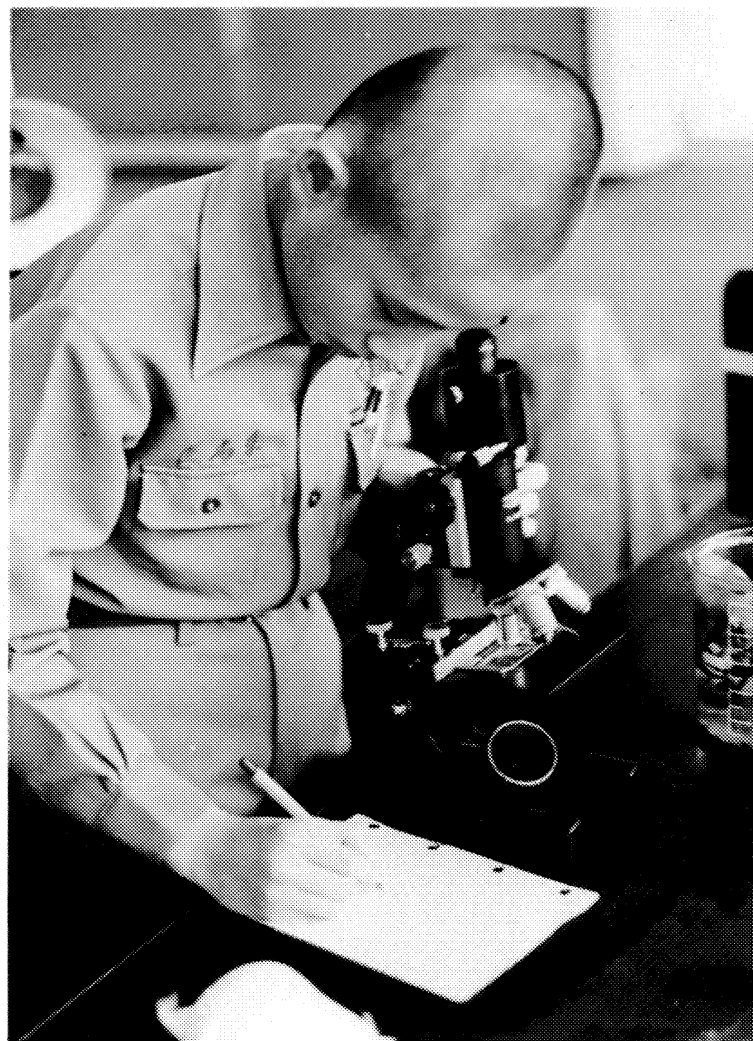


# 滲透壓和植物水分關係之探討

國中組生物科第三名

高雄市立三民國民中學

作者：朱志生、林修維  
卓怡愷、施嵐傑  
指導教師：高秀慧、黃同利



## 一、研究動機

在學習生物體水分之調節時，課文中說：「水分可以從濃度高的地方向濃度低的地方擴散」，使我們聯想起利用芹菜作「莖的運輸作用」實驗時，浸在鹽水之芹菜有枯萎的現象，而且浸紅墨水之芹菜，

當紅墨水加多了些，除觀察到芹菜變紅色外，也有枯萎現象。令我們想到這現象便是水份由芹菜細胞內跑出來了。

芹菜細胞內水濃度大概很高吧？其他植物的細胞又如何呢？如何來測定呢？於是便請教老師，在老師的指導下，收集一些較熟悉的植物細胞，藉由測定滲透壓之大小，探討細胞內水分之濃度大小，更進一步研究影響細胞含水濃度之因素。

## 二、研究目的

- (一)比較不同植物細胞滲透壓之大小。
- (二)應用 Van't Hoff 氏，稀薄溶液滲透壓之法則，估計細胞之滲透壓。
- (三)藉由滲透壓大小之變化，探討影響植物細胞水濃度之因素。

## 三、研究器材設備

- (一)數種常見植物（採自校園及附近池塘）。
- (二)顯微鏡數架及顯微攝影裝置。
- (三)各種不同濃度之蔗糖溶液。
- (四)CaCl<sub>2</sub>，Kcl 之水溶液。
- (五)蒸餾水、冰塊、恆溫水槽。
- (六)小燒杯、量筒、鑷子、剪刀、酒精燈。

## 四、研究方法與過程

- (一)收集實驗材料：採集較熟悉如水綿，水蘊草、鴨跖草、紫背萬年青……等水生及陸生植物洗淨備用。
- (二)配製蔗糖溶液：先調製 1 M 之蔗糖溶液，再按以下各濃度一一稀釋：分別配置 0.1 M, 0.15 M, 0.2 M, 0.25 M, 0.3 M, 0.35 M, 0.4 M, 0.5 M, 0.6 M, 1.0 M 等 10 種溶液各 50 ml。
- (三)1 將收集之植物，撕下其表皮薄膜或切取小而薄之組織切片，分別放入各種濃度之蔗糖溶液中，計時 30 分鐘，再取出置顯

微鏡下觀察其原生質是否分離？分離程度？並計算原生質分離細胞數所占百分比率。

2. 將「原生質分離限界濃度」（即約半數左右細胞有原生質分離之最低濃度）在 0.6 M 以下者，應用 Van't Hoff 氏稀薄溶液滲透壓法則，代入公式：

（M：限界濃度，T：絕對溫度）

$$O.P. = \frac{22.4 MT}{273}$$

計算植物細胞之滲透壓。

3. (1) 土壤水分多少之影響：選取盆栽紫背萬年青及文竹蘭各二盆，一盆每天澆水，另一盆不予澆水，連續一星期後，分別採取二種葉片，檢視其表皮細胞及葉內細胞，比較其滲透壓之大小。
- (2) 照光與不照光之影響：將水蘊草及水綿各分為二組，一組室外正常照光，另一組置暗室中，連續三日後，比較其滲透壓之大小。
- (3) 滲透壓日變化之探討：由上午 8 時至下午 4 時，每隔 2 小時分別採取室外生長之水綿、水蘊草、紫背萬年青、文竹蘭，探討其滲透壓之變化情形。
- (4) 溫度變化對滲透壓之影響：小燒杯內裝 0.5 M 蔗糖溶液置大燒杯內，利用熱水及冰塊使水溫約分別維持在 40℃ 及 5℃，再選取杯內之洋葱表皮細胞，觀察其原生質分離情形，並比常溫比較。
4. (1) 比較表皮細胞及保衛細胞之滲透壓：觀察並比較文竹蘭、落地生根，表皮細胞和保衛細胞在不同濃度蔗糖溶液，原生質分離之情形。
- (2) 不同分離劑對原生質分離之影響：將 1 水綿。2 水蘊草。3 洋葱。表皮細胞分別浸入 a：蔗糖溶液。b：KCl 溶液。c：CaCl<sub>2</sub> 溶液，觀察並比較原生質分離情形。

## 五、實驗結果

(一)步驟(三) 1 之結果：見下列各表圖及圖：(略)

(二)步驟(三) 2 之結果：將原生質約50%有分離現象時之濃度，代入

$$O.P. = \frac{22.4 MT}{273} \quad (M: \text{限界濃度}, T: \text{絕對溫度}), \text{ 求出}$$

各組織細胞之滲透壓，結果如下表：(略)

(三)步驟(三) 3. —(1)結果見下表：(略)

(四)步驟(三) 3. —(2)結果見下表：(略)

(五)步驟(三) 3. —(3)結果見下表及圖：(略)

(六)步驟(三) 3. —(4)結果見下圖：(略)

(七)步驟(三) 4. —(1)結果見下圖：(略)

(八)步驟(三) 4. —(2)結果見下圖：(略)

## 六、討論和結論

(一)滲透壓的大小：

1. 就不同濃度中，各組織細胞原生質的變化情形而言：

(1)因為細胞壁對水及周圍溶液中之溶質能自由通透沒有選擇性而細胞膜却能，故外界溶質濃度高，會造成水分自細胞內往外擴散導致原生質和細胞壁分離，且濃度愈高造成之原生質分離程度次第增加。

(2)不同植物組織器官其細胞滲透壓有程度不同。

(3)同一種植物組織器官，其細胞滲透壓程度上有差異。

(4)淡水中水生植物，如水綿、水蘊草之滲透壓較一般陸生植物低，可推知水生(淡水)植物其細胞之水分含量較多。此和其適應環境需要有密切關係。

(5)表皮細胞的滲透壓較葉肉細胞小，因為葉肉細胞裏各種溶質濃度含量較表皮細胞高。

(6)布袋蓮取自愛河，愛河河水污染程度高，且可能稍含鹽分，由實驗中得知其滲透壓比水綿、水蘊草高，其露空部份

(葉、葉柄)滲透壓甚至相當高。

## 2. 利用公式求滲透壓：

(1)細胞呈初發原生質分離狀態，表示此時細胞滲透壓與周圍溶液相等，而保持動平衡，此為原生質分離之限界濃度。

(2)求出正確之限界濃度，再利用 Van't Hoff 氏之稀薄溶液滲透壓法則可算出細胞滲透壓。

(3)公式： $O.P. = \frac{22.4 MT}{273}$ ，在稀薄溶液中（0.6 M

以下），準確性較高，故只求到初發原生質分離濃度為 0.6 M 者。

## (二)影響滲透壓的因子：

### 1. 土壤含水量：

(1)土壤含水量顯著影響植物根部水分之吸收，間接影響其他植物組織之含水量，進而影響細胞之滲透壓。

(2)土壤水量多（澆水），滲透壓小。

(3)葉肉細胞所受影響較表皮細胞顯著。

### 2. 光強度：

(1)光度影響光合作用之進行，照光結果導致細胞內溶質之增加而滲透壓亦隨變大。

(2)水綿、水蘊草，光合作用速率相當快，故以其為實驗材料，可得到明顯之不同結果。

(3)由實驗中發現，水綿是一種觀察細胞變化的好材料，因為其細胞大且單層，影像在顯微鏡下很清楚。

### 3. 日變化：

(1)一日當中，光度、溫度等之規則變化，對植物光合作用及蒸散作用有影響，進而影響滲透壓，故滲透壓之日變化相當規則。

(2)一般以正午時，滲透壓有最大趨勢，此和光合作用之進行最旺盛和蒸散作用速率最快有密切關係。

### 4. 溫度影響：

(1)溫度較高，原生質分離程度愈明顯。

(2)溫度高，細胞質對細胞膜附着力減小，較容易分離，易成凸形分離，反之溫度低，細胞質對細胞壁附着力較大，較不易分離，易成凹形分離。

(三)其他：

1. 表皮細胞和保衛細胞比較：

(1)同一組織在同一蔗糖溶液，浸置後，原生質分離程度以表皮細胞較嚴重。

(2)保衛細胞滲透壓比表皮細胞大，可造成水分由表皮細胞擴散進入保衛細胞而使氣孔張開，尤其在光強光合作用進行較旺盛時。

2. 分離劑和原生質分離：

(1)原生質分離常由細胞尖處，細胞壁和原生質附着力較小的地方開始。

(2)蔗糖爲非電解質，不易透過細胞膜，比鹽類（如KCl, CaCl<sub>2</sub>, ……）等，較不致引起細胞發生損害。

(3)由實驗知，不同分離劑造成之分離形狀情況不甚相同，用蔗糖溶液，原生質規則集中在中央，CaCl<sub>2</sub>溶液，情形亦類似，KCl溶液則明顯見其原生質呈不規則集合，但蔗糖溶液濃度若很高時，亦可能呈不規則形。

(4)相當溶質濃度時，KCl溶液和CaCl<sub>2</sub>溶液，對同一組織細胞造成之原生質分離程度KCl溶液較明顯。如下圖：(略)

(5)原生質本來密着於細胞壁，在發生原生質分離時，若表面太強烈破壞，會造成細胞死亡，若欲原生質復歸，分離劑之性質較注意選擇。

## 七、後 記

在實驗中，我們遇到一些困難：1. 植物的許多組織器官，如何處理成小而薄之切片，以便使我們做更深入探討？2. 假若濃度超過0.6 M以上才能有初發原生質分離現象，將如何推算其滲透壓呢？3. 如何

找出精確的限界濃度使滲透壓之估計更正確？有待我們更進一步克服。

但由實驗中使我更加體會到水分擴散的事實，認識了滲透壓的意義，也聯想到整個植物體，甚至任何生物體其構造機能實在太奧妙了！我們應更加思考、觀察、發掘問題，多做實驗，必定能得到更大收穫。

## 八、參考資料

- (一)國中生物課本上冊。
- (二)植物生理學(劉賢祥譯)。
- (三)植物生理學(易希道編著)。
- (四)植物生理學實驗法(易希道、趙立本編著)。

評語：一觀察仔細能正確記錄實驗結果。

二善用圖表以表達實驗成果。