

重視直接經驗的理科教學

中學第二分野/生物的呼吸

原作者：佐藤脩、矢本恒雄、秋澤一位

節譯者：張麗芬

在中學生物學科的教學「呼吸」及「光合作用」，對學生而言，經常是很抽象的知識，不容易使其了解。過去常採用的實驗方式，例如呼吸作用中二氧化碳的產生，常用酵母菌或嫩葉為材料；而呼吸作用中溫度的變化則使用發芽的種子為材料。這些教材常缺乏前後一貫，使學生無法了解整體間的關係，很容易混淆，甚至要進一步使學生明瞭「呼吸是藉着細胞體內的各部變化，分解有機養分產生熱能的反應」等，這些更抽象的現象，實在更為困難。

因此針對過去缺乏一貫性的實驗方式之缺點，並且避免純演講方式授課的方法，設計本實驗，只使用酵母菌為實驗材料，經由很簡單的實驗過程，即能讓學生獲得直接的經驗，而瞭解呼吸在細胞內的重要性及其意義。

指導的展開

學習的流程	學 習 活 動	指 導 上 的 注 意 事 項
(開始) 1. 問題提示 ↓ 2. 說明	1. 聽取前節已學過的概要，並確定本節的學習目標。 2. 校正前節的實驗計劃，學習實驗方法與裝置。 • 檢查用具。 • 爲了能順利進行實驗，各自再確定各自之工作。	1. 提示問題復習前節之學習內容 • 預習供給氧氣與養分於酵母菌時溫度與二氧化碳之產生情形與養分分解之情形。(a組) • 預習只供給氧氣而不給養分時的溫度與二氧化碳之產生情形與養分的分解情形。(b組) 2. 說明實驗方法與裝置 • 保溫杯、溫度計、尿糖試驗紙BTB溶液、小型氧氣發生裝置、三角錐瓶等玻璃器具。 • 爲了能順利進行實驗，使學生再確認每人之分配工作。

3. 學生實驗

3. 實驗開始

- 裝置如圖 1 2
- 把酵母菌放入葡萄糖溶液中，充分攪拌後倒入保溫杯與三角錐瓶中。

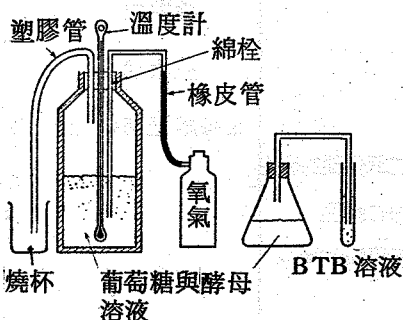


圖 1

圖 2

- #### 4. 由 BTB 溶液之變成黃色，來確定二氧化碳之產生。

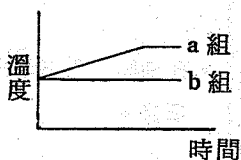


- #### 5. 每 3 分鐘測定溫度

- 溫度測定後加入氧。

5.7. 測定

- #### 6. 整理測定之溫度。作圖



- #### 7. 用尿糖試驗紙測定糖濃度

- #### 3. 在 35 ~ 40°C 之溫水 500ml 中，一面攪拌，一面加入乾燥酵母，使酵母菌加速賦活。

- 各放入酵母液 400ml，100ml 於保溫杯，三角錐瓶內。
- 提示保溫杯棉栓作法與氧氣之送法等注意事項。
- 巡視桌間，確認上述事項。

- #### 4. 與使用前之 BTB 溶液做比較，注意有沒有明顯的顏色變化。

- 約五分鐘後變為黃色。

- #### 5. 實驗中測定溫度至不再有顏色變化為止。

- 糖濃度 2% (糖 10 克，溫水 500ml) 在 35 ~ 40°C 的溫水中，測定溫度約 20 分鐘。
- 調節氧氣瓶使小氧氣泡連續不斷的出來 (5 ~ 10 秒間)

- #### 6. 說明作圖之方法

- 因時間的關係使直接畫在 OHP 之 TP 片上。
- 左圖為 a 組 b 組之實驗結果 (將使用在第 10 項之學習活動中)

- #### 7. 以玻璃棒沾上一滴保溫杯內之溶液，而後滴在尿糖試紙上。10 秒後判定顏色之變化。

- 顏色之變化往往有主觀性，故要注意，適宜判別。
- 呈色 (由尿糖試驗紙之種類之不同)

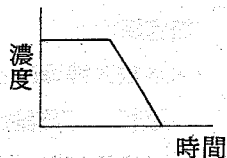
作圖

整理結果

討論發表

終 結

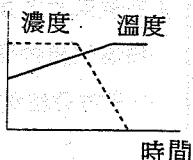
8 將測定之濃度作圖



9 整理實驗結果

- 由 BTB 溶液變黃色 → 二氧化碳的產生
- 由溫度之上升 → 熱的產生
- 由尿糖試紙之變色 → 葡萄糖的減少

10 討論結果發表



- 思考被酵母菌消耗的是什麼？
- 思考消耗時必要的是什麼？
- 思考消耗後的產物是什麼？
- 思考兩張圖表能知道什麼？

11 結論

- 構造簡單的生物（酵母菌）能夠營呼吸而獲得生命活動之能量，並分解糖產生熱。

	汽 車	人	酵母菌
被 消 耗 物	汽 油	營養物	葡萄糖
消耗所必需物	氧	氧	氧
消耗之產物	能 量 二氧化碳	能 量 二氧化碳	能 量 二氧化碳

而有差異)。

濃紫色	濃度 $\frac{1}{2}$ %
紫 色	$\frac{1}{4}$ %
淡紫色	$\frac{1}{10}$ %
紅紫色	0

9 每組之總整理

10 使整理後發表

- 使用 OHP
- 發表順序以 b 組在先，a 組在後較易解釋。
- 使學生注意 b 組之溫度及濃度為對照組，在實驗上很重要。No. 6 之圖。
- 使學生自動發覺溫度達到某一溫度而不再上升時的時間與糖濃度不再減少的時間是一致的。

11 每班之題目不同，因此把每班實驗結果再度比較檢討綜整理。

- 在前節之學習表內比較記入酵母菌之項目。

評鑑

- 學生能否指出酵母菌吸氧氣而呼出二氧化碳的現象。
- 學生由糖液濃度之比較能否指出呼吸時有機養分被分解。
- 學生由溫度的測定能否指出呼吸會產生熱。
- 學生能否共同合作而完成本實驗。

實驗報告

== 酵母菌的呼吸 ==

年 月 日

1. 實驗目的〔 () 組: _____

2. 預期結果: _____

3. 實驗方法:

(1) 將 500ml 之溫水 (約 40°C) 放入燒杯中。

(2) a 組在上列之燒杯中加入 10 克葡萄糖然後慢慢加入乾燥酵母菌 50 克, 充分攪拌使其溶解。

(3) 在三角錐瓶中取上述溶液 100 ml, 剩餘 400 ml 放入保溫杯內。

(4) 裝置如圖 1. 2。溫度計、玻璃管、塑膠管等即如圖 1. 的裝置, 使與外界簡單隔絕。

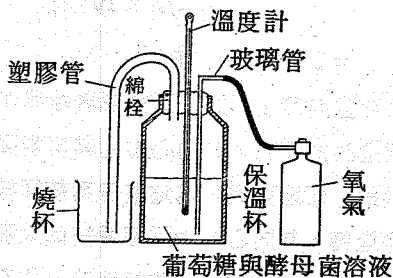


圖 1

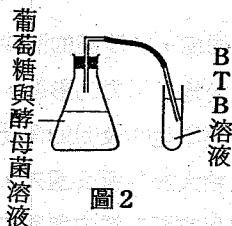


圖 2

(5) 在圖 1 的裝置中, 每分鐘測定溫度、糖濃度之變化。

• 糖濃度的測定即用玻璃棒之先端放入保溫杯中沾上內容液, 以尿糖試紙觀察 10 秒後之顏色變化。

• 每隔 3 分鐘送入氧氣, 時間為 5 ~ 10 秒。

(6) 裝置如圖 2 後觀察 BTB 溶液的顏色變化。

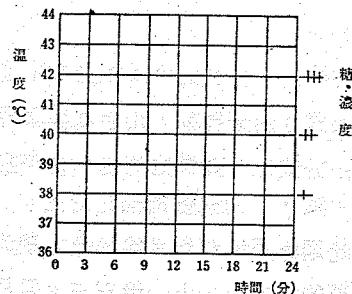
4. 實驗結果:

(1) 溶液溫度與糖濃度之變化。

時間 (分)	0	3	6	9	12	15	18	21	24
溫度變化									
糖濃度變化									

(2) BTB 溶液之顏色變化: _____

(3) 作圖表示結果



5. 討論

(1) 由 BTB 溶液的顏色變化瞭解 _____

(2) 由圖表上瞭解 (看 OHP 之圖而想一想)

• 由溫度變化之圖 _____

• 由糖濃度變化之圖 _____

• 比較溫度與糖濃度之變化瞭解 _____

(3)被酵母菌消耗的物質是 _____

(4)此消耗過程中必需的物質是 _____

(5)由消耗的結果產生的物質是 _____

(6)綜合整理酵母菌的呼吸，我們能知道什麼？ _____

6. 檢討與感想：

第34期有獎徵答解答

1. (a)生蛋之蛋黃在蛋白液中並不固定，故重心不容易平穩，便不容易使它直立，而熟蛋的蛋白已凝固，蛋黃的位置亦固定，故容易使它直立。

(b)用(a)的情況，生蛋的蛋黃在蛋白中並不固定，故蛋黃亦隨著轉動，用手觸摸蛋殼隨即放開，由於慣性，蛋黃的轉動仍會帶動整個蛋再轉一陣子，而熟蛋則無此情況。

2. 訂正：此題應為地球對月球的吸力較太陽對月球的吸力要小上一倍左右，但月球仍不離地球而飛向太陽，何故？

(a)太陽對月球的吸力

$$\begin{aligned}
 F_{sm} &= G \frac{M_s m_m}{R_{sm}^2} \\
 &= 6.67 \times 10^{-11} \text{ 牛頓米}^2 / \text{ 仟克}^2 \\
 &\quad \times \frac{1.99 \times 10^{30} \text{ 仟克} \times 7.34 \times 10^{22} \text{ 仟克}}{(1.49 \times 10^{11} \text{ 米})^2} \\
 &= 4.38 \times 10^{20} \text{ 牛頓}
 \end{aligned}$$

(b)地球對月球的吸力

$$\begin{aligned}
 F_{em} &= G \frac{M_e m_m}{R_{em}^2} \\
 &= 6.67 \times 10^{-11} \text{ 牛頓米}^2 / \text{ 仟克}^2 \\
 &\quad \times \frac{5.97 \times 10^{24} \text{ 仟克} \times 7.34 \times 10^{22} \text{ 仟克}}{(3.84 \times 10^8 \text{ 米})^2} \\
 &= 1.98 \times 10^{20} \text{ 牛頓}
 \end{aligned}$$

因月球並非靜止不動，而是繞著地球作幾近於圓周運動的運轉，其向心力由其兩者間的引力來供給，而地球與月球這整個系統同樣繞著太陽作運轉，其向心力由這個系統與太陽間的引力來供給，故月球不致落於地球，亦不致落於太陽上。

3. (a)與(b)的不同處，在沙鐘的漏沙不漏沙，沙鐘漏沙時，由於地心引力的影響，漏沙對沙鐘有衝力，當然要產生(a)及(b)的情況，沙鐘在水中的浮力應只稍大於其所受重力，而漏沙所施於沙鐘的力足以克服其浮力與重力的差異才行。