

藻水對水蚤生長之影響

關 鍵 詞: 水蚤、微藻、藻水

研究生:游珺皓
指導老師:鄭家逸

摘要

本研究探討了不同藻水濃度對水蚤生長與繁殖的影響。水蚤是水生系統中的基礎物種，藻水濃度則是影響其生長與生存的重要因素之一。通過設計不同藻水濃度的實驗，結果顯示，過高或過低的藻水濃度都會對水蚤的生存產生不利影響，且藻水濃度為10cc的水蚤能夠存活最長時間並保持較好的生長狀態。

壹、前言

水蚤(*Daphnia magna*)作為一種重要的浮游動物，在水生生態系統中扮演著至關重要的角色。它們不僅是水生食物鏈中的基礎物種，還能有效反映水體環境的變化，因此常被應用於水質監測和生態風險評估中。水蚤的生長與繁殖受到多種環境因素的影響，其中藻水濃度是影響其生長發育的重要因素之一。藻類是水蚤的主要食物來源，過多或過少的藻水濃度都會對水蚤的生長和存活造成不利影響。

本研究旨在探討不同藻水濃度對水蚤生長和繁殖的影響。藉由設計不同濃度的藻水環境，我們將觀察水蚤在不同條件下的生存情況，並分析藻水濃度如何影響其生長速率、發育過程和繁殖能力。這將有助於了解藻類濃度對水蚤健康的最佳範圍，並為水生生物養殖、環境管理以及水質監測提供理論支持和實踐依據。

通過本研究，我們希望能夠揭示藻水濃度與水蚤生長之間的關係，進一步豐富對水生生物生態學的理解，並為水質保護與生態維護提供科學依據。

一、研究動機

今年暑假我與媽媽的同事一同到宜蘭頭城鄉旅行，沿路觀賞美麗的田野風光與水田中有趣的各種生物，我們汲水桶採集到稻田裡的水，在水中我發現一種會跳動的橘色生物，牠移動的方式不像魚一樣用游的，而是用跳的，之後我從老師的口中得知這種生物叫水蚤，更上網搜尋了關於水蚤的資料，而這顏色獨特且運動方式特別的生物也激起我的好奇心，所以決定飼養水蚤，但經過了數次的失敗，我又上網搜尋到了培養水蚤效果最好的藻水，經過幾次實驗後，我決定進一步探討藻水濃度對水蚤的影響。

二、研究目的

- (一)探討藻水濃度對水蚤的影響。
- (二)維持水蚤族群的最佳作為。

三、研究問題

- 藻水的量與水蚤的生存？
- 相同藻水量但不同水量與水蚤的生存？

四、文獻回顧

一、藻水(綠藻)Rhodophyta

🌿 綠藻 (Green Algae)

- 學名: Chlorophyta (綠藻門)
- 常見顏色: 鮮綠色 (因為含有大量葉綠素 a 和 b)
- 生活環境: 淡水、海水、甚至陸地 (比如潮濕的牆面)
- 常見種類: 小球藻 (Chlorella)、水綿 (Spirogyra)、衣藻 (Chlamydomonas)
- 特色:
 - 與高等植物有共同的祖先, 結構和光合作用機制很類似。
 - 部分種類可以大量繁殖造成「藻華」, 使水變成綠色 (這就是「藻水」)。
 - 有些品種可食用或作為健康補充品 (如小球藻、螺旋藻)。

二、水蚤 (Daphnia magna)

1. 水蚤基本介紹:

根據台灣生物多樣性網站指出水水蚤的分類如下

水蚤(溞屬)

界: 動物界 Animalia

門: 節肢動物門 Arthropoda

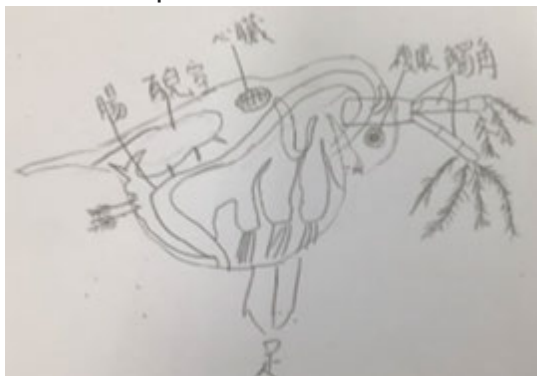
亞門: 甲殼亞門 Crustacea

綱: 鰓足綱 Branchiopoda

目: 枝角目 Cladocera

科: 溞科 Daphniidae

屬: 溞屬 Daphnia



圖片說明: 水蚤構造

根據水產生物資源中心表示: 水蚤 (Daphnia) 是一類小型的淡水甲殼類動物, 通常被稱為「水中的跳蚤」或「水跳蚤」。它們的身體呈透明或半透明狀, 身長一般在1至5

毫米之間，主要分布於淡水環境，如湖泊、池塘、河流和水庫等水域中。水蚤是重要的浮游動物之一，通常生活在水體的上層，並且是許多水生生物的食物來源。

沼氣推動利用網表示:水蚤的應用如下

- 1. 魚類餌料：
 - 水蚤被廣泛用作水產養殖中的餌料，尤其是魚類養殖中。由於其營養豐富且易於生長，水蚤能為幼魚提供必要的蛋白質和脂肪。
- 2. 水質監測：
 - 在生態學研究中，水蚤被用作研究水體污染的生物指標。由於水蚤對環境變化非常敏感，它們的行為、繁殖和生長情況可以反映水域中的污染物質。

五、相關文獻分析

(一)「掘」處逢生—東北角潮間帶近緣皺蟹*Leptodius affinis*之生態與挖沙行為探討
摘要:近緣皺蟹 *Leptodius affinis* 是一種小型的潮間帶螃蟹，主要棲息在有沙且上面有石塊的區域，以蛻殼成長，夏季蛻殼較頻繁，繁殖季在4-9月，具有固定的挖沙模式，會先在沙上爬行，碰到石頭，便背靠石頭，利用步足來回挖掘，並利用螯推開沙子，使自己沿著石頭下緣進到沙內。但牠們並非隨時都能進行挖沙，當沙子沒有淹水時，頂多僅能半個身體進去，也就說退潮時在沙內的近緣皺蟹應該都是有淹水時就已經進去，等潮水再漲上來時，才可能爬出來活動。那為什麼要挖沙且又讓自己被石頭壓著呢？研究者發現有幾個重要原因:1.受海浪影響小;2.環境溫度穩定;3.可躲避天敵及彼此間相殘;4.可遮光;5.退潮時，沙內不但保有較多水分，且正好可以緩衝石頭的重量。

優點	建議
很多圖表、數據，例如:心智圖、折線圖、長條圖、樹狀圖，讓讀者更好理解研究者的實驗結果，尤其是不同種類螃蟹挖砂行為的樹狀圖可讓我知道非皺蟹屬的螃蟹沒有明顯挖沙躲藏行為。	在實驗 4-1-1 中，驗證近緣皺蟹躲避浪的衝擊應該是牠們挖沙的重要原因之一，不清楚石下挖沙的位置與海浪沖擊方向是否有關？

(二)中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

1.摘要

表格神澤氏葉蟥為農作物重要害蟲，為了解「神澤氏葉蟥」與天敵「溫氏捕植蟥」的微妙關係，進行系列實驗。葉蟥雌性成蟥體型較捕植蟥大，體長分別為 0.42 ± 0.04 及 $0.38\pm 0.01\text{mm}$ ，捕植蟥成蟥時期較長。捕植蟥隨機捕食，以前足作為捕食工具，卵為優先捕食來源。捕植蟥 雌蟥，平均一生約捕食 128.4 個卵。葉蟥成蟥會吐絲織網，織網使卵存活率提升，同時也使 葉蟥移動速度加快並便利大批遷徙。食物短缺時，葉蟥會於織絲網上集成蟥球，隨風擴散 到更遠區域。葉蟥會產生黃色及黑色兩種排泄物，實驗顯示黃色排泄物能使捕植蟥退避，降 低卵的被捕食率。在捕植蟥出現下，葉蟥排泄物的黃黑比(1.97:1)轉為(3.8:1)，藉由提高黃 色排泄物的比例來禦敵，真是出人意料的防禦方式。

優點	缺點
圖片很清楚，尤其是在顯微鏡下觀察神澤氏葉蟥時，可讓讀者清楚的看到神澤氏葉蟥的樣貌。	1.溫氏捕植蟥的資料亦多可查詢 2.溫氏捕植蟥不容易捕捉

(三)環境因子對水蚤影響之研究

在我的研究中業有這個實驗，在環境因子對水蚤影響之研究中，他們利達用吸管口徑大小來表示溶氧量大小，並且寫出含氧量對水蚤存活率、體色、心跳的影響，但在我的實驗中，我想要精準說出含氧量的多寡，並且以水蚤生存日期的長短來表示溶O氧量的效果。

當水蚤透過嗅覺感知環境中捕食者的利他素時，它會將自己的尺寸及其後代頭盔的尺寸加倍，並且其甲殼厚度也會加倍，這使得它更不易受到捕食者的攻擊。這是一種普遍的形態變化，可以防禦不同的捕食者。

貳、研究設備及器材

1.塑膠杯 可盛裝水蚤、藻水		5.密封瓶 可避免瓶中的水蚤不受外界影響		9.載玻片 可用來觀察水蚤、藻水	
2.微鏡顯 可用來觀察水蚤、藻水		6.塑膠袋 可用來平均藻水濃度		10.手機座 可用來拍攝顯微鏡下的水蚤	
3.小湯匙 可用來撈除水中的異物		7.白光燈 可用來聚集水蚤		11.電腦 可用來查詢水蚤、藻水的資料,或撰寫報告	
4.玻璃罐 盛裝水蚤、藻水		8.密封器 可將玻璃罐密封		12.手機 可用來記錄水蚤、藻水	

參、研究過程或方法

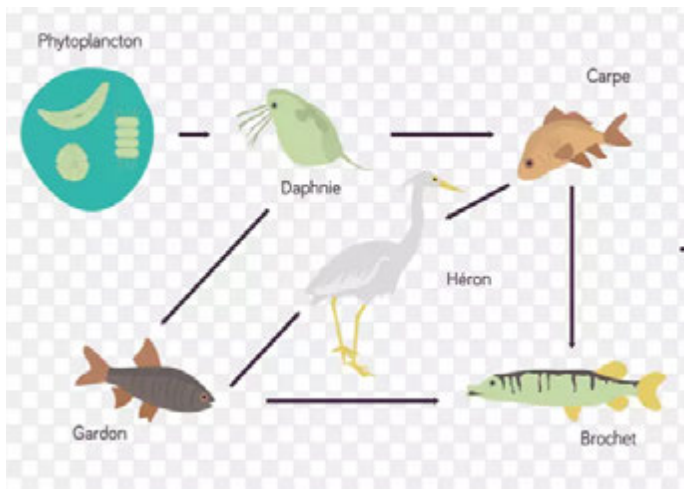
一、研究流程



二、實驗流程



三、實驗方法與器材



(一)實驗項目

要研究出藻水對水蚤生長之影響，除了要求出藻水濃度，更要研究出哪一種培養對藻水最有幫助。

所以我會做以下幾項實驗

1.無藻水水蚤基本生存日期

可用來對比有藻水水蚤生存日期

2.不同藻水水量對水蚤的關係

在此項實驗中，我會遇到幾項問題

(1)每一天的天氣、藻水品質、濕度等都會對水藻造成影響

解決方法:將實驗設置在同一天

一、實驗記錄

實驗一：無藻水水蚤基本生存天數(一)

1.水量:15cc 水蚤量:1

容器:寬三公分、高兩公分

2.水蚤來源地:宜蘭 頭城 稻田

3.實驗結果:在第二天時,水蚤全數死亡。

我進行了一水蚤基本生存〔一〕的實驗,雖然最後實驗卻以失敗告終,但在這次的失敗中,我意識到了幾項實驗的要點。

(1)水量不能太少,避免乾掉。

(2)要密封,避免外界因素干擾,降低實驗誤差。

(3)容器不要太窄,讓水蚤平均照射陽光,避免水蚤擠在一起。

o:尚有水蚤生存

x:水蚤全數死亡

	水蚤生存狀況
7月1日	0
7月2日	x

表一:無藻水水蚤基本生存天數(一)

實驗二：無藻水水蚤基本生存天數(二)水蚤起使數量:50

經過實驗一後,我調整了幾個實驗的因素:

(1)水量增加到150ml,避免乾掉。

(2)容器有密封,避免外界因素干擾,降低實驗誤差。

(3)使用長:9cm 寬:7cm 的容器,讓水蚤平均照射陽光,避免水蚤擠在一起。

o:尚有水蚤生存

x:水蚤全數死亡

日期	水蚤生存狀況
7月6日	0
7月7日	0
7月8日	0
7月9日	0
7月10日	0
7月11日	0
7月12日	x

表二:無藻水水蚤基本生存天數(二)

實驗三:無藻水水蚤基本生存天數(三)

水蚤起始數量:50

日期	水蚤生存狀況
7月15日	0
7月16日	0
7月17日	0
7月18日	0
7月19日	0
7月20日	0
7月21日	x

日期	水蚤生存狀況
7月23日	0
7月24日	0
7月25日	0
7月26日	0
7月27日	0
7月28日	0
7月29日	x

實驗四:藻水濃度對水蚤的影響

水質:經過自來水稀釋的藻水

水蚤數量:約20-30隻

藻水濃度以自來水加入的藻水量表示

o:尚有水蚤生存

x:水蚤全數死亡

藻水水量/ 日期	9月14日	9月15日	9月16日	9月17日	9月17日
0cc	O	0	x		
2cc	O	0	x		
4cc	O	O	X		
6cc	O	O	0	x	
8cc	0	0	0	x	
10cc	O	O	O	0	x

表三:藻水濃度對水蚤的影響

在進行完這個實驗後,我發現0cc水蚤只有存活兩天,但在無藻水水蚤基本生存日期實驗〔二〕時,水蚤卻生存了7天,因為7天和2天的差距過大,所以我推出了幾項可能的原因。

- 1.實驗開始時水蚤的數量不同
- 2.水量不同第一瓶水量是100ml、第二瓶是150ml
- 3.位置不同,陽光的照射量也不同

為了測量蚤水濃度我想出了幾項測量藻水濃度方法

- 步驟一:將竹筷底步黏上紙片,並且塗上顏色,在藻水中上下移動,藻水濃度越濃,紙片就必須靠近頂端才看的到,反之藻水濃度越淺,就在靠近瓶底就可以看見了。
- 步驟二:使用顯微鏡觀察藻水,算出一平方公分中平均有多少顆水藻,就是藻水濃度。

接下來的實驗會先使用步驟一執行夾逼定理,再用步驟二精準的測量。

在裝藻水的罐子上,找出水蚤存活率最好的區間,再用顯微鏡測量。

註:夾逼定理

{指出若有兩個函數在某點的極限相同,且有第三個函數的值在這兩個函數之間,則第三個函數在該點的極限也相同。}

o:尚有水蚤生存

x:水蚤全數死亡

實驗五:藻水濃度對水蚤的影響

藻水水量/日期	10月16日	10月17日	10月17日	10月18日
12cc	0	0	0	x
14cc	0	0	x	
16cc	0	x		
18cc	0	x		

表四:藻水濃度對水蚤的影響

為了確保水量一致, 下圖為第二次實驗和第三次實驗的水量對比。



後方的瓶子是第二次實驗 前方的則是第三次實驗的水量

實驗檢討:

在這次實驗中我發現

1.天氣會影響水蚤的生長

改進:可將每一次實驗設置在同一天, 讓每一罐受到的天氣影響一樣。

2.每瓶中水蚤數量不同

改進:目測每一瓶的數量, 使其平衡

3.藻水的品質會影響水蚤的生長

改進:可將每一次實驗設置在同一天, 讓每一罐的藻水品質一樣。

結論:接下來的實驗就是針對此結論進行考驗, 藻水濃度的上限為何?

o:尚有水蚤生存

x:水蚤全數死亡

實驗六:藻水量對水蚤的影響

	純水	2cc	4cc	6cc	8cc	10cc	12cc	14cc	16cc	18cc
day1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day5	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day6	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day7		o	o	o	o	o	o	o	o	x
day8		o	o	o	o	o	o	o	x	
day9		x	o	o	o	o	x	x		
day10			x	x	x	o				
day11						x				

表五:藻水濃度對水蚤的影響

實驗照片

日期	藻水紀錄
11/2	
11/3	
11/4	

11/5	
11/6	
11/7	
11/8	
11/11	

肆、研究結論

一、實驗結果分析

實驗四

o:尚有水蚤生存

x:水蚤全數死亡

	純水	2cc	4cc	6cc	8cc	10cc	12cc	14cc	16cc	18cc
day 1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day 2	x	x	o	o	o	o	o	o	x	x
day 3			x	x	o	o	o	x		
day 4					x	o	x			
day 5						x				

1.水蚤在藻水太濃或太淡的生存狀況都是第二天死亡，就有如人類在太濃或太淡的氧氣中，都無法生存。

2.在實驗的剛開始時，2cc和4cc的藻水量是生存的最好的，但如果把時間拉長來看，則是10cc最好。

3.因為本次實驗是分成兩梯次進行，第一梯次是純水到10cc，第二梯次則是10cc到18cc，為了確保實驗的準確度，我在第二梯次時，又進行了一次10cc的實驗，結果和第一梯次時的結果一樣，才能順利接上，否則必須重作。

實驗五

o:尚有水蚤生存

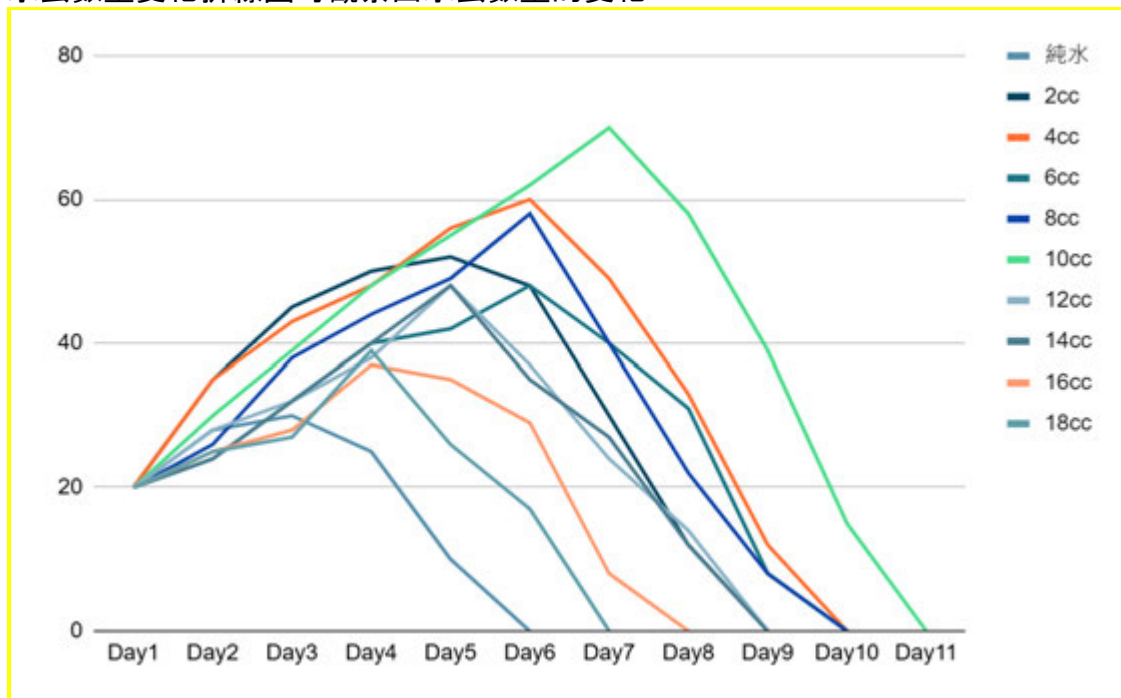
x:水蚤全數死亡

	純水	2cc	4cc	6cc	8cc	10cc	12cc	14cc	16cc	18cc
day1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day5	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day6	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o
day7		o	o	o	o	o	o	o	o	x
day8		o	o	o	o	o	o	o	x	
day9		x	o	o	o	o	x	x		
day10			x	x	x	o				
day11						x				

1.在本次實驗中，因為水藻起始數量較多，故生存的比較久

2.經過了兩次的實驗，我可以推測出對水蚤最好的藻水濃度是10cc

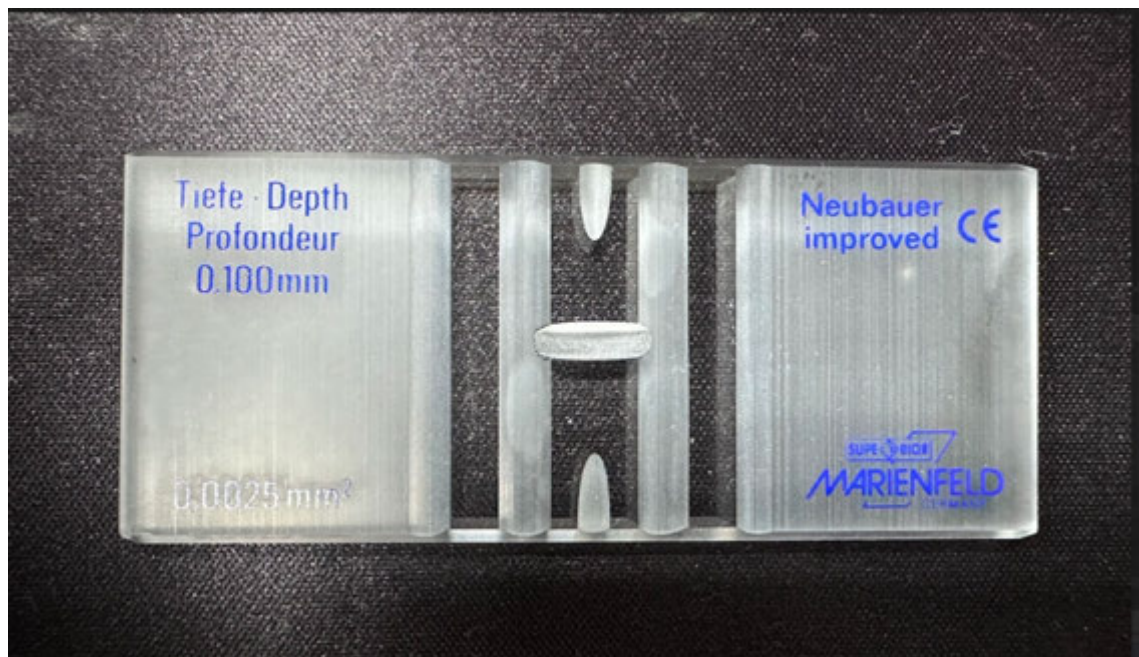
水蚤數量變化折線圖可觀察出水蚤數量的變化



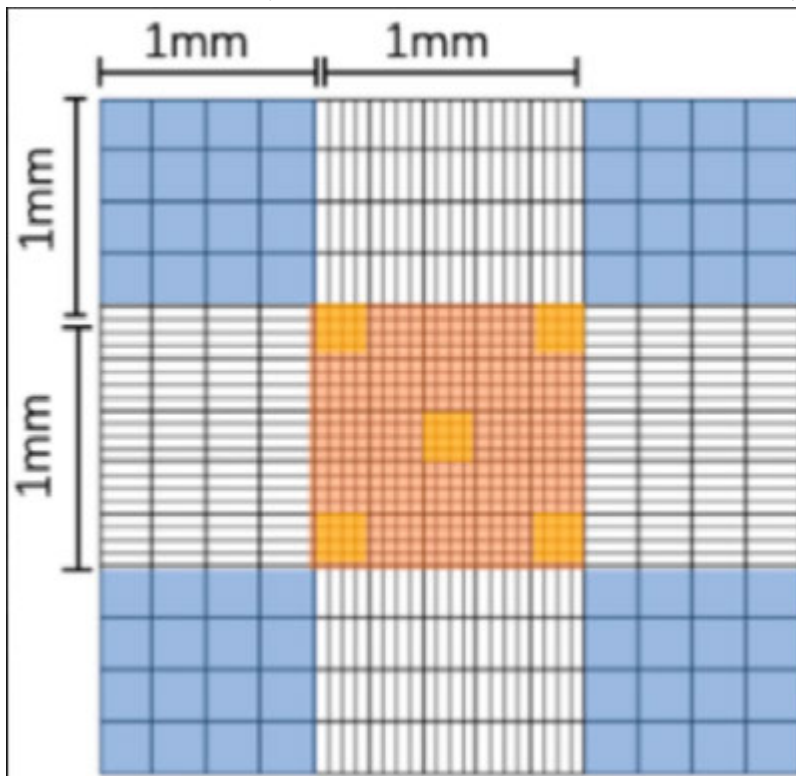
水蚤數量變化折線圖

可以發現只有10CC的藻水量讓水蚤生存到第11天, 所以10CC的藻水量最有利於水藻生存。

我們已經得出10cc的藻水對水蚤是最好的, 所以我們要來算出10cc的藻水濃度
首先, 我上網購買計算微生物用的技術器, 這種技術器可以大約的算出藻水的濃度。



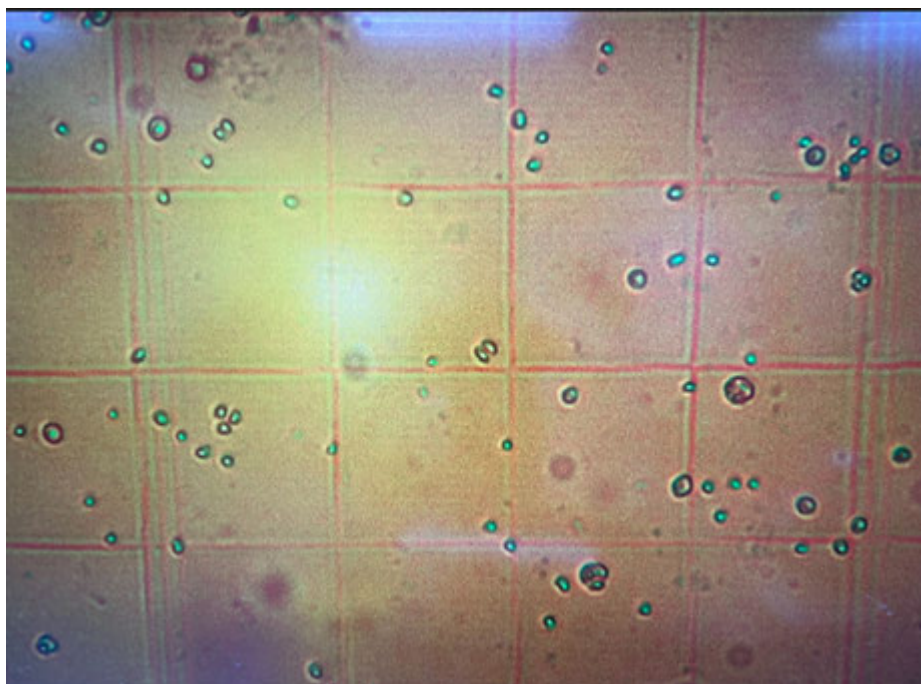
在顯微鏡下會發現技術器上有九宮格小格子(如下圖), 計九宮格的使用方法如下
 如果微生物夠大(大於 $1\mu\text{m}$, 小於 1mm), 則用藍色格子計算, 我使用的微藻小於 $1\mu\text{m}$, 所以我使用最中間橘色的小格子。
 小格子有四條邊, 計算微藻時, 只能隨機計算兩邊(壓在線上的微藻)
 隨意挑選十格, 計算其中的微藻數量, 得出平均後, 即可算出微藻濃度。



我使用了稀釋了16次的藻水來計算濃度, 也就是32分之1的藻水



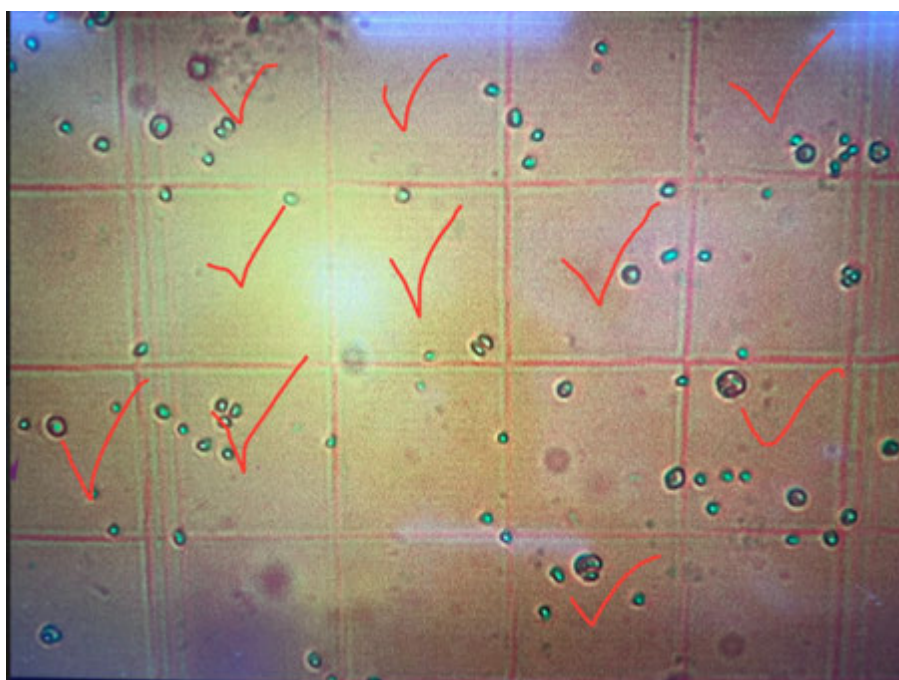
下圖是九宮格中的微藻



下圖是我隨機挑選的十格

微藻數量:6 5 3 5 1 4 6 3 7 5

平均:4.5



接下來就可算出1毫升藻水的濃度

先算出1毫升藻水的濃度(厚度 長 寬)

$$4.5 \times 16 \times 25 \times 10^4 \times 32 = 576000000$$

代表每1毫升的藻水中有5億7千6百萬個微藻

下圖是計算一瓶幾個微藻的算式

$$\frac{1.152 \times 5 \times 10^9}{90 + 10} = 5760000000$$

所以我得出的結論是

對水蚤最佳的藻水量是

1毫升中有**576000000**個微藻

伍、研究建議

1. 選題不要隨便跟風
不是每個熱門的研究題目都適合你。做之前先了解一下這個領域的內容，確定自己能接受每天接觸這些資料和實驗，這樣比較能堅持下去。
2. 實驗不一定成功，學會接受失敗
生物實驗變數太多，結果可能完全不如你預期，甚至什麼都沒得到。這是研究的一部分，別太焦慮結果，先學會接受過程中的不確定性。
3. 從一開始就記錄好每個細節
記下每次實驗的配方、過程、變化，這些都很重要。沒有清楚的記錄，等到要寫報告或再重做實驗時，會比較難組織。
4. 有問題就問，不要自己卡住
遇到不懂的地方，及時問學長姐或老師，不要覺得自己很丟臉或浪費時間。很多時候一個問題解決了，能省掉你很多時間。
5. 別把時間排得太緊
實驗會遇到各種意外，像是儀器壞了、細胞長得慢等等，所以行程要留點空間，不要把時間排太緊。
6. 研究早期重點是學會做事，而不是出成果
現在最重要的是學會怎麼設計實驗、分析資料、讀文獻，這些技能打好基礎，將來自然會有好結果。

陸、研究心得

這次的研究讓我真的有一種「原來事情沒這麼簡單」的感覺。我們在找資料的時候，看到了很多關於水藻、蚤水的題目，但其中的資料都不是我需要的，讓我印象很深刻的是，有一篇研究提到「環境因子對水蚤的影響之研究」，在題目看來與我的主題非常相關，但其實內容很多都無法參考。幸好最後找到由教育部提供的網站，才得到正確的資料。

所以，這次研究不只讓我學到怎麼找資料、整理資訊，更重要的是，讓我對一個原本覺得「很平常」的生物，有了更深入的了解。就知道其對生物鏈有多大的影響。而且最棒的是，當投入一個主題久了，我發現自己不只學到了知識，也學到了常識。

參考文獻資料

賴韻如。(1994)。環境因子對水蚤影響之研究取自
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/34/pdf/34m/069.pdf>

王璽瑄、林郁翔、曹宇承、李蘊成。(2023年)。「掘」處逢生—東北角潮間帶近緣皺蟹 *Leptodius affinis* 之生態與挖沙行為探討。取自
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/63/pdf/NPHSF2023-080307.pdf?0.8841410625138939>