

洋蔥表皮細胞質流動 的觀測及影響變因之探討

國中組 第二名

縣市：高雄市

校名：五福國中

作者：陳怡文、黃楷棻

楊融、韓瑋珊

指導教師：張榮富、周素珠



陳怡文：我十分高興能夠參加這次的科展。而在整個過程中，無論是實驗操作、報告、版面的呈現與表達……等，均獲益良多。最重要的是謝謝老師辛苦的指導，更讓我瞭解到做科學研究應有的態度。經過這次的科展，我想我以後仍會在生物這門學問上繼續努力。

黃楷棻：小時候曾看過多次的科展。原本覺得科學研究是高深的、艱澀的，但是現在，我不但加入科展的行列，更獲得好成績。有人問我們是如何辦到的，我認為「創意、積極、恆心是科學研究的基石」。將來，我會繼續參與科學研究的工作，因為科學常常為社會帶來福利，為生活帶來驚嘆！

楊 融：從國一開始認識科展，國二第一次參與製作。我認為這一趟過程是一段充實的學習經驗。科展所給予我們的不只是研究報告而已，自此，增加了我對製作科展的興趣，希望日後能夠找到適當的題目，或是對於本次作品做進一步的探討。

韓瑋珊：在參與科展的過程中，我學到如何跟同學一起分工合作。我們常常為了尋找新的方向或解決遭遇的問題，試著蒐集網路、書籍或雜誌的一些內容與老師共同討論。這段時間內，讓我覺得學到很多東西，也讓我有心想在以後往生物的領域繼續研究。

關鍵詞：洋蔥表皮細胞、紅色六號色素、細胞質流動

一、研究動機

一般研究細胞質流動常以輪藻或水蘊草為材料，因其葉綠體會隨著細胞質流動，觀察非常方便。可是當探討環境因子的影響時，則會涉及光合作用。洋蔥常用作為觀察表皮細胞的材料，經亞甲藍液染色後，細胞核特別清楚。但我們經多次測試後發現以適當濃度的紅色六號色素、石蕊或溴瑞香草藍溶液處理的洋蔥表皮細胞，卻可觀察到明顯的細胞質流動，而且取材方便，又可避免光合作用之干擾，乃以它們為材料，進行研究。

二、研究目的

觀測洋蔥表皮細胞的細胞質流動，並探討各種環境因子對細胞質流動之影響。

三、研究設備及材料

(一)設備：顯微鏡，目鏡測微器，鏡台測微器，碼表，溫度計，長波紫外線(Model UVL-56,UV-366nm)

(二)化學試劑：中性紅，石蕊，甲基紅，溴瑞香草藍（BTB），植物生長素(Cytokinin)，二氯苯氧乙酸(2,4-D)，氯化鉀，氯化汞，硝酸銀，硝酸鉛，硝酸鉀，氯化氫，紅色六號色素

(三)材料：市面出售新鮮的洋蔥

四、研究內容及過程

(一)洋蔥表皮細胞細胞質流動的觀測：

1.切取洋蔥表皮細胞，分別浸於0.01%的紅色六號色素、中性紅、石蕊、甲基紅、溴瑞香草藍等溶液，5分鐘後製成玻片標本，分別置於10、25、及40的不同環境下30分鐘，以複式顯微鏡(600x)觀察表皮細胞內細胞質流動的情形，並測量流動速率。另改變溶液濃度為1%、0.1%、0.005%，重複上述步驟。

2.我們以目鏡測微器與鏡台測微器相配合，測量細胞質流動的速率，測定方法如下：每次測量均取五個細胞流速之平均值，以對照組之流速為100%。實驗數據予以標準化，再做比較。

(二)探討影響洋蔥表皮細胞細胞質流動的因素：

1.觀察光照、不同光質及紫外線對細胞質流動的影響：

(1)切取洋蔥表皮細胞，浸於0.01%紅色六號色素溶液（以下實驗均相同）。將玻片標本分別置於黑暗中、400 lux、800 lux、1200 lux及1600 lux之光照下。每隔60分鐘測量流動的速率，連續四小時。

(2)另一組實驗則將玻片標本分別以紅、黃、藍、綠等顏色玻璃紙包住，並以白光作對照組，置於1200 lux的光照下。每隔60分鐘測量細胞質流動的速率，連續四小時。

(3)另取一組實驗，將玻片標本照射長波紫外線(366nm)，距離5公分，每60分鐘測量細胞質流動的速率，連續四小時，進一步改變距離為10公分，重複上述步驟。

2.觀察溫度對細胞質流動之影響：

將玻片標本分別置於10 °C、室溫(25 °C)、30 °C、40 °C及50 °C的暗箱中，每60分鐘測量細胞質流速，持續四小時。

3.觀察金屬離子對細胞質流動的影響：

在玻片標本的蓋玻片一端分別滴加濃度1%的氯化鉀及氯化汞溶液，在另一端用濾紙吸水，如此反覆數次；每隔30分鐘觀察一次，並測量細胞質流動的速率，持續三小時。並進一步改變上述氯化物溶液濃度為0.5%及0.2%，重複上述步驟。此外並以硝酸鉀、硝酸鉛和硝酸銀，重複上述實驗步驟。

4.觀察酸鹼性對細胞質流動的影響：

將氯化氫溶液稀釋，配製pH值1、3、5的溶液。將玻片標本在蓋玻片一端分別滴加不同pH值的溶液，在另一端用濾紙吸水，如此反覆數次。另以一片滴加蒸餾水作為對照組。每隔30分鐘觀察一次，並測量細胞質流動的速率，持續三小時。

5.觀察植物生長素(Cytokinin及2.4-D)對細胞質流動的影響：

在玻片標本的蓋玻片一端分別滴加0.1ppm的植物生長素2.4-D及 Cytokinin，在另一端用濾紙吸水，如此反覆數次，另取一片滴加蒸餾水為對照組。每隔30分鐘觀測一次，持續180分鐘。並進一步改變上述生長素濃度為1ppm及10ppm，重複上述步驟。

五、實驗結果與討論

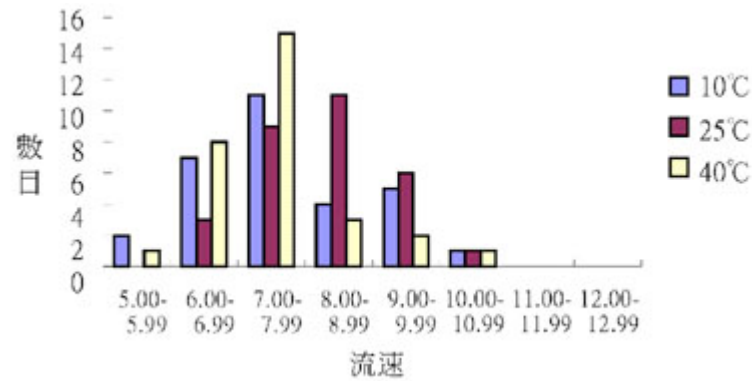
(一)觀察洋蔥表皮細胞的細胞質流動：

1. 未經染色的洋蔥表皮細胞在顯微鏡下觀察，除了細胞壁外，不易看到細胞的內含物，因此不易觀測細胞質流動。而浸在染色溶液5分鐘後，即能看到細胞的內含物隨細胞質流動。其效果比較如下：

	1%	0.1%	0.01%	0.005%
甲基紅	×	○	○○	○
溴瑞香草藍	×	×	○○	○○
石蕊(藍色)	×	○○	○○	○○
紅色六號色素	×	○	○○○	○○
中性紅	×	×	○	○

註：「○○○」表示效果最明顯，「○○」次之，「○」較差。「」表示不易觀察。

2.經0.01 %紅色六號色素溶液處理之洋蔥表皮，在室溫下(25 °C)，其細胞質流動，平均流速約8米m/s。低溫時流速較慢，40 °C 高溫時流速也趨緩慢。（圖(一)）



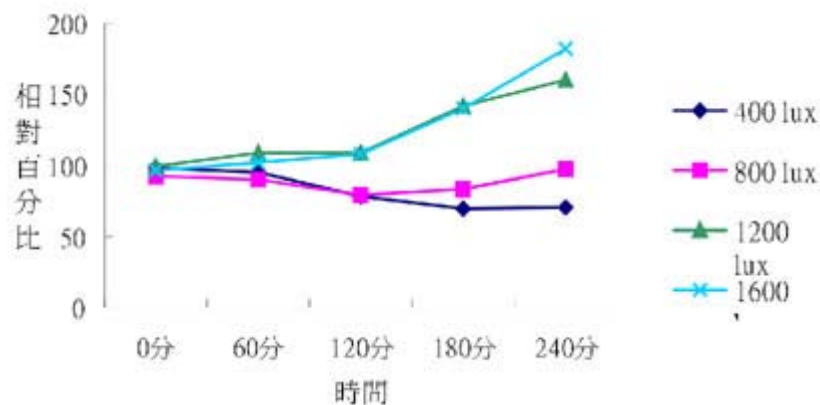
圖(一)：洋蔥表皮在不同溫度下細胞質流動速率(米m/s)統計

3.利用上述方法處理蒜苗和蔥的莖、文珠蘭和孤挺花的葉等的表皮細胞，也可觀察到細胞內容物隨著細胞質流動，顯然此種染色方法可應用於許多表皮細胞的細胞質流動之觀察。

(二)探討影響洋蔥表皮細胞細胞質流動的因素：

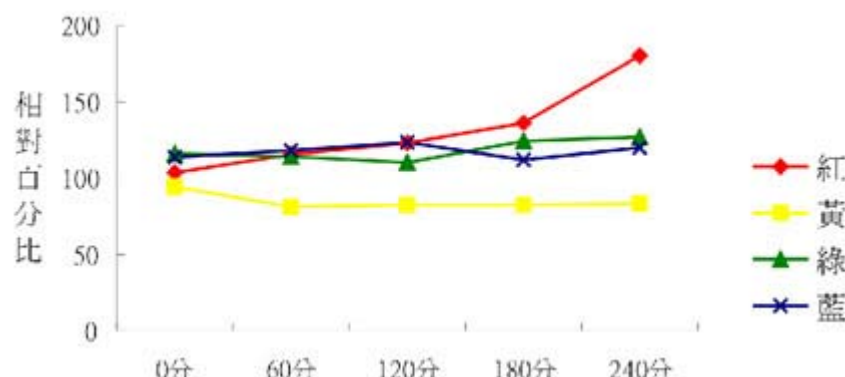
1.光照、光質和紫外線的影響：

(1)如圖(二)所示，由400 lux至1600 lux，照光前2小時，未有顯著增加，到3小時後，1200lux及1600lux的細胞質流速增加，推測長時間照光，可影響細胞質流動。



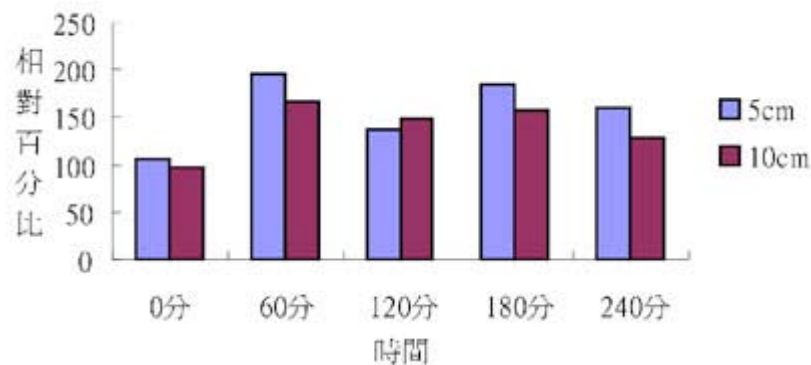
圖(二)：不同光照強度對洋蔥表皮細胞質流動速率之影響

(2)此外，在本研究中，我們也探討不同光質對細胞質流動的影響，如圖(三)所示，照光4小時後，紅光對細胞質流速影響最為顯著。



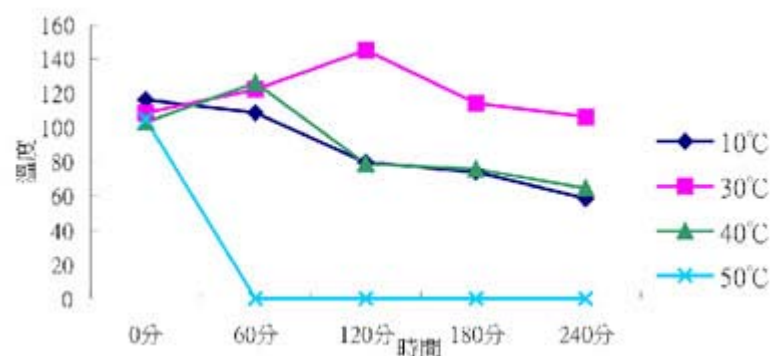
圖(三)：不同光質對洋蔥表皮細胞質流速之影響

(3)以366nm的紫外線照射洋蔥表皮，發現紫外線會使洋蔥表皮的細胞質流動加快，距離越近，細胞質流動的影響越顯著。



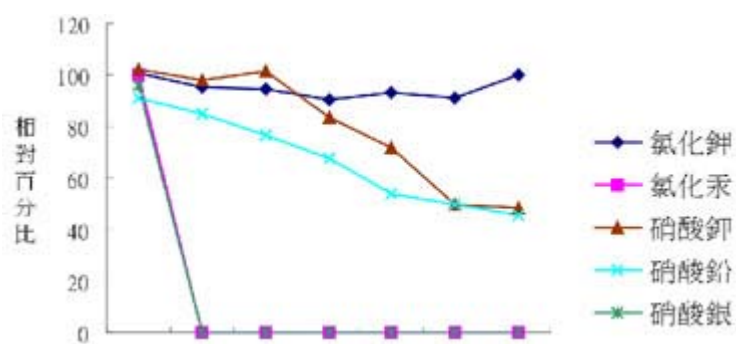
圖(四)：長波紫外光(366nm)對洋蔥表皮細胞質流速之影響

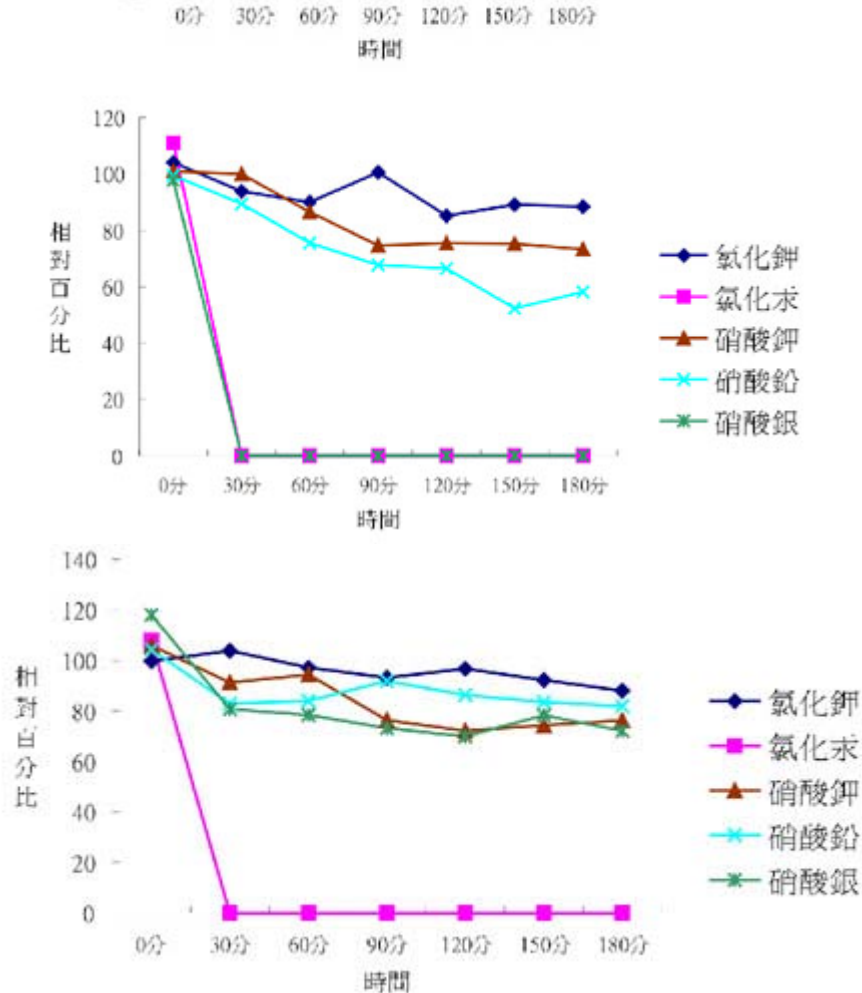
2.由於持續光照可能會導致溫度增加，而影響細胞質流動速率的改變，因此我們變換不同溫度觀測其對細胞質流動之影響，圖(五)的實驗結果顯示當溫度降低時，細胞質流速減慢；溫度升高至40 °C，細胞質流速起初增加，時間加長後，流速則緩慢下降，但當溫度提升至50 °C時，細胞質流動則完全停止。



圖(五)：不同溫度對洋蔥表皮細胞質流速之影響：

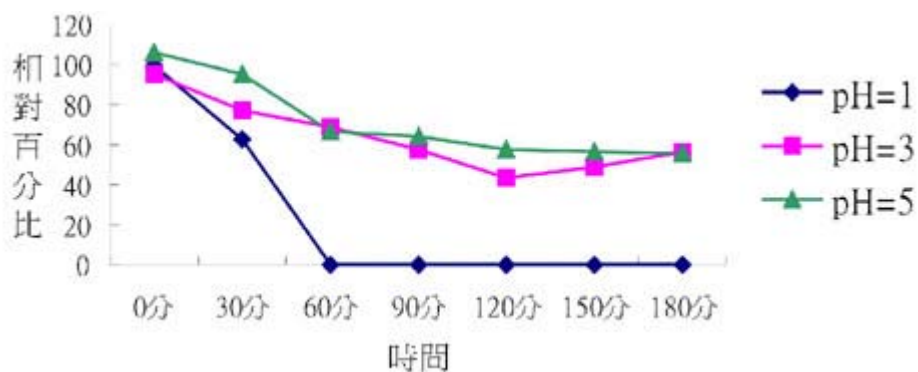
3.如圖(六)所示，添加0.2%、0.5%或1%含氯離子對細胞質流動並無明顯差異，但汞離子對細胞質流動，則有明顯的抑制作用。另一方面比較硝酸鹽對細胞質流動的影響，銀離子和鉛離子均有抑制作用。





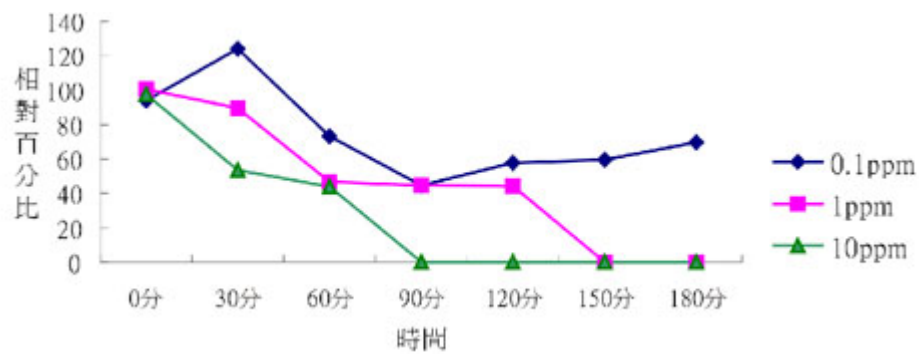
圖(六)：不同金屬鹽類對洋蔥表皮細胞質流速之影響(25)

4. 先前結果顯示在植物細胞內，細胞質流動可被光、溫度、金屬離子等因子所影響，本實驗結果如圖(七)也支持pH的改變可影響細胞質流動，pH值愈低，細胞質流動所受的抑制就愈明顯。

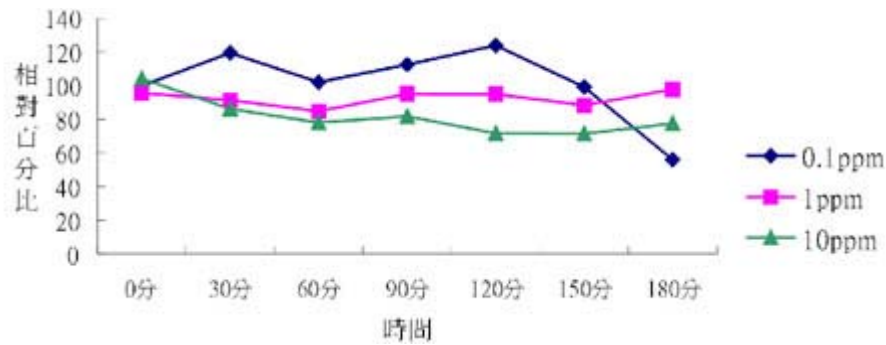


圖(七)：比較不同pH值對細胞質流動的影響(25)

5. 在0.1ppm低濃度的2,4-D作用下，細胞質流動的速率加快，在滴加10分鐘後發現不論沿著細胞壁的或散布在細胞質中的顆粒，活動性都增強，但經一小時後則減慢，而濃度增至1ppm及10ppm的，則出現抑制作用，2小時後細胞質流動完全停止。Cytokinin也有類似的作用，但其作用較為緩和。



圖(八)：2,4-D對洋蔥表皮細胞質流速之影響



圖(九)：Cytokinin對洋蔥表皮細胞質流速之影響

六、結論

(一)植物細胞的內含物如澱粉粒、脂滴、胡蘿蔔素結晶、葉綠體等常隨細胞質流動，不同的環境條件，不同的細胞，細胞質流動的方式和速率都不同。藉由0.01%紅色六號色素溶液的染色，我們觀察到洋蔥表皮的細胞質流動，在室溫下其平均流速約8mm/s左右。

(二)細胞質流動顯然是一個消耗能量的步驟，由於細胞質流動，使細胞中的各種養分及氣體等得以運輸到各個部位。近年來，許多研究報告指出細胞內的細胞質流動動力來源於呼吸作用，凡能影響呼吸作用的因素，均可影響細胞質流動。本實驗結果顯示，溫度、光照強度、紅色光質、紫外線、汞、銀、鉛離子、pH值的改變、生長素等均會影響細胞質流動。

(三)光照強度對細胞質流動有正相關性，隨著照度由400lux至1600 lux的增加，細胞質流速有加快的趨勢。但長期照射的結果，致使溫度增高，也必須予以考量。然而改變溫度，溫度低於40℃以下時，細胞質流速起初隨溫度增加而加快，但120分鐘後，高於40℃時則會使細胞質流速下降。此一結果顯示長期光照致使細胞質流速增加，應非完全來自長期光照導致溫度過度增加的效應。此外就光質而言，可視光譜的紅光，有利於呼吸作用之進行，可進一步提升細胞質流動速率。此外，紫外線的照射也使細胞質流速加快，是否紫外線的光波提供能量，促使細胞質流動加快則有待進一步之研究。

(四) pH值的改變會影響細胞質流動，水質酸性愈強，對細胞質流動的抑制作用就愈顯著。而近年來空氣污染導致雨水酸性化，且根據許多資料顯示酸雨的pH可低於5以下，可見勢必影響植物的生長，並衝擊我們的生態體系。另外，汞、銀、鉛等離子使細胞質流速減慢，甚至停止，顯示土壤若受到重金屬如汞的汙染，經植物吸收後，將影響植物的正常生理機能。

(五) Cytokinin是一種細胞分裂素，能促進細胞的分裂及生長。2,4-D (2,4 dichlorophenoxyacetic acid 二氯苯氧乙酸)則是一種人工合成的生長素，少量可加速植物呼吸及細胞分裂，使植物新陳代謝旺盛。由本實驗結果顯示，兩者在低濃度時都可使原生質流動增強，濃度高時，即有反效果，尤以2,4-D更是明顯，有報導指出2,4-D可使一些無功能的基因活化，影響RNA和酵素的含量使植物的代謝異常，最後使植物體內原生

質消耗殆盡。或許這就是2,4-D可用來作為除草劑的原因了。

七、參考資料

- (一)易希道(1984)：植物生理學，P103~P130，環球書社。
- (二)李學勇(1983)：植物學要義，P195，國立編譯館。
- (三)朱廣廉(1994)：植物生理學實驗，P1~P4，淑馨出版社。
- (四)小泉貞明(1983)：圖解實驗觀察大事典（生物），P227，東京書籍。
- (五)溫永福(1983)：生物學實驗，P1~P5，藝軒圖書出版社。
- (六)大不列顛百科全書（第16冊），P116，丹青圖書。
- (七)牛頓科學研習百科（植物），P102，牛頓出版社。
- (八)Takagi S, et al. Regulation of cytoplasmic streaming in Vallisneria mesophyll cells.
- (九) Allen NS, et al. Cytoplasmic streaming in green plants.
- (十) Allen RD, et al. Cytoplasmic streaming in amoeboid movement.
- (十一) <http://mac122.icu.ac.jp/RLS/cscynm.html>

評語

這份作品的特色是能夠利用簡單的儀器，觀察各種物理及化學因子對於細胞質流的影響，實驗設計簡單且符合邏輯，染色法和所挑選的各項實驗的變因，均有巧思，尤其是各種金屬離子的選擇，能與實際生活上環境污染的現況配合，增加我們對於污染造成細胞毒害的瞭解，值得嘉許，未來如能進一步了解這些影響和細胞生理、生化功能，整個工作將會更完整。

[回到目錄頁../Index.htm](#)