

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：濃縮水蘊草-滲透壓的探究

一、摘要：

在國一生物課程中有提到將細胞加入濃食鹽水中會造成細胞萎縮，是因為滲透壓關係。我們利用傳統複式顯微鏡加上智慧手機鏡頭拍攝非常清晰完整的壁膜分離照片。利用圖形處理軟體 ImageJ 計算不同濃度食鹽水中的水蘊草壁膜分離比例，發現越濃食鹽水造成細胞膜收縮的越嚴重，最後甚至會造成萎縮破裂。而同重量百分濃度糖水卻不會造成細胞膜收縮。透過實驗及滲透壓計算我們了解到 20%糖水溶液滲透壓接近於 3%食鹽水溶液，兩者細胞膜收縮比率相似。而實驗觀察也印證這樣的結果。

二、探究題目與動機

我們在生物課時學到將水蘊草放入食鹽水中會造成細胞膜收縮，老師給我們三種不同濃度的食鹽水(1%、5%、10%)，要我們將水蘊草各剪一片葉片放入這些食鹽水中，利用複式顯微鏡觀察細胞膜收縮的情況來判斷這三杯食鹽水濃度。我們發現每一組的結果有很大出入，有些組員看不到細胞膜分離，我們這一組只看到一杯食鹽水有細胞膜分離，其他沒有。可不可以用手機或相機將看到畫面拍下來？越濃的食鹽水細胞膜收縮的越嚴重，有沒有軟體可以計算這些收縮的比例？這讓我們可以更深入做這些實驗。

三、探究目的與假設

- 1.可以用智慧手機鏡頭代替眼睛拍下看到的顯微鏡放大畫面嗎？
- 2.食鹽濃度和細胞膜收縮的比例會有線性關係嗎？
- 3.改用糖水也會有相同結果嗎？

四、探究方法與驗證步驟

1.先用眼睛觀察放大 400 倍的水蘊草細胞，調整好焦距和光圈，將手機鏡頭對準顯微鏡目鏡上，我們發現真的可以在手機螢幕上看到清楚的水蘊草放大影像，而且手機的照相和錄影功能都可以使用，但是因為手會震動，所以拍出來的畫面經常無法對焦。我們想到有機車用手機架可以固定手機，所以就上網買了一個 200 元，確實能穩定的對焦拍攝。



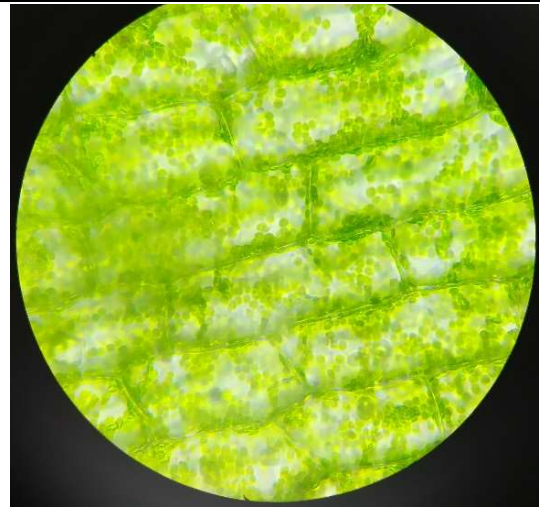
機車用手機架固定手機



利用電子天平秤重配製各種濃度

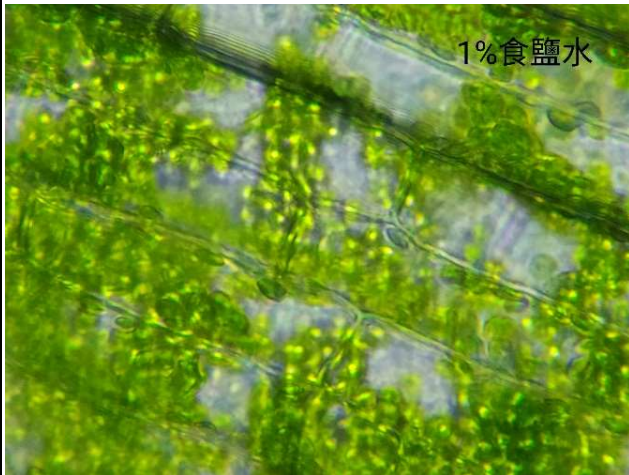


配製各種重量百分濃度食鹽水和糖水

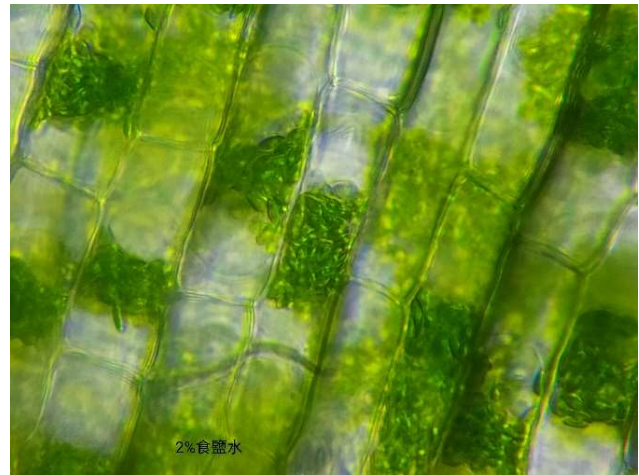


清水中的水蘊草細胞

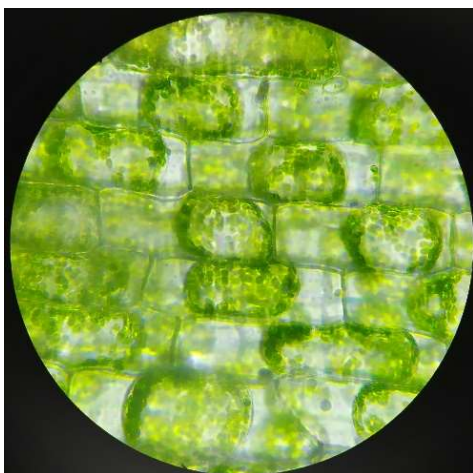
2.配置不同濃度的食鹽水，將水蘊草葉片分別置入 30 分鐘後取出置於顯微鏡下用手機拍照分析，使用 image j 影像計算軟體來圈選照片中水蘊草細胞的細胞壁大小和細胞膜大小，將計算結果複製到 excel 中，同一張照片儘可能取樣多個細胞取平均值，製成圖表得到結果如下：



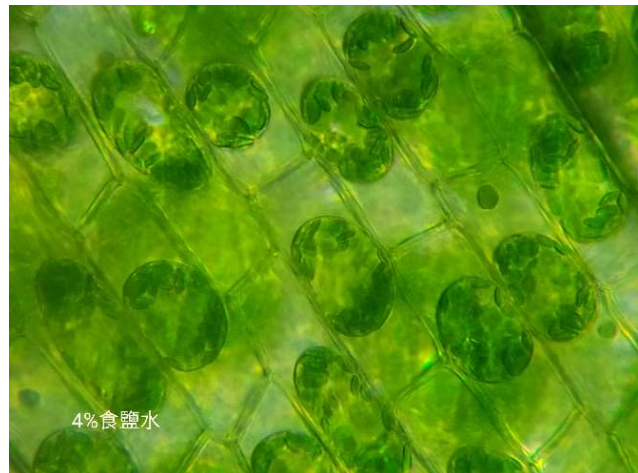
1% 食鹽水



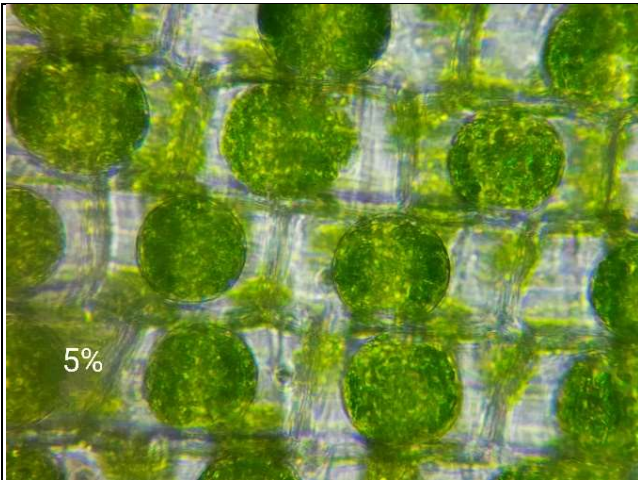
2%食鹽水



3%食鹽水

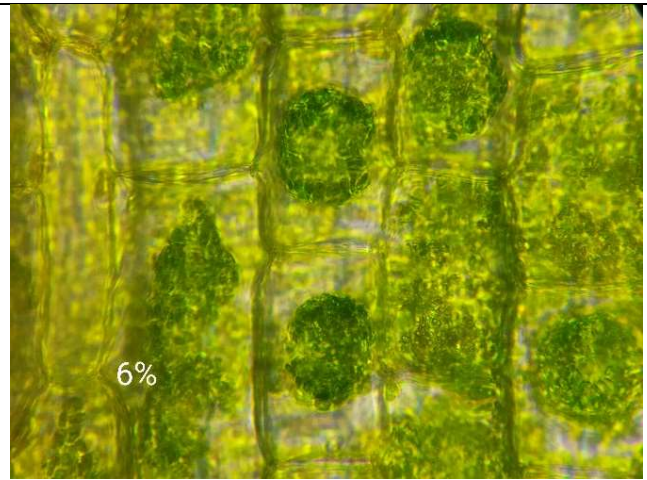


4%食鹽水



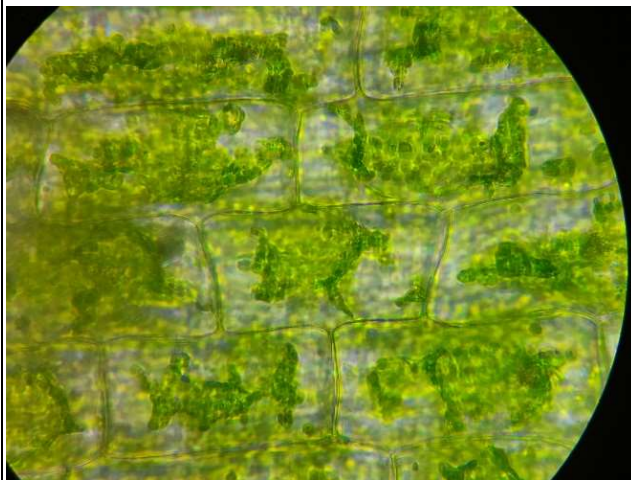
5%

5%食鹽水

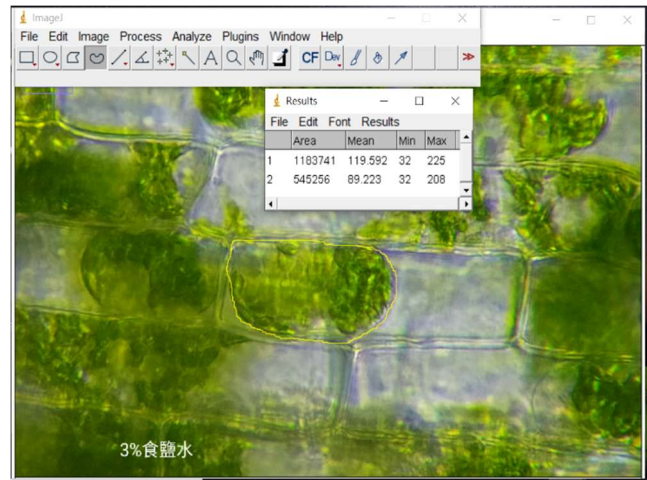


6%

6%食鹽水

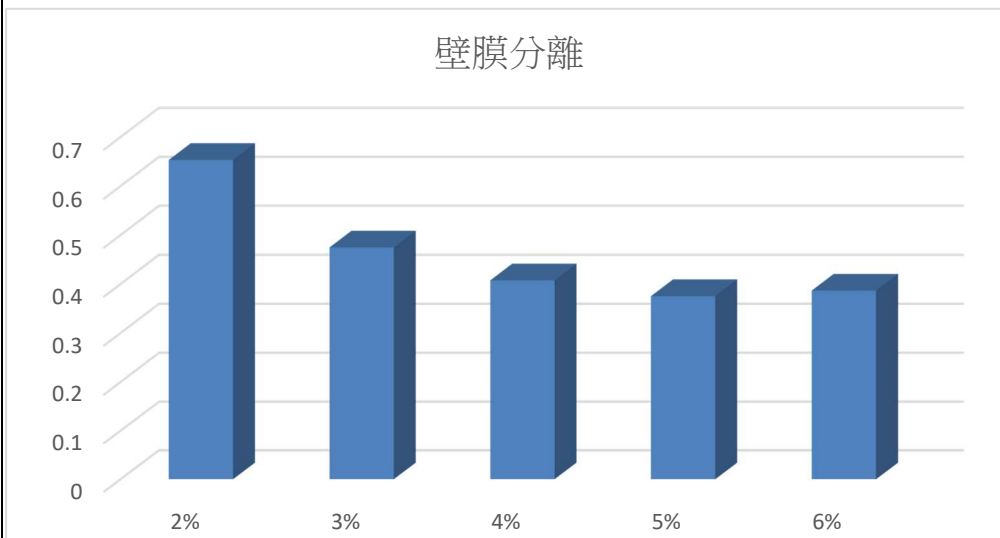


7%食鹽水細胞膜爆裂



3%食鹽水

image j 操作畫面



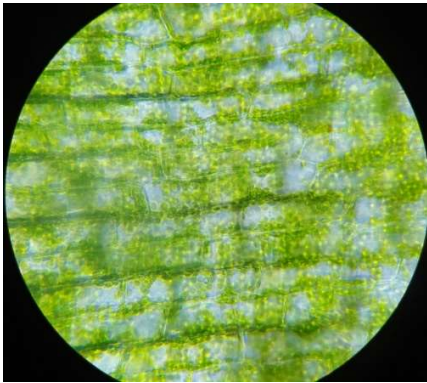
EXCEL 統計圖

	2%食鹽水	3%食鹽水	4%食鹽水	5%食鹽水	6%食鹽水
壁膜分離比例 平均值	0.653316	0.474691	0.407457	0.375248	0.386594

利用 image j 計算水蘊草細胞在不同濃度食鹽水壁膜分離數據

我們發現水蘊草在清水及重量濃度 1%食鹽水中仍可以生存，葉綠體仍會流動不受影響，當食鹽水濃度增加到 2%開始會有細胞膜收縮，濃度越濃收縮狀況越嚴重，但收縮的比例和濃度沒有呈線性關係。當食鹽水濃度增加到 7%以上時細胞膜會爆裂使葉綠體分散在細胞壁內無法測量壁膜分離比例。

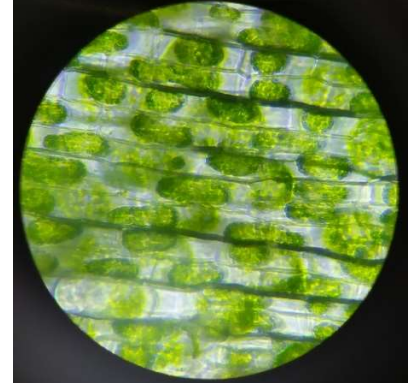
3.配置相同重量百分濃度糖水(1%-10%)，將水蘊草置入，結果讓我們大吃一驚！水蘊草竟然能在高濃度 10%糖水中不會細胞膜分離，而且內部的葉綠體仍繼續流動，比起食鹽水濃度只要 2%就可以引起壁膜分離相差很多，於是我們配製超高濃度 15%及 20%糖水(快要飽和了)再將水蘊草置入，終於觀察到細胞膜分離現象。



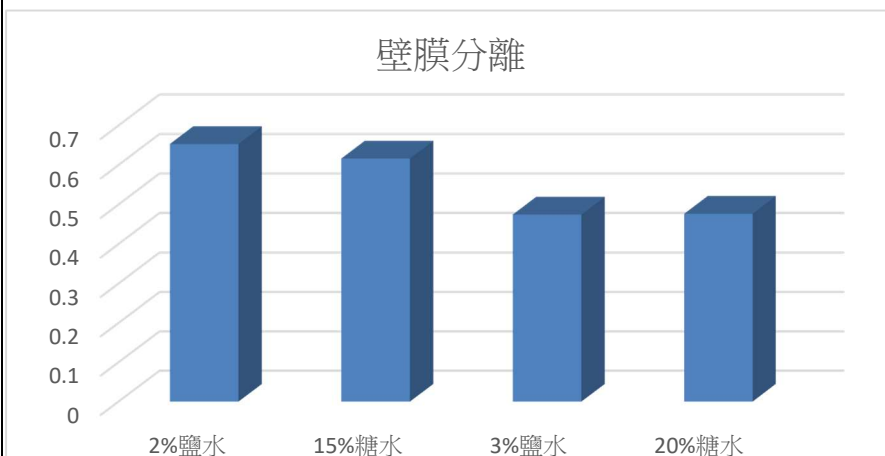
水蘊草在 10%糖水中
竟不會細胞膜分離



水蘊草在 15%糖水中
才會細胞膜分離



水蘊草在 20%糖水中
細胞膜分離更明顯



	2%鹽水	15%糖水	3%鹽水	20%糖水
壁膜分離	0.653316	0.616468	0.474691	0.476678

利用 image j 計算水蘊草在不同濃度食鹽水和糖水壁膜分離數據

我們發現水蘊草在重量濃度 2%食鹽水收縮比例和 15%糖水的收縮比例相當，3%食鹽水收縮比例和 20%糖水的收縮比例相當，代表滲透壓接近相同。

五、結論與生活應用

1. 利用手機的拍照功能，可以拍攝清晰的顯微鏡攝影。以前需要使用數位相機搭配專用轉接環固定在顯微鏡上，現在拜手機照相功能越來越強大，可以直接拍照。讓傳統複式顯微鏡再延續利用，發揮最大價值。
2. 運用電腦圖形計算軟體 Image j 處理水蘊草的收縮比例，有很好的結果。也可以計算醫學影像中癌細胞的比例統計上，還有衛星影像中熱帶雨林被破壞的比例。
3. 食鹽水的分子量為 58.5 而蔗糖的分子量為 342，兩者相差約 6 倍，當相同質量(假設 1 公克)溶於水中時，食鹽所含的莫耳數是蔗糖的 6 倍，所以莫耳濃度也相差 6 倍，滲透壓和莫耳濃度成正比($P=C_MRT$)，造成食鹽的滲透壓是蔗糖的 6 倍。

$$\begin{aligned} \text{NaCl} &= 58.5 \\ \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} &= 342 \\ 1\text{g NaCl} &= \frac{1}{58.5} = 0.017 \text{ mol} \\ 1\text{g C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} &= \frac{1}{342} = 0.0029 \text{ mol} \\ \frac{0.017}{0.0029} &= 5.86 (\text{倍}) \approx 6 \\ P &= C_MRT \end{aligned}$$

滲透壓公式和莫耳濃度之間關係，還有莫耳數和分子量質量的關係

4. 醃製甜的蜜餞或梅子時會先使用少量鹽來達到脫水的效果，再加入大量的糖來調味及進一步脫水保存。而且鹽的效果比糖好的原因，就是相同重量下換算成莫耳濃度鹽是糖約 6 倍左右。我們利用水蘊草也證實了重量濃度 3% 食鹽水收縮比例和 20% 糖水的收縮比例相當。

參考資料

- 一、吳忠信主編、吳宜玲等編撰(民國 108 年 8 月)。國中自然科學(第一冊初版)。活動 2-1 物質進出細胞的觀察。台南市：南一書局企業股份有限公司。
- 二、imagej 軟體下載網站 (2021 年 2 月 05 日) • 取自 <https://imagej.nih.gov/ij/>
- 三、朱煥民等編寫(民國 110 年 2 月)。國中自然科學(第四冊初版)。3-3 酸鹼濃度-體積莫耳濃度。新北市：康軒文教事業股份有限公司
- 四、滲透壓的介紹•教育大市集•(2021 年 3 月 1 日) 取自 http://163.28.10.78/content/senior/chemistry/tp_sc/content1/number1/5/5-6.htm#