

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：利用紫洋蔥表皮細胞探討殺菌原理—細胞滲透作用

一、摘要

本次實驗利用紫色洋蔥表皮細胞，觀察在不同濃度食鹽水中細胞的滲透現象甚至對細胞造成破壞，我們得出以 5% 的食鹽水濃度浸泡細胞，造成質壁分離的效果最顯著，亦透過縮時攝影觀察到細胞因高濃度食鹽水而破壞。進而探討洋蔥表皮細胞在 3% 鹽酸及 75% 酒精下的變化，得出各部位的洋蔥細胞在鹽酸的浸泡下皆會被破壞。在酒精的浸泡下，10 分鐘後細胞膜皆被破壞，色素釋出使細胞呈無色。

二、探究題目與動機

生活中有許多細菌。在疫情肆虐的今日，除配戴口罩阻絕病毒傳染外，消毒殺菌更是抑制病菌的有效手段。而生活中消除病原體效的方法處處可見，如浸泡高濃度鹽水的醃漬、胃中的鹽酸以及現今炙手可熱的酒精。為探討其原理，我們採用易觀察且含花青素的紫洋蔥表皮細胞，將其浸泡在三種不同溶液中觀察細胞形變。

三、探究目的與假設

一、研究目的

將洋蔥表皮細胞置於不同濃度的食鹽水中或其他不同溶液中，觀察細胞的變化和反應。

二、假設

1. 浸泡在愈高濃度的食鹽水否細胞萎縮且造成細胞質壁分離的程度愈大。
2. 將表皮細胞浸泡在 3% 的鹽酸中，被破壞的細胞比例上升。
3. 表皮細胞浸泡在酒精中細胞膜構造會被破壞，細胞質流出。

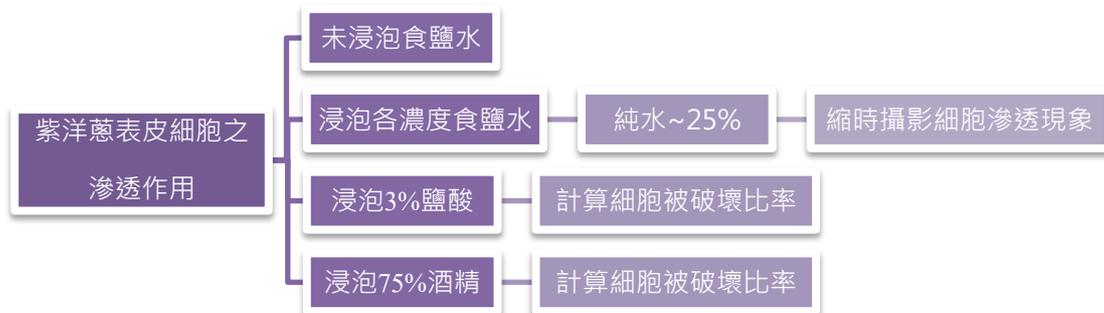
四、探究方法與驗證步驟

一、實驗材料與器具:

材料：食鹽、水、75% 酒精、3% 鹽酸、衛生紙、紫色洋蔥表皮。

器具：複式顯微鏡及相關器具 (100X)、溶液配置用具、刀片、滴管、影像紀錄工具。

二、研究架構



圖一、研究架構圖

三、研究方法

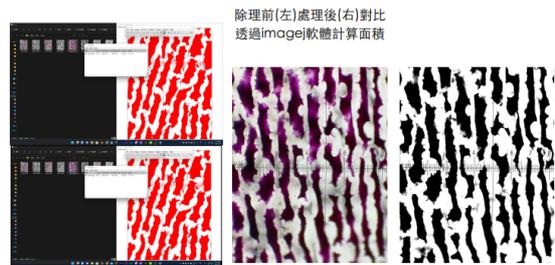
● 實驗前置作業

1. 影像標準化流程與分析方法 (實驗一、實驗三)

(1)前期:統一的相機參數(曝光時長:1/120s、
光圈:2.9709、ISO:25、F/2.8、9mm)

(2)後期:統一的後期調色

(3)使用軟體：iPhone 內建相機



圖二、使用 Imagej 軟體處理 Java 圖像

(亮部-100、暗部-100、對比+100、白點-50、黑點+100、飽和度-100)

2.運用縮時攝影觀察濃度為 10%、20%與 25%溶液 (實驗二)，並計算單位時間表皮細胞所縮小的面積。

四、實驗操作

(一) 實驗一-觀察在不同濃度的食鹽水中表皮細胞縮小的程度

1. 變因:

- 控制變因:同品種的紫色洋蔥。
- 操縱變因:不同重量百分濃度的食鹽水(純水、5%、10%、15%、20%、25%)。
- 應變變因:細胞質在不同濃度食鹽水之縮小程度。

2. 實驗步驟: (相同溫度、溶液體積均為 100mL)

(1)每一組取 3 段紫色洋蔥細胞的表皮分別為:

洋蔥鱗葉的上部、中部、下部(圖三)。

(2)配置不同重量百分濃度的食鹽水。

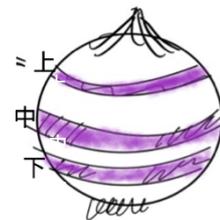
(3)放好表皮細胞的位置，將不同溶液倒入個別的培養皿中。

(4)浸泡 20 分鐘。

(5)複式顯微鏡下觀察其細胞壁並記錄與細胞質的分離程度。

(6)重複實驗三次。

(7)細胞大小測量方式：以細胞照片與測微器等比例計算。



圖三、取上、中、下部的表皮細胞示意圖

3. 實驗目的:

藉由觀察細胞質在不同濃度食鹽水之縮小程度，製作趨勢圖。

(二) 實驗二-縮時攝影紀錄在不同濃度的食鹽水中表皮細胞縮小的程度

1. 變因

- 控制變因:同品種的紫色洋蔥。
- 操縱變因:不同重量百分濃度的食鹽水(10%、20%、25%溶液)。
- 應變變因:濃度為 10%、20%、25%溶液中，單位時間細胞縮小的比率

2. 實驗步驟: (相同溫度、溶液體積均為 100mL)

(1)每一組取 3 段紫色洋蔥細胞的表皮分別為: 洋蔥鱗葉的上部、中部、下部(圖三)

(2)配置不同重量百分濃度的食鹽水。

- (3)取出三段紫色洋蔥表皮細胞。
 - (4)將表皮細胞攤平分別滴上 10% NaCl、20% NaCl、25%NaCl。
 - (5)立即放在複試顯微鏡下，以縮時攝影的方式錄製細胞滲透的變化。
 - (6)重複實驗三次。
 - (7)RGB 的測量方式：利用三原色紅、綠、藍各色數值，通常以 0~255 為範圍，數字越大表示該顏色越強，並利用三原色混合方式，計算出細胞隨時間的顏色變化。
- 3.實驗目的:觀察並計算其濃度在各食鹽水濃度中，細胞在單位時間所縮小的面積。

(三)實驗三-觀察並計算表皮細胞在鹽酸與酒精中被破壞的比例

1.變因:

控制變因:相同品種的紫色洋蔥。

操縱變因:實驗組(加入 3%鹽酸、75%酒精)；對照組(未加鹽酸和酒精)。

應變變因: 3%鹽酸下而被破壞細胞的比例。

2.實驗步驟:(相同溫度、溶液體積均為 100mL)

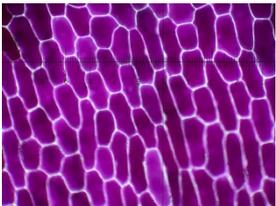
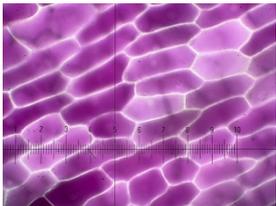
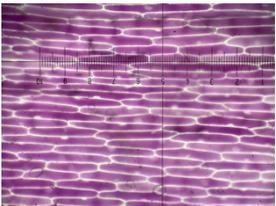
- (1)每一組取 3 段紫色洋蔥細胞的表皮(圖三)。
- (2)準備不同溶液 (3%鹽酸、75%酒精)。
- (3)將表皮細胞攤平並各別倒入 3%鹽酸、75%酒精在培養皿中。
- (4)浸泡 20 分鐘。
- (5)在複式顯微鏡下觀察並記錄其質壁分離的分離程度。
- (6)重複實驗三次。

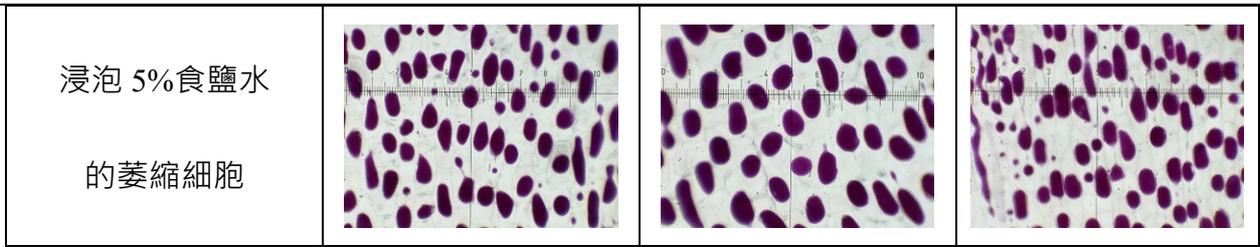
3.實驗目的:

- (1)觀察分別在 3%鹽酸與 75%酒精中細胞被破壞的比例。
- (2)討論可能造成破壞細胞的原因。

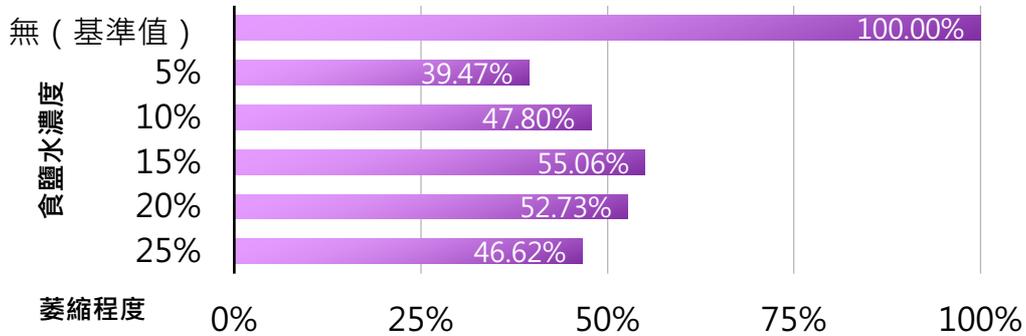
五、結果與分析

(一) 實驗一、實驗二

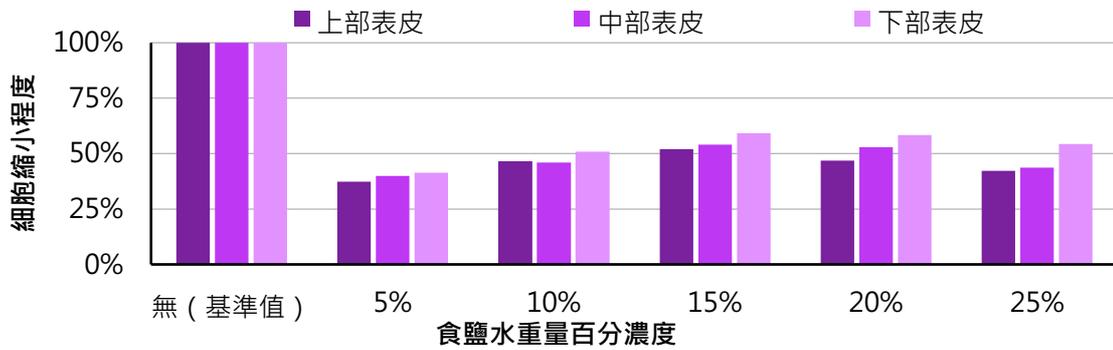
洋蔥表皮位置	長(微米)	寬(微米)	
上部	201	64	
中部	257	91	
下部	326.7	31.3	
細胞部位 食鹽水濃度	上部表皮	中部表皮	下部表皮
初始 (基準值)			



表一、上、中、下段洋蔥表皮細胞之細胞大小測量與萎縮前後的圖形

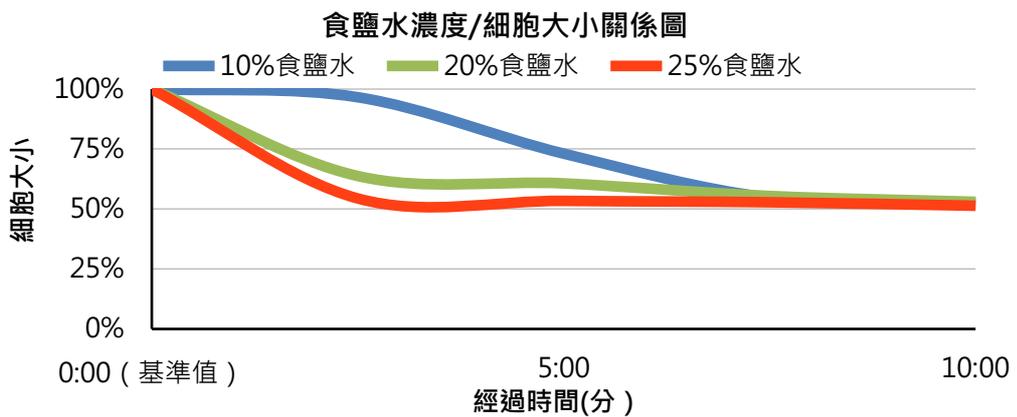


圖四、洋蔥表皮細胞在鹽水中的萎縮比例



圖五、比較不同的食鹽水濃度與各部位細胞縮小的長度

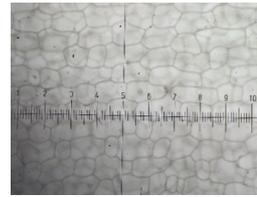
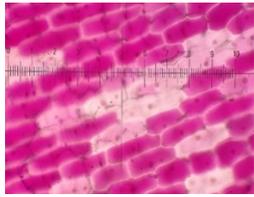
(二) 實驗二



圖六、以縮時攝影記錄在濃度 10%、20%、25%食鹽水細胞滲透作用變化

(三) 實驗三

濃度 3%鹽酸	濃度 75%酒精
---------	----------

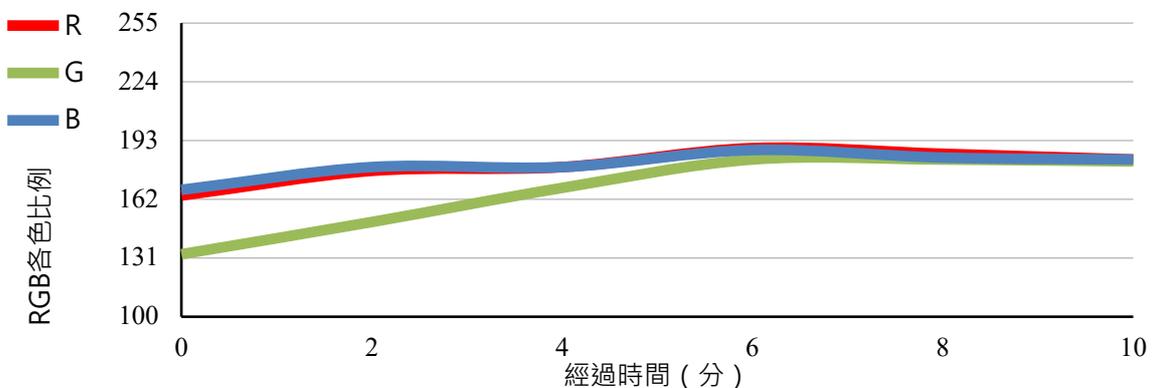


圖七、浸泡不同溶液後的細胞變化

	上	中	下	全體
全部	62	44	59	165
存留	44	4	37	85
存活率	70.97%	9.09%	62.71%	51.52%

表二、濃度 3%鹽酸下，細胞被破壞的比率

註:上、中、下分別為紫洋蔥表皮細胞的上部、中部、下部



表五、酒精浸泡細胞隨時間所產生的顏色變化

註：R 代表呈現紅色、G 代表呈現綠色、B 代表呈現藍色

五、結論與生活應用

- 依據圖四數據，細胞的質壁分離程度僅在一定的濃度範圍與所浸泡溶液的濃度呈正相關，以下是兩點推測：
 - 細胞膜上的鈉離子與氯離子的運輸蛋白數量有限，在食鹽水濃度 **15%以下**時鈉離子與氯離子的**運輸速率未達飽和**，在膜兩側未造成溶質的濃度差，但在 **15%以上**時達飽和並造成濃度差，滲透作用產生，並促使水由細胞內流向細胞外。
 - 查看所錄製的縮時影像，發現細胞出現了類「**破裂**」的現象，我們推論細胞膜具有**彈力限度**，除了膨脹會使細胞膜破裂之外，一定程度的**萎縮**也能使細胞達到**彈性限度**，使細胞膜失去張力，達到**質壁分離程度的上限**。
綜合以上兩點，在濃度 **15%左右**時，細胞內外滲透壓已達平衡，在**更高濃度**環境下，細胞膜本身會因為**外部滲透壓過大**，導致向內萎縮**超過彈性限度**而破裂，以至於其外表看起來像是**更往內萎縮**，也就是質壁分離程度在 15%之後又上升的原因。
- 分析圖五的數據，洋蔥的不同部位**質壁分離程度不同**。我們推測由於在洋蔥下部表皮靠

近洋蔥根部，水分進出較頻繁，故水分含量比上部表皮多，又因形狀扁平且較小，使得細胞縮小程度較上部小。

3. 根據圖六的曲線，濃度越高的溶液會讓細胞更快萎縮，但在萎縮至原本的一半之後便不再有顯著的變化，得出**越高的溶液濃度只影響萎縮速率**，質壁分離程度**仍具上限**。

在觀察縮時攝影檔案的過程中，我們發現高濃度的食鹽水會使細胞膜破裂，使細胞質滲出，似乎就是影響三個不同部位細胞萎縮程度的變因之一。

之後，為了觀察三個部位的細胞膜破壞情形，我們選用了**酒精**和**鹽酸**作為破壞細胞膜的溶液，兩者破壞細胞膜的方式不太相同。前者是藉由**溶解膜上脂質**，後者則是讓**膜蛋白變性**，達到破壞細胞膜的目的。

在實驗三、四後，我們得出的結論如下：

1. 浸泡在鹽酸溶液中，三組的細胞完整性以**中段**為最低。
2. 浸泡鹽酸後細胞顏色從紫色變成紅色，因為紫洋蔥表皮細胞內含有花青素，鹽酸將花青素分解為其他物質，這些物質的顏色可能會改變或失去花青素原有的顏色。
3. 浸泡在酒精溶液 10 分鐘後，所有細胞**皆被酒精破壞**，且色素皆被溶出，變為無色。
4. 酒精在第 7 分鐘時就**幾乎讓細胞質流光**，透過時間/RGB 各色數值可以發現，整個畫面初期整張畫面偏紫，而到第 7 分鐘，整張畫面的色調呈灰白色，表示紫色細胞質已流光。

三、生活應用

生活中常見的醃漬蔬菜，便是以高濃度的食鹽水作用於微生物，以抑制其活動。我們藉由測試出具有最佳效果的食鹽水濃度，並達到最好的殺菌效果，避免食物腐敗。此結果甚至能套用於醃漬食品業，進而減少食鹽的成本支出，得到最大利潤。

另外根據實驗結果，鹽酸和酒精在植物細胞中有顯著的破壞作用，若能將此兩種溶液應用在消毒殺菌上，必能降低病原體的傳播。

參考資料

質壁分離-A+醫學百科

<http://cht.a-hospital.com/w/%E8%B4%A8%E5%A3%81%E5%88%86%E7%A6%BB>

滲透壓 | 科學 Online (ntu.edu.tw)

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?tag=滲透壓>

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4478>