

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030318

「藻汁」如此，「再生」一次!

學校名稱：桃園市立慈文國民中學

作者： 國三 吳旻諺 國三 王守辰 國三 張辰維	指導老師： 賴昱龍
---	------------------

關鍵詞：綠球藻、渦蟲、再生

摘要

在水族館中購買的毬藻 (*Aegagropila linnaei*) 發現從藻絲成長快可能具備促進細胞再生能力。我們利用再生能力強的渦蟲進行毬藻汁測試。毬藻成大型實心球狀，藻絲二分叉。在不同毬藻汁濃度下，對完整渦蟲的成長並無顯著差異 (成長率為 5%~ 10%)，但受切割渦蟲在 0.5% 毬藻汁的處理下，再生能力表現最佳，可見低濃度毬藻汁可提升組織修復能力，而高濃度的毬藻汁會妨提高死亡率。將渦蟲切割後照射紫外光，結果指出紫外光的確造成細胞傷害，使再生能力減緩，而以 0.5% 毬藻汁處理後，渦蟲再生率明顯提升約 15%。另僅以 0.5% 毬藻汁處理傷口 24 小時，其再生率更加提高約 10%，可見毬藻汁中的再生因子短時間即可進入體中發揮作用，且前兩天為再生的關鍵期。

壹、 研究動機

在國中生物下冊課本介紹原生生物界時，提及藻類對人類食品生活有許多重要性，包括食用石花菜、昆布及提煉瓊脂等，更有一群被認為是植物界祖先的藻類-綠藻，其在地球光合作用的貢獻中，占有一席之地。人類開始有計劃地大量培養綠藻，開始於第一次世界大戰期間。二次大戰之後，以美國、德國為主的光合成學者也相繼投入綠藻的研究，同時開啟日本綠藻培植朝向商業化發展的第一扇門（González, 1997）。其中我們當時注意到當時受歡迎的綠藻商品—毬藻，因具有圓滑球形，且容易培養，因而受到大眾注意。

毬藻(學名 *Aegagropila linnaei*)，或稱作綠球藻（日語：毬藻、マリモ）、球藻，是一種淡水性的綠藻，但在淡鹹混合水（鹽度 0.5-30‰）的水域中也可發現。天然分布於北半球高緯度地區的湖中，如日本、冰島和愛沙尼亞等地皆被發現。毬藻當初在水中自由漂浮的絲狀個體，通常會集成成一簇，形成一片綠色的絨毯。細絲狀的個體在某些情況下會形成綠色球狀集合體，絲狀的綠藻個體從中心輻射狀往外生長，形成大小不等的球體，外觀看起來就像是綠色的毛線球，大小從直徑 1 公分到 30 公分都有。

野生毬藻的球狀體的平均生長速度約為每年 5 mm。日本研究指出以 5~22℃ 培養 5 個月的結果表明，5℃ 生長最慢（成長速率為 1~1.5 mm/月），而 22 度生長最快（23mm/月）。毬藻能從絲狀個體成長為實心球體，且每年都能持續成長，甚至在接近常溫條件下，生長快速，可能毬藻具有某些重要成分(成長因子、營養成分等)，幫助個體成長。而很多報導也指出其他種類的毬藻，與促進細胞生長和組織修復有關，如一種綠藻：*Chlorella vulgaris* 可以在一日之內完成兩次以上的細胞分裂，產生四個新細胞；而每一新細胞又有足夠養份和能量獨立生長，生生不息地繼續細胞分裂(Bashan, 2000)，具有快速的繁殖能力與旺盛生命力。

可惜關於毬藻的研究極少，但也引起我們好奇心，想更深入探討神秘的毬藻，是否有促進細胞分裂，幫助細胞成長的功效。我們利用渦蟲行斷裂生殖，細胞分裂快速的特性，當添加毬藻汁後，觀察是否有助於渦蟲細胞再生。此外，我們更進一步討論，若以紫外光 UVA (波長 320~400 nm) 照射渦蟲切口，使組織細胞被破壞後，再添加毬藻汁，並針對傷口以複式顯微鏡鏡檢，觀看其復原情形。期望藉由這次研究，能找出毬藻對增進細胞再生的益處，甚至未來可以運用在生物醫療等方面。

貳、 研究目的

- 一、觀察實驗生物
 - (一) 觀察毬藻(Marimo)
 - (二) 觀察渦蟲(Girardia)
- 二、毬藻汁的製備
- 三、測試可能促進渦蟲再生之毬藻汁濃度範圍
- 四、探討未切割渦蟲在不同濃度毬藻汁的「自然生長」情形
- 五、探討已切割渦蟲在不同濃度毬藻汁的「再生」情形
- 六、以短暫紫外線照射導致渦蟲細胞傷害
 - (一) 利用複式顯微鏡觀察渦蟲在各濃度切口變化情形
 - (二) 探討毬藻汁對已切割渦蟲片段再生的影響

參、 研究設備及器材

一、 器材：

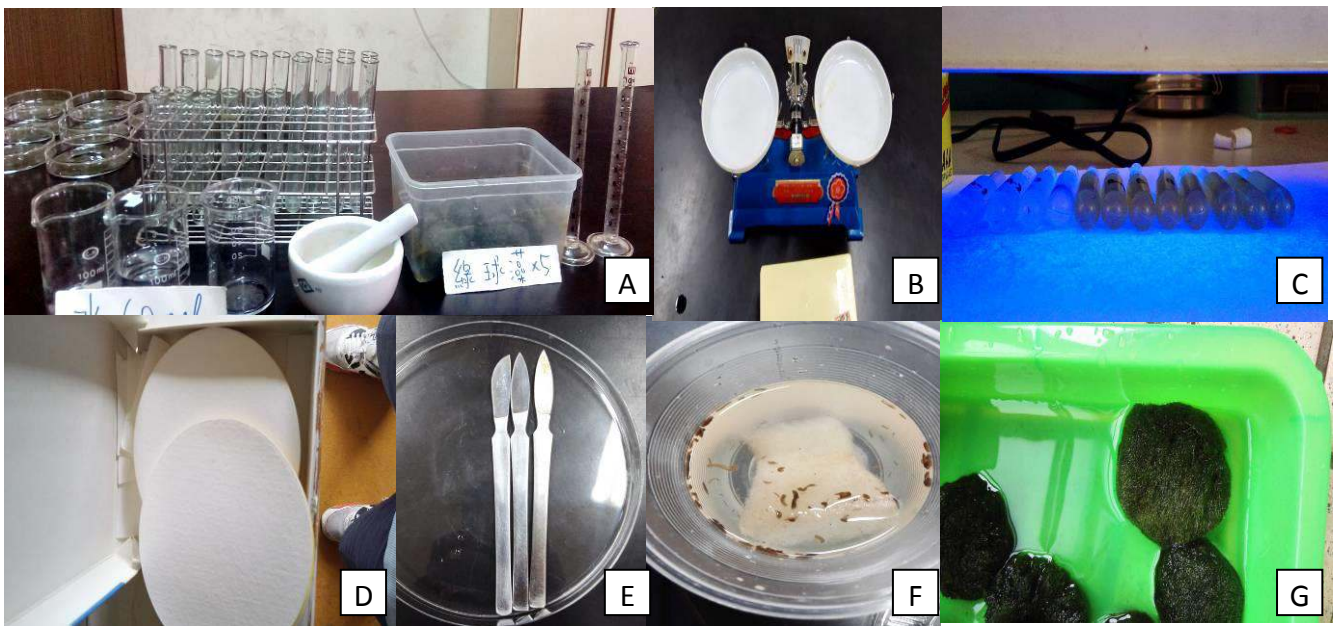
燒杯 100ml，200ml，500ml、濾紙、解剖刀、剪刀、封口膜、75%酒精(消毒用)、標籤紙、保鮮膜、橡皮管、夾子、玻璃漏斗、量筒、塑膠滴管、研鉢及玻棒、直尺、培養皿

二、 設備：

果汁機、筆記型電腦、上皿天平、紫外燈管、複式光學顯微鏡、水族箱、打氣馬達、照相機(BBK X1S)

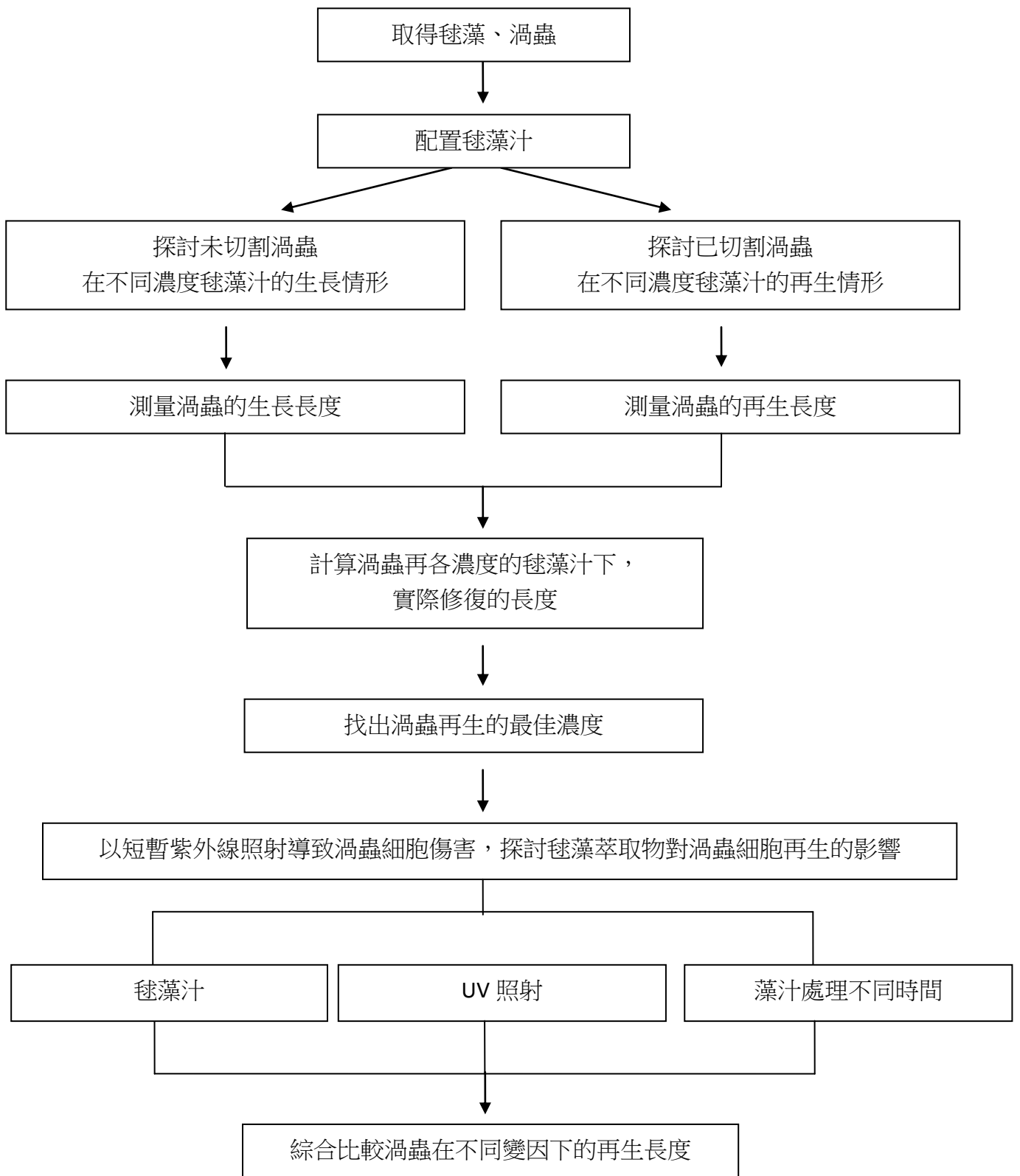
三、 藥品：

75%酒精



圖一、實驗材料：(A)培養皿、試管、燒杯、量筒及研鉢 (B)砝碼天平 (C)紫外光燈 (D)濾紙 (E)解剖刀 (F)渦蟲 (G)毯藻

肆、 研究過程與方法



一、取得毬藻與渦蟲

(一)毬藻(Marimo)

- 1.來源：水族館、網路商店(原產地：日本 阿寒湖)。
- 2.形態：絲狀的綠藻個體從中心輻射狀往外生長形成大小不等的球狀集合體。
- 3.飼養方式：將毬藻放置在常溫下、半日照、半個月換水(自來水)一次。
- 4.以複式顯微鏡觀察藻絲。
- 5.分類：學名：*Aegagropila linnaei*
 - 界：原生生物界 (Protist)
 - 門：綠藻門 (Chlorophyta)
 - 綱：石蓴綱 (Ulvophyceae)
 - 目：剛毛藻目 (Cladophorales)
 - 科：剛毛藻科 (Cladophoraceae)
 - 屬：球藻屬 (*Aegagropila*)
 - 種：毬藻 (*Aegagropila linnaei*)

(二)渦蟲

- 1.來源：水族館
- 2.形態：渦蟲長約1公分，頭部成三角形，具眼點。腹面有口咽。
- 3.飼養方式：飼養於飼養箱，每周餵食(具有蛋白質的食物)且換水一次。
- 4.以複式顯微鏡觀察渦蟲特徵，並利用檢索表協助鑑定。
- 5.分類：
 - 界：動物界(*Animalia*)
 - 門：扁形動物門(*Platyhelminthes*)
 - 綱：渦蟲綱(*Turbellaria*)
 - 目：三腸目(*Tricladida*)
 - 科：三角科(*Dugesidae*)
 - 屬：格雷蒂亞屬(*Girardia*)

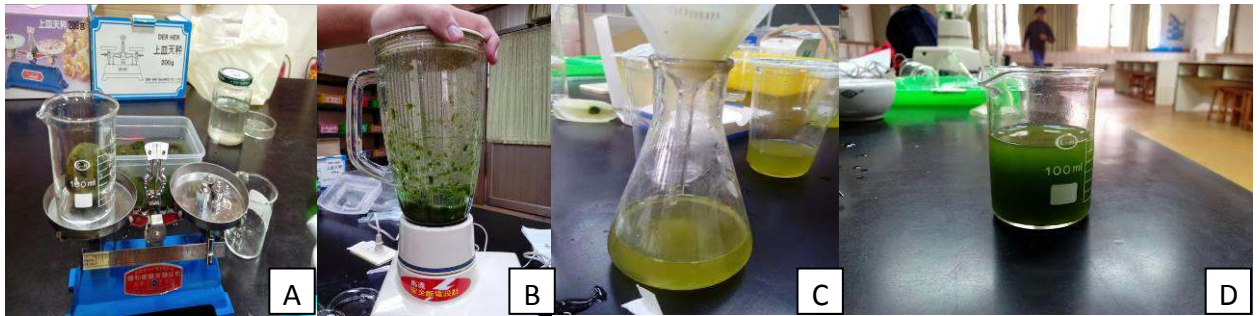
二、毬藻汁製備

- (一)取毬藻將水擠出後秤得 1g，用吹風機烘乾後再秤量其質量，算出毬藻內的含水程度(烘乾後毬藻質量/擠乾後的毬藻質量*100%)。

(二)將毬藻的水壓出，按比例取 6 克毬藻及 24 毫升的無菌水，放入果汁機攪拌 1 分鐘成汁。

(三)將毬藻汁以潤濕的濾紙過濾。

(四)以濾液做為濃度 100%的原汁，並用無菌水調配成下列濃度：0%(對照組)、0.5%、1%、3%、5%、15%。



圖二、毬藻汁配製：(A)量取適量毬藻 (B)果汁機攪碎 (C)濾紙過濾 (D)100%毬藻汁

三、測試可能促進渦蟲再生之毬藻汁濃度範圍：

(一)每組三隻渦蟲，測量其靜止長度。

(二)以解剖刀將其一分為三，並記錄前段、中段、後段的靜止長度。

(三)切割渦蟲後，分配於 A~R 試管中。(每管為一個渦蟲個體的三片段)

(四)每日觀察其後續各段的長度並記錄十天。

四、探討未切割渦蟲在不同濃度毬藻汁的「自然生長」情形：

(一)取 0%、0.5%、1%、3%、5%、15%的毬藻汁各 10 ml 到透明培養皿。

(二)在各個濃度的培養皿中分別放置 30 隻渦蟲。

(三)在各培養皿下放置一張方格紙，並用相機連續拍攝。

(四)測量渦蟲原長，並計算出平均長度。

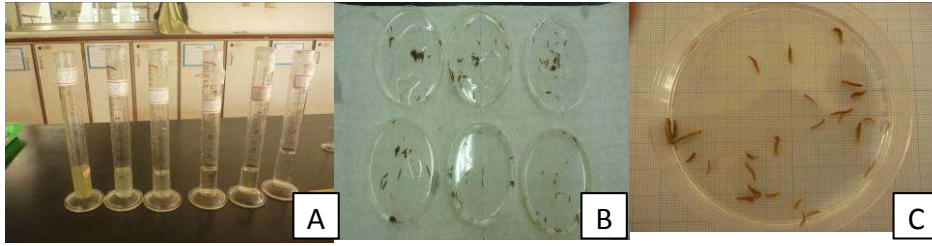
(五)每天換培養液，並於第三天投入飼料。

(六)每天皆利用相機拍攝，以方格紙計算渦蟲長度。

(七)測量渦蟲放置於毬藻汁五天內的生長情況。

(八)以下列公式計算自然生長率：

$$\text{自然生長率} = (\text{渦蟲生長後長度} - \text{渦蟲原長}) \div \text{渦蟲原長} \times 100\%$$



圖三、計算完整渦蟲在不同濃度毬藻汁的「自然生長」(A)配置不同濃度毬藻汁 (B)每組準備 30 隻渦蟲 (C)背景放方格紙並拍攝以計算渦蟲長度

五、探討已切割渦蟲在不同濃度毬藻汁的「再生」情形：

- (一)取 0%、0.5%、1%、3%、5%、15%的毬藻汁各 10 ml 到透明培養皿。
- (二)在各個濃度的培養皿中分別放置 30 隻渦蟲。
- (三)以消毒過的解剖刀將 30 隻渦蟲對半切割，形成 60 個渦蟲片段。
- (四)在各培養皿下放置一張方格紙，並用相機連續拍攝。
- (五)測量渦蟲片段原長，並計算出平均長度。
- (六)每天換培養液，並於第三天投入飼料。
- (七)每天皆利用相機拍攝，以背景方格紙計算渦蟲長度。
- (八)以下列公式計算渦蟲片段再生率：

$$\text{渦蟲片段再生率} = (\text{渦蟲再生後長度} - \text{渦蟲原長}) \div \text{渦蟲原長} \times 100\%$$

六、以短暫紫外線照射導致渦蟲細胞傷害，探討毬藻汁對已切割渦蟲片段再生的影響

- (一)取 5 個培養皿標示 A~E，A 和 B 組各置 30 隻渦蟲於 10 ml 的無菌水，C、D 和 E 組各置 30 隻渦蟲於 10 ml 的 0.5% 毬藻汁。
- (二)以消毒過的解剖刀將 30 隻渦蟲對半切割，形成 60 個渦蟲片段。
- (三)在各培養皿下放置一張方格紙，並用相機連續拍攝。
- (四)測量渦蟲片段原長，並計算出平均長度。
- (五)將 A、C 及 E 組三組置於紫外光燈管下照射 1 分鐘。
- (六)每組皆每天置換新鮮培養液(如下表)，第三天投入食物。

組別	A 組	B 組	C 組	D 組	E 組
渦蟲	30 隻(60 片段)	30 隻(60 片段)	30 隻(60 片段)	30 隻(60 片段)	30 隻(60 片段)
施予 UVA 1 分鐘	O	X	O	X	O
培養液	全程無菌水。	全程無菌水。	全程 0.5% 毬藻 汁。	全程 0.5% 毬藻 汁。	第一天： 0.5% 毬藻汁 第二天以後： 無菌水。

(七)每日在各培養皿下放置一張方格紙，並用相機連續拍攝。

(八)測量渦蟲片段長度，並計算平均長度。並以下列公式計算渦蟲片段再生率：

$$\text{渦蟲片段再生率} = (\text{渦蟲再生後長度} - \text{渦蟲原長}) \div \text{渦蟲原長} \times 100\%$$

(九)利用複式顯微鏡檢查各組渦蟲的傷口再生情形。

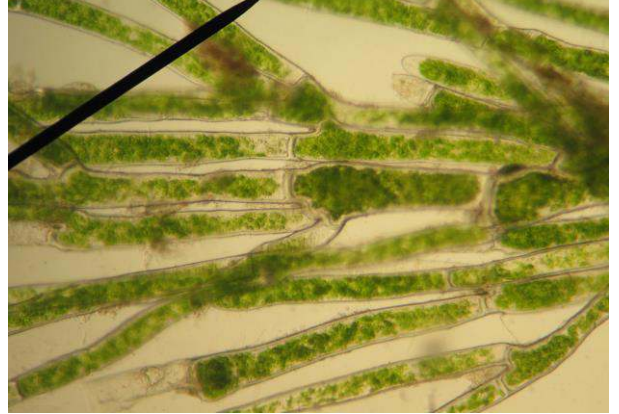
伍、研究結果

一、取得毬藻與渦蟲：

(一) 毬藻



(A)

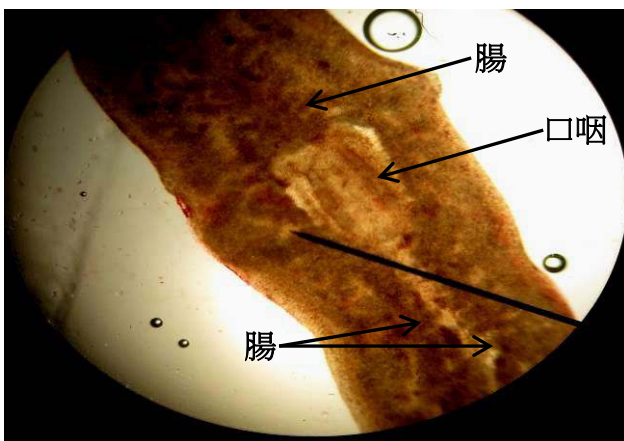


(B)

圖四、毬藻之外部型態與藻絲細部結構 (A)毬藻剖面 (B)以 40 倍放大毬藻藻絲

本實驗使用的毬藻成大型球狀，經剖面可發現此為實心球狀(圖四(A))，藻絲由球心向外輻射聚集，內部排列較疏鬆，外部排列緊密，初步推測內部有助於儲存空氣，外部緊密藻絲有助於防止異物進入。然而在放大 40 倍的複式顯微鏡下觀察本實驗毬藻(圖四(B))，發現藻絲呈多細胞絲狀，細胞內含有網狀分布的葉綠體，且藻絲呈二分岔狀。經綠藻檢索表可知，屬於剛毛藻科。與毬藻的已知分類相符。

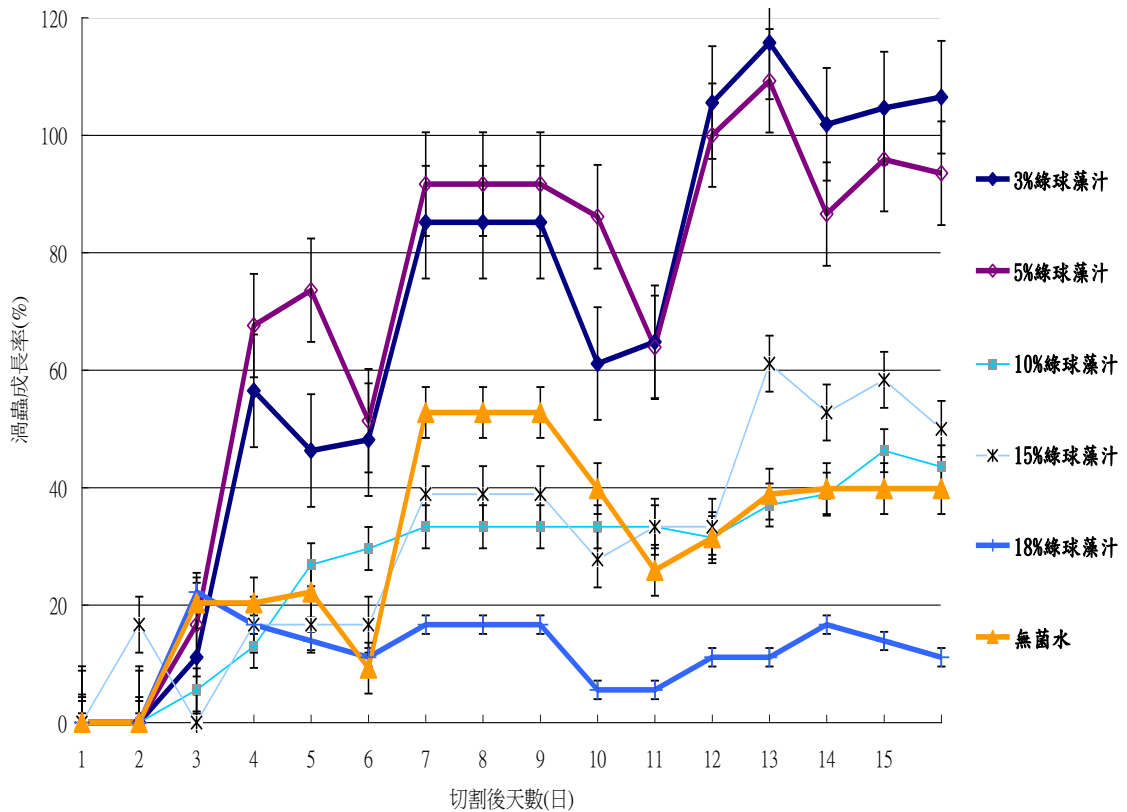
(二) 渦蟲



本實驗使用渦蟲採集自水族館，渦蟲種屬未能確定，在放大 40 倍的複式顯微鏡下觀察發現有明顯口咽，且腸有三分枝(一支向前，兩支向後)，屬三腸目(*Tricladida*)。體色褐色，腹面色淺，前端呈三角形，兩側各有耳突，頭部背側有兩眼點，為三角科(*Dugesidae*)特徵。

圖五、以 40X 倍率複式顯微鏡觀察渦蟲腹面

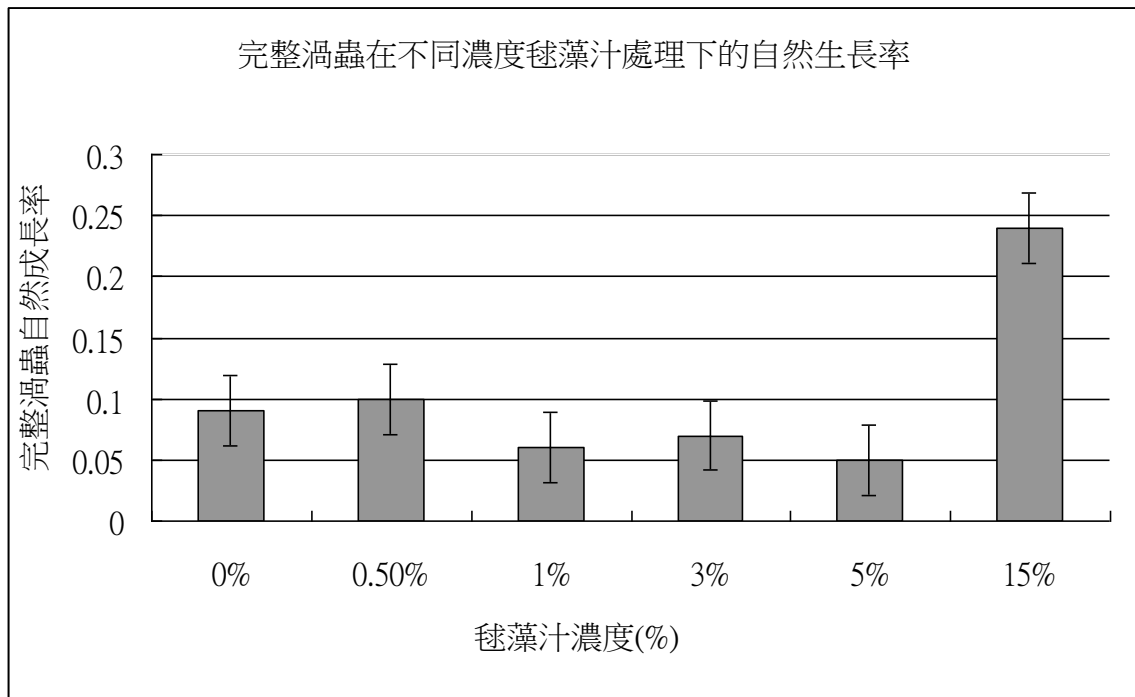
二、測試可能促進渦蟲再生之毬藻汁濃度範圍：



圖六、以三隻受切割渦蟲片段初步觀察不同濃度毬藻汁下的渦蟲再生率

配置 3%、5%、10%、15%、18%的毬藻汁，並以無菌水為對照組，每組皆以 3 隻渦蟲切成前、中、後三段，每日觀察再生率。結果可發現 3%毬藻汁濃度下的渦蟲片段再生率最高，可高達 100%，而 5%毬藻汁也明顯高出 10%及 15%毬藻汁組別約 1 倍左右。然而 18%毬藻汁處理的渦蟲片段，其再生率不甚理想，明顯低於對照組。可知毬藻汁濃度低於 5%時，有促進渦蟲再生的功能，然而毬藻汁濃度高於 5%，雖然再生率比對照組高，但效果有限，甚至可能過高的毬藻汁濃度會阻礙渦蟲再生。由此可初步推論最適渦蟲再生的毬藻汁濃度可能是 3%，甚至更低。

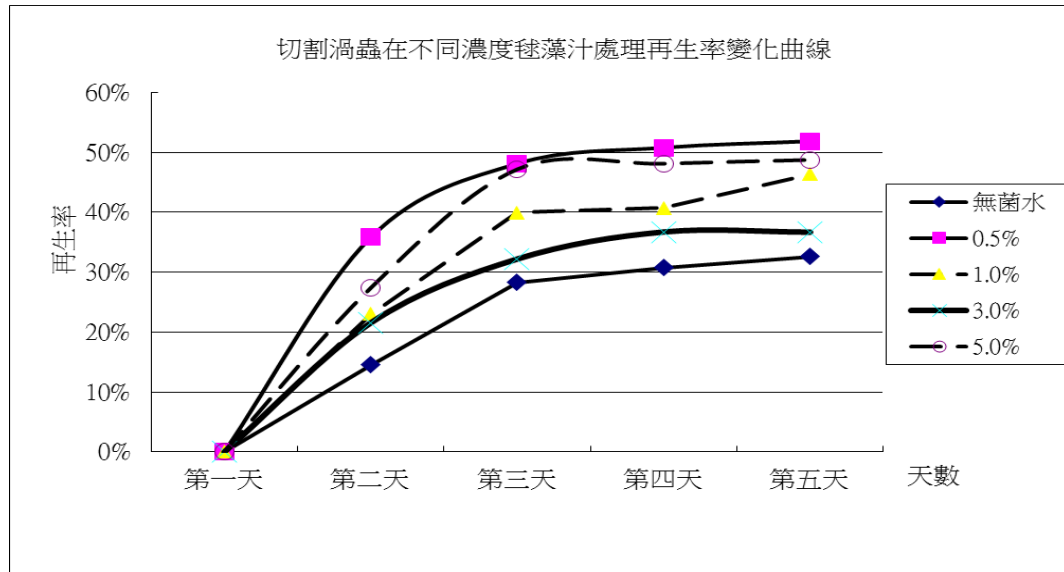
三、探討完整渦蟲在不同濃度毬藻汁的「自然生長」情形：



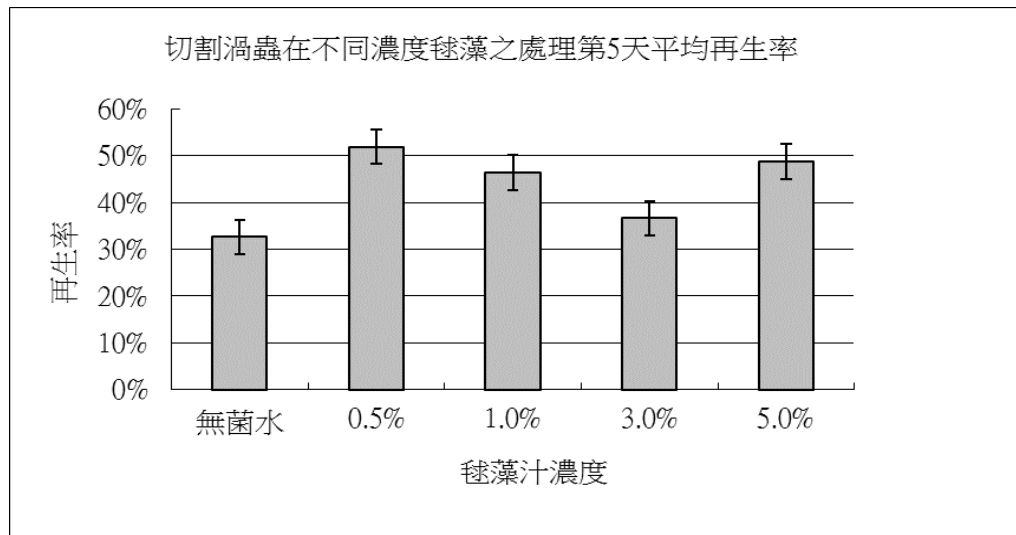
圖七、以不同濃度毬藻汁培養 30 隻渦蟲族群(完整未切割)後，第五日自然成長率總平均。(0%為對照組，即無菌水)

以最低基本族群數量來探討具備個體差異的渦蟲族群，在不同毬藻汁濃度處理下，計算各組第五天自然成長率(即(自然成長長度-原長)/原長 X100%)。從初期測試再生最佳毬藻濃度的實驗結果，我們選定低濃度毬藻汁：0.5%、1%、3%、5%作為本實驗的組別，並搭配一組高濃度的 15%毬藻汁做比較。我們從結果發現 0.5%~5%毬藻汁的自然成長率與對照組相比，並無顯著的差異，說明渦蟲在未受傷的自然情況下，毬藻汁不會促進細胞分裂，無法使渦蟲體長明顯增加。另外我們觀察到 15%毬藻汁組別數據特別高出其他組，在培養過程中，發現該組渦蟲大量死亡僅剩 2 隻，導致數量過少，可能無法正確計算平均自然成長率，可說明高濃度的毬藻汁會妨礙渦蟲的生長，甚至危害渦蟲生存。

五、探討已切割渦蟲在不同濃度毬藻汁的「再生」情形：



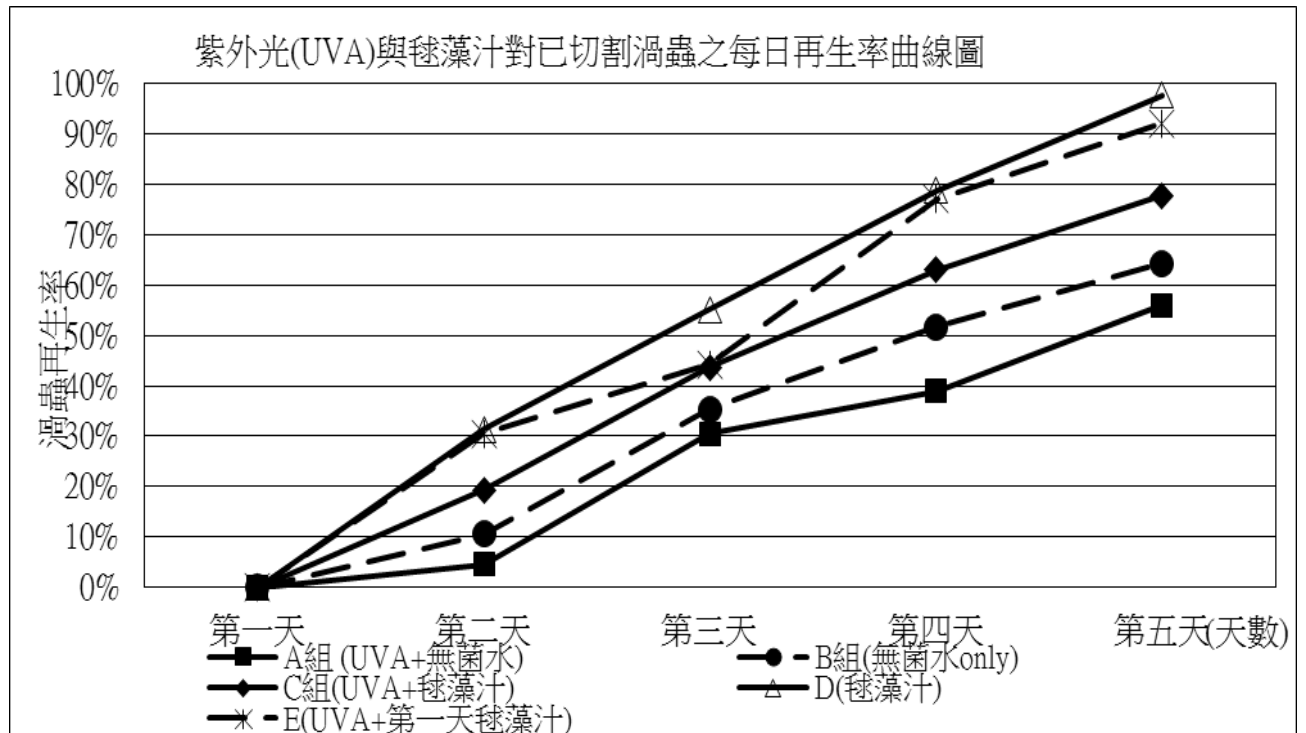
圖八、受切割渦蟲族群在不同濃度毬藻汁下的再生率變化圖



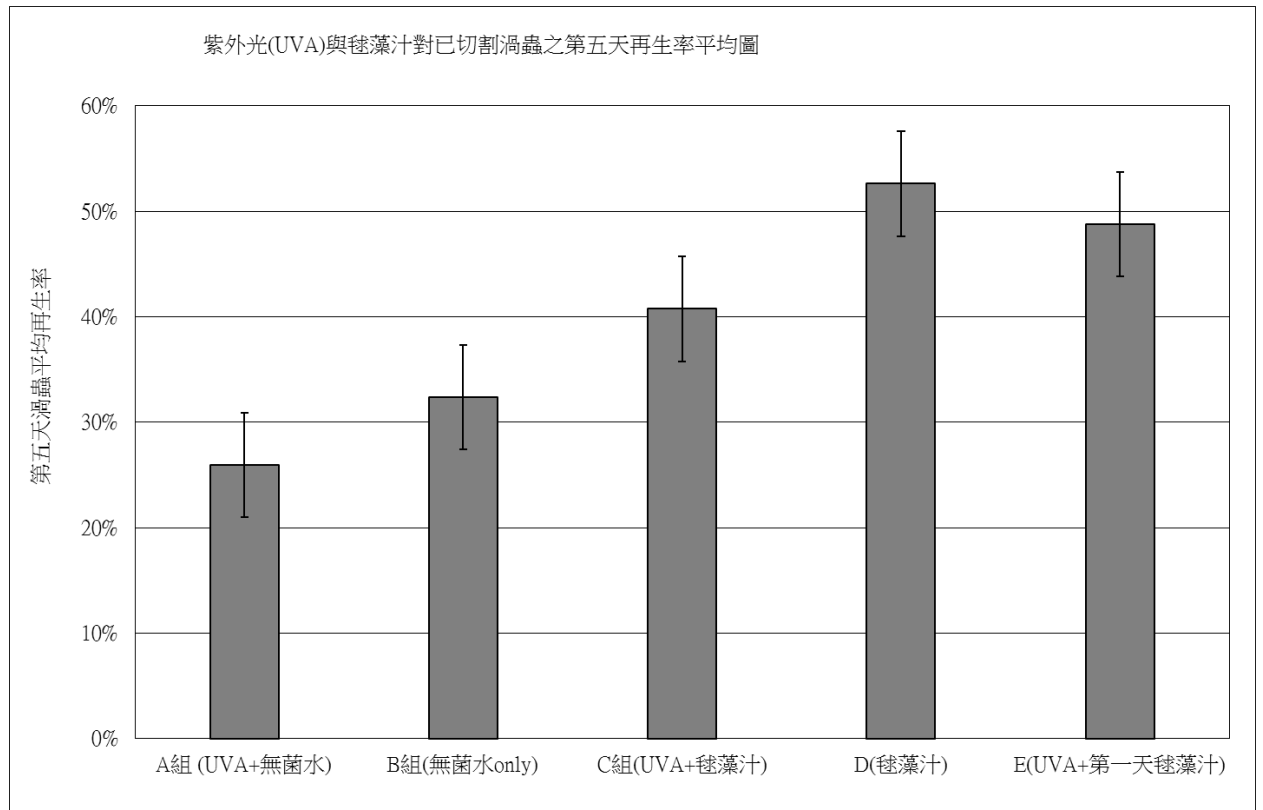
圖九、受切割渦蟲族群在不同濃度毬藻汁其第五天總平均再生率

每組將渦蟲族群(30 隻)對半切割，形成 60 個渦蟲片段，再施用不同濃度毬藻汁，連續觀察 5 天並記錄其渦蟲片段長度，計算其再生率。從圖八可發現低濃度的毬藻汁(0.5%、1%、3%、5%)皆比對照組的再生效果顯著，且 0.5%毬藻汁組別在第五天的再生率比對照組甚至高出 20%(圖九)，這可說明低濃度毬藻汁對於渦蟲傷口極有可能具備組織修復功能，促進細胞分裂，增加渦蟲長度。從圖八也可發現每組經切割後，前三天的再生率快速增長，而後兩天趨於平緩，可見對渦蟲而言，再生的關鍵期在於切割後的頭三天。

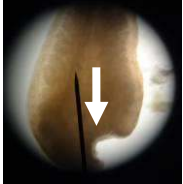
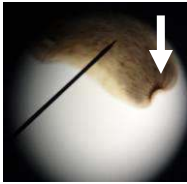
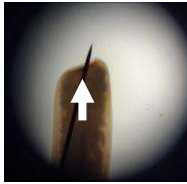
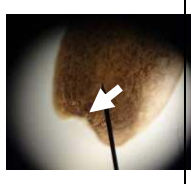
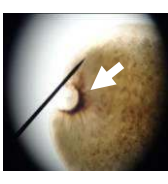
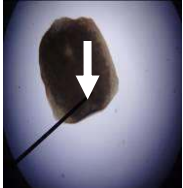
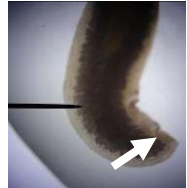
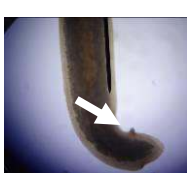
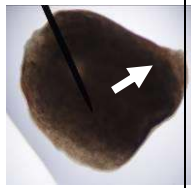
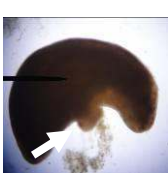
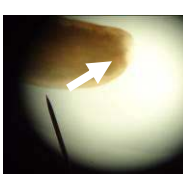
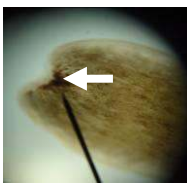
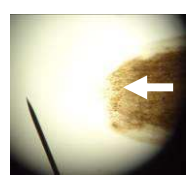

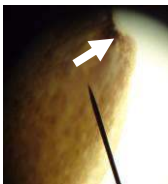
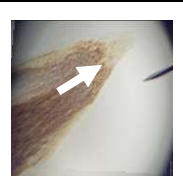
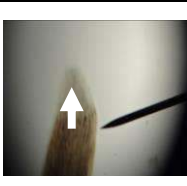
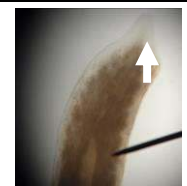
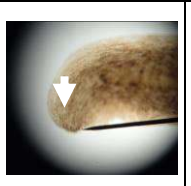

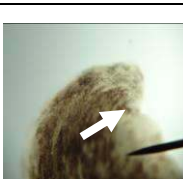
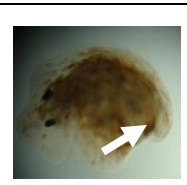
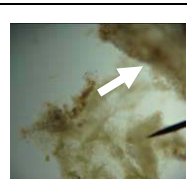
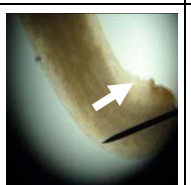
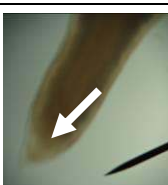
六、以短暫紫外線照射導致渦蟲細胞傷害，探討毬藻汁對已切割渦蟲片段再生的影響



圖十、UVA 照射、0.5%毬藻汁處理及毬藻汁處理時間因素影響五日內受切割渦蟲族群的再生率變化圖



圖十一、UVA 照射、0.5%毬藻汁處理及毬藻汁處理時間因素影響受切割渦蟲族群的第五日再生率平均

	A	C	E	B	D
UVA	O	O	O	X	X
0.5% 毬藻汁	X	O	僅第一天	X	O
第一天					
第二天					
第三天					
第四天					
第五天					

圖十二、照射紫外光後，各組渦蟲切口顯微照相圖 白色箭頭為切口處

為了探討渦蟲傷口經紫外光(UVA)照射進一步破壞後，毬藻汁的施用有無以及毬藻汁施用時間是否會影響渦蟲再生率，因此我們設計五個組別，每組皆將 30 隻渦蟲族群對半切割形成 60 個片段後，將 B 組和 D 組分別用無菌水和 0.5% 毬藻汁處理，但都沒有 UVA 破壞，從圖十一可發現五天後的再生率，D 組明顯高於 B 組約 20%。而圖十二為各組顯微鏡圖，白色箭頭指示為切割渦蟲傷口處，也可發現 D 組的傷口再生組織厚度比 B 組來的厚，再次驗證前面實驗，說明 0.5% 的毬藻汁有助於受傷渦蟲細胞的再生。

另外，我們將 A 組、C 組和 E 組的渦蟲皆照射 UVA 持續 1 分鐘後，首先比較 C 組(有 UV 處理)和 D 組(無 UV 處理)發現，C 組的再生率明顯低於 D 組，且可得知即使在毬藻汁的幫忙下，紫外光照射 1 分鐘的確對渦蟲造成顯著的傷害，減低渦蟲再生速度。

圖十一中，C 組(施用毬藻汁)渦蟲第五天再生率明顯高於 A 組(無菌水處理)約 15%，且圖十也可發現 C 組再生率皆高於 A 組，圖十二也指出在顯微鏡下，C 組的傷口組織再生情況良好，其組織增生長度明顯比 A 組長，綜合上述，可得知渦蟲傷口經過 UVA 破壞後，0.5% 的毬藻汁極有可幫助渦蟲修復紫外光的破壞，進一步提升再生能力。

我們設計 C 組(全程使用 0.5% 毬藻汁)和 E 組(僅第一天使用 0.5% 毬藻汁，往後使用無菌水)，想比較施用毬藻汁的時間長短是否會影響渦蟲再生，發現 E 組第五天再生率高於 C 組約 10%，且從圖十可發現 E 組第三天以後，再生率仍不斷提高，可見僅使用第一天的毬藻汁對於渦蟲再生就可以發揮組織修補的功能，而第二天以後改用無菌水的環境可增幫助細胞再生能力。

陸、討論

毬藻雖然因外型小巧可愛成為知名水族商品，但因毬藻原產地不多，多為高緯度寒冷的湖泊中，因此對於毬藻的研究極少。我們將該藻萃取成汁，並以渦蟲進行再生能力試驗，發現以下幾點：

- 一、低濃度的毬藻汁對於渦蟲傷口再生有幫助，而無益於自然成長。從少量渦蟲個體到族群，都明顯發現低濃度的毬藻汁可增進渦蟲修復能力，甚至在 UVA 照射的實驗組別更指出毬藻汁對細胞內部傷害的修復有所助益，且顯微攝影更明顯指出沒有紫外光破壞下，以 0.5% 毬藻汁處理的切口，於第四天和第六天都比對照組明顯加厚。許多生物的營養液皆為低濃度，甚至以 ppm(百萬分之一)為單位，與本實驗結論：低濃度毬藻汁的修復力強相互印證。此外，在許多文獻皆指出許多綠藻具有成長因子，可協助快速細胞分裂，如有一種綠藻 *Chlorella vulgaris* 被證實具有「小球藻生長因子」與抗病原菌、增強免疫力有關 (Kawagishi, 1980)，更加合理推測毬藻汁中的確極可能具有類似生長因子，促使細胞增生，協助傷口修補。本實驗僅為粗萃取毬藻汁，若能有化學方法可進一步鑑定並分離藻汁內的成分，對藻汁促進再生的機制將有更詳盡的了解。
- 二、高濃度的毬藻汁對於渦蟲的傷口再生以及自然成長都有抑制的效果。再初步測試毬藻汁可能最佳再生濃度實驗中，發現毬藻汁濃度大於 10 % 以上，渦蟲的再生率明顯的下降至 20 % ~ 60 %，推測高濃度的毬藻汁，使細胞增生能力跟著降低。且在渦蟲正常生長過程中，高濃度的毬藻汁使死亡率也增加。所以我們推測毬藻萃取液中雖含有組織修復的成分，但濃度超過 10 % 之後，渦蟲存活數量逐組減少，其原因可能為毬藻汁濃度過高，使渦蟲外部的滲透壓高於體內細胞的濃度，細胞內的水量低於需求量，所以導致細胞缺水死亡。此外，渦蟲受切割後，只有第一天使用毬藻汁，後面四天皆使用無菌水的再生效果會更好，顯示渦蟲體內細胞溶質濃度偏低，適合處在一般淡水中，因此劇烈的濃度改變會危害其生長，甚至致死。因此以低於 1% 的藻汁處理渦蟲，因為濃度不高，因此渦蟲不會因缺水而死亡。總結以上，我們得知毬藻萃取液的濃度低於 1% 為最佳濃度，且其使毬藻中成長物質的效用，發揮到最佳，使其成長

率、存活率、組織修復力。

三、低濃度的毬藻汁可協助修復細胞破壞。實驗結果發現沒有毬藻汁的協助下，UVA 照射的組別，其再生能力較照射紫外線來的強，到達地球太陽光中的紫外線有 98.7% 屬於 UVA，其波長介於 315~400 奈米，可穿透至皮膚真皮層，會造成曬黑，也是皮膚老化、出現皺紋及皮膚癌的主因。可見紫外光的能量強，是傷害性光線的一種，會破壞細胞內部，如細胞膜及膜狀胞器結構異變、破壞 DNA 而引發突變、增加細胞內自由基的產生等，因而引發細胞死亡或是發展不能控制的癌症(Matsumu, 2004)，因此可合理推測紫外光的確會破壞渦蟲切割處傷口，以致再生速度減緩。比較經紫外光照射 1 分鐘的 A 組和 C 組，發現 C 組(施用 0.5% 毬藻汁)渦蟲再生率明顯高於 A 組(無菌水處理)約 15%，且從圖十二顯微照相結果發現，A 組第六天切口增生的細胞厚度明顯低於 C 組。以上結果都指出在紫外光的破壞下，0.5% 毬藻汁確實協助細胞修復並完成增生。

四、毬藻成分的高度細胞修復力及再生能力可能與低溫逆境有關。毬藻是一種淡水性的綠藻，只分布在北半球高緯度地區的少數幾個湖中。細絲狀的個體在某些情況下會形成綠色球狀集合體，外觀看起來就像是綠色的毛線球，大小從直徑 1 公分到 30 公分都有。球狀的集合體目前只在日本、冰島和愛沙尼亞被發現。從產地可知毬藻的耐低溫能力極高，也就是說毬藻極具耐冷性。然而酷寒的環境對生物而言是種逆境，其中最大的困難是冰晶會破壞細胞，我們初步推斷毬藻的傷口修復力強，可克服冰晶對細胞的破壞，造就它的耐冷性。

五、在紫外光照射的組別中可發現，同樣受到紫外光照射，C 組(全程施用毬藻汁)與 E 組(僅第一天施用毬藻汁)之結果比較，發現 E 組的渦蟲片段的平均再生率比 C 組高約 10%，且顯微鏡檢視更發現 E 組第四天切口增生細胞厚度比 C 組厚，我們推論低濃度毬藻汁具有可能的再生因子，一天內即可進入渦蟲體內發揮功效，但即使是低濃度的毬藻汁，其濃度對平日生活於淡水的渦蟲仍過高，故更換至無菌水的環境可提高渦蟲存活率，另外可能的原因還包括毬藻汁的溶氧量可能較低，全程施用毬藻汁可能溶氧量低，阻礙渦蟲呼吸作用，危害細胞正常運作，因此再生能力就會比 E 還差。另外我們發現毬藻汁擺放五天後會更加混濁，亦有可能毬藻不可避免其體表具有微生物，即使

實驗過程以 70 %酒精消毒也無法完全滅菌，使其再生能力受到其他微生物的干擾。

六、許多科學家對渦蟲的再生現象極為好奇，若由蟲體中部所取的斷片，在原來的前端再生出頭部，原來的後端，再生出尾部，此即為極性。靠近身體前端之斷片，能很快的再生出頭部，中段的較慢，後面的斷片更慢，甚或不生頭部。研究指出，渦蟲身體的再生力有一種遞增性(gradient)，如形成頭部的傾向，以前端最強，依次漸減而以後端為最弱。這類遞增性預示出蟲體的任何斷片，再生時，都要保持其原始的極性。在本實驗中，使用毬藻汁的渦蟲都能依其極性正常長出頭部和尾部，且對於前半片段(含頭部)以及後半片段(含尾部)的再生能力並沒有明顯差別。表示毬藻汁的再生成分的機制過程中，並未擾亂渦蟲體內極性的遞增性。

柒、結論

我們以水族館購買得毬藻 (*Aegagropila linnaei*) 為材料，同時利用方便取得的生物—渦蟲之裂片再生長度，作為細胞分裂、組織修復能力的量化工具，以探討毬藻內所含可能具有生長因子，加速傷口修復。我們發現渦蟲再生最適合的毬藻汁濃度約為 0.5%，且在顯微鏡檢察切斷傷口，更進一步發現浸泡在毬藻汁的渦蟲切口，其癒合組織明顯加厚。為了進一步驗證毬藻汁的組織修復功效，我們用紫外光(UVA)照射切口，提升細胞損壞程度，結果浸泡在毬藻汁的渦蟲比只有無菌水處理的組別，其成長率高出約 13%，且切口處增生程度明顯。對於毬藻的基礎研究可謂鳳毛麟角，帶有神秘的面紗，希望藉由這次的研究，增加毬藻的研究知識，若能進一步鑑定出毬藻細胞再生的關鍵物質，相信對未來人類醫療和生物科技會有所助益。

捌、參考資料及其他

1. 毬藻(*Chlorella*)的發現海大養研所沈曉瑄
2. [蓮]香[蟪癩]，52 屆 吳柏辰、黃御宸
3. 渦蟲，教育部數位教學入口網
4. 毬藻，維基百科

5. González, L.E., Cañizares, R.O., Baena, S., 1997. Efficiency of ammonia and phosphorus removal from Colombian agroindustrial wastewater by the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus*. *Bioresour. Technol.* 60, 259-262.
6. Bashan, Y., 2000. Changes in the metabolism of the microalga *Chlorella vulgaris* when coimmobilized in alginate with the nitrogen-fixing *Phyllobacterium myrsinacearum*. *Can. J. Microbiol.*
7. Kawagishi, K. , *Microalgae production system in Asia, Algae Biomass Production and Use.* 1980.
8. Matsumu, Y.; Ananthaswamy, H. N. Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin. *Toxicology and Applied Pharmacology.* 2004, 195 (3): 298 – 308

【評語】 030318

1. 實驗設計大都符合科學邏輯與原則。
2. 建議加上統計分析，可以更清楚瞭解組別設計間的差異。
3. 紫外光對渦蟲造成傷害的程度如何判斷在實驗中並未明確界定，建議應建立客觀數據。
4. 建議未來可探究藻類內部有助於修復生物體的物質，並加以界定為何種成分。