

<1000329 張淳瑋分享教法>

親愛的傅老師您好:

我是新竹女中生物科教師張淳瑋，您辛苦了!!籌辦如此有意義的尋疑會議，每次參加都令我獲益良多，期盼未來的會議還能再從諸位教授及資深老師身上學到更多教學的知識及方法。

在此提供一些我自己關於光合作用光反應的教學方法，我有在文組班使用過，還請不吝指教，分別敘述如下：

1.問法：師問：「你要如何生存呢？」

引導學生回答：「吃東西！」

師問：「為什麼要吃東西？」

引導學生回答：「為了得到物質和能量」

師問：「那教室周圍的雜草叢沒看過牠吃東西，如何得到能量？」

引導學生回答：「行光合作用。」(引導入光合作用)

(引導說明地球上的能量大部分來自於太陽)

師說：「太陽是地球的生命之母！」

(開玩笑說「以後看到太陽要尊敬的說：『我的媽呀!』」)

2.小活動：光合作用之光反應遊戲：

a.角色：請一排同學當電子傳遞鏈之電子載體

坐在電子傳遞鏈之電子載體隔壁排的同學當做 ADP

請一個同學（坐在最後一個電子載體隔壁的同學）當作 NADP^+

請一個較活潑的同學當做水

自己當作主要色素

其餘同學當做輔助色素

拿一個隨手可得的東西當做電子

b.開始：教師喊：「太陽出來了!!!」

輔助色素同學要舉手當作吸收光能

- 然後將手往前推當作將光能傳給教師（主要色素）
- 教師手拿道具（當作電子）
- 做勢電子能量高（拋接的動作）
- 將電子道具丟給電子載體同學（並要同學一個傳一個）
- 傳的過程中，ADP 同學需一個個站起來旋轉（當作形成 ATP）
- 最後一個電子載體同學將電子道具丟給 NADP⁺同學
- 教師提出問題：「我（主要色素）缺了一個電子，怎麼辦？」讓學生思考，還有哪位同學沒出場？
- 水同學出場，教師作勢要拉她（當作是搶電子），得到電子

3.例子：

a.輔助色素像籃球隊中的助攻員，把光能（籃球）傳給主要色素（主將、射手）（新竹女中廖美玲老師提供）

另外，我們自己在討論的過程中，也發現了幾個問題，茲列舉如下：

1.光反應之電子傳遞鏈，電子傳遞的能量是如何驅使 H⁺ 質子送入類囊腔內呢？查閱了 campbell 生物學之後，書上寫“唧入”類囊腔中，不明白是什麼方式？是質子幫浦嗎？是利用何種能量形式唧入？若是用 ATP 感覺怪怪的，若不是，那是如何的方式呢？這種物質是存在電子載體的複合體中嗎？因為康熹版本的課本上畫的看起來不是，和 campbell 生物學書上畫得不大一樣？謝謝。電子從高電位載體轉移到低電位載體，是一個氧化還原反應。反應前後會依電位差的大小而釋放能量。這個能量可以透過膜蛋白構形的改變將質子從膜的一邊傳送到膜的另一邊形成濃度差（一種能量的形式）。

2.碳反應之第一個步驟 CO₂ 的固定，聽教授說明是一個很難的步驟，Rubisco 是一個很神奇的酵素，我的疑問是，既然是一個很難達成的步驟，代表活化能很高嗎？(Yes) 如果如此，那此反應是利用何種方式完成的因為課本上總是將卡爾文循環中利用的能量畫在 PGA→G3P 及 G3P→RuBp 此兩步驟時，而且是剛好把光反應的能量用完，所以我的疑問是 CO₂ 的固定步驟是如何達成的？能量從何處來呢？(Rubisco 是個非常複

雜的酵素，由 16 個蛋白質組合而成，詳細的作用機制尚未完全明瞭，但它所催化的反應不需要外加能量)

3.光反應之化學滲透磷酸化常常拿來與呼吸作用之電子傳遞的過程比較，請問此兩這在細部的電子傳遞過程、質子累積過程及 ATP 產生的機制有什麼差異？原理完全相同，呼吸作用的高能量電子來自 glucose 分解與 TCA cycle，而光合作用的高能量電子來自吸收光能產生。

祝 教安

新竹女中 張淳瑋敬上

編按：紅字部分乃長庚大學生命醫學系周成功教授解答。