

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組成果報告表單

題目名稱： 探討水通道蛋白的變性對細胞在高張溶液中體積變化的效應

一、摘要：

水分子可透過水通道蛋白(Aquaporin)進行促進性擴散，然而蛋白質可能會受到環境影響而變性導致結構改變，使水分子無法通過。本研究發現水分子主要是以藉由水通道蛋白進行促進性擴散。經過酸處理的水蘊草細胞，其水通道蛋白會因變性而導致功能失效，使水分子無法通過水通道蛋白進行促進性擴散，使細胞在高濃度蔗糖水三日後仍保持體積與形狀不變，而經過鹼、熱處理的細胞由於水通道蛋白並未被完全失效，因此在高張溶液中仍產生原生質萎縮的現象。我們發現水通道蛋白受酸性處理可變性而完全失效，在生活中也可以將此現象運用於烹飪上，以保留蔬菜水分。

二、探究題目與動機

在生物課中我們了解了水分子進出細胞膜，除了可以透過簡單擴散外，利用特殊蛋白——水通道蛋白(Aquaporin)(圖 1.)蛋白質結構的局部電場改變(註 1)，也可以使水分子能夠快速通過。不過細胞在控制水分子進出時，究竟是使用簡單擴散居多，還是使用需要經過水通道蛋白的促進性擴散居多呢？水通道蛋白又會因為酸、鹼、熱.....哪種處理方式而變性而失去作用呢？秉著對上述問題的好奇心，我們展開了以下研究。

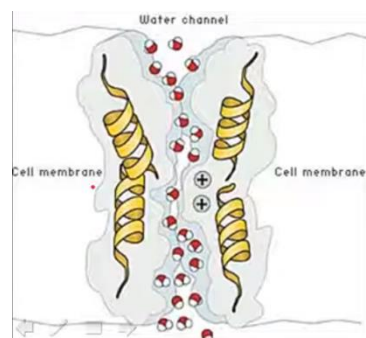


圖 1.水通道蛋白(Aquaporin)(註 2)

三、探究目的與假設

(一)本研究探討水蘊草細胞經過不同蛋白質變性方式處理後，在高濃度蔗糖水中的水分子的運輸情形。

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗方法




分為對照組與實驗組(表 1.)，實驗組分別為三種可使蛋白質變性的物理、化學處理方式。

表 1.對照組與實驗組所浸泡之溶液

對照組	實驗組		
	酸	鹼	熱
常溫蒸餾水	1M HCl	1M NaOH	100 度熱水

(二)實驗步驟

表 2.實驗步驟

		
1. 將水蘊草葉片分別放入表 1. 四組溶液浸泡 20 分鐘後取出，觀察葉片變化。	2. 將水蘊草葉片轉移至 1M 的高濃度蔗糖水浸泡 3 天。	3. 3 天後取出葉片製作成標本進行顯微照相，利用程式計算細胞與原生質面積大小，並進行統計分析。

(三)實驗結果

1.經過酸、鹼、熱不同方式處理後，觀察葉片顏色，結果如圖 2 顯示，明顯發現經過酸處理的葉片顏色發黃，這是因為細胞內的葉綠素中的鎂被氫離子取代，形成去鎂葉綠素，導致顏色變成黃褐色(註 3)。


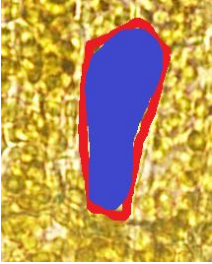

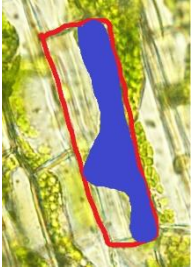


圖 2.經過不同處理方式後葉片外觀顏色之差異

2.將顯微照相的照片利用色彩進行標註，紅色的框限代表細胞壁，藍色面積則為原生質範圍，觀察表 3.圖片我們可以發現經過酸處理的水蘊草細胞的原生質面積在高張溶液中 3 天後仍然保持原大小，而對照組、以及經過鹼、熱處理的細胞則都有萎縮的情況。從此結果得知，當細胞處在高張溶液中，溶劑(水)卻無法從細胞內(高溶劑濃度) 向外(低溶劑濃度)移動，反而保持等張狀態，我們推測這是因為水通道蛋白在經過酸處理的過程中變性了，水分子無法通過結構改變的運輸通道，因此無法進行促進性擴散。

表 3.對照組與實驗組細胞在高濃度蔗糖水中的狀態

(紅框為細胞壁、藍底為原生質範圍)

對照組	實驗組		
	酸	鹼	熱
常溫蒸餾水	1M HCl	1M NaOH	100 度熱水
			

3.從此實驗結果我們可以發現，當水通道蛋白失去功能後，水分子卻幾乎沒有透過簡單擴散向外運輸，因此我們可以大膽推測，細胞中的水分子運輸主要是通過促進性擴散，也就是需要經過水通道蛋白的運輸方式。

4.我們將標記好顏色的照片透過軟體程式進行分析，計算出原生質佔細胞壁輪廓比例，繪製成下圖 3。從此圖同樣可以發現經過酸處理組別的原生質佔細胞壁輪廓比最大，得知，並透過統計分析，發現只有經過酸處理組別的萎縮比和對照組相比有達到統計上的顯著差異(單尾 t 檢定=0.01616769)。根據這個結果，我們推測由於不同的蛋白質對於酸鹼值以及熱的耐受度不同，水通道蛋白可能較容易受到酸性環境影響而變性，導致結構改變。

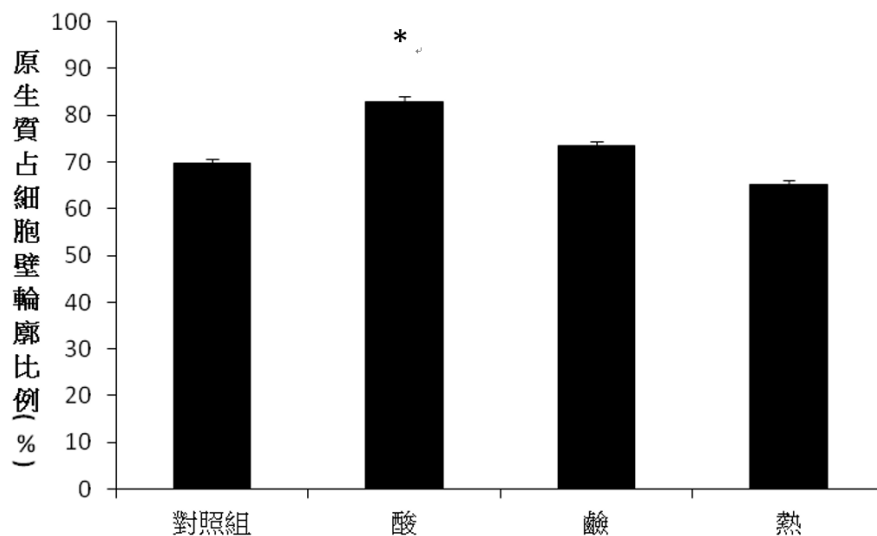


圖 3.各處理組浸泡高張溶液三日後，原生質占細胞壁輪廓面積比例(%)(平均±標準誤)與對照組相比，*: $p < 0.05$ (單尾 t 檢定)

五、結論與生活應用

(一)結論

從此研究可得知，水分子主要以促進性擴散的方式，也就是通過水通道蛋白的方式進行運輸。經過酸處理的水蘊草細胞的水通道蛋白會變性導致結構改變，使水分子無法通過水通道蛋白進行促進性擴散，使細胞在高濃度蔗糖水中形狀仍保持不變，而經過鹼、熱處理的細胞由於水通道蛋白並未被破壞，因此在高張溶液中產生質離現象，原生質萎縮。代表水通道蛋白主要受酸性環境影響而變性。

(二)生活應用

在烹飪時若想品嚐含水量較高的蔬菜的話，或許可以嘗試添加一些酸性物質，例如食醋等，使植物細胞內的水分不易流失。

參考資料

註1.王淑卿、張永達，2009。水如何進去細胞。科學online。

註2.楊文茜、程智剛、王雲，2008。水通道蛋白與腦水腫。

註3.楊濟威、林意珊、蔡雨捷，2015。葉綠素在相異 pH 質中的變化研究。