

光合作用競賽

課程 / 課題連繫：

- 光合作用

所需的已有知識和技能：

- 光合作用的過程
- 葉的結構

概念：

透過量度水生植物釋出氧的速率，可估量植物的光合速率。

葉的葉肉層有很多氣室。葉片浮力的改變可以顯示該葉片釋出氧的速率，從而估量該葉片的光合速率。

植物的光合速率會受到一些環境因素所影響。

引言

研究光合速率最常用的方法是量度水生植物釋出氧的速率。植物釋出氧的份量可以從計算釋出氧氣氣泡的數目或利用移液管量度氧氣容積而得到。在這個實驗裡，我們會利用小葉塊浮上水面的速率來間接地估算葉片釋出氧的份量。

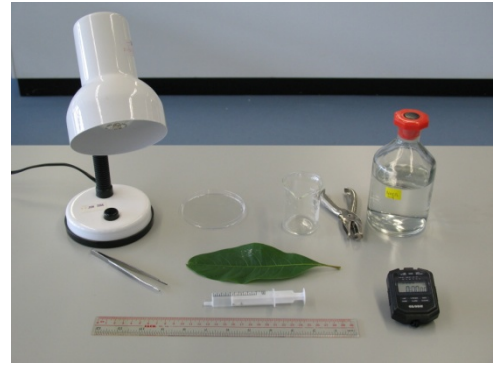
葉片的葉肉細胞有很多葉綠體，葉肉細胞間有氣室讓氣體進行交換。把葉片放入溶液中，葉片會浮起。在真空情況下，小葉塊內的氣體會被排出，溶液便會進入氣室。氣室會因此而被溶液填滿，令小葉塊向下沉。當小葉塊進行光合作用時，所釋出的氧會擴散進入氣室，把溶液排走。小葉塊會因而重拾浮力，並浮上液面。若葉塊的光合速率愈高，浮上液面的速率亦較快。



圖一 葉塊浮上液面

材料

- 加入一滴清潔劑的 0.3% 碳酸氫鈉溶液
- 葉片樣本（例如：海芋或菠菜）
- 鑷子
- 打孔器
- 測光表（光度感應器）
- 秒表
- 針筒（10 毫升）
- 檯燈（提供強光源）



圖二 實驗活動所需的材料

活動：比較兩塊葉片（嫩葉和老葉）的光合速率

1. 利用打孔器從一片嫩葉剪下十片小圓塊。（避免在大葉脈處打孔。）
2. 從針筒取出活塞，將小葉塊放入針筒。標示針筒。
3. 放回活塞，輕輕地把活塞推至針筒底部。
4. 抽取 0.3% 碳酸氫鈉溶液至針筒內。
5. 將針筒倒置，輕敲其壁以趕走溶液內的氣泡。
6. 推入活塞，使針筒內的空氣從頂端出口排走。（為什麼小葉塊會浮起？）
7. 用手指按住針筒頂端出口，然後用另一隻手將活塞輕輕地拉出，這樣可令葉塊內的空氣排出。（將活塞拉出時不要太大力或太快，否則會把活塞拉出針筒外。）
8. 把手指繼續按住針筒頂端出口，輕敲針筒數次，以趕走氣泡。
9. 放開手指，重複步驟 6 至 8 直至所有小葉塊下沉至底部為止。（圖三）（為什麼小葉塊會下沉？）
10. 在距離實驗裝置 10 厘米處開著檯燈。開始計時，量度小葉塊浮上液面所需的時間。（為什麼小葉塊會浮上液面？）
11. 每兩分鐘輕敲針筒以防止小葉塊摺疊在一起。記錄每一小葉塊浮上液面所需的時間。
12. 利用表格記錄數據。
13. 選用一片綠色的老葉，重複步驟 1 至 12。



圖三 小葉塊在倒置的針筒內向下沉 2 ©

討論問題：

1. 中國科學院邀請你設計一塊「超級葉片」，以大幅提高農作物的產量，你認為這塊「超級葉片」應該具備甚麼特徵？
2. 哪一塊葉片（嫩葉和老葉）的光合速率較快？解釋你的答案。

進一步的探究活動

1. 探討影響光合速率的因素（例如：光強度、二氧化碳濃度）

修訂上述實驗步驟以研究這些因素怎樣影響光合速率。進行探究前，請與同學討論你的假說及實驗設計。撰寫報告以解釋你的結論。

2. 探討植物的呼吸速率

這個活動稍加修改後，可用來探究植物的呼吸作用。只要將實驗裝置放在黑暗地方或用黑布遮蓋針筒，就可間接量度氧氣的消耗，以估量植物的呼吸速率。

3. 比較斑葉綠色及黃色部分的小葉塊的光合速率

葉片內有葉綠素，使葉片呈現綠色及在進行光合作用時吸收光能。利用變黃的葉片來進行上述浮水實驗，可以探究葉綠素在光合作用中所扮演的角色。設計實驗以比較由斑葉的綠色及黃色部分剪下的小葉塊的光合速率。

參考文獻：

Dickey, J. (2003). Lab Topic 7: Photosynthesis. *Laboratory investigations for Biology*. (2nd ed.). (pp.7-1 – 7-13). San Francisco: Benjamin Cummings.

Greenler, John. (1990). Exploring photosynthesis with fast plants. *Wisconsin Fast Plant Notes*, 4(1): 4-5.

Science and Plants for Schools (1990). Investigating the behaviour of leaf discs. *Osmosis 1 Autumn, 1990*. Retrieved January 5, 2010, from

<http://www-saps.plantsci.cam.ac.uk/worksheets/ssheets/ssheet3.htm>

Sweeney, D., & Williamson, B. (2005). Photo finish. *Biology exploring life – Laboratory manual* (Teacher's edition). (pp.83-88). New Jersey: Pearson Prentice Hall.