

恒定性與呼吸作用

國中組生物科第二名

花蓮縣立花崗國民中學

作者：張慧君·郭晉碩
等十二人

指導教師：李國榮·蔡文龍

一、研究動機

生物上册 第七章 恒定性 談到血液中血糖的濃度，通常都維持在一定的範圍以內，過高或過低都會引起疾病。其他，如生物體內水分的調節、定溫動物體溫的調節等，都是生物體內維持恒定性的一些現象。

有關生物行呼吸作用時，呼出氣體的測定，在實驗 7—3 植物的呼吸作用中，就整個實驗裝置來探討，發現在四十分鐘的實驗觀察過程中，裝置中的漏斗及彎形玻璃管始終都是開放的，而且實驗組與對照組間，結果的比較並不很鮮明，甚至沒有差別。

空氣中氧約佔 $\frac{1}{5}$ 的體積，氮約佔 $\frac{4}{5}$ 的體積，其組成分可以說是維持在一定的濃度範圍內（恒定性）。是否可以空氣組成分的恒定性觀念，配合生物呼吸作用釋出的氣體（二氧化碳）的特性，找尋出一種更好而有效的實驗裝置，是探討本實驗的主要動機。

二、研究目的

利用空氣組成分一定的概念，配合呼吸作用釋出氣體的特性，設計一種簡單的實驗裝置，便於實驗觀察與比較。

三、實驗過程、結果及討論

實驗(一)：植物的呼吸作用（國中生物上册第七章恒定性實驗 7～3）

1—1 萌芽的綠豆與乾燥的綠豆：

1. 取甲、乙兩個錐形瓶，於甲瓶內放置適量的萌芽綠豆，乙

瓶內放入同量之乾燥綠豆。

2. 在橡皮塞上鑽兩個適當大小的孔，然後將漏斗和彎形玻璃管（亦可用直玻璃管接細橡皮管來代替）插入孔中，將橡皮塞塞入錐形瓶。
3. 約四十分鐘後，一人持盛有半滿石灰水的試管，將試管放在彎形玻璃管的管口，然後另一人從漏斗中加入 80 ~ 100 公撮的水。
4. 仔細觀察試管內石灰水的變化。

1—2 實驗器材及操作與 1—1 相同，唯在與玻璃管連接的細橡皮管上以鐵夾夾住，四十分鐘後再放開，其後實驗操作與 1—1 相同。

1—3 實驗操作與 1—1 相同，唯將甲、乙兩組的彎曲玻璃管分別裝入一隻盛有石灰水之 U 形管中。

結果(一)：

1—1 試管內石灰水的變化不明顯或幾無變化。

1—2、1—3 試管內石灰水的變化不明顯（與乾燥綠豆比較）。

討論(一)：實驗 1—1、1—2、1—3 結果之所以不明顯或幾無差異的原因可能有三：

1. 在操作上：當從漏斗中注入水時，太快（多）則易將試管中的石灰水沖出；太慢（少）則二氧化碳氣體有從漏斗逸出之慮。
2. 二氧化碳逃逸：在四十分鐘的實驗過程中，漏斗及彎形玻璃管始終是開放的，經由擴散作用，二氧化碳很可能已經由這兩個孔道逃逸散失。雖然 1—2 的實驗有將玻璃管的孔道封住，其結果還是不理想。
3. 二氧化碳溶解：從漏斗中注入水，不論是快或慢，總會有一部分二氧化碳會溶於水中。

實驗(二)：植物的呼吸作用（恒定裝置）

註：以下各項實驗操作過程與 2—1 實驗相同。

2—1 萌芽的種子與乾燥的種子：

1. 取甲、乙兩個錐形瓶，於甲瓶內放入適量的萌芽種子，乙瓶放入同量之乾燥種子。
 2. 在橡皮塞上鑽一個適當大小的孔，然後將兩端帶有直玻璃管之細橡皮軟管，一端插入孔中，將橡皮塞塞入錐形瓶。
 3. 橡皮軟管另一端之玻璃管插入適當大小的橡皮塞露出少許
 4. 取U形玻璃管一隻，管內盛入觀察液（石灰水、溴瑞香草藍液、廣用指示劑溶液）。
 5. U形玻璃管分別與甲、乙錐形瓶連接，兩邊液面維持等高
 6. 仔細觀察U形管內液面升降及變化的情形。
- 2—2 不同萌芽種子間呼吸作用之比較：甲、乙錐形瓶裏分別放置不同種類的萌芽種子。
 - 2—3 不同種植物體間呼吸作用之比較：甲、乙錐形瓶裏分別放置不同種類的植物體。
 - 2—4 不同齡期植物器官呼吸作用之比較：分別放置幼葉與老葉等。
 - 2—5 傷害器官與未傷害器官呼吸作用之比較：將植物之器官經傷害處理後與未經處理的器官作比較。
 - 2—6 不同植物器官呼吸作用之比較：分別放置花與葉等。
 - 2—7 光合作用與呼吸作用之比較：於甲、乙錐形瓶中分置同種之菊科植物，一瓶包鋁箔以隔絕日光，一瓶未包。

結果(二)：

- 2—1 約3～30分鐘內，就可觀察到U形管內觀察液的變化（升降或變色）。萌芽的種子（綠豆、豌豆、紅豆、蠶豆、花生、玉米），其呼吸作用皆較乾燥的種子旺盛（液面上升）。經長期觀察，在恒定裝置裏，乾燥種子的呼吸作用有漸趨旺盛之勢（液面回升）。
- 2—2 不同萌芽種子間呼吸作用之比較，結果花生>蠶豆；蠶豆>紅豆；綠豆>紅豆。
- 2—3 約30～60分鐘，就可觀察出萌芽豌豆之呼吸作用較落地生根植物體旺盛（液面上升0.3公分）；菊科植物體

- 之呼吸作用較落地生根旺盛（液面上升 0.8 公分）。
- 2—4 黃金榕與巴西橡膠樹幼葉與老葉呼吸作用的比較，經約十小時的觀察，幼葉部分的液面上升約 1.2 公分。
- 2—5 受傷害之瓊崖海棠種子的觀察液面在四十分鐘內較未受傷害的高出 1 公分；受傷害之榕樹葉在六十分鐘內較未受傷害的液面高出約 0.8 公分。
- 2—6 杜鵑與一串紅花的呼吸作用較葉的強（四十分鐘內約上升 0.2 公分）；矮牽牛花的呼吸作用較葉的弱（卅分鐘內約下降 0.4 公分）。
- 2—7 菊科植物在弱光下，十五分鐘，包鋁箔觀察液面高出未包的約 2 公分。經十九小時後，未包鋁箔的液面反而高出包鋁箔的約 6 公分；移至日光下照射，約十七分鐘，包鋁箔的液面高出未包的約 12 公分。

討論(一)：

- 2—1 約三~卅分鐘，可觀察到 U 形管內觀察液的變化。萌芽的種子，其呼吸作用皆較乾燥的種子旺盛，綠豆、蠶豆、花生分別約在三、五、七分鐘就可以比較出來。空氣中的氧約佔 $\frac{1}{5}$ 的體積，在恒定裝置中，當萌芽的種子進行呼吸作用（ $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ），釋出的 CO_2 溶入石灰水（或其他觀察液），使得恒定裝置中的氧壓減小，而乾燥種子因為耗氧較慢，因此管內的氣壓大於萌芽種子管內的氣壓，壓迫水柱，水柱另一端的液面不得不朝萌芽方向邁進（上升）。其上升的快慢因植物種類的不同而異。
- 2—2 萌芽花生之呼吸作用較萌芽蠶豆旺盛，而且差異很大；蠶豆則較紅豆旺盛；綠豆則較紅豆旺盛。由萌芽種子呼吸作用的比較，可以看出為什麼荒地開墾之初，首先種植花生的一部份道理來。
- 2—3 萌芽豌豆之呼吸作用較落地生根植物體旺盛；菊科植物體之呼吸作用較落地生根植物體旺盛。由此可見幼苗在

成長的過程中需耗用多量的氧，以助其早日獨立；而菊科植物是雜草中易見的常客，可能就是因為它具有強韌的生命力—旺盛的呼吸作用之故。

- 2—4 黃金榕與巴西橡膠樹幼葉之呼吸作用皆較老葉旺盛。可見同一種植物不同齡期的器官，其呼吸作用的快慢各有不同。植物如此，人不也是這樣嗎？
- 2—5 瓊崖海棠受傷害的種子與受傷害的榕樹葉，其呼吸作用皆較未受傷害處理的器官旺盛，其作用可能是在求快速癒合，以獲一線生機。
- 2—6 杜鵑與一串紅花的呼吸作用較葉的旺盛，而矮牽牛花的呼吸作用則較葉的弱。這些差異是否與分化有關；或者與植物繁殖力的強弱、花期的長短有關，則需更進一步的研究。
- 2—7 從光合作用與呼吸作用的觀察比較，發現植物在弱光下，呼吸作用大於光合作用；在日光照射下則光合作用較呼吸作用旺盛。植物行光合作用時的產物，除葡萄糖外，尚會釋放出氧氣來，因此在日光照射下，未包鋁箔管瓶內的氧壓漸增，壓迫液面，至使相對的液面不得不持續上升。至於液面的回升，乃因二者皆在進行呼吸作用，未包者較包者顯得較旺盛，其原因可能是：包鋁箔的植物長期處在不利（不正常）的狀況下，呼吸作用顯得比較微弱。

從本實驗的結果可以得知：植物的呼吸作用是廿四小時在進行，而光合作用則只有在日光照射下才能進行
實驗(三)：動物的呼吸作用（恒定裝置）

- 3—1 生存耐力測定：甲瓶中放置動物（小白鼠、兩生類—巴西火龍、昆蟲等），乙瓶空置。測定動物在定量的空氣裏所能存活的時間。
- 3—2 不同動物間呼吸作用之比較：甲、乙錐形瓶裏，分別放置各類不同的動物，觀察比較牠們之間的呼吸作用。

結果(三)：

3—1 小白鼠於錐形瓶中約可維持廿五分鐘左右；兩生類（巴西火龍）可供觀察時間較小白鼠長些；蚱蜢約可維持十五小時左右；螳螂可維持在三天左右。

3—2 小白鼠的呼吸作用較巴西火龍、蚯蚓、蚱蜢等旺盛。

討論(三)：

3—1 生存耐力的測定，其主要目的在瞭解實驗用的動物，在定量的空氣裏，能提供多久的觀察時間。小白鼠約可維持廿五分鐘左右；兩生類可供觀察的時間較小白鼠長些；蚱蜢約可維持十五小時左右；螳螂可維持在三天左右。由本實驗的結果，可以體驗出何以螳螂令人討厭的道理來——強韌的生存耐力。

3—2 小白鼠的呼吸作用較兩生類、蚯蚓、昆蟲等旺盛。由此可以看出，高等動物不能缺氧太久的道理來。

實驗(四)：動物與植物間呼吸作用之比較（恒定裝置）

4—1 動物與萌芽種子：甲、乙錐形瓶分別放置動物與約等體積之萌芽種子。

結果(四)：小白鼠的呼吸作用較萌芽的花生、豌豆旺盛；萌芽綠豆的呼吸作用較蚯蚓旺盛。

討論(四)：

4—1 老鼠的呼吸作用較等體積萌芽的種子旺盛；而蚯蚓與萌芽的綠豆差異小。低等動物與高等動物的差異是否就在於此，需更進一步的研究。

實驗(五)：不同水質呼吸作用之觀察（恒定裝置）

5—1 取不同來源的水——紙漿廠廢水、大理石工廠廢水、化糞池污水、池塘水等，適當組合，分置甲、乙錐形瓶中觀察彼此間之異同性。

結果(五)：不同來源水質之間，經過一段觀察時間，U形管內之液面互有升降。

討論(五)：

- 5—1 不同來源水質之間，經觀察U形管內之液面互有升降。其原因可能與水溶液中的內含物有關，有的可能有利於某些微生物的生長，有的可能不利於某些微生物的生長，就有待於更進一步的探討與研究。

實驗(六)：受污染貝類呼吸作用之觀察（恒定裝置）

- 6—1 將貝類分別以各種污水處理（約浸廿～六十分鐘）後，再置於錐形瓶中與未經處理的貝類作比較。

結果(六)：貝類的呼吸作用隨受污染程度的增加，而有遞減的趨勢。

討論(六)：

- 6—1 受污染的貝類，其呼吸作用皆較緩慢，尤其是紙漿廠廢水更為嚴重。可見化學工廠的廢水是不能隨便排放的，不然，日後我們將再也吃不到貝類了！

實驗(七)：土壤呼吸作用之觀察（恒定裝置）

- 7—1 取不同來源之土壤，適當組合，觀察彼此間之異同性。

結果(七)：不同來源的土壤，其呼吸作用互有差異。

討論(七)：

- 7—1 不同來源的土壤，其呼吸作用互有差異，且差異與5—1有相類似的地方，其原因尚待進一步的研究。

四、結 論

- (一)透過本實驗裝置的簡易操作，觀察植物的呼吸作用，在短時間內就可以獲得明確的效果。
- (二)在恒定裝置U形管中，為配合其他各項實驗目的，可以換裝適當的觀察液來觀察。
- (三)錐形瓶亦可以換裝其他較大的容器，進行多種實驗觀察。
- (四)透過本實驗裝置之操作與觀察，更能加深學生對於恒定性、分壓等科學概念的認識。
- (五)總之，透過空氣組成分恒定的概念，結合呼吸作用釋出氣體的性質，設計恒定裝置的實驗，可收一舉數得的功效，是本實驗最大的收穫。

五、參考讀物

- (一)國民中學 生物上册 國立編譯館七十四年八月
- (二)國民中學 理化第一册 國立編譯館七十四年八月
- (三)國民中學 化學(一)、(四)册 國立編譯館七十一年
- (四)國民中學 物理(二)册 國立編譯館七十一年
- (五)化學化工藥物大辭典 人文出版社印行
- (六)物理大辭典 人文出版社印行

評 語

改良測計呼吸作用的裝置，供教學用，也有創意，此設計並可用以比較光合作用等與當體吸收，產生有關的現象，但在題目和作品說明書上過份強調恒定性，並無必要，倒不如直接說明改進的裝置之優異之處來得恰當。