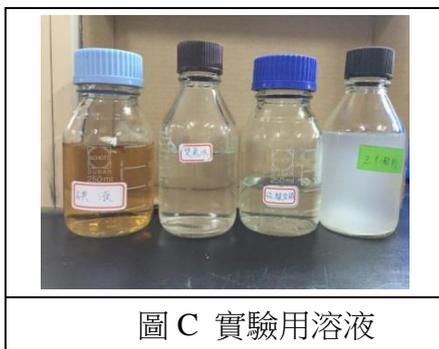
- 一、生物材料：福壽螺卵、大腸桿菌(*E. coli*)、金黃色葡萄球菌(*Staphyococcus aureus*)，以上二株菌株分讓自慈濟大學公共衛生學系，曾俊傑教授實驗室。
- 二、實驗器材：燒杯、滴管(1ml)、試管、試管架、點滴定、三角錐瓶、橡皮管、橡皮塞、L 型玻棒、磁力攪拌機、攪拌棒、漏斗、針筒、量筒、震盪機、離心機、微量分注器、UVA 燈、UVB 燈、UVC 燈、培養皿、滅菌箱、恆溫箱、電子天平。



三、試劑：

(一) 實驗一：硫酸亞鐵 4ml、雙氧水 20ml、標準值：維生素 C (1~10%)。

(二) 實驗二：0.1%澱粉溶液、碘液(0.2~1%)、標準值：維生素 C (0.2~1%)。

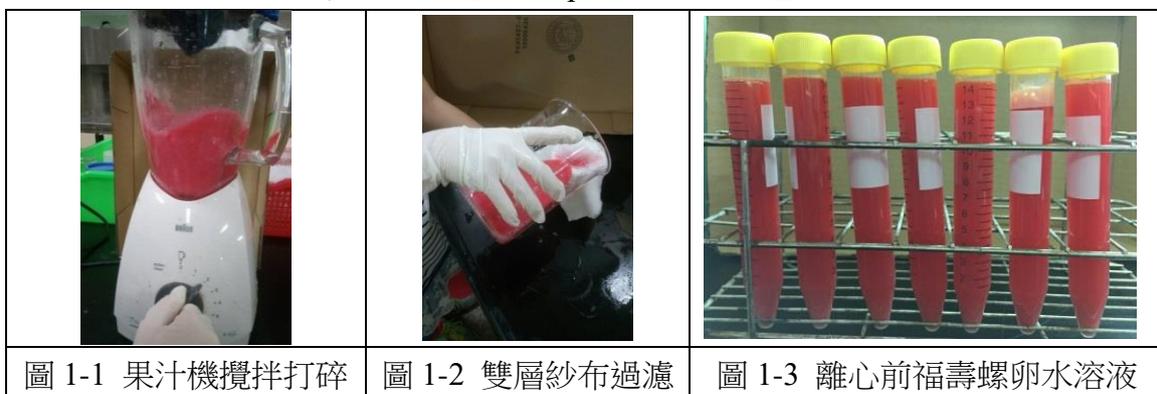


肆、研究過程或方法及結果

一、實驗一：萃取福壽螺卵中的蝦紅素

(一) 方法：

1. 先將採集到的福壽螺卵和等重的蒸餾水 (1 : 1) 混合後，以果汁機攪拌打碎 (如圖 1-1)。
2. 以雙層紗布過濾 2 次後 (如圖 1-2)，將過濾好的溶液倒入 15 ml 離心管中 (如圖 1-3)，放入離心機中以轉速 3000rpm 離心 10 分鐘，如 (圖 1-4)。



3. 離心完成後將上清液倒入 50 ml 離心管中當做原液備用，當天沒有使用完放置 4 °C 冰箱保存。

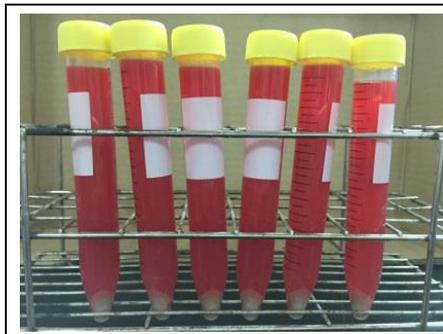


圖 1-4 離心後福壽螺卵水溶液

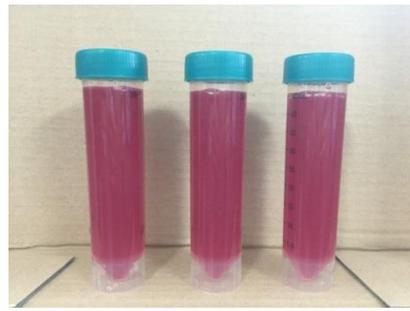


圖 1-5 離心後福壽螺卵水溶液

(二) 結果：

1. 以果汁機攪拌可以將福壽螺卵和蒸餾水均勻地混合，後經兩次雙層紗布過濾可以有效將大型雜質清除，如圖 1-3。
2. 經離心機離心後可以很明顯看到，雜質沉澱在離心管底部，如圖 1-4。
3. 福壽螺卵水萃取原液蝦紅素（以下簡稱蝦紅素），如圖 1-5。

二、實驗二：硫酸亞鐵抗氧化實驗

(一) 實驗原理：

1. 雙氧水加硫酸亞鐵會產生「氫氧自由基」，氫氧自由基會再與雙氧水反應，分解成水和氧氣，所以雖然無法直接測量到「氫氧自由基」的量，但「氫氧自由基」越多相對可產生的氧氣也越多，我們利用排水集氣法收集排出水的體積來測量產生的氧氣量，即可代表產生多少「氫氧自由基」。
2. 我們藉由觀察添加樣品後，雙氧水分解產生的氧氣量來驗證樣品能否消除氫氧自由基，達到抗氧化的作用，如果排出的體積越少表示抗氧化能力越強。

(二) 方法（如圖 2-1、2-2）

1. 配置實驗溶液：

(1) 雙氧水的泡法：用量筒量取 45c.c.雙氧水倒入燒杯，加水稀釋至 150ml。

(2) 硫酸亞鐵的泡法：

A. 取 45 克的硫酸亞鐵道入燒杯，加水稀釋至 100ml，以攪拌棒攪拌使其溶解。

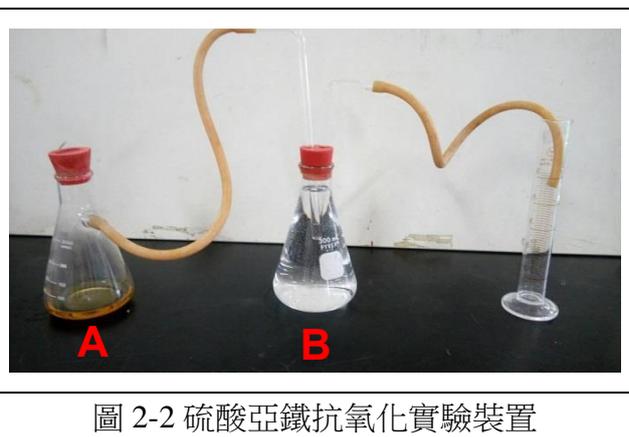
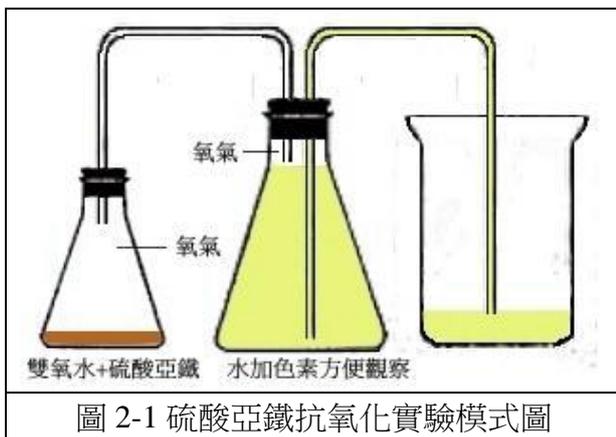
B. 用滴管吸取鹽酸 2ml 加入硫酸亞鐵溶液中，以防制硫酸亞鐵容易氧化變色。

2. 測量抗氧化值：

(1) 準備兩個錐形瓶，A 瓶倒入 20ml 雙氧水，B 瓶裝滿水，用橡皮管連接 A、B 兩瓶，B 瓶再從橡皮塞另一支玻璃管接橡皮管至量杯。

(2) 用滴管吸取 4ml 硫酸亞鐵容液滴入 A 瓶後，將橡皮塞接上，搖動使其均勻。觀察並紀錄 3、5、7 分鐘 B 瓶排出的水量。

(3) 將樣品（維生素 C，1%~10%）或萃取的蝦紅素水溶液，加入含 4ml 硫酸亞鐵容液的 A 瓶後，將橡皮塞接上，搖動使其均勻。觀察並紀錄 3、5、7 分鐘 B 瓶排出的水量。



(三) 實驗結果

1. 以硫酸亞鐵檢測維生素 C 抗氧化能力，結果如表 2-1 及圖 2-3：

- (1) 由實驗結果可看出在沒有加入維生素 C 時，3、5、7 分鐘時的平均排水量分別為 19、67、107.5 ml。
- (2) 排水量隨著維生素 C 濃度增加逐步減少，濃度達 10% 時，在實驗反應 7 分鐘內完全抑制排水。

2. 以硫酸亞鐵檢測蝦紅素抗氧化能力，結果如表 2-2 及圖 2-4：

- (1) 由實驗結果可看出在沒有加入蝦紅素時，3、5、7 分鐘時的平均排水量分別為 49.5、138、257 ml。
- (2) 排水量隨著蝦紅素濃度增加逐步減少，原液的抗氧化能力最強。
- (3) 由實驗結果知道福壽卵中的蝦紅素，具有抗氧化能力。

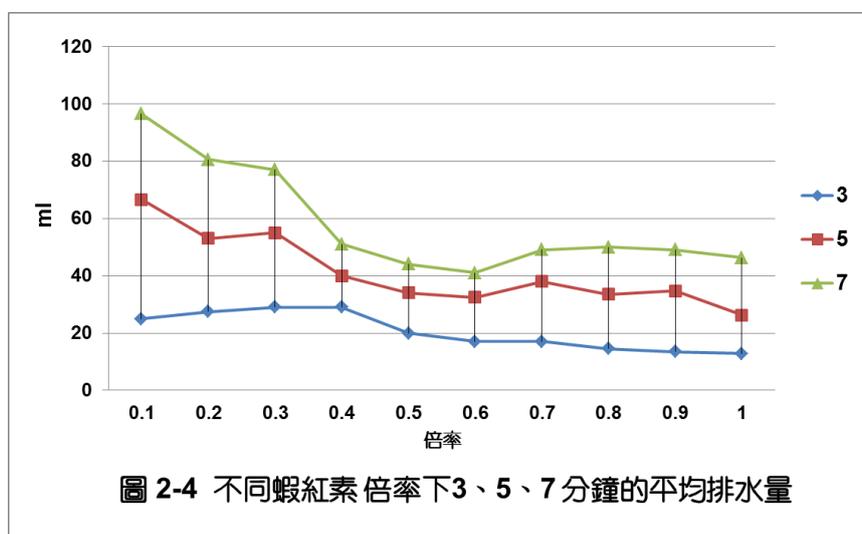
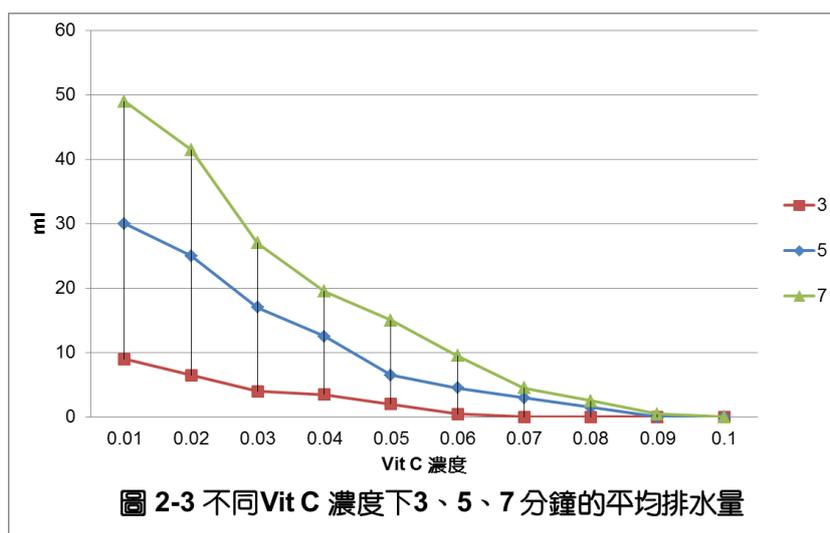
表 2-1 在加入不同維生素 C (Vit C) 濃度下的排水量 (ml) 變化

時間 (分) \ VitC 濃度	3			5			7		
	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均
1%	9	9	9	30	30	30	48	50	49
2%	6	7	6.5	23	27	25	38	45	41.5
3%	4	4	4	15	19	17	24	30	27
4%	3	4	3.5	10	15	12.5	18	21	19.5
5%	2	2	2	6	7	6.5	13	17	15
6%	1	0	0.5	5	4	4.5	10	9	9.5
7%	0	0	0	3	3	3	4	5	4.5
8%	0	0	0	2	1	1.5	3	2	2.5
9%	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5
10%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0%	14	24	19	66	68	67	105	110	107.5

表 2-2 在加入不同蝦紅素倍率下的排水量 (ml) 變化

時間 (分) 蝦紅素倍率*	3			5			7		
	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均
0.1	28	22	25	66	67	66.5	98	95	96.5
0.2	25	30	27.5	46	60	53	69	92	80.5
0.3	34	24	29	60	50	55	82	72	77
0.4	33	25	29	45	35	40	58	44	51
0.5	19	21	20	32	36	34	42	46	44
0.6	18	16	17	30	35	32.5	38	44	41
0.7	15	19	17	33	43	38	49	49	49
0.8	15	14	14.5	33	34	33.5	49	51	50
0.9	13	14	13.5	34	35.5	34.75	48	50	49
1	12.5	13.2	12.85	27.5	25	26.25	47.5	45	46.25
0	49	50	49.5	136	140	138	254	260	257

*備註：以實驗一所得的原液作倍率稀釋



三、實驗三：碘液滴定法抗氧化實驗

(一) 實驗原理：碘滴定為氧化還原之方法，當碘液滴入澱粉時，會使液體呈現藍黑色，但因維生素 C 有抗氧化之能力，會使碘液跟澱粉混合物中的碘還原成無色之碘離子，所以混合物中的藍黑色粒子消失，持續滴入碘液後藍黑色粒子消失速率減緩，表示抗氧化能力逐漸下降，當抗氧化能力消耗完後，則藍黑色粒子不會再消失，此時為滴定終點，紀錄碘液消耗的量，消耗越多碘液表示抗氧化能力越佳。

(二) 方法

1. 配置澱粉指示劑：

- (1) 量取 200ml 逆滲透水。
- (2) 量取 4g 的玉米粉。
- (3) 將 (1)、(2) 混合後，磁石攪拌機加熱攪拌至沸騰。
- (4) 冷卻至室溫備用。

2. 測量抗氧化值：

- (1) 將樣品（維生素 C，0.2%~0.1%）或萃取的蝦紅素水溶液分別取 10 mL 加入 5%的澱粉指示劑 4 mL。
- (2) 碘液稀釋 50 倍後待用。
- (3) 利用磁石攪拌機攪拌待測樣品，將稀釋後碘液緩慢加入樣品內，滴至樣品顏色轉為藍黑色，即為滴定終點。



圖 3-1 碘滴定法實驗裝置



圖 3-2 滴定開始

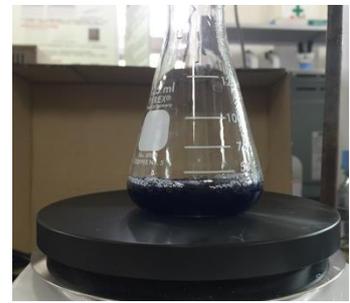


圖 3-3 滴定終點

(三) 結果

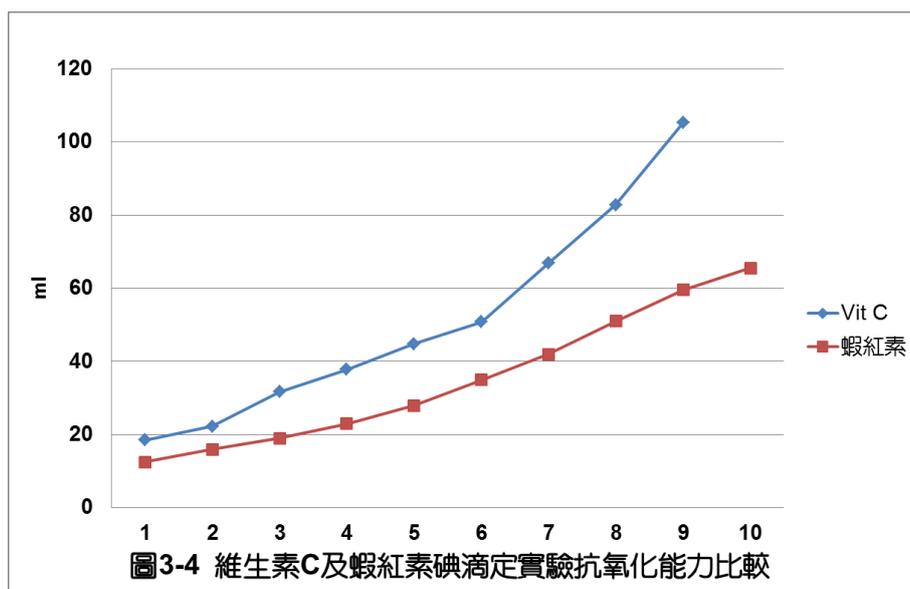
1. 以點滴定檢測維生素 C 抗氧化能力，結果如表 3-1 及圖 3-4。本次研究將實驗用維生素 C 濃度，做 0.2%~1% 的配置，0.20% 濃度之平均滴定碘液量為 18.5 mL，0.3% 濃度之平均滴定碘液量為 22.25 mL，所以 0.3% 濃度抗氧化能力比 0.20% 濃度高，以此類推本次實驗中 1% 濃度的維生素 C 抗氧化能力最大。
2. 以點滴定檢測蝦紅素抗氧化能力，結果如表 3-2 及圖 3-4。原液的抗氧化能力最高平均滴定碘液量為 65.5 mL。

表 3-1 不同維生素 C (Vit C) 濃度
碘滴定法所需毫升 (ml) 數的變化

Vit C 濃度	次數		
	1	2	平均
0.20%	18	19	18.5
0.30%	23.5	21	22.25
0.40%	31	32.5	31.75
0.50%	38	37.6	37.8
0.60%	45.5	44.2	44.85
<u>0.70%</u>	<u>51.6</u>	<u>50</u>	<u>50.8</u>
0.80%	66.8	67	66.9
0.90%	82	83.6	82.8
1%	104	106.5	105.25

表 3-2 不同蝦紅素倍率
碘滴定法所需毫升 (ml) 數的變化

蝦紅素倍率*	次數		
	1	2	平均
0.1	10	15	12.5
0.2	13	19	16
0.3	17	21	19
0.4	21	25	23
0.5	27	29	28
0.6	35	35	35
0.7	41	43	42
0.8	50	52	51
0.9	58	61	59.5
1	64	67	65.5



四、實驗四：蝦紅素抗 UV 試驗

(一) 方法

1. 微量分注器分別吸取大腸桿菌及葡萄球菌，各 100 ul 菌液，分別滴入培養基上用 L 形玻棒塗抹均勻備用，塗兩片其中一片要在蓋子上塗抹蝦紅素。
2. 葡萄球菌也重複上述步驟
3. 分別使用和培養皿相距 5 公分的 UV-A、UV-C
4. 把照射 30 分鐘後的培養基放置於 37°C 恆溫箱內，培養 18-24 小時後判讀。

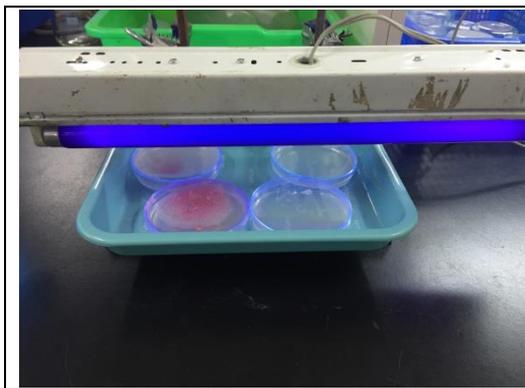


圖 4-1 UVA 燈照射

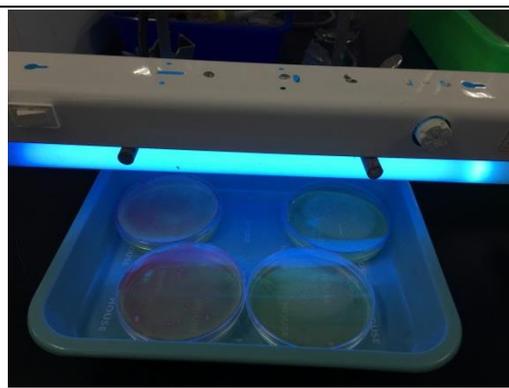


圖 4-2 UVC 燈照射

(二) 結果：

1. 使用 UV-A 燈管照射大腸桿菌和金葡萄球菌，結果不管有無塗蝦紅素都無明顯差異。
2. 使用 UV-C 燈管照射，我們發現到有塗蝦紅素的大腸桿菌和金葡萄球菌培養基，如圖 4-3B 及圖 4-4B，皆生長良好，反觀無塗抹蝦紅素的培養基上的細菌因遭受 UV-C 燈照射所以生長狀況差。

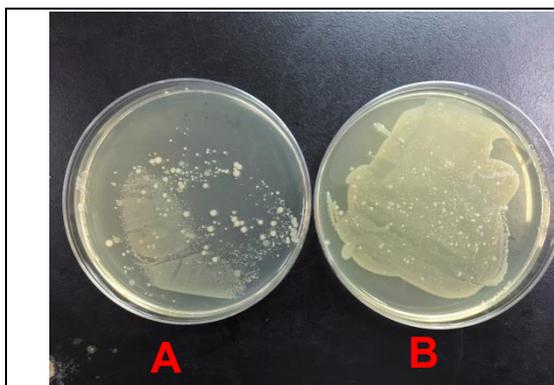


圖 4-3 UV-C 燈照射大腸桿菌培養狀況
A 無塗抹蝦紅素，B 有塗抹蝦紅素

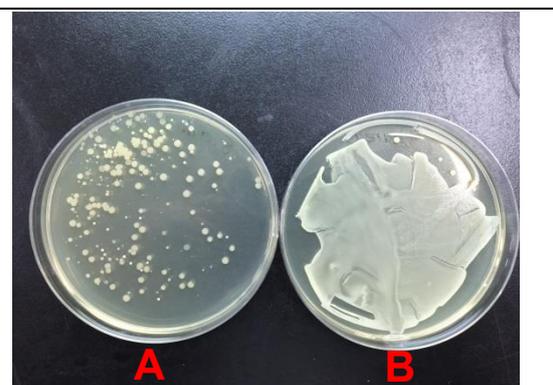


圖 4-4 UV-C 燈照射葡萄球菌培養狀況
A 無塗抹蝦紅素，B 有塗抹蝦紅素

五、實驗五：蝦紅素的抑菌試驗

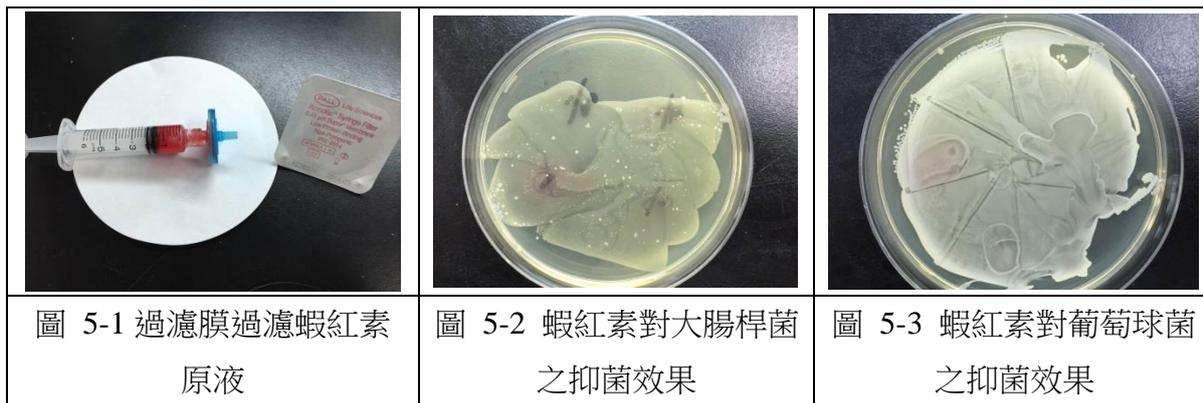
(一) 方法

1. 首先利用 0.22 μm 過濾膜過濾蝦紅素原液，得到無菌蝦紅素用來進行殺菌試驗。
2. 取二個培養基，用奇異筆在底部，並分別標示大腸桿菌及葡萄球菌。
3. 以微量分注器吸取 100 μl 菌液，滴入培養基上用 L 形玻棒塗抹均勻，待其表面乾燥後備用。
4. 在以微量分注器吸取 50 μl 無菌蝦紅素，滴在步驟 3 培養基表面。
5. 待其表面乾燥後，再將培養基倒置於 37 $^{\circ}\text{C}$ 恆溫培養箱中，培養 18-24 小時後判讀。

(二) 結果

1. 在過濾蝦紅素原液時因雜質太多，在利用 0.22 μm 過濾膜過濾時造成阻塞，後來經過二次過濾及離心 2 次後才解決這個問題，如圖 5-1。
2. 由圖 5-2 和圖 5-3，可以發現蝦紅素對大腸桿菌及葡萄球菌的抑菌效果不好，但是由圖

5-3 見到蝦紅素對抑制葡萄球菌的效果比大腸桿菌好。



伍、討論

福壽螺雖然是台灣常見的危害螺類，但是它的卵卻含大量的蝦紅素，蝦紅素擁有非常良好的抗氧化能力、抗 UV 的能力及抑菌能力，本研究討論如下：

一、蝦紅素的簡介

(一) 蝦紅素分子式為 $C_{40}H_{52}O_4$ ，分子量為 596.8，又稱為蝦青素，廣泛存在於動植物、藻類、微生物體中葉黃素類的色素。能抗 UV、消除自由基、抗老，有助於防治時差症，具有非常廣泛的保健功能，蝦紅素結構中的羥基和酮基構成 α -羥基酮，其結構能夠提供電子給自由基(free radical)，或是吸引自由基的未配對電子以捕捉自由基，阻斷脂質氧化的連鎖反應，進而保護細胞膜及 DNA，效用更勝 β -胡蘿蔔素、維生素 E 等抗氧化物質。

二、硫酸亞鐵抗氧化實驗結果的探討：

(一) 因為本次實驗無法定量蝦紅素的真實濃度，為方便比較維生素 C 及蝦紅素抗氧化能力的強度，我們設計以下公式，用以計算兩者的抗氧化能力（以百分比顯示）：

1. 公式

$$x\% = \frac{\text{未加維生素 C 的排水量} - \text{有加維生素 C 排水量}}{\text{未加維生素 C 的排水量}} \times 100\%$$

2. 例如：由表 2-1，知道 1%濃度的維生素 C 反應時間 3 分鐘時，其排水量為 9，未加維生素 C 反應時間 3 分鐘時，其排水量為 19，根據公式計算 1%濃度的維生素 C 的抗氧化能力為： $(19-9/19) \times 100\%=52.6\%$ ，根據以上的公式以此類推，得到的結果，如表 2-3 及如圖 2-5。

3. 抗氧化能力最高以 100% 表示，10%濃度的維生素 C 在反應時間 3、5、7 分鐘時，其抗氧化能力皆為 100%。反之原液蝦紅素在反應時間 3、5、7 分鐘時，其抗氧化能力分別為 **74.04%**、**80.98%** 及 **82.00%**。

(二) 根據以上說明本次實驗中以硫酸亞鐵方法檢測維生素 C 及蝦紅素抗氧化能力，結果顯示維生素 C 的抗氧化能力比本實驗以水萃取的蝦紅素好。

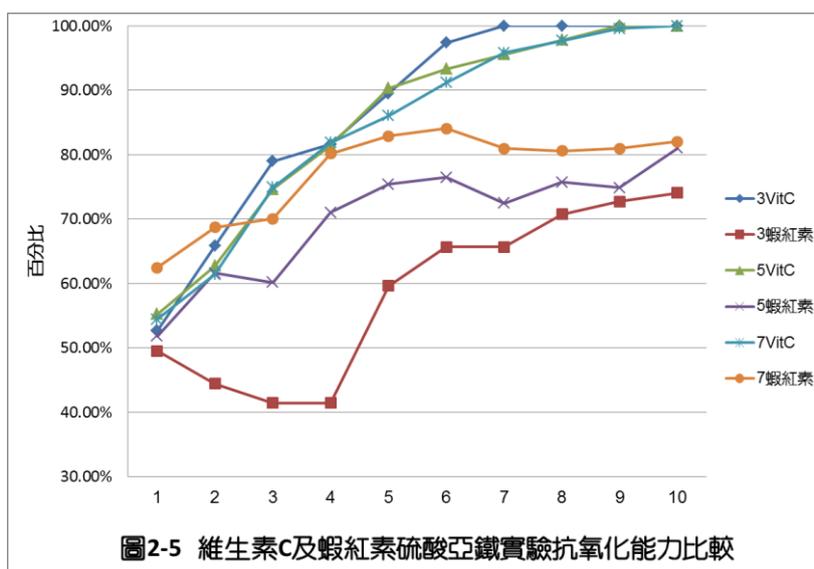


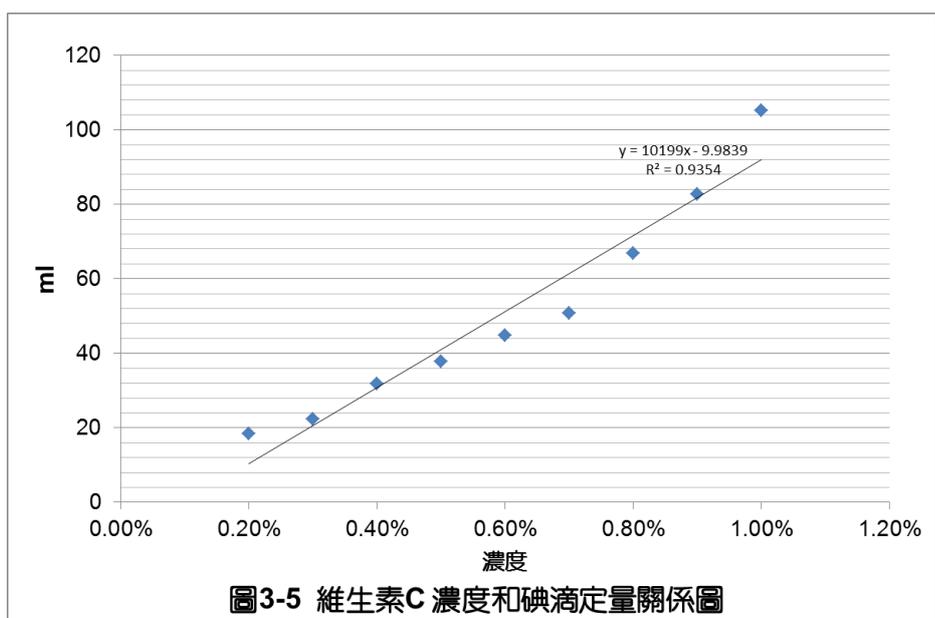
表 2-3 以硫酸亞鐵檢測維生素 C 和蝦紅素的抗氧化能力

能力(%) Vit C 濃度	反應時間(分)					
	3		5		7	
	VitC ¹	蝦紅素 ²	VitC	蝦紅素	VitC	蝦紅素
1%	52.63	49.49	55.22	51.81	54.42	62.45
2%	65.79	44.44	62.69	61.59	61.40	68.68
3%	78.95	41.41	74.63	60.14	74.88	70.04
4%	81.58	41.41	81.34	71.01	81.86	80.16
5%	89.47	59.60	90.30	75.36	86.05	82.88
6%	97.37	65.66	93.28	76.45	91.16	84.05
7%	100.00	65.66	95.52	72.46	95.81	80.93
8%	100.00	70.71	97.76	75.72	97.67	80.54
9%	100.00	72.73	100.00	74.82	99.53	80.93
10%	100.00	74.04	100.00	80.98	100.00	82.00

備註：¹VitC 的抗氧化能力，²蝦紅素抗氧化能力

三、碘液滴定法抗氧化實驗結果的探討：

(一) 我們根據本次實驗所得的數據，將維生素 C 濃度和碘滴定法所需毫升(ml)數製成 XY 散佈圖，並獲得直線回歸方程式， $y = 10199x - 9.9839$ ， $R^2 = 0.9354$ ，如圖 3-5。



(二) 利用上述直線回歸方程式，轉換蝦紅素倍率和維生素 C 濃度之間關係，如表 3-3。原液蝦紅素和濃度 0.54% 維生素 C 的抗氧化能力相同。

表 3-3 蝦紅素倍率和維生素 C 濃度之間關係

蝦紅素倍率	碘滴定法所需平均毫升	直線回歸方程式轉換 Vit C 濃度
0.1	12.5	0.02%
0.2	16	0.06%
0.3	19	0.09%
0.4	23	0.13%
0.5	28	0.18%
0.6	35	0.25%
0.7	42	0.31%
0.8	51	0.40%
0.9	59.5	0.49%
1	65.5	0.54%

四、蝦紅素抗 UV 實驗結果的探討：

(一) 從文獻中我們知道紫外線-C (UV-C) 對於危害人體的細菌、病毒、微生物....等，有極大的摧毀作用。其殺菌原理是直接破壞其生命中樞 DNA (去氧核糖核酸) 及 RNA (核糖核酸) 的結構，使其立即死亡或喪失繁殖能力。一般經紫外線-C (UV-C) 照射 1~2 秒鐘內就可達到滅菌的效果。例如 100% 殺滅細菌所需的時間 (秒)，大腸桿菌為 0.36 秒，葡萄球菌為 1.23 秒。

- (二) 我們從文獻得知塑膠蓋會引響 UV 燈光的照射，雖然本次實驗是直接照射紫外線，但是因為有培養皿的蓋子會隔絕紫外線，所以細菌沒有完全被殺死（如圖 4-3A、4-4A），仍然能夠由實驗結果明確知道蝦紅素具有抗 UV 的能力（如圖 4-3B、4-4B）。
- (三) 實驗過程發現蝦紅素會形成微微混濁的一層在蓋子保上，我們推測這就是蝦紅素能夠保護細菌的原因。

五、蝦紅素的抑菌試驗結果的探討：

- (一) 雖然文獻上有提到蝦紅素有抑菌效果，但本次實驗無法有效地證實這一個結果，可能是實驗方法不佳。
- (二) 本次實驗的方法採取將菌液塗抹在培養基表面上，再將蝦紅素直接滴在培養基表面方式，觀察它是否具有抑菌能力。另一種方式是先將蝦紅素和菌液混合作用後一段時間後，再將混合液塗抹在培洋基表面上，或許可以觀察到蝦紅素的抑菌效果。

陸、結論

本研究主要是利用水萃取福壽螺卵中的蝦紅素，並利用硫酸亞鐵及碘滴定法，並以維生素 C 做為比對標準，來判斷萃取物抗氧化能力之強弱，接著再利用大腸桿菌及葡萄球菌來檢測其抗 UV 和抑菌的能力，主要結論如下：

- 一、以硫酸亞鐵方法檢測抗氧化能力，證實蝦紅素具有抗氧化的能力，但是維生素 C 的抗氧化能力比本實驗以水萃取的蝦紅素好。
- 二、以碘液滴定法檢測抗氧化能力，原液蝦紅素和濃度 0.54% 維生素 C 的抗氧化能力相同。
- 三、證實原液蝦紅素具有抗 UV 的能力，但抑菌能力要進一步確定。

柒、參考資料及其他

- 一、改過遷善的紅衛兵—福壽螺卵的秘密。第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書，取自 <http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=818>。
- 二、氧氣得意—蔬果的抗氧化能力。取自 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/elementary/081529.pdf>。
- 三、紫外線-C (UV-C) 殺菌原理與知識。取自 http://www.teamye.com.tw/uv-c/uv_c_a.htm。
- 四、蔡文成。1998。實用臨床微生物診斷學。藝軒圖書公司。
- 五、羅郁中。2003。台灣六種野生植物果實之抗氧化功能評估。中央研究院高中生命科學資優生培育計畫專題研究報告。

【評語】 030807

- 1.口頭報告未能充分表達研究緣起、目的、方法及結果。
- 2.蝦紅素之抗氧化機制宜由網路獲取資料再行研判。
- 3.蝦紅素之定量(mg/dl)或色度（吸光度）不清楚。
- 4.蝦紅素目前實際應用概況及價值應介紹。