附錄

附錄 A　4MAT 組教學詳案

<table>
<tr><td>單元名稱</td><td>植物如何獲得養分</td><td>班級</td><td>4MAT 組</td><td>人數</td><td>37 人</td></tr>
<tr><td>教材來源</td><td>國中自然與生活科技第 1 冊第三章第三節植物如何獲得養分</td><td>指導老師</td><td>廖彩良 老師</td><td>時間</td><td>150 分鐘</td></tr>
<tr><td>教材研究</td><td colspan="5">1.行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。
1-1 行光合作用的場所在葉綠體。
1-2 植物具有葉綠體，可行光合作用來獲取養分。
1-3 葉子是植物的營養器官，葉肉細胞具有葉綠體，是主要行光合作用的器官。
2. 行光合作用需要水及二氧化碳做為原料，主要產物是葡萄糖。
2-1 植物的根部從土壤中吸收水分。
2-2 空氣中的二氧化碳經過氣孔後進入植物體。
2-3 主要產物是葡萄糖，並過程中產生氧氣是放置空氣中。
3. 光合作用的過程包括光反應及暗反應。
3-1 光反應：需要在有光照時進行，葉綠素吸收光能，利用光能把水分解產生高能量分子和氧氣，所產生的氧氣由氣孔釋放到空氣中。
3-2 暗反應：進行時，有無光照皆可；葉綠體中的酵素利用光反應所產生的能量，把二氧化碳轉換成葡萄糖和水。
3-3 光合作用的總反應表示為：
$$\text{水}+\text{二氧化碳} \xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{太陽能}} \text{葡萄糖}+\text{氧氣}+\text{水}$$
3-4 葡萄糖可進而轉換成其他養分及能量形式，如蛋白質、脂質、蔗糖、澱粉。
4.植物行呼吸作用及光合作用的比較。
4-1 呼吸作用是將葡萄糖氧化以產生能量的過程，會釋放二氧化碳，無時無刻均會進行。
4-2 光合作用是產生葡萄糖的過程，會釋放氧氣。
5.實驗活動：經由澱粉檢測，了解光合作用需要光。</td></tr>
<tr><td>學生學習條件之分析</td><td colspan="5">學生在學習本章節之前，必須已具備有食物能夠供應生物養分和能量，以及主要的養分種類及生物能量的來源等基本概念，而且也必須知道動物和植物之間獲得養分方式之不同，以及對於植物利用光合作用來製造自己所需的養分，並可將養分儲存在不同的部位進而作為提供動物養分的來源等都需要先瞭解。此外，學生也需先瞭解到生物藉由呼吸作用將物質分解並釋出能量，以及酵素在生物體內的作用方式，如此才能在學習過本章節之後，對於光合作用的反應機制及其在生物上的意義，能有更進一步的認識與瞭解。</td></tr>
<tr><td>教學方法</td><td colspan="5">講述、問答、啟發、討論</td></tr>
<tr><td>教學資源</td><td colspan="5">國中自然與生活科技領域課本上冊第三章，康軒文教事業出版</td></tr>
<tr><td>教具</td><td colspan="5">電腦、單槍投影機、海報紙、麥克筆</td></tr>
</table>

	單元目標	具體目標
教學目標	一、認知方面 1.認識葉綠體的基本構造 2.了解光合作用的基本過程 3.了解光合作用的光反應及暗反應過程 4.了解光合作用與呼吸作用的區別	學生在學習本單元之後應能： 1-1 說出葉綠體的基本構造及其內含有葉綠素和酵素。 2-1 簡單說出光合作用的基本反應過程：光合作用是葉綠素吸收光能，並藉由酵素的作用使二氧化碳和從植物根部所吸收的水分合成葡萄糖。 3-1 說出光合作用包含了光反應及暗反應兩個反應。 3-2 說出光合作用光反應的過程：葉綠素吸收光能，把水分解成氧氣，並產生高能量化學物質，所產生的氧氣由氣孔釋放到空氣中。 3-3 說出光合作用暗反應的過程：葉綠體中的酵素利用光反應所產生的高能量化學物質，把二氧化碳轉換成葡萄糖和水。 3-4 說出葡萄糖可進而轉換成其他養分及能量形式，如蛋白質、脂質、蔗糖、澱粉。 4-1 說出光合作用是產生葡萄糖的過程，會釋放氧氣；呼吸作用則是將葡萄糖氧化產生能量的過程，且會釋放二氧化碳，無時無刻均會進行。
	二、技能方面 5.利用化學反應式來表示化學反應 6.實驗活動操作技能 7.能對栽種植物有基本認識	5-1 寫出光合作用的總反應式。 6-1 理解實驗操作的步驟及原理。 7-1 知道栽種植物時，需要給予植物充足陽光、水及空氣
	三、情意方面 8.培養與同儕溝通及合作的能力 9.瞭解植物扮演的角色及重要性	8-1 培養溝通合作的能力與習慣。 9-1 能夠愛護植物，多種植植物，不亂砍伐樹木。

教　師　活　動	流 程 圖	時 間	學 生 活 動	評鑑與輔導
壹、準備活動 一、課前準備 1. 研讀國中生物課本上冊第三章一、二、三節，以及教師手冊以及相關資料。 2. 分析學生的起點行為。 3. 製作相關的教具，如：簡報、圖卡。	教學前準備		事先複習第三章一、二節的部分，並預習第三章第三節	
貳、教學流程 一、創造經驗： 1. 展示園藝圖片、照片。 2. 請學生回想家裡種植盆栽的方式及過程，請有種植花草經驗的同學分享。	創造經驗 自由發言	3’	靜聽、思考、回答	
二、反映分析經驗： 1. 發下海報紙，一組一張，請小組討論： （1）植物生長需要哪些條件？ （2）如果沒照光、澆水，植物的生長會如何？ 將討論結果寫在海報上。	反映分析經驗	10’	思考、討論 寫海報	
三、整合反映分析成為概念： 1. 收集同學的海報，整理學生的討論，得出植物生長條件需要陽光、水、空氣、土壤及肥料，若缺少這些要素，則植物會生長不佳。 2. 發問：植物需要陽光、水、空氣、土壤的原因是什麼？ 3. 說明原因是植物需要這些條件來行光合作用以製造葡萄糖。	提出問題 整合反映分析成為概念 提出問題	5’ 3’	靜聽、思考 自由發言 靜聽、思考	
四、概念發展： 1. 說明光合作用是以太陽能作為能量來源，將水及二氧化碳合成葡萄糖，並釋放出氧氣；水是由根部吸收土壤中的水而來，二氧化碳則是由空氣經過葉子氣孔而獲得。其他的肥料還可以幫助植物生長。	說明 概念發展 發問及說明	2’	自由發言 靜聽、思考	具體目標 2-1

教　師　活　動	流 程 圖	時 間	學 生 活 動	評鑑與輔導
2. 發問:植物行光合作用的場所是在什麼構造內？學生答案：在葉綠體。 3. 介紹葉綠體內有葉綠素及酵素。 4. 說明過程包括兩個階段： 第一階段：葉綠素吸收光能將水分解成氧氣和能量，氧氣釋放到大氣中，此過程需要日光的參與，所以稱之為「光反應」。 第二階段： 利用光反應所產生的能量，在酵素作用下，使二氧化碳轉換成葡萄糖和水，此反應之進行不需要日光的參與，故稱為「暗反應」。 5. 說明『光合作用』是先進行光反應再進行暗反應。 6. 講述如何表示光合作用的總反應式： 水＋二氧化碳 $\xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{太陽能}}$ 葡萄糖＋氧氣＋水 7. 說明葉綠體只要有足夠的光照及原料就可以一直生產葡萄糖,葡萄糖可以轉變成澱粉或其他型式的養分。 8. 發問:葉綠體位在植物的哪個器官最多？ 答案：葉。 9. 說明植物進行光合作用的主要器官是葉,介紹葉的構造，並說明葉肉細胞、保衛細胞具有葉綠體。 10. 指定作業：3-3 作業單。	提出問題 ↓ 說明 ↓ 說明 ↓ 評量 ↓	15' 5' 3' 2'	自由發言 靜聽、思考 自由發言 靜聽、思考 靜聽、思考、記憶並可以自由發問 靜聽、思考、回答 寫作業	具體目標 1-1 具體目標 3-1、3-2、3-3 具體目標 5-1 具體目標 3-4 具體目標 1-1 具體目標 1-1、2-1、3-1、3-2、3-3、3-4、4-1

教　師　活　動	流 程 圖	時 間	學 生 活 動	評鑑與輔導
五、實作指定項目： 第一次實驗活動：活動 3-3 光合作用的探討。 步驟： （1）將植物盆栽放在黑暗中 3 天後，將鋁箔包住植物某一葉片中間一段，用迴紋針固定，再將植物移至光照處 2～3 天。 （2）摘下葉片，取下鋁箔，放入沸水中加熱數分鐘。 （3）取出葉片，浸入裝有酒精的燒杯中，隔水加熱，觀察顏色變化。 （4）等葉片顏色褪去後，取出葉片放入清水中漂洗。 （5）取出葉片，平放於培養皿內，加入碘液，觀察並記錄葉片顏色變化。	活動 3-3	45’	實驗操作 實驗操作	具體目標 6-1、8-1
六、實作推展項目： 第二次實驗活動：澱粉累積呈像活動（王玉麒，民 94） 提問：如果前一次的實驗結果不明顯，那麼有什麼因素影響？應如何改良實驗？提示學生，並進行改良實驗（王玉麒，民 94）。 步驟： （1）將天竺葵整株置於黑暗處 3 天以上。 （2） 將一片適當大小的黑布置於培養皿內，以滴管吸取適量小蘇打溶液，充分潤溼黑布。 （3）在培養皿上方，平行黏貼三條縫衣線，以利將葉片架於培養皿的上方。 （4）自放在黑暗處的植株上，取下一片葉子，將有幾何圖形的鋁箔紙黏貼於葉片上的適當位置。	改良活動	45’	實驗操作	具體目標 6-1、8-1

教　師　活　動	流 程 圖	時 間	學 生 活 動	評鑑與輔導
(5) 將此葉片的葉柄，插入裝有水的微量離心管中，並在管口處黏上透氣膠帶，以補充葉片的水分。 (6) 將此葉片水平放在步驟 3 中培養皿裝置的縫衣線上，以避免葉片直接接觸黑布上的小蘇打溶液。 (7) 取一檯燈，照射葉片數天後，將葉片取下，並移走鋁箔紙，放入沸水中加熱。 (8) 取出葉片，置入裝有酒精的燒杯中，進行隔水加熱數分鐘。 (9) 等葉片顏色褪去後，取出葉片放入清水中漂洗。 (10) 取出葉片，平放於培養皿內，加入碘液，觀察並記錄葉片呈像的部份。			實驗操作	
七、分析實用程度： 1. 討論植物在生態中的角色。發問：植物產生的葡萄糖及氧氣對其他生物有什麼影響？說明葡萄糖可因為動物攝食，而進入動物體內，且氧氣可供給生物行呼吸作用。可讓學生體認到植物跟其他生物間的關係。 2. 檢討作業。	引導討論	5’	思考、發言、討論	具體目標 4-1
八、推廣至新的複雜經驗： 每位同學提出書面報告，題目二擇一： 1. 發現「光合作用」的科學史。 2. 至農場或花園參觀，撰寫採訪報告。	指定作業	5’	查資料、寫報告	具體目標 7-1、9-1

附錄 B　4MAT 組教學簡報

3-3 植物如何獲得養分

請回想家裡種植盆栽的方式及過程，請有種植花草經驗的同學分享。

1. 植物生長需要哪些條件？

2. 如果沒照光、澆水，植物的生長會如何？

將討論結果寫在海報上。

等待中…

結　論

- 植物生長條件需要陽光、水、空氣、土壤及肥料，若缺少這些要素，則植物會生長不佳。

- 植物需要陽光、水、空氣、土壤的原因是什麼？
- 植物需要這些條件來行光合作用以製造葡萄糖。

光合作用是以太陽能作為能量來源，將水及二氧化碳合成葡萄糖，並釋放出氧氣的過程。

1. 水從哪裡來？

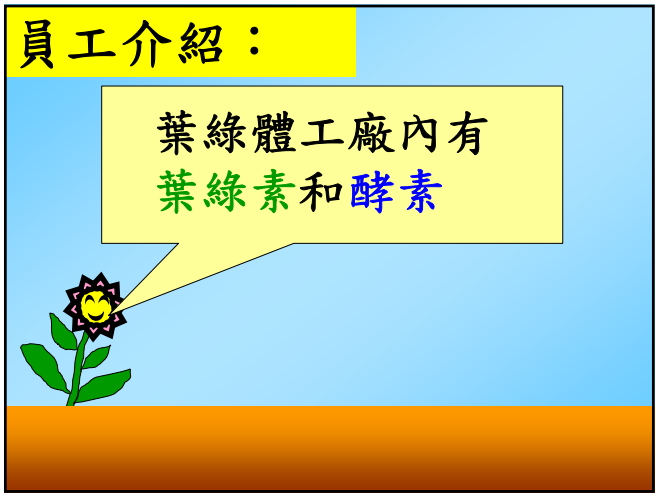
水是由根部吸收土壤中的水而來

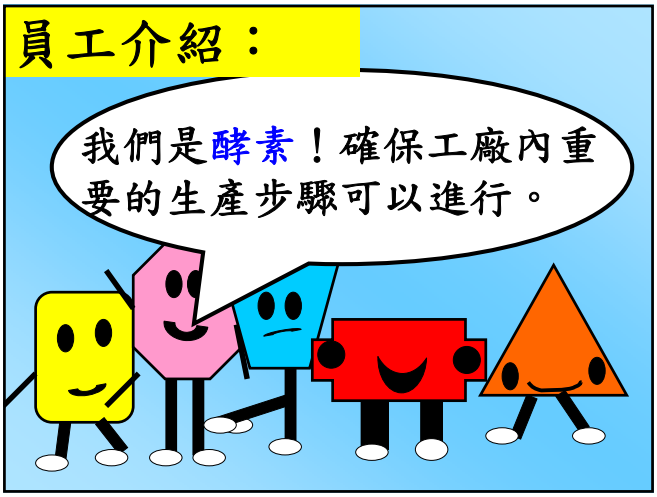
2. 二氧化碳從哪裡來？

二氧化碳則是由空氣經過葉子氣孔而獲得。

✸植物行光合作用的場所是在什麼構造內？

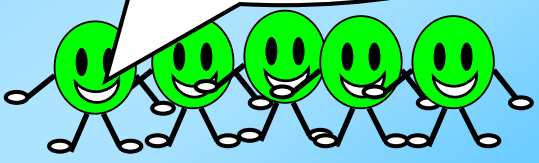
葉綠體





員工介紹：

我們是葉綠素！負責吸收太陽能，使工廠有足夠的能源可運作。



生產的過程：

分兩個階段來生產葡萄糖

第一個階段：

利用葉綠素吸收到的太陽能把水分解

光　反　應：

水 $\xrightarrow[\text{葉綠素}]{\text{太陽能}}$【氫】＋氧氣＋能量

【氫】代表“氫離子”

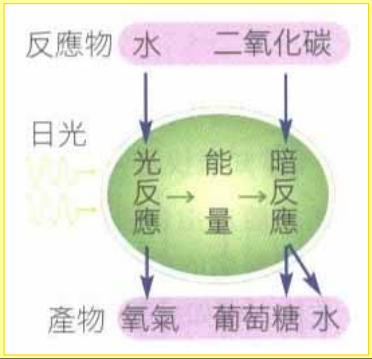
暗　反　應：

二氧化碳＋【氫】＋能量 $\xrightarrow[\text{酵素}]{}$ 水＋葡萄糖

此階段的反應，主要是受酵素影響，而與光照沒有直接的關係

『光合作用』是先進行光反應，再接著進行暗反應

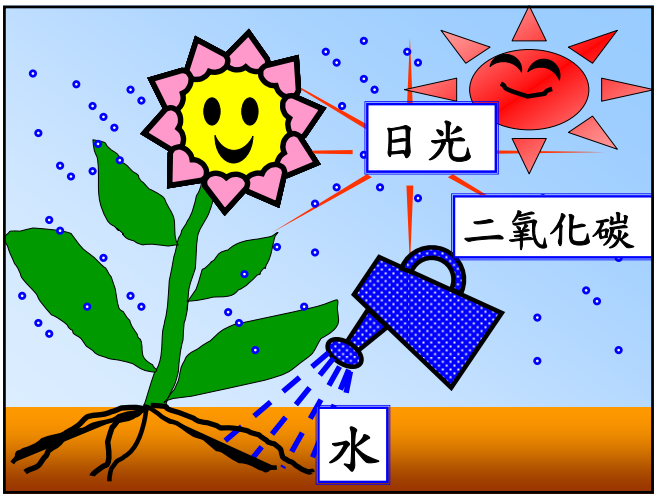
葉綠體中，光合作用示意圖：



光合作用的總反應式：

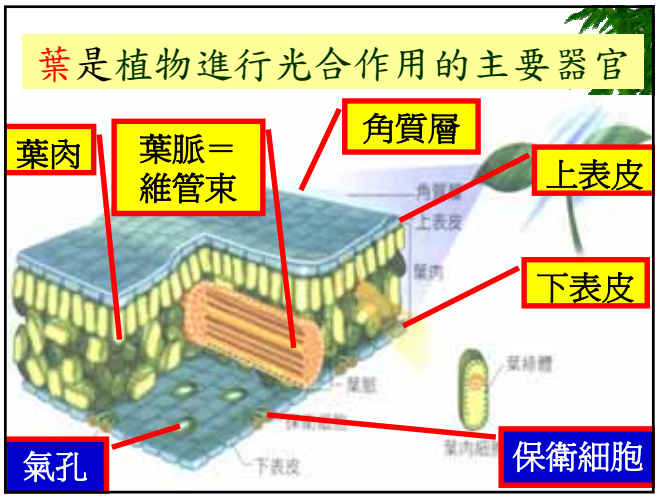
$$\text{水}+\text{二氧化碳} \xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{太陽能}} \text{葡萄糖}+\text{氧氣}+\text{水}$$

葉綠體工廠只要有足夠的光照及原料就可以一直生產葡萄糖



葡萄糖可以轉變成澱粉或其他型式的養分，如蔗糖、脂質、蛋白質。

葉綠體位在植物的哪個器官最多？ 葉


葉是植物進行光合作用的主要器官
葉肉
葉脈＝
維管束
角質層
上表皮
下表皮
氣孔
保衛細胞

哈囉！你好嗎？真心感謝，珍重再見，期待再相逢！

附錄 C　4MAT 組作業單

自然與生活科技領域 生物科 3-3 植物如何獲得養分 作業單

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

請將答案填入空格中。

1. 請問植物製造葡萄糖的工廠名稱是？答：_____

2. 請問植物製造葡萄糖，需要哪兩種原料？答：_____、_____

3. 光反應和暗反應，都需要能量的供應，才能進行，對不對？

答：_____

4. 光反應必須在照光的情況下進行，暗反應必須在黑暗中進行，對不對？

答：_____

5. 綠色植物通常在白天進行光反應，在晚上進行暗反應，對不對？

答：_____

6. 光反應的結果是產生氧氣，暗反應的結果是產生葡萄糖，對不對？

答：_____

7. 植物只進行光合作用，不會進行呼吸作用，對不對？答：_____

8. 植物白天行光合作用，晚上行呼吸作用，對不對？答：_____

9. 葉綠體工廠產生葡萄糖，可供什麼用途？

答：_____

附錄 D　課本活動 3-3 光合作用的探討

活動 3-3 光合作用的探討

植物行光合作用需要光，並會產生葡萄糖（在植物體內可轉變為澱粉儲存），利用活動3-1檢測澱粉的方法，來探討光對植物行光合作用的影響。

目的：經由澱粉的檢測，了解光合作用需要光。

器材：（以組為單位）

項目	數量	項目	數量
燒杯（200 mL、500 mL）	各1個	迴紋針	2根
酒精燈	1盞	鋁箔	1張
三腳架及陶瓷纖維網	1組	培養皿	1個
碘液	適量	鑷子	1支
酒精	適量	植物盆栽	1株

步驟：

1.先將植物盆栽置於黑暗環境中3天後，將長條鋁箔包住植物某一葉片的中間一段，用迴紋針固定，再將植物移至陽光下2～3天。

2.摘下葉片，取下鋁箔，放入沸水中加熱數分鐘。

3.用鑷子取出葉片，然後浸入裝有酒精的燒杯中，隔水加熱數分鐘，觀察酒精和葉片的顏色變化。

⚠酒精為易燃物，必須隔水加熱，不可直接放在火上加熱，以免發生危險。

4.等葉片顏色褪去後，取出葉片放入熱水中漂洗。

5.取出葉片，平放在培養皿內，加入碘液，觀察並記錄葉片的顏色變化。

活動流程圖：

問題與討論：

1.步驟1中，為什麼要用鋁箔遮住葉子的一部分？

2.步驟3中，酒精變成什麼顏色？根據此結果推論，為什麼要將葉子放在酒精中加熱？

3.葉片上遮光與不遮光的部位，加碘液後顏色變化有什麼不同？為什麼？

附錄 E　澱粉累積呈像

澱粉累積呈像

一、 實驗原理

依據的原理是植物進行光合作用產生葡萄糖，轉變成澱粉型式儲存，利用碘液染色，使其呈現深藍色。先將植物置於黑暗中，待其澱粉完全分解後，再利用模板遮蔽，使其葉子進行局部的光合作用。之後再加入碘液便可呈像。

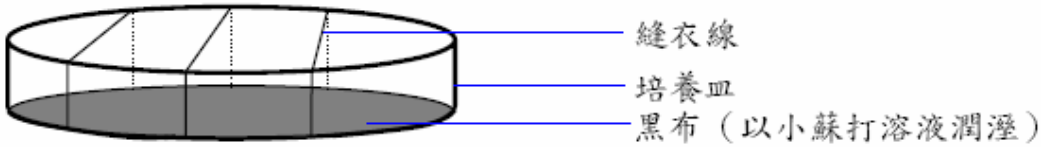
二、 藥品與器材

天竺葵、小蘇打、培養皿、黑布、縫衣線、微量離心管、檯燈、95%酒精、碘液、幾何圖形模板（鋁箔紙上切割幾何圖形）。

三、 步驟

1. 將天竺葵整株置於黑暗處3天以上。
2. 將一片適當大小的黑布（註一）置於培養皿內，以滴管吸取適量小蘇打溶液（註二），充分潤溼黑布。
3. 在培養皿上方，平行黏貼三條縫衣線，以利將葉片架於培養皿的上方。
4. 自放在黑暗處的植株上，取下一片葉子。
5. 將有幾何圖形的鋁箔紙黏貼於葉片上的適當位置。
6. 將此葉片的葉柄，插入裝有水的微量離心管中，並在管口處黏上透氣膠帶，以補充葉片的水分。
7. 將此葉片水平放在步驟3 中培養皿裝置的縫衣線上，以避免葉片直接接觸黑布上的小蘇打溶液（註三）。
8. 取一檯燈，照射葉片數天。

※ 葉片照射裝置圖 ※



9. 將照光數天的葉片自照光裝置上取下，並移走鋁箔紙，放入沸水中加熱。
10. 用鑷子取出葉片，置入裝有酒精的燒杯中，進行隔水加熱數分鐘。
11. 葉片顏色褪去後，將葉片以鑷子夾起，放入熱水漂洗，以去除葉片上的酒精。
12. 將葉片放置在一乾淨的培養皿上，以滴管吸取碘液，滴加於葉片上，使碘液略蓋過葉片欲呈像的部份。
13. 數分鐘後，將葉子用清水潤洗一下，去除葉片上的碘液後，即可在葉片上呈現一紫黑色、清晰的幾何圖形呈像。

四、 備註

註一：此處使用黑布的目的，是爲了吸收多餘的光線，避免光線反射到葉背，破壞圖形呈像效果。

註二：小蘇打溶液可分解產生二氧化碳，以提供光合作用的碳源所需。

註三：因小蘇打溶液為鹼性，若葉片直接接觸溶液，會破壞光合作用所需酵素，

故須以縫衣線架高，使葉片與小蘇打溶液隔離，以維持葉片正常的生理反應。

參考資料：

王玉麒，2004，科學紮根—光合作用實驗活動的開發研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。

附錄 F　書面報告

自然與生活科技領域 生物科書面報告

由下列題目二擇一：

一、介紹「光合作用」的科學史。

說明：「科學史」是指在科學家們在過去很長的時間中，如何設計實驗及經由實驗結果推論出某個科學知識的過程，因此要請同學寫的內容是關於「光合作用」相關知識的發展歷程，例如「植物需要空氣才能生存」是由誰發現？年代？建議可以製作表格，整理「年份」、「人物」、「對光合作用知識的發現」。

二、利用假日參觀農場或花園，撰寫一篇採訪報告。

說明：報告內容需包括介紹採訪對象（如農場管理員、園丁），附上與採訪對象合照的照片，採訪問題至少需有：成立農場或花園的歷史源由？園區的特色為何？園區內的植物有多少種？選取其中至少三種植物介紹習性、種植方式（如照光及澆水的條件）、開花及結果的季節，最好能附上照片說明；若想到其他與植物生長相關的採訪問題亦可。

※報告格式：

1. 可用手寫或電腦打字。
2. 一律使用 A4 大小的紙張書寫報告。
3. 字數限制：約 1500 字
4. 需設計報告封面，封面寫明題目、班級、座號、姓名。
5. **嚴禁**直接抄襲（複製與貼上）網路上的資料，網路上的資料需經過整理並轉換成自己的語言撰寫。
6. 繳交日期：95 年 11 月 20 日（星期一）
7. 獎勵方式：書面報告除了列入學期成績項目中的一項之外，並選出優良作品數名，頒發精美獎品以茲鼓勵。

附錄 G　講述組教學詳案

<table>
<tr><td>單元名稱</td><td>植物如何獲得養分</td><td>班級</td><td>講述組</td><td>人數</td><td>37 人</td></tr>
<tr><td>教材來源</td><td>國中自然與生活科技第 1 冊第三章第三節植物如何獲得養分</td><td>指導老師</td><td>廖彩良 老師</td><td>時間</td><td>150 分鐘</td></tr>
<tr><td>教材研究</td><td colspan="5">1.行光合作用的生物，需具有葉綠體或葉綠素。
1-1 行光合作用的場所在葉綠體。
1-2 植物具有葉綠體，可行光合作用來獲取養分。
1-3 葉子是植物的營養器官，葉肉細胞具有葉綠體，是主要行光合作用的器官。
2. 行光合作用需要水及二氧化碳做為原料，主要產物是葡萄糖。
2-1 植物的根部從土壤中吸收水分。
2-2 空氣中的二氧化碳經過氣孔後進入植物體。
2-3 主要產物是葡萄糖，並過程中產生氧氣是放置空氣中。
3. 光合作用的過程包括光反應及暗反應。
3-1 光反應：需要在有光照時進行，葉綠素吸收光能，利用光能把水分解產生高能量分子和氧氣，所產生的氧氣由氣孔釋放到空氣中。
3-2 暗反應：進行時，有無光照皆可；葉綠體中的酵素利用光反應所產生的能量，把二氧化碳轉換成葡萄糖和水。
3-3 光合作用的總反應表示為：
$$\text{水}+\text{二氧化碳} \xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{太陽能}} \text{葡萄糖}+\text{氧氣}+\text{水}$$
3-4 葡萄糖可進而轉換成其他養分及能量形式，如蛋白質、脂質、蔗糖、澱粉。
4 植物行呼吸作用及光合作用的比較。
4-1 呼吸作用是將葡萄糖氧化以產生能量的過程，會釋放二氧化碳，無時無刻均會進行。
4-2 光合作用是產生葡萄糖的過程，會釋放氧氣。
5.實驗活動：經由澱粉檢測，了解光合作用需要光。</td></tr>
<tr><td>學生學習條件之分析</td><td colspan="5">學生在學習本章節之前，必須已具備有食物能夠供應生物養分和能量，以及主要的養分種類及生物能量的來源等基本概念，而且也必須知道動物和植物之間獲得養分方式之不同，以及對於植物利用光合作用來製造自己所需的養分，並可將養分儲存在不同的部位進而作為提供動物養分的來源等都需要先瞭解。此外，學生也需先瞭解到生物藉由呼吸作用將物質分解並釋出能量，以及酵素在生物體內的作用方式，如此才能在學習過本章節之後，對於光合作用的反應機制及其在生物上的意義，能有更進一步的認識與瞭解。</td></tr>
<tr><td>教學方法</td><td colspan="5">講述、問答、啟發、討論</td></tr>
<tr><td>教學資源</td><td colspan="5">國中自然與生活科技領域課本上冊第三章，康軒文教事業出版</td></tr>
<tr><td>教具</td><td colspan="5">電腦、單槍投影機、活動器材</td></tr>
</table>

	單元目標	具體目標
教學目標	一、認知方面 1.認識葉綠體的基本構造 2.了解光合作用的基本過程 3.了解光合作用的光反應及暗反應過程 4.了解光合作用與呼吸作用的區別	學生在學習本單元之後應能： 1-1 說出葉綠體的基本構造及其內含有葉綠素和酵素。 2-1 簡單說出光合作用的基本反應過程：光合作用是葉綠素吸收光能，並藉由酵素的作用使二氧化碳和從植物根部所吸收的水分合成葡萄糖。 3-1 說出光合作用包含了光反應及暗反應兩個反應。 3-2 說出光合作用光反應的過程：葉綠素吸收光能，把水分解成氧氣，並產生高能量化學物質，所產生的氧氣由氣孔釋放到空氣中。 3-3 說出光合作用暗反應的過程：葉綠體中的酵素利用光反應所產生的高能量化學物質，把二氧化碳轉換成葡萄糖和水。 3-4 說出葡萄糖可進而轉換成其他養分及能量形式，如蛋白質、脂質、蔗糖、澱粉。 4-1 說出光合作用是產生葡萄糖的過程，會釋放氧氣；呼吸作用則是將葡萄糖氧化產生能量的過程，且會釋放二氧化碳，無時無刻均會進行。
	二、技能方面 5.利用化學反應式來表示化學反應 6.實驗活動操作技能 7.能對栽種植物有基本認識	5-1 寫出光合作用的總反應式。 6-1 理解實驗操作的步驟及原理。 7-1 知道栽種植物時，需要給予植物充足陽光、水及空氣
	三、情意方面 8.培養與同儕溝通及合作的能力 9.瞭解植物扮演的角色及重要性	8-1 培養溝通合作的能力與習慣。 9-1 能夠愛護植物，多種植植物，不亂砍伐樹木。

教　師　活　動	流 程 圖	時間	學 生 活 動	評鑑與輔導
壹、準備活動 一、課前準備 1. 研讀國中生物課本上冊第三章一、二、三節，以及教師手冊以及相關資料。 2. 分析學生的起點行為。 3. 蒐集相關資料，製作簡報。	教學前準備		事先複習第三章一、二節的部分，並預習第三章第三節	
二、引起動機 1. 發問：大家可不可以說看看，有哪些事情是我們每天都必須要作的？ 2. 由學生的回答中，以吃飯為主題帶到生物必須由食物來提供養分及能量。 3. 發問：動物如何獲得養分？植物又是如何獲得養分？生物體內需要何種作用才能利用養分得到能量？	引起動機 整理、說明 提出問題	5’	靜聽、思考、回答 靜聽、思考 自由發言	問題引導學生進入學習情境，鼓勵學生主動發表意見，參與討論。
三、提示主題 1. 由植物經由光合作用來製造自己所需要的養分為序言，進入本節所要探討的主題「光合作用」。 2. 發問：光合作用的過程？ 3. 整理學生的回答並大概說明光合作用的過程。	提示主題 提出問題 說明	3’	靜聽、思考	引起學生的學習興趣，使學生易於承接新課程。 經由問題引導而點明單元主題
貳、發展活動 1. 發問：植物可以行光合作用是因為植物細胞內具有什麼構造？說明是植物具有葉綠體，其他生物若具有葉綠素，也可以行光合作用。 2. 說明植物進行光合作用的主要器官是葉，介紹葉的構造，並說明葉肉細胞、保衛細胞具有葉綠體。 3. 將葉綠體比喻成葡萄糖的製造工廠，內有葉綠素及酵素，將之比喻為員工。	提出問題 說明 說明	10’	自由發言 靜聽、思考 自由發言 靜聽、思考	具體目標 1-1

教　師　活　動	流 程 圖	時間	學 生 活 動	評鑑與輔導
4. 發問：工廠運作需要能量，能量來源是什麼？ 5. 說明能量來源是太陽能，而葉綠素可以吸收太陽能。 6. 發問：工廠生產需要原料，原料是什麼呢？ 7. 說明原料是水和二氧化碳，二氧化碳由空氣中獲得，水則由植物根部吸收而來，運輸至莖和葉。 8. 說明生產過程包括兩個階段： 第一階段：葉綠素吸收光能將水分解成氧氣和高能量化學物質，氧氣經過氣孔釋放到大氣中，此過程因為有光的參與，所以稱之為「光反應」。 第二階段： 利用光反應所產生的能量，在酵素作用下使二氧化碳轉換成葡萄糖和水，此反應之進行主要是受酵素的影響，與光照沒有直接的關係，故稱為「暗反應」。 9. 說明葉綠體工廠生產葡萄糖的過程就稱為『光合作用』，且先進行光反應再進行暗反應。 10. 講述如何表示光合作用的總反應式： $\text{水＋二氧化碳} \xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{太陽能}} \text{葡萄糖＋氧氣＋水}$ 11. 說明葉綠體只要有足夠的光照及原料就可以一直生產葡萄糖，葡萄糖可以轉變成澱粉或其他型式的養分。 12. 發問：植物產生的葡萄糖及氧氣對其他生物有什麼影響？說明葡萄糖可因為動物攝食，而進入動物體內，且氧氣可供給生物行呼吸作用。可讓學生體認到植物跟其他生物間的關係。	提出問題 ↓ 說明 ↓ 提出問題 ↓ 說明 ↓ 說明 ↓ 說明 ↓ 說明 ↓ 說明 ↓ 說明 ↓ 提出問題 ↓	2’ 2’ 15’ 5’ 5’	自由發言 靜聽、思考 自由發言 靜聽、思考 靜聽、思考、記憶 靜聽、思考、記憶 靜聽、思考、記憶 靜聽、思考、發言	經由問題引導使學生說出工廠的組成要素，經歸納整理後導入光合作用的過程 具體目標 2-1、3-1、3-2 具體目標 3-3 具體目標 5-1 具體目標 3-4 具體目標 4-1、9-1

教　師　活　動	流 程 圖	時間	學 生 活 動	評鑑與輔導
13. 搶答： （1）請問植物製造葡萄糖的工廠名稱是？ （2）請問植物製造葡萄糖，需要哪兩種原料？ （3）生物行光合作用的條件是細胞需具備什麼？ （4）光反應和暗反應，都需要能量的供應，才能進行，對不對？ （5）光反應必須在照光的情況下進行，暗反應必須在黑暗中進行，對不對？ （6）綠色植物通常在白天進行光反應，在晚上進行暗反應，對不對？ （7）光反應的結果是產生氧氣，暗反應的結果是產生葡萄糖，對不對？ （8）葉綠體工廠產生葡萄糖，可供什麼用途？	說明 評量	7’	靜聽、思考、 思考、回答 思考、回答	具體目標 1-1、2-1、 3-1、3-2、 3-3、3-4、4-1
14. 第一次實驗活動：活動 3-3 光合作用的探討。 步驟： （1）將植物盆栽放在黑暗中 3 天後，將鋁箔包住植物某一葉片中間一段，用迴紋針固定，再將植物移至光照處 2～3 天。 （2）摘下葉片，取下鋁箔，放入沸水中加熱數分鐘。 （3）取出葉片，浸入裝有酒精的燒杯中，隔水加熱，觀察顏色變化。 （4）等葉片顏色褪去後，取出葉片放入清水中漂洗。 （5）取出葉片，平放於培養皿內，加入碘液，觀察並記錄葉片顏色變化。	活動 3-3	45’	活動操作	具體目標 6-1、8-1

教　師　活　動	流 程 圖	時間	學 生 活 動	評鑑與輔導
15. 第二次實驗活動：改良實驗活動（王玉麒，民 94） 步驟： (1)將天竺葵整株置於黑暗處 3 天以上。 (2) 將一片適當大小的黑布置於培養皿內，以滴管吸取適量小蘇打溶液，充分潤溼黑布。 (3) 在培養皿上方，平行黏貼三條縫衣線，以利將葉片架於培養皿的上方。 (4) 自放在黑暗處的植株上，取下一片葉子，將有幾何圖形的鋁箔紙黏貼於葉片上的適當位置。 (5) 將此葉片的葉柄，插入裝有水的微量離心管中，並在管口處黏上透氣膠帶，以補充葉片的水分。 (6) 將此葉片水平放在步驟 3 中培養皿裝置的縫衣線上，以避免葉片直接接觸黑布上的小蘇打溶液。 (7) 取一檯燈，照射葉片數天後，將葉片取下，並移走鋁箔紙，放入沸水中加熱。 (8) 取出葉片，置入裝有酒精的燒杯中，進行隔水加熱數分鐘。 (9) 等葉片顏色褪去後，取出葉片放入清水中漂洗。 (10) 取出葉片，平放於培養皿內，加入碘液，觀察並記錄葉片呈像的部份。	改良活動	45’	活動操作	具體目標 6-1、8-1
參、綜合活動 每位同學提出書面報告，題目二擇一： 1. 發現「光合作用」的科學史。 2. 至農場或花園參觀，撰寫報告。	指定作業	5’	查資料、寫報告	具體目標 7-1、9-1

附錄 H 講述組教學簡報

3-3 植物如何獲得養分

- 大家可不可以說看看，有哪些事情是我們每天都必須要作的？

如：吃飯、睡覺、看電視、穿衣服、洗澡、讀書、聊天…

★動物如何獲得養分？

★植物如何獲得養分？

★生物體內需要何種作用才能利用養分得到能量？

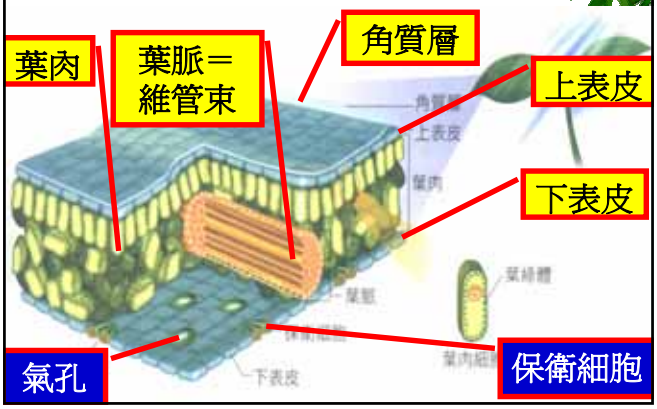
行呼吸作用

- 植物經由行光合作用來製造自己所需要的養分 。
- 光合作用的過程為何？請說說看。

光合作用的主要目的是產生葡萄糖

- 植物可以行光合作用是因為植物細胞內具有什麼構造？
- 植物具有葉綠體，其他生物若具有葉綠素，也可以行光合作用。

植物進行光合作用的主要器官是葉

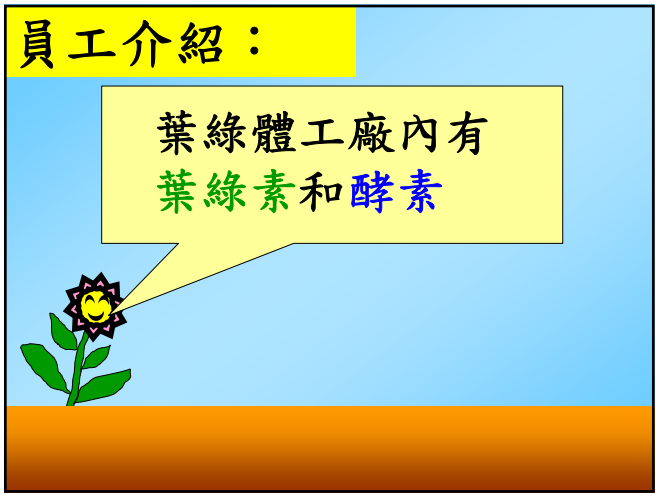


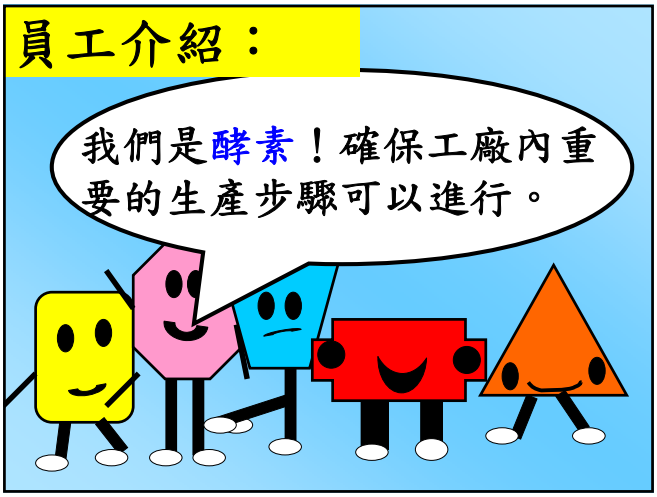
光合作用

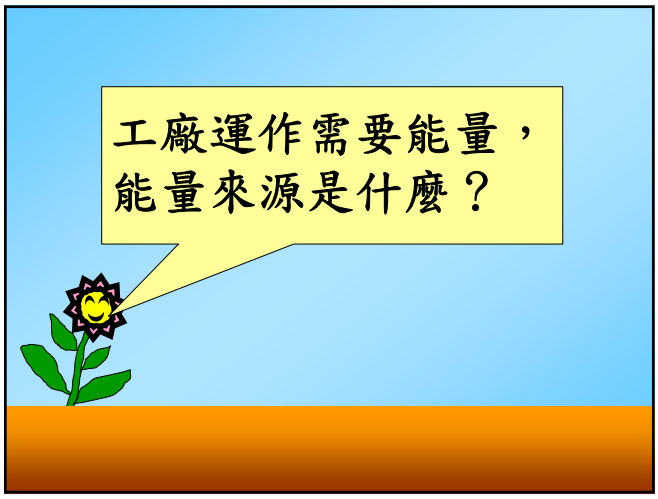
小花草
我今天要帶大家去參觀製造葡萄糖的工廠喔！

製造葡萄糖的工廠就是葉綠體！
葉綠體是進行光合作用，製造葡萄糖的場所

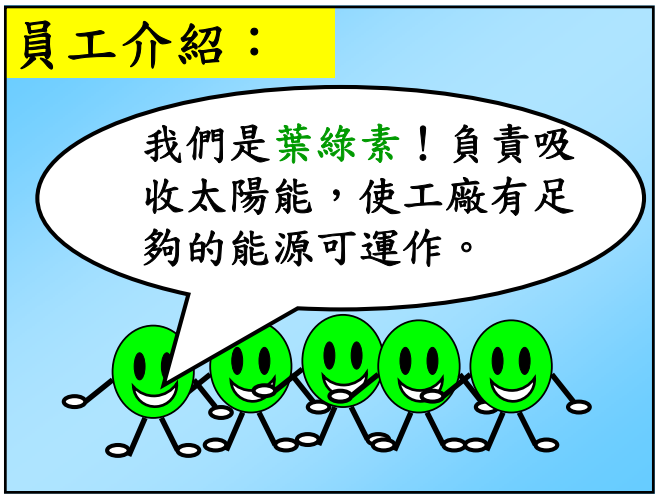
像我的莖和葉的綠色細胞中就有葉綠體喔！
葉綠體存在植物的『綠色』細胞中

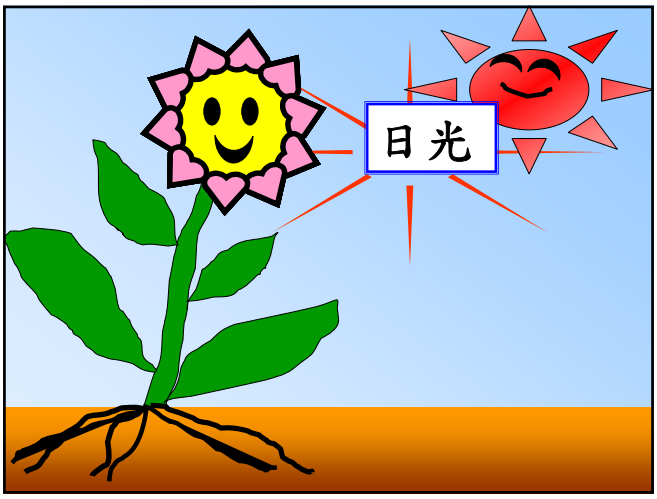

員工介紹：
葉綠體工廠內有葉綠素和酵素

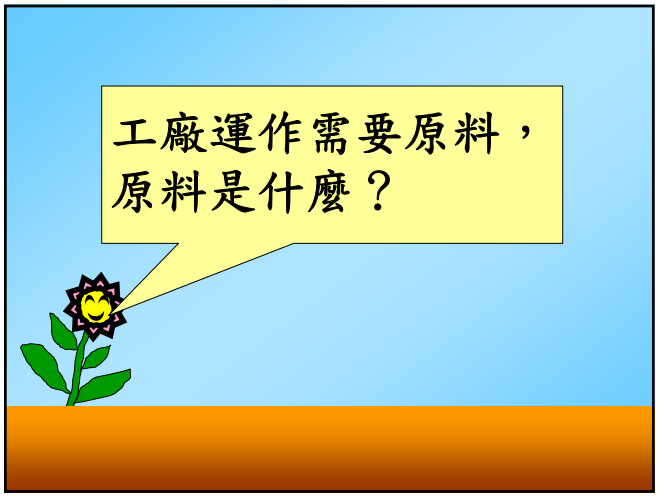

員工介紹：
我們是酵素！確保工廠內重要的生產步驟可以進行。


工廠運作需要能量，
能量來源是什麼？

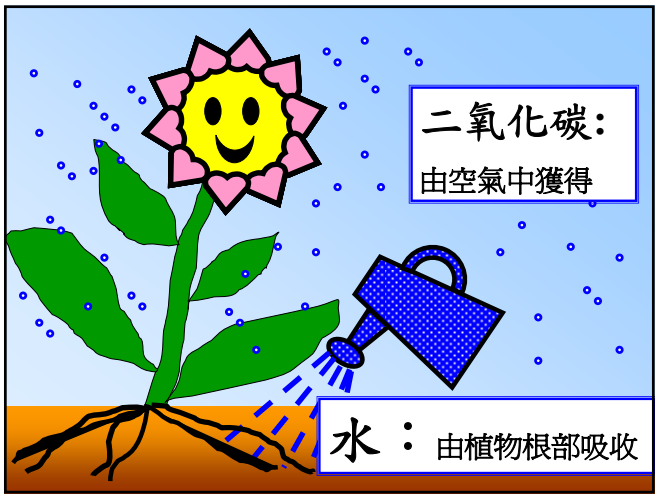
工廠的動力來源：
葉綠體工廠的運作，需要太陽能來提供能量。


員工介紹：
我們是葉綠素！負責吸收太陽能，使工廠有足夠的能源可運作。


日光


工廠運作需要原料，
原料是什麼？

生產所需要的原料：
需要水和二氧化碳兩種原料，才能製出葡萄糖



生產的過程：

分兩個階段來生產葡萄糖

第一個階段：

利用葉綠素吸收到的太陽能把水分解

光　反　應：

水 $\xrightarrow[\text{葉綠素}]{\text{太陽能}}$【氫】＋氧氣＋能量

【氫】代表“氫離子”

暗　反　應：

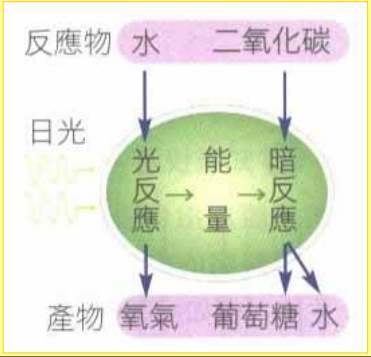
二氧化碳＋【氫】＋能量 $\xrightarrow{\text{酵素}}$ 水＋葡萄糖

此階段的反應，主要是受酵素影響，而與光照沒有直接的關係

葉綠體工廠生產葡萄糖的過程就稱為『光合作用』

『光合作用』是先進行<u>光反應</u>，再接著進行<u>暗反應</u>

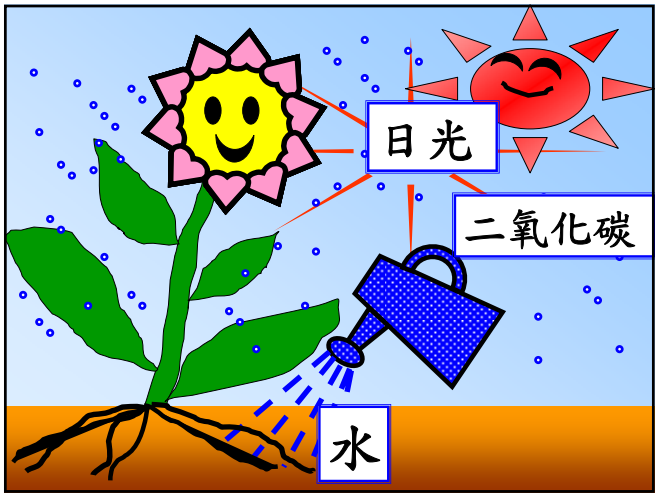
葉綠體中，光合作用示意圖：



光合作用的總反應式：

$$\text{水}+\text{二氧化碳} \xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{太陽能}} \text{葡萄糖}+\text{氧氣}+\text{水}$$

<u>葉綠體</u>工廠只要有足夠的光照及原料就可以一直生產葡萄糖



葡萄糖可以轉變成澱粉或其他型式的養分，如蔗糖、脂質、蛋白質。

植物行光合作用產生葡萄糖及氧氣對其他生物有什麼影響？

1. 葡萄糖可因為動物攝食，而進入動物體內。
2. 吸收二氧化碳、釋放氧氣，氧氣可供給生物行呼吸作用，可穩定大氣中氧氣與二氧化碳的濃度。

請大家多多支持愛護，選用我們的產品。謝謝！下次再見！

QQQ時間

1.請問植物製造葡萄糖的工廠名稱是？

葉綠體

2.請問植物製造葡萄糖，需要哪兩種原料？

水和二氧化碳

3.光反應和暗反應，都需要能量的供應，才能進行，對不對？○

4.光反應必須在照光的情況下進行，暗反應必須在黑暗中進行，對不對？ ×

5.綠色植物通常在白天進行光反應，在晚上進行暗反應，對不對？ ×

6.光反應的過程中會產生氧氣，暗反應最後產生葡萄糖，對不對？○

7.植物只進行光合作用，不會進行呼吸作用，對不對？ ×

8.植物白天行光合作用，晚上行呼吸作用，對不對？ ×

9.葉綠體工廠產生葡萄糖，可供什麼用途？

哈囉！你好嗎？真心感謝，珍重再見，期待再相逢！

附錄 I　Kolb 學習風格量表

Kolb 學習風格量表

班級：_____　姓名：_____　座號：_____

下面共有 12 個問題，每個問題有四種回答，根據各個狀況對您的適合程度依 1、2、3、4 分別加以排列（請勿重複或漏填）。其中最像的句子以 1 表示，而最不像的句子以 4 表示，而 2、3 分別代表第二項、第三項。

例如：

當我學習時，3 A.我是很強調分析的。　　1=最像你

1 B.我依自己心情而定。　　2=第二像你

4 C.我喜歡自己先問自己問題。　　3=第三像你

2 D.我重視學習效用。　　4=第四像你

1. 當我學習的時候，
   ___A. 我喜歡加入自己的感受。
   ___B. 我喜歡觀察與聆聽。
   ___C. 我喜歡針對觀念進行思考。
   ___D. 我喜歡實作。

2. 我學得最好的時候，是當
   ___A.我相信我的直覺與感受。
   ___B.我仔細聆聽與觀察時。
   ___C.我依賴邏輯思考時。
   ___D.我努力完成實作時。

3. 當我學習時，
   ___A.我有強烈的感覺及反應。
   ___B.我是安靜、謹慎的。
   ___C.我是試著將事情想通。
   ___D.我負責所有實作。

4. 我學習是利用
   ___A.感覺。
   ___B.觀察。
   ___C.思考。
   ___D.實作。

5. 當我學習時，
   ___A.我能接受新的體驗。
   ___B.我會從各個層面來思考問題。
   ___C.我喜歡分析事情，並將其分解成更小的問題。
   ___D.我喜歡試著實際動手做。

6. 當我學習時，
   ___A.我是個直覺型的人。
   ___B.我是個觀察型的人。
   ___C.我是個邏輯型的人。
   ___D.我是個行動型的人。

7. 我學得最好的時候，是從
   ___A.同學間的討論。
   ___B.觀察。
   ___C.理論。
   ___D.試作及練習。

8. 當我學習時，
   ___A.我覺得整個人都投入學習中。
   ___B.我會在行動前都儘量準備妥當。
   ___C.我喜歡觀念及理論。
   ___D.我喜歡看到自己實作的成果。

9. 當我學習最好的時候，是

___A.我依賴自己的感覺時。

___B.我依賴自己的觀察力時。

___C.我依賴自己的觀念時。

___D.自己試作一些事情時。

10. 當我學習時，

___A.我是容易相信的人。

___B.我是一個審慎的人。

___C.我是個理智的人。

___D.我是個能負責的人。

11. 當我學習時，

___A.我是非常投入的。

___B.我喜歡觀察。

___C.我評估事物。

___D.我喜歡積極參與。

12. 當我學習最好的時候，是當我是

___A.接受他人看法、開放心胸

___B.非常小心時。

___C.分析想法時。

___D.實際動手做時。

附錄 J 學習成就診斷測驗卷

光合作用單元評量試卷

班級：_____　姓名：_____　座號：_____

一、選擇題（每題 3.5 分）

（　）1、植物行光合作用的主要產物是什麼？
(A) 葡萄糖
(B) 氧氣
(C) 水
(D) 澱粉。

（　）2、下列何者最能直接促進暗反應的進行？
(A) 酵素
(B) 葉綠素
(C) 光能
(D) 澱粉。

（　）3、植物獲得葡萄糖的方式爲何？
（A）由土壤中獲得食物
（B）由空氣中獲得食物
（C）行光合作用產生葡萄糖
（D）行呼吸作用產生葡萄糖。

（　）4、綠色植物在行光合作用的兩個階段中，第一個階段必須要有光的參與，試問此階段中，光能的功能爲何者？
(A)合成水
(B)分解水
(C)合成葡萄糖
(D)分解葡萄糖

（　）5、 下列何者是綠色植物進行光合作用時，所需要的原料？
(A) 氧氣、水
(B) 二氧化碳、水
(C) 空氣、葉綠體
(D) 二氧化碳、葉綠體

（　）6、 在光合作用過程中，下列何者的功能是吸收太陽能？
(A) 細胞壁
(B) 粒線體
(C) 酵素
(D) 葉綠素。

（　）7、 關於植物獲得養分的敘述，下列何者正確？
(A) 根部從環境中的水、土壤或肥料中獲得所有食物
(B) 葉子可以直接將水轉變爲醣類
(C) 行光合作用會直接製造葡萄糖
(D) 行光合作用會直接製造蛋白質及澱粉

（　）8、植物行光合作用的過程中，會產生氧氣釋放到空氣中，這些氧氣的來源是分解什麼物質所產生？
(A)二氧化碳
(B)水
(C)葉綠素
(D)酵素。

（　）9、光合作用的反應包括：（甲）使水分解 （乙）產生氧氣 （丙）二氧化碳參與反應 （丁）產生葡萄糖。試問光合作用過程的第一階段包含哪些反應？
(A) 甲乙
(B) 乙丙
(C) 丙丁
(D) 甲丁

（　）10、地球上生物生存所需要的能量來源爲何？
(A) 太陽能
(B) 葉綠素
(C) 水
(D) 二氧化碳。

（　）11、 光合作用中，最主要的功用爲下列何者？
(A) 釋放氧氣
(B) 利用二氧化碳
(C) 消耗能量
(D) 將光能轉變成化學能

（　）12、溶解葉片中葉綠素的方法，爲何需放入酒精中隔水加熱？
(A)促使糖轉變爲澱粉
(B)加速葉片製造澱粉，使實驗結果更明顯
(C)避免葉片被煮爛，使葉片無法進行光合作用
(D)避免酒精蒸氣與火焰接觸，引起燃燒

（　）13、在下列的各個實驗步驟中，哪一個步驟需加熱處理？
(A)以亞甲藍液使細胞染色
(B)用碘液使細胞染色
(C)用酒精溶解葉綠素
(D)用氯化亞鈷試紙檢驗水的存在

（　）14、老師說米飯中富含澱粉，你如何鑑定？
(A)加碘液
(B)加亞甲藍液
(C)加本氏液加熱
(D)加酒精隔水加熱。

（　）15、 我們所吃的馬鈴薯，具有豐富的澱粉，澱粉主要是由下列哪一種器官所製造出來？
(A) 根
(B) 莖
(C) 葉
(D) 花

（　）16、 觀察魚缸中的水蘊草受光照射時，有許多氣泡沿葉而產生，此氣泡產生的原因爲何？
(A) 行光合作用產生的空氣

(B) 行光合作用產生的氫氣
(C) 行光合作用產生的氧氣
(D) 行光合作用產生的二氧化碳

(　)17、 下列有關於植物行光合作用的敘述，何者**錯誤**？
(A) 主要目的是產生葡萄糖，以供自身利用
(B) 需要有水、二氧化碳、光照、葉綠素、酵素等條件
(C) 其過程中的第二階段產生氧氣
(D) 產生的葡萄糖可以轉換成澱粉

(　)18、下列關於呼吸作用及光合作用的敘述，何者正確？
(A) 植物白天行光合作用，晚上行呼吸作用
(B) 植物行光合作用時釋放氧氣，行呼吸作用時釋放二氧化碳
(C) 植物只行光合作用，動物只行呼吸作用
(D) 光合作用是一種呼吸作用的形式

(　) 19、摘一片生於曠野的彩葉草葉子，把葉子上綠色部分與非綠色部分別做上記號，在經過檢測澱粉的實驗後，結果發現只有綠色部位才有澱粉存在，據此可做出什麼推論？（註：彩葉草是一種葉子有多種顏色的植物，如綠黃紅紫等不同顏色）
(A) 光合作用需要葉綠素才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉
(B) 光合作用需要酵素才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉
(C) 光合作用需要水才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉
(D) 光合作用需要光照才能製造葡萄糖，進一步轉換成澱粉

(　)20、 以下哪些反應屬於暗反應？（甲）分解水 （乙）合成葡萄糖 （丙）釋放氧氣 （丁）產生水 （戊）二氧化碳參與反應
(A) 甲乙丁
(B) 甲丙戊
(C) 乙丙戊
(D) 乙丁戊

(　)21、安安跟媽媽到建國花市購買盆栽，發現某些店家的老闆對著葉子灑水，安安問媽媽：「店家為何對葉子灑水？」媽媽說：「這樣可以讓植物吸收水分」，你認為媽媽的回答是否正確？
(A) 正確，直接對葉子噴灑水，水能由葉子所吸收
(B) 錯誤，應該在土壤中澆水，讓水由根部吸收
(C) 正確，植物可以由葉子或根部吸收水分
(D) 部分正確，不同植物吸收水分的部位亦不同。

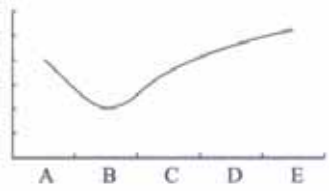
(　)22、在光合作用的過程中，（甲）氧的產生（乙）水的分解（丙）二氧化碳的參與反應（丁）葡萄糖的產生；其發生的先後順序為何？
(A)甲乙丙丁
(B)乙甲丙丁
(C)乙甲丁丙
(D)丙甲乙丁

(　)23、 一般人常認為「晚上吃飯後去公園散步，有助於身體健康，因為氧氣最多，這和綠色植物有關。」，關於這個想法，你的意見為何？
(A) 對的，植物夜間行呼吸作用，產生大量的氧氣
(B) 對的，植物在清晨行光合作用的速率較高
(C) 不對，植物在夜間不行光合作用，不產生氧氣
(D) 不對，植物在夜間行光合作用的速率低，只產生少量氧氣

(　)24、在「光合作用的探討」活動中，過程的正確順序是：(甲)把葉片放在裝有酒精的燒杯中隔水加熱；(乙)把天竺葵放在光下照射；(丙)用鋁箔把天竺葵的某一葉片遮蓋一部分；(丁)把天竺葵放在黑暗環境中一段時間；(戊)把部分遮光的葉片摘下，取下鋁箔；(己)用清水漂洗葉片後滴加碘液：(庚)將葉片放入沸水中加熱數分鐘
(A)丁丙乙戊甲庚己
(B)丁丙乙戊庚甲己
(C)丁丙乙庚戊甲己
(D)丁丙戊乙庚甲己

(　)25、承上題，碘液檢測葉片，結果發現有遮光部分呈現「黃褐色」，未遮光部分呈現「藍黑色」，根據此結果推斷，可得出下列哪一項結論？
(A) 光合作用需要葉綠素才能製造葡萄糖，進一步轉變成澱粉
(B) 光合作用需要酵素才能製造葡萄糖，進一步轉變成澱粉
(C) 光合作用需要水才能製造葡萄糖，進一步轉變成澱粉
(D) 光合作用需要光照才能製造葡萄糖，進一步轉變成澱粉

◎題組：小新在研究室中使用精密儀器收集植物所產生的氣體，並加以檢測氣體成分。下圖為實驗室窗台的鳳仙花在某一段時間內所產生氧氣的量。（其中縱軸為氧氣氣體的體積，橫軸為不同的時間）



(　)26、從以上五個不同的時間階段來看，哪些階段可能是白天？
(A)A、B
(B)A、D
(C)C、D、E
(D)A、B、C、D、E

（　）27、關於上圖，下列敘述何者正確？

(A)A 及 B 爲夜間時段

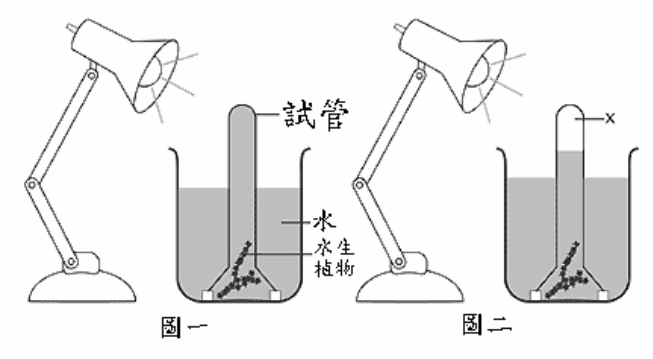
(B)鳳仙花在白天產生的氧氣多，晚上產生的氧氣少

(C)C 及 D 時段爲清晨，因此鳳仙花產生的氧氣量慢慢增加

(D)B 階段產生的氧氣較少，可能是當時的陽光較弱或是無法直接照射到陽光

二、綜合題：

下圖是實驗裝置，在實驗開始之前，試管充滿著水（如圖一所示），經過一段時間後，試管中的水面下降（如圖二所示）；據此，試回答下列問題：



1. 圖二中，試管頂端標示”X”的部位中，充滿著什麼物質？答：_____（2 分）

（A）空氣

（B）氧氣

（C）二氧化碳

（D）真空

2.請解釋你選擇這個答案的原因。（3.5 分）

_____

_____

_____