

生物體與營養

3-1 食物中的養分與能量

活動 3-1 食物中澱粉與糖的測定

3-2 酵素

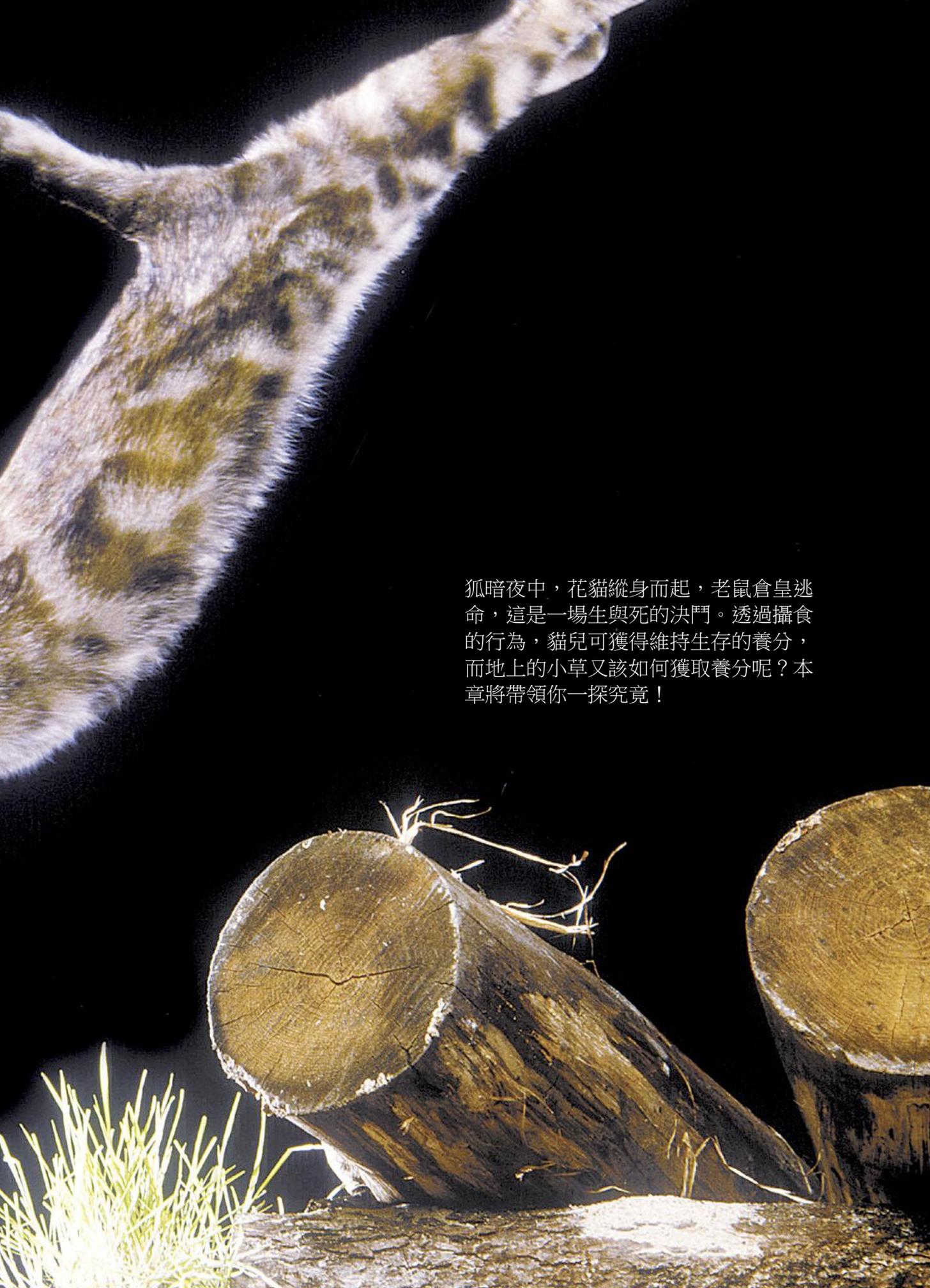
活動 3-2 酵素的作用

3-3 植物如何製造養分

活動 3-3 探討日光對光合作用的影響

3-4 動物如何獲得養分





狐暗夜中，花貓縱身而起，老鼠倉皇逃命，這是一場生與死的決鬥。透過攝食的行為，貓兒可獲得維持生存的養分，而地上的小草又該如何獲取養分呢？本章將帶領你一探究竟！

3-1

食物中的養分與能量

Warm Up



魯夫的海賊船在海上航行，由於已經很久無法靠岸補充食物，大夥只能用罐頭食品充饑。某天早上，索隆的牙齦開始流血不止、關節僵硬，而且全身疼痛，經過船醫喬巴的診斷，確認索隆罹患了壞血症。喬巴要求索隆吃橘子，一段時間後，索隆就恢復了健康。你知道為什麼水手容易罹患壞血症嗎？為什麼吃柑橘類的水果可以幫助水手恢復健康呢？



小視窗

1 食物的熱量

為了了解食物中含有多少能量，科學家常測量食物燃燒時所放出的熱量，來判斷食物所含能量的多寡。卡是能量的單位，1卡是使1克水在1大氣壓下，度升高攝氏1度所需的熱量。1大卡等於1000卡，也就是1仟卡。

食物中含有多種養分，各有不同的功能，其中可以供給生物體能量的有醣類、蛋白質和脂質。這些養分在細胞內經過分解作用會產生可利用的能量[■]，提供生物體生長、運動等，甚至在睡眠也需要能量來維持生命現象。1公克的醣類或蛋白質可產生4大卡的能量，1公克的脂質則可產生9大卡的能量。

醣類又稱為碳水化合物，包括糖、澱粉和纖維素等，我們平日所吃的米、麵和甘藷等食物都含有豐富的澱粉，蔬菜水果中含有豐富的纖維素，可以促進腸胃的蠕動；魚、肉、蛋、奶、豆類是富含蛋白質的食物；沙拉油和豬油則是常見的脂質（圖3-1）。

除了醣類、蛋白質和脂質外，食物中的水、礦物質和維生素雖然不能提供熱量，但對正常生命機能的維持相當重要。水是維持生命所必需的物質，約占人體重量的70%。水同時也是最佳的溶劑，使生物體內的物質溶解而容易被運輸，此外，生物體的代謝作用也必須在水溶液狀態下進行。



←圖3-1 各種營養物

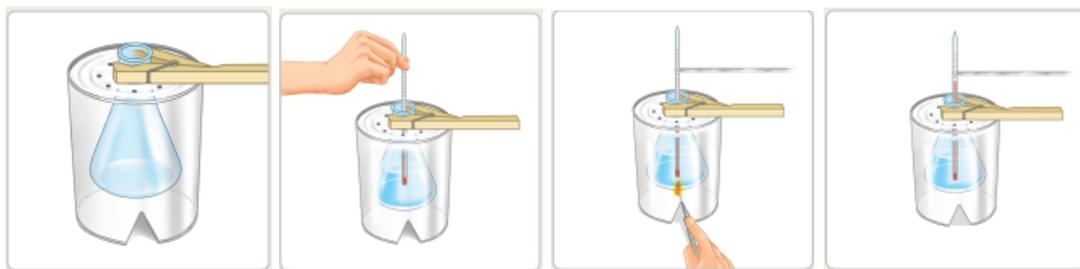
礦物質中的鈣質是構成骨骼和牙齒的重要成分，而鐵質若攝取不足，則可能會造成貧血症。維生素A可以預防夜盲症；維生素D和鈣質的吸收有關，有助於預防骨質疏鬆症；飲食若長期缺乏維生素C，容易引起壞血症²。由於人體無法自行合成多數的維生素和礦物質，必須由食物中獲取，所以日常的飲食應該均衡攝取各類養分，以維護身體的健康 [P76]。

小視窗

2 壞血症與維生素C
維生素C存在於新鮮蔬菜和水果中，若缺乏會導致壞血症，出現貧血，牙齦及皮下組織、甚至肌肉嚴重出血的現象。由於壞血症是後天營養不良所造成的，只要適當補充維生素C，即可迅速治癒。

延伸活動 食物中能量的測定

利用燃燒法測量一粒花生米所含的能量。如以下步驟，待花生米完全燃燒後，測量並記錄水溫，以計算花生米燃燒釋放出來的能量。假如50 g的水，溫度升高攝氏40度，那麼這一粒花生米釋放出來的能量大約是 $50 \times 40 = 2000$ (卡)，也就是2大卡的能量。



- A** 在空鐵罐的底部鑿一個圓孔，上部剪一個開口，用試管夾固定錐形瓶。
- B** 倒入50 g清水於錐形瓶內，並以度計測量燃燒前的水溫。(50 mL的水質量即為50 g)
- C** 倒入50 g清水於錐形瓶內，並以度計測量燃燒前的水溫。(50 mL的水質量即為50 g)
- D** 待花生米完全燃燒完畢，測量燃燒後的水溫。

問題與討論

1. 本活動所測得的花生米能量，會較花生米真正的能量高還是低呢？
2. 採取哪些措施，可以減少實驗的誤差？
3. 如果改測蠶豆所含的能量，發現一顆蠶豆燃燒時釋放的能量，可以使100 g的清水從21 °C升高至60 °C，試估計這一顆蠶豆含有多少能量？

活動 3-1

食物中澱粉與糖的測定

目的 醣類包含很多種類，本活動學習測定澱粉與葡萄糖的簡易方法，並進

一步測定食物中是否含有澱粉與糖。

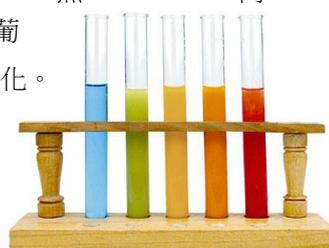
器材 (以組為單位)

- | | | |
|---|-----------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 刮勺 2 支 | <input type="checkbox"/> 三腳架 1 個 | <input type="checkbox"/> 滴管 3 支 |
| <input type="checkbox"/> 酒精燈 1 盞 | <input type="checkbox"/> 試管 4 支 | <input type="checkbox"/> 陶瓷纖維網 1 個 |
| <input type="checkbox"/> 載玻片 2 片 | <input type="checkbox"/> 香蕉和蘋果適量 | <input type="checkbox"/> 培養皿 2 個 |
| <input type="checkbox"/> 澱粉液 (1%) 適量 | <input type="checkbox"/> 研鉢及杵 1 組 | <input type="checkbox"/> 葡萄糖液 (1%) 適量 |
| <input type="checkbox"/> 量筒 (10 mL) 1 個 | <input type="checkbox"/> 本氏液和碘液適量 | <input type="checkbox"/> 燒杯 (250 mL) 1 個 |

原理說明

1. 碘液是黃褐色試劑，遇澱粉會呈現藍黑色的反應。
2. 本氏液是淺藍色試劑，加入葡萄糖並加熱，會依葡萄糖濃度和作用時間長短出現綠黃橙紅等顏色變化。

葡萄糖含量
無 ← → 高

**步驟**

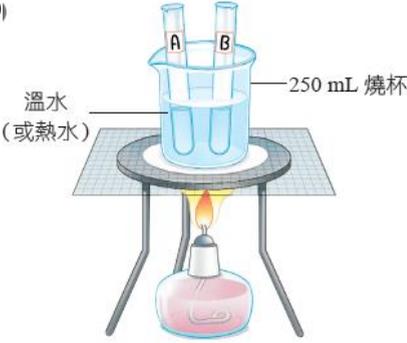
一、澱粉的測定

<p>1</p> <p>水 澱粉液</p> <p>將載玻片放在白紙上，左邊滴上一滴水，右邊則滴澱粉液。</p>	<p>2</p> <p>碘液 水 澱粉液</p> <p>再各滴入一滴碘液，觀察並記錄顏色變化。</p>
--	--

二、葡萄糖的測定

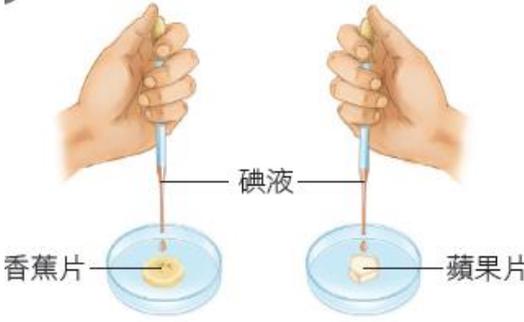
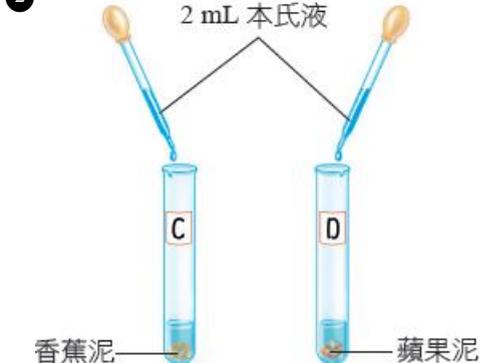
<p>1</p> <p>3 mL 葡萄糖液 3 mL 水</p> <p>取兩支試管標示A、B，在A試管中加入3 mL 葡萄糖液，B試管中加入3 mL水。</p>	<p>2</p> <p>2 mL 本氏液</p> <p>1. 將兩試管再各加入2 mL本氏液，輕搖試管，使試管中的液體混合均勻。 2. 記錄試管內的溶液顏色。</p>
---	--

③



1. 將兩試管放入裝有半杯溫水（或熱水）的燒杯中，進行隔水加熱。
2. 觀察試管內溶液的顏色變化（直到顏色不再變化為止），並加以記錄。

三、食物中澱粉和糖的測定

<p>①</p>  <p>將香蕉和蘋果切片，放在培養皿內，分別滴入少許碘液，觀察並記錄顏色變化。</p>	<p>②</p>  <p>取適量的香蕉泥放入C試管中，適量的蘋果泥放入D試管中，各加入2 mL本氏液後，混合均勻。放入燒杯中隔水加熱，觀察並記錄顏色變化。</p>
--	--

問題與討論

1. 食物中若含有澱粉，滴入碘液後，顏色有何變化？
2. 測定澱粉時，在澱粉液的左側滴一滴清水並滴入碘液，此設計在本活動中有什麼功能？
3. 食物中若含有葡萄糖，加入本氏液並隔水加熱後，顏色會如何改變？
4. 根據本活動的結果判斷，你所檢測的食物中含有哪些養分？

3-2

酵素



Warm Up

魯夫的海賊船在無風帶滯留了許多天，眾人已經飢腸轆轆又愁眉苦臉，而船上的食物卻只剩下兩顆青木瓜和很硬又帶筋的牛肉。香吉士說：「包在我身上。」很快的，牛排上桌了，大夥嚐了第一口之後驚呼：「怎麼可能？好嫩的牛排！」香吉士說：「沒什麼，我只是用青木瓜醃牛肉而已啊！」你知道香吉士利用青木瓜使牛肉變軟的祕密嗎？

小視窗

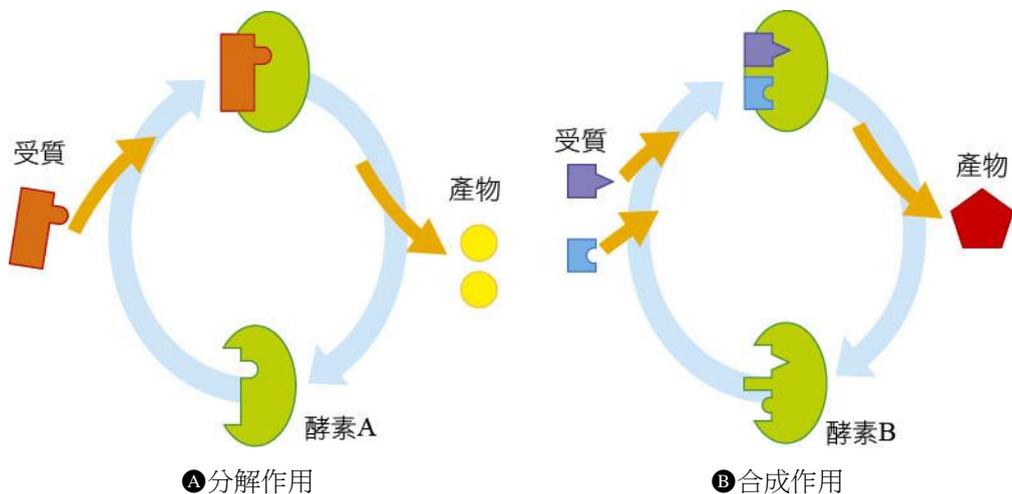
3 受質

每一種酵素皆有特定的結構，唯有能夠和該酵素特定結構結合的物質才能被作用，因此酵素和受質之間有高度的專一性。

酵素的名稱通常以受質來命名，例如：以纖維素為受質的酵素稱為纖維素酶。

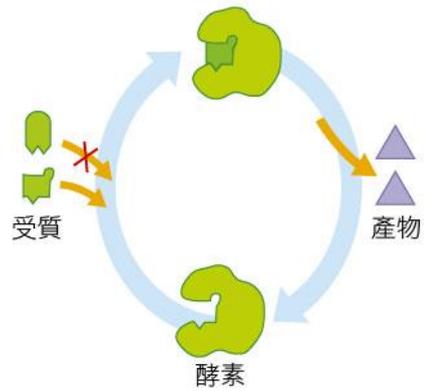
如果將白米飯放在口中咀嚼一段時間會變甜，變甜的原因是唾液中的某種成分促進澱粉轉變為糖，科學家將這一類能協助特定物質轉變成其他物質的成分，稱為**酵素**（又稱為**酶**），而能被酵素作用的物質稱為**受質**。

酵素的主要成分是蛋白質，可以改變生物體內的化學反應速率，具有催化劑的功能，可重複使用。酵素促進的反應中，有些將較大的分子轉變成較小的分子，稱為**分解作用**（圖3-2 A）；有些將小分子結合成較大的分子，稱為**合成作用**（圖3-2 B）。生物體內物質的分解和合成，合稱為**代謝作用**，而代謝作用的進行都需要酵素的參與。



↑ 圖3-2 酵素的作用

酵素的作用具有**專一性**，每一種酵素只能和特定的受質結合，例如：人體唾液中的澱粉酶能加速澱粉的分解反應，但不能加速纖維素的分解（圖3-3）。

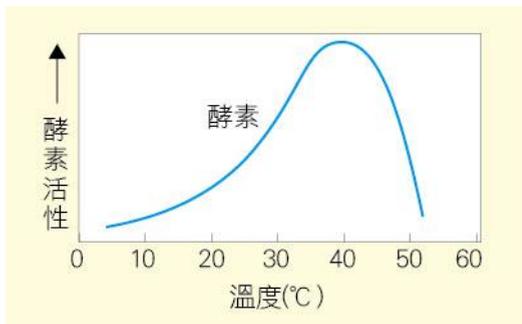


↑圖3-3 酵素的作用具有專一性

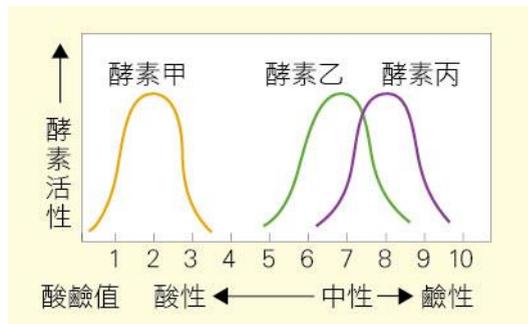
酵素的活性會受到許多因素影響，例如：溫度及酸鹼值等。在適當的溫度範圍內，酵素的活性隨溫度升高而增加，但是若溫度過高，酵素的活性隨即降低，甚至永久失去活性（圖3-4 A）；相反地，若將酵素置於冷凍環境中，酵素活性會降低，但若回溫，酵素的活性也可以回復。此外，酵素的活性也受到酸鹼值的影響，例如：胃液中的消化酵素在酸性環境中活性較佳，而小腸內的消化酵素則適合在鹼性的環境中作用；當環境的酸鹼值超過酵素能忍受的範圍時，便會改變酵素的結構和功能，導致活性降低或消失（圖3-4 B）。

頭腦體操

1. 牛羊吃纖維素可以獲得生存所需的養分，為何人類無法直接消化纖維素來獲得養分呢？
2. 我們常利用冰箱的冷藏室或是冷凍庫來保存食物，為什麼食物放在冰箱中比較不容易腐敗呢？



Ⓐ 溫度的影響



Ⓑ 圖中的三條曲線分別代表三種不同
酵素活性受酸鹼值影響的情況

↑圖3-4 影響酵素活性的因素

活動 3-2

酵素的作用

目的 藉由本氏液的顏色變化，了解唾液中澱粉酶的作用，並探討溫度對澱粉酶活性的影響。

器材 (以組為單位)

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 試管 4 支 | <input type="checkbox"/> 陶瓷纖維網 1 個 |
| <input type="checkbox"/> 試管夾 1 支 | <input type="checkbox"/> 保麗龍盒 2 個 |
| <input type="checkbox"/> 溫度計 2 支 | <input type="checkbox"/> 燒杯 (500 mL) 1 個 |
| <input type="checkbox"/> 有刻度的滴管 2 支 | <input type="checkbox"/> 澱粉液 (1 %) 適量 |
| <input type="checkbox"/> 酒精燈 1 盞 | <input type="checkbox"/> 本氏液 適量 |
| <input type="checkbox"/> 三腳架 1 個 | <input type="checkbox"/> 冰塊 適量 |

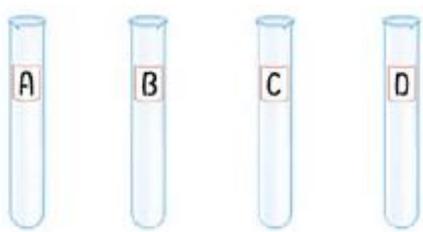
建議

老師可以指導同學選擇一個操作變因(度、酵素的有無、煮沸與否)，從 A、B、C、D 試管中挑選出合適的試管，作為實驗組和對照組進行實驗。若實驗時間很充裕，則可考慮四組一起操作。

試管	唾液	澱粉液	清水	作用環境
A	2 mL	2 mL	0	0~4 °C 冰塊水
B	2 mL	2 mL	0	37 °C 溫水
C	2 mL	2 mL	0	先100 °C 煮沸唾液之後，加入澱粉液，在37 °C 溫水中作用
D	0	2 mL	2 mL	37 °C 溫水

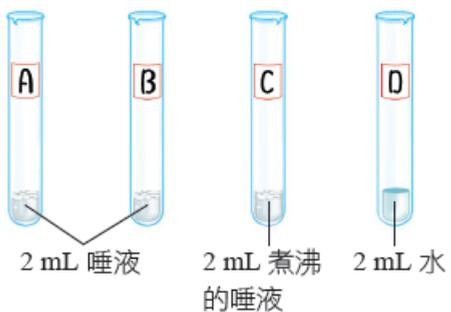
步驟

1



取四支試管標示A、B、C、D。

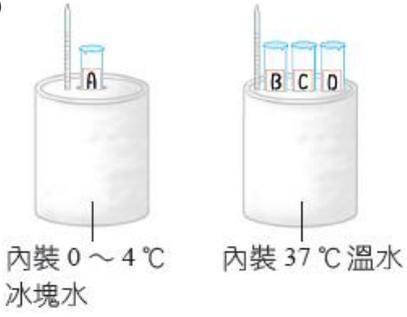
2



2 mL 唾液 2 mL 煮沸的唾液 2 mL 水

在A、B、C三試管中分別加入2 mL唾液，D試管中加入2 mL清水，C試管放入熱水中煮沸10分鐘。四試管中分別加入2 mL澱粉液後，混合均勻。

3



內裝 0~4°C 冰塊水 內裝 37°C 溫水

將A試管放在裝有0~4 °C冰塊水的保麗龍盒中，B、C、D試管放在裝有37 °C溫水的保麗龍盒中，作用25分鐘。

⊕ 需注意水的變化，水過低時須添加熱水。

4



2 mL 本氏液

將A、B、C、D四試管各加入2 mL本氏液，輕搖試管，使液體混合均勻。

5



500 mL 燒杯

溫水 (或熱水)

1. 放入裝有半杯溫水（或熱水）的燒杯中，進行隔水加熱。
2. 觀察並記錄試管內溶液的顏色變化。

⊕ 活動結束後，將各試管中的液體和未使用完的本氏液置入回收容器中，不可任意傾倒。

問題與討論

1. 本活動將B、C、D三試管放入溫水中作用的目的是為何？
2. 依據B、D兩試管的顏色變化，可知唾液對澱粉產生什麼影響？
3. 比較A、B兩試管的顏色變化，可以得到何種推論？
4. 比較B、C兩試管的顏色變化，可以得到何種推論？
5. 本活動設置D試管的目的為何？

3-3

植物如何製造養分



Warm Up

娜美種了許多橘子樹苗，一段時間後，橘子樹成長茁壯並結實纍纍。這段時間，魯夫很仔細地觀察橘子樹的變化，發現娜美只是給小樹苗澆水，樹苗就逐漸長大，而盆栽中的土壤並沒有減少，魯夫好奇的問：「橘子樹為什麼可以自己長大啊？」請你試著為魯夫解答吧！



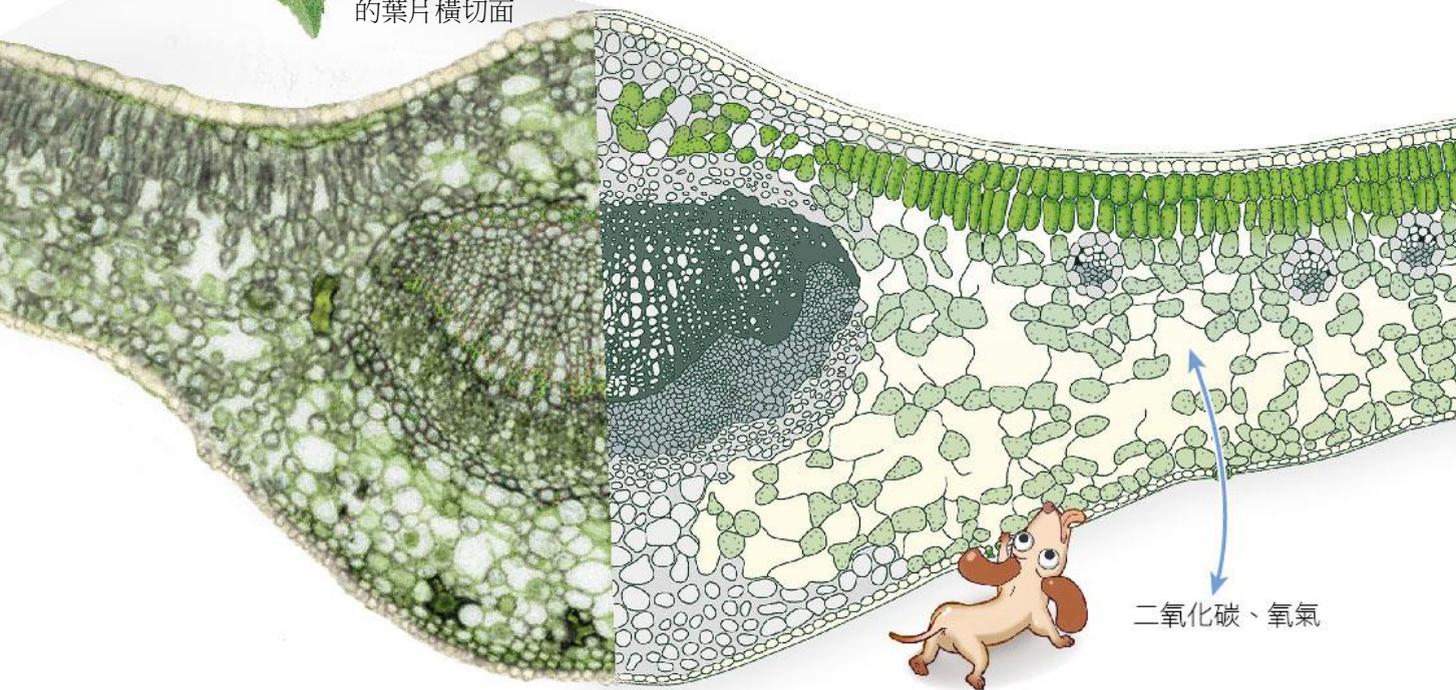
植物的光合作用
主要在葉進行

就像我們小學曾觀察過的小豆苗，橘子小樹苗雖然不能表現出攝食行為，仍可合成生長所需的養分。在植物體內，具有葉綠體的細胞都可以進行光合作用，其中，葉是植物進行光合作用的主要器官，現在讓我們來認識葉的構造吧！



↓ 圖3-5 山茶花葉片的橫切面示意圖

▲ 複式顯微鏡下的
葉片橫切面

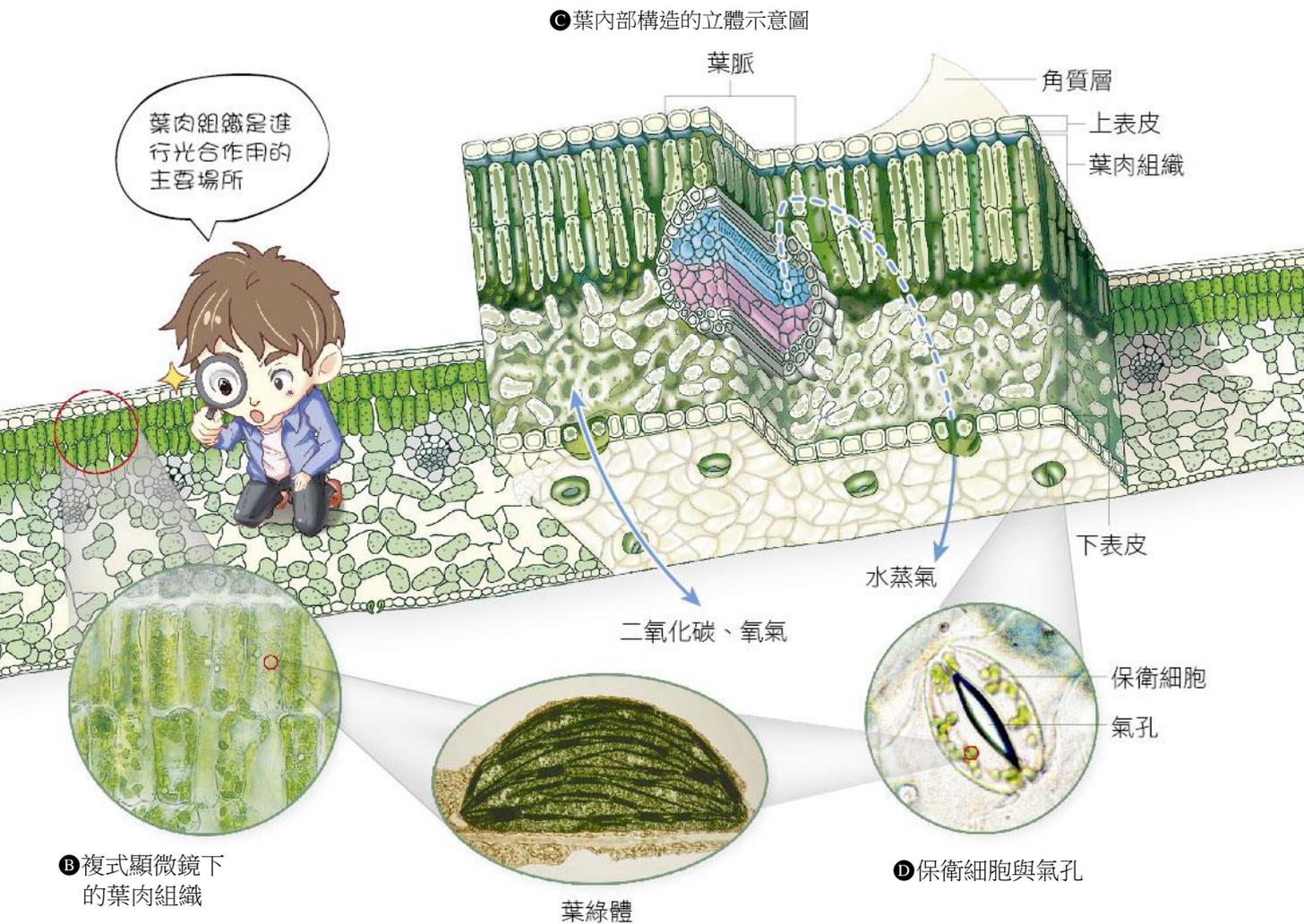


二氧化碳、氧氣

1 葉的構造

葉的上、下表皮是由扁平、透明且排列整齊的表皮細胞組成。由於排列緊密，表皮細胞能保護植物體免於外界病原體的感染；而表皮細胞外覆蓋的角質層，則可以防止水分散失。表皮細胞間散布著許多成對的**保衛細胞**，每一對保衛細胞間形成的空隙，稱為**氣孔**，是氣體進出葉的門戶。

葉內部的輸導組織稱為**葉脈**，能運輸水分和養分。在上、下表皮之間的**葉肉組織**，具有葉綠體，是葉進行光合作用的主要場所（圖3-5）。





4 碳反應

光合作用的第二階段可以將二氧化碳固定合成醣類，所以又稱為「碳反應」。

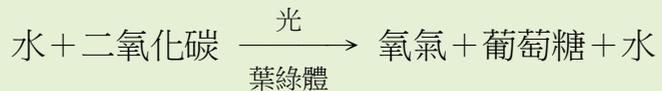
2 光合作用

綠色植物吸收太陽能，將來自根部吸收的水分和由氣孔進入的二氧化碳，經過一連串的反应，轉換成氧氣、葡萄糖和水，此過程稱為**光合作用**。

當陽光照射綠色植物，葉綠體中的葉綠素吸收太陽能，將水分解，產生氧氣並釋放到大氣中。這是光合作用的第一階段，稱為**光反應**。

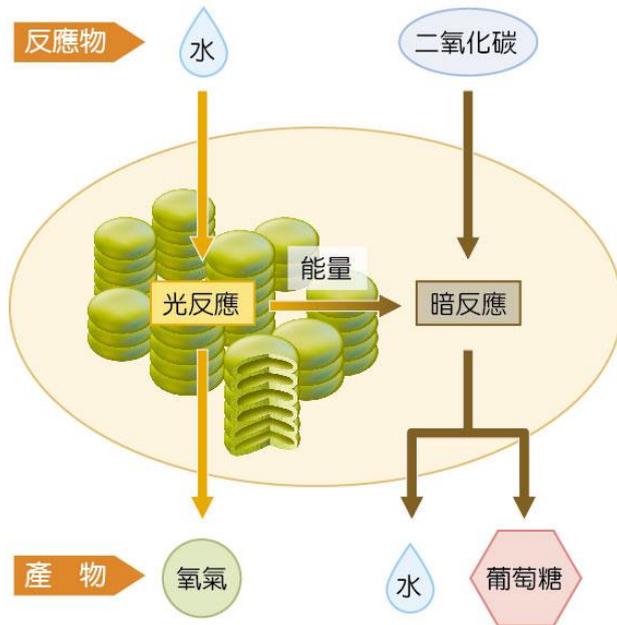
在第二階段，葉綠體中的多種酵素，利用光反應產生的能量，將二氧化碳轉換成葡萄糖和水，此階段被稱為**暗反應**（又稱為**碳反應**⁴）。

光合作用的總反應式



透過光合作用，植物可將太陽能轉換存於葡萄糖。葡萄糖除了供植物生長所需，也可以轉變成澱粉、蛋白質或脂質等養分儲存。動物透過攝食的行為，也獲得了光合作用產生的養分，等於是間接利用了太陽能。此外，光合作用可釋出氧氣並利用二氧化碳，所以兼具有調節空氣成分的功能（圖3-6）。P77



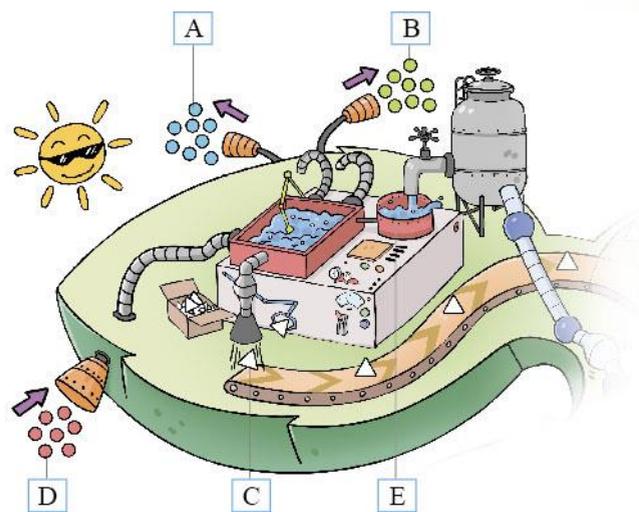


↑圖3-6 葉綠體中光合作用進行的主要過程示意圖

頭腦體操

魯夫在學習光合作用單元之後，參考光合作用的反應式，用圖像整理重要概念，你認為圖中A、B、C、D、E分別代表什麼物質呢？你的判斷依據是什麼？

(提示：D、E是進行光合作用的原料；A、B、D皆可由氣孔進出；A、E是相同的物質。)



活動 3-3

探討日光對光合作用的影響

目的 ▶ 證明植物進行光合作用產生的養分能以澱粉的形式儲存，而光照是光合作用的必要條件。

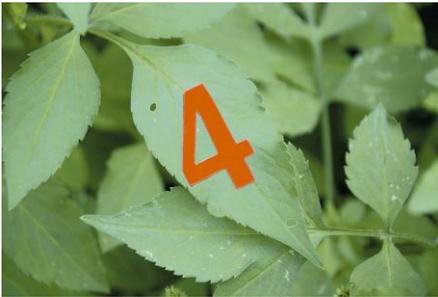
器材 (以組為單位)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 燒杯 (100 mL) 1 個 | <input type="checkbox"/> 燒杯 (250 mL) 1 個 |
| <input type="checkbox"/> 培養皿 1 個 | <input type="checkbox"/> 鑷子 1 支 |
| <input type="checkbox"/> 滴管 1 支 | <input type="checkbox"/> 酒精 (95 %) 約 40 mL |
| <input type="checkbox"/> 碘液適量 | <input type="checkbox"/> 酒精燈 1 盞 |
| <input type="checkbox"/> 陶瓷纖維網 1 個 | <input type="checkbox"/> 三腳架 1 個 |
| <input type="checkbox"/> 植物葉子 (在植株上) 1 片 | |
| <input type="checkbox"/> 迴紋針 (使用鋁箔時才用) 2 支 | |
| <input type="checkbox"/> 不透光數字貼紙 (或長條鋁箔) 1 張 | |

- 建議** ▶ 1. 植物的葉片可選擇日日春、鬼針草、天竺葵、甘藷葉或繁星花。
2. 請勿選擇：①太軟或太薄的葉片，以免撕下貼紙時，造成葉片的破損；
②過大的葉片不易操作；
③太厚的葉片，因為角質層太厚，不易軟化。

步驟

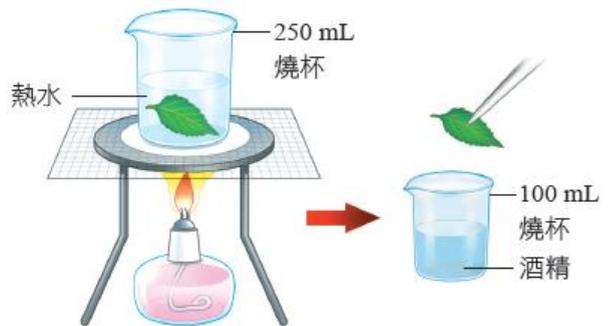
①



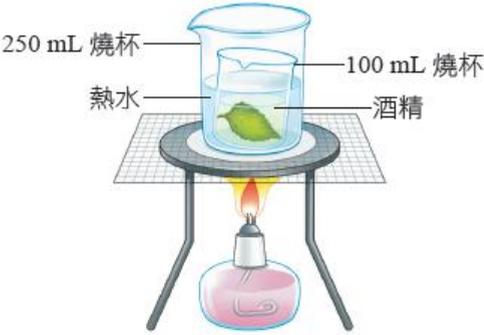
進行活動前一週左右，在植株上選擇一片葉片，用不透光數字貼紙貼在上表皮。

- ④ 或用長條鋁箔包住葉片的中間一段，並以迴紋針固定。

②



- 活動時，將處理過的葉片摘下，除去上面的貼紙 (或鋁箔紙)，放入裝有約半杯熱水的燒杯內加熱。
- 數分鐘後，用鑷子取出已軟化的葉片，改放入裝有適量酒精的100 mL燒杯中。

<p>3</p>  <p>250 mL 燒杯 熱水 酒精 100 mL 燒杯</p> <p>再把100 mL燒杯放入250 mL燒杯內，隔水加熱。加熱過程中，觀察並記錄酒精及葉片的顏色變化。</p>	<p>4</p>  <p>250 mL 燒杯 熱水</p> <p>待葉片顏色褪去變淡，熄滅酒精燈，把小燒杯由大燒杯取出，再以鑷子將葉片夾出，改放到大燒杯內的熱水漂洗。</p> <p>△要記得先熄滅酒精燈，以免發生危險。取出小燒杯時要多加小心，避免燙傷。</p>
<p>5</p>  <p>碘液</p> <p>用鑷子從大燒杯內取出葉片，平放在培養皿中，以滴管吸取碘液，滴在葉片上，檢驗是否有澱粉反應。</p>	<p>6</p>  <p>觀察並記錄葉片的顏色變化情形。</p> <p>⊕此圖以鬼針草為例。</p>

問題與討論

1. 用不透光貼紙（或鋁箔）貼在葉片上的目的為何？
2. 將葉片放在酒精中隔水加熱，此步驟中酒精有何功能？為什麼要隔水加熱呢？
3. 根據碘液檢驗的結果，葉片何處變色？請解釋活動的結果。

3-4 動物如何獲得養分

Warm Up



魯夫等人造訪著名的海上餐廳，名廚香吉士端出許多拿手料理，但魯夫只是拚命地吃豬腳、啃雞腿，無視其他蔬菜料理的存在。連續吃了幾天之後，魯夫的肚子脹痛難耐，有便秘的現象，你認為可能是什麼原因造成的？你會如何幫助魯夫解決肚子痛的問題呢？



↑圖3-7 變色龍用舌頭捕食

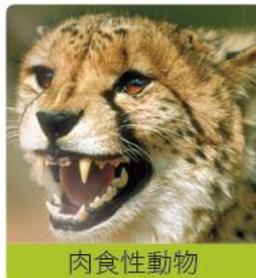
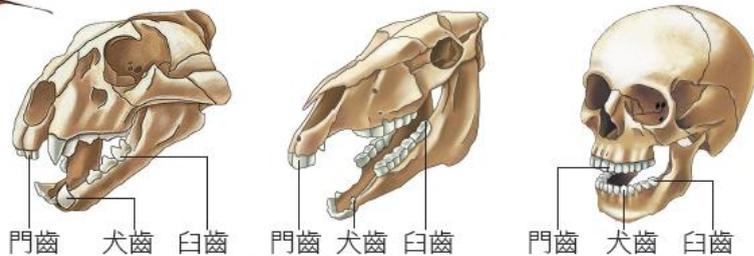
1 攝食構造與消化構造的多樣性

綠色植物可以利用光合作用自行製造葡萄糖，動物則透過攝食的方式獲得生存所需的大部分養分。自然界中的食物種類很多，不同動物取得食物的攝食構造也具有多樣性：變色龍用舌頭捕食（圖3-7）；蝴蝶利用管狀的口器吸食花蜜（圖3-8）；水螅用觸手捕食。

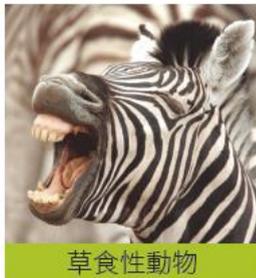


↑圖3-8 蝴蝶利用管狀的口器吸食花蜜

↓圖3-9 動物的牙齒結構



肉食性動物



草食性動物



雜食性動物

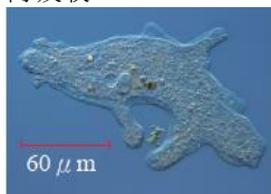
獅和豹等肉食性動物有發達的犬齒，以利攻擊獵物與撕裂食物；牛和斑馬等草食性動物有發達的臼齒，可以磨碎食物；雜食性的動物如人類，則是門齒、犬齒和臼齒均衡發展（圖3-9）。

除了攝食構造有多樣性，動物的消化構造隨著種類的不同也有多樣性²。水螅和海葵具有比較簡單的囊狀消化腔，牠們利用觸手捕食，將食物由口送入囊狀的消化腔中消化吸收，最後食物的殘渣仍由此開口排出（圖3-10 A）。大多數的動物和人類一樣具有管狀消化系統，食物由口進入消化管，經過消化吸收後，殘渣由肛門排出（圖3-10 B）。

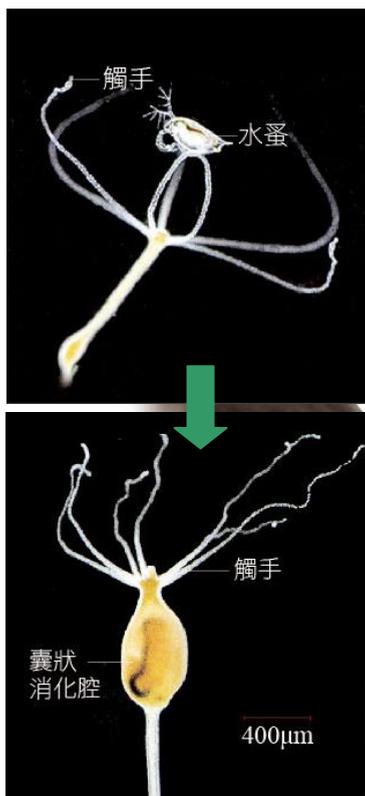
小視窗

5 單細胞生物的消化構造

單細胞的小生物，例如：草履蟲、變形蟲等，並無特殊的消化構造，牠們將食物吞入細胞內，形成食泡，利用酵素將食泡內的食物分解後再吸收。



↑ 變形蟲吞噬食物



A 水螅利用觸手捕食小動物後，放入囊狀消化腔

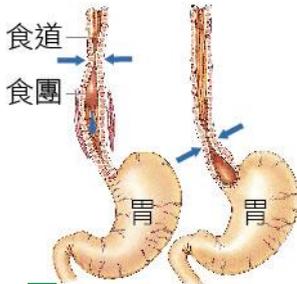


B 貓攝食後食物會進入其管狀消化系統，進行消化與吸收。

小視窗

6 食道的蠕動

當食團進入食道後，食道上端受到食團進入的刺激，食道壁自食團後方開始收縮，呈現一張一縮的連續波動，將食團逐步推擠到胃（如下圖）。



↑ 經由食道的蠕動將食團推擠到胃中

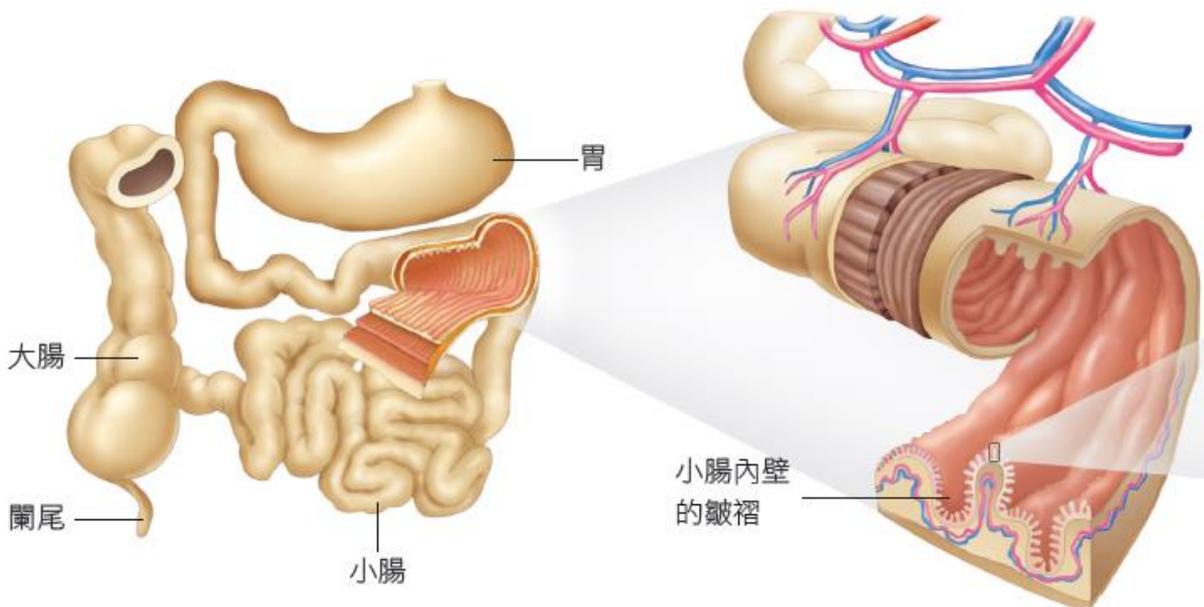
2 消化作用

動物所攝取的養分大多是較大的分子，不能直接通過細胞膜，必須先轉變成較小的分子，才能被細胞吸收。其中，澱粉被分解成葡萄糖，蛋白質被分解成胺基酸，脂質被分解成脂肪酸和甘油等較小的分子，才能被細胞吸收和利用。這種將大分子養分轉變成較小分子養分而加以吸收的過程，稱為**消化作用**，多數由**消化系統**負責。人體的消化系統包括**消化管**和**消化腺**兩部分（圖3-14）。

人體的消化管包括**口腔**、**咽**、**食道**、**胃**、**小腸**、**大腸**和**肛門**。消化管具有肌肉，可蠕動以協助食物消化¹⁴。消化腺包括**唾腺**、**胃腺**、**腸腺**、**胰臟**和**肝臟**。消化腺會分泌消化液，消化液中大多含有酵素，注入消化管後可以加速食物的分解。

口腔內的牙齒可以咀嚼食物，**唾腺**會分泌唾液，舌頭攪拌可以幫助食物和唾液混合，溼潤以利吞嚥。唾液中的酵素則能促進澱粉的初步分解。

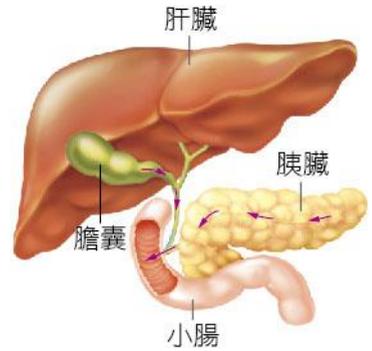
咽可以控制食物進入食道，再藉由食道壁的蠕動將食物推送進入胃中。



胃呈囊狀，可以暫時儲存食物。胃壁中的胃腺可以分泌胃液。胃液中含有鹽酸及酵素，其中鹽酸呈強酸性，具有殺菌功能，並可促進胃液中的酵素初步分解蛋白質。[P77]

食物通過胃之後，藉由消化管壁的蠕動被推送進入小腸。小腸很長，盤曲在腹腔中，不但是分解食物的主要部位，更是吸收養分和水分的場所。當小腸內有食物時，肝臟分泌的膽汁和胰臟分泌的胰液都會經由導管注入小腸中，協助食物的消化（圖3-11）。膽汁雖然不含酵素，但可以乳化脂質，提高脂肪被分解的效率。胰液中含有多種酵素，有助於醣類、蛋白質和脂質的分解。小腸壁中的腸腺會分泌腸液，腸液中的酵素主要和消化醣類、蛋白質有關。

小腸的內壁具有很多皺褶，皺褶上還有許多指狀小突起，稱為絨毛，可增加吸收的表面積。小分子養分和大部分水分由小腸絨毛細胞吸收，再由適當的途徑將養分帶至全身，供給細胞利用（圖3-12、3-13）。

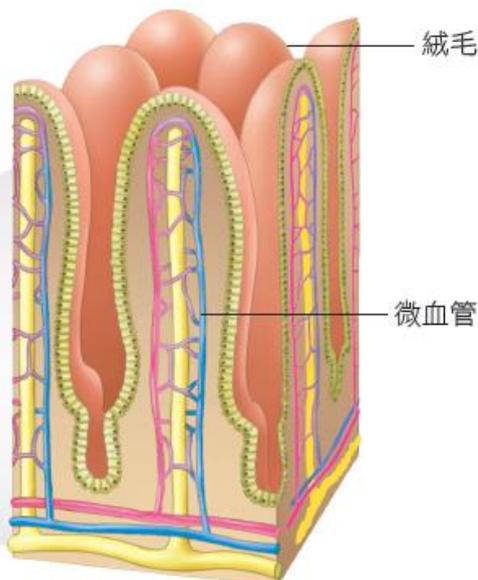


↑ 圖3-11 膽汁和胰液都經由導管注入小腸

小視窗

7 膽汁的功能

膽汁由肝臟分泌，被儲存在膽囊中。膽汁雖然不含消化酵素，但卻能將油脂變成顆粒狀懸浮的小油滴（乳化），可增進脂質被脂肪酶分解的效率。



↑ 圖3-12 小腸內壁示意圖



↑ 圖3-13 小腸組織(已染色)

最後，在小腸中未被消化吸收的食物殘渣和剩餘的水分，進入大腸⁸。

大腸比小腸粗短，可繼續吸收水分，而食物殘渣、大腸壁細胞、腸內細菌和剩餘的水分混合形成糞便，由肛門排出體外，稱為排遺（圖3-14）。

小視窗

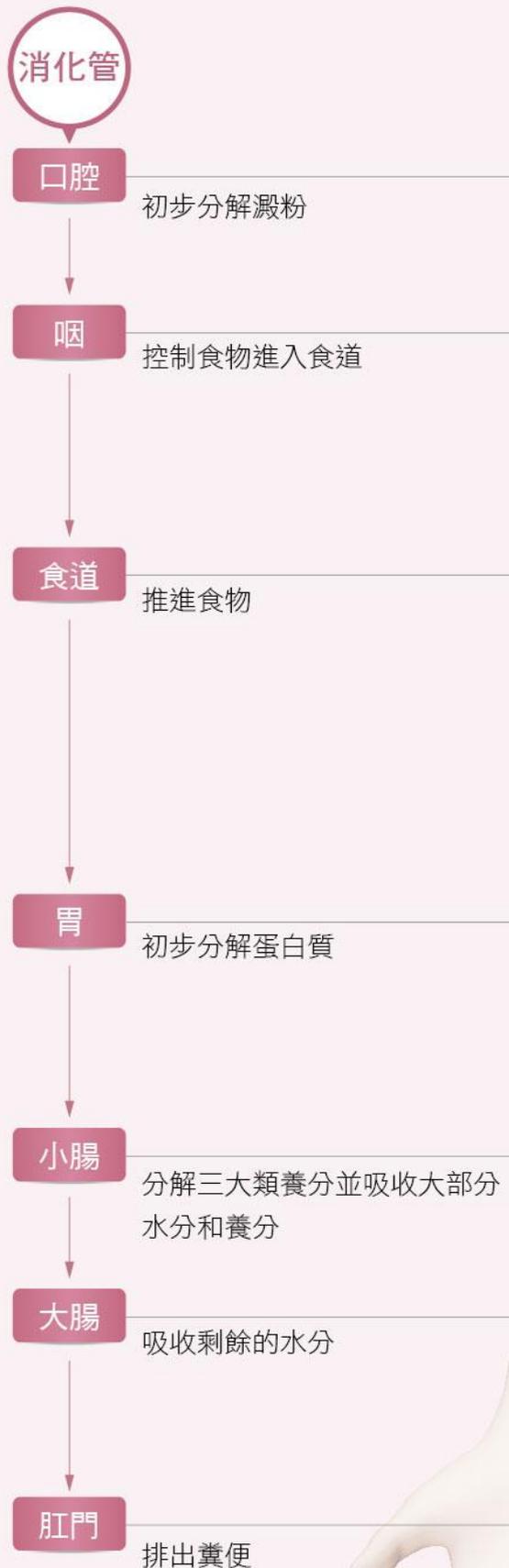
8 闌尾炎

盲腸位於右下腹部大腸的起始端，是一個封閉的囊袋，其下的指狀突起即稱為闌尾。當闌尾發炎時，會造成腹部疼痛，俗稱盲腸炎。此種發炎在闌尾破損時，細菌可由破損區進入腹腔，引起有致命危險的感染，故通常以外科手術切除。

頭腦體操

當飲食不潔引起腹瀉時，為什麼排出的糞便不是平日的條狀，而是水狀或粥狀？

→圖3-14 人類的消化系統示意圖



消化腺

唾腺

分泌唾液

胃腺

分泌胃液

肝臟

分泌膽汁

胰臟

分泌胰液

腸腺

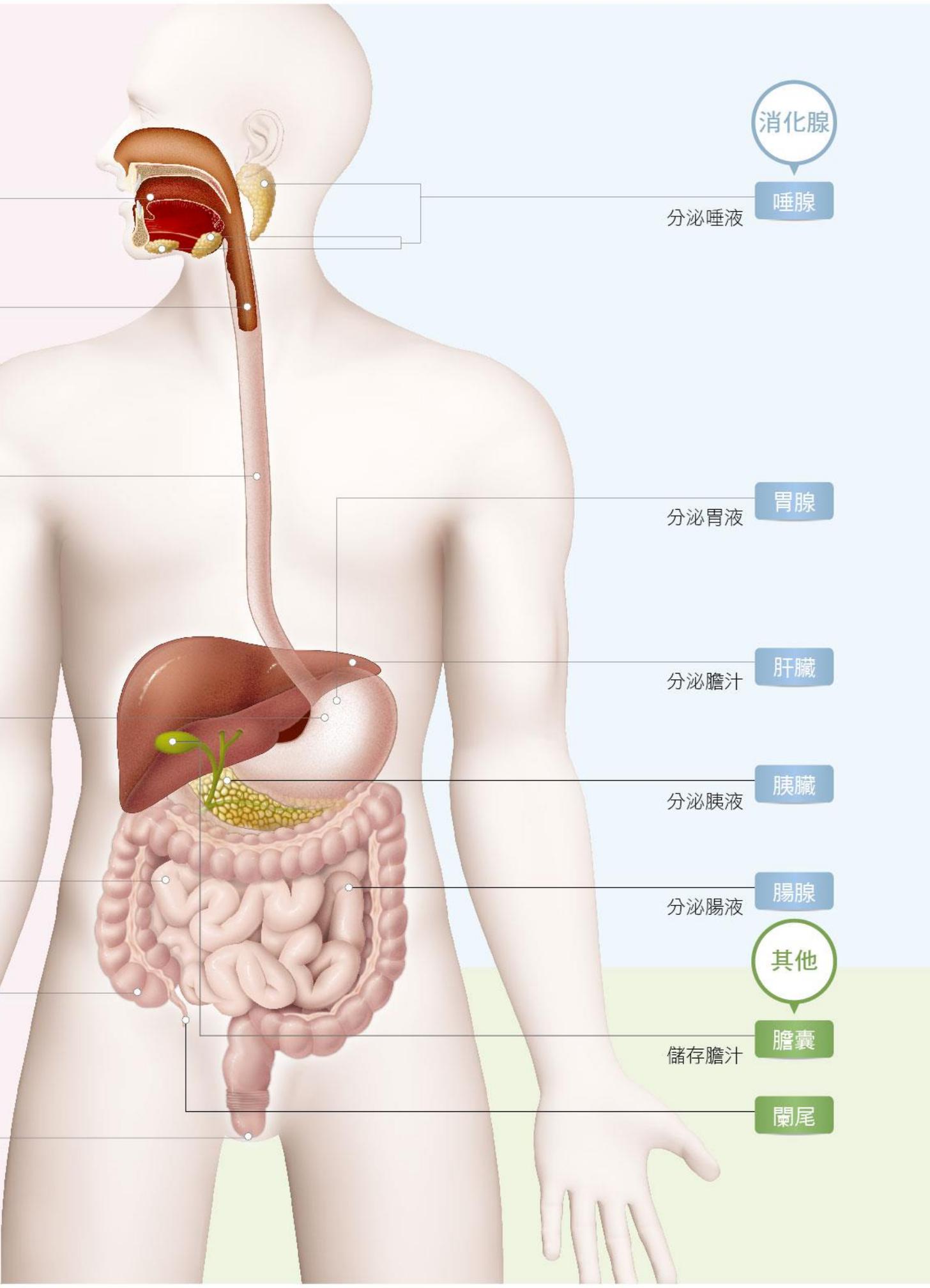
分泌腸液

其他

膽囊

儲存膽汁

闌尾



別當「紙片人」— 認識厭食症 課本P57

2006年11月15日，年方22歲的巴西知名模特兒安娜·卡羅琳娜·雷斯頓（Ana Carolina Reston, 1984-2006）因為長期過度節食罹患厭食症，併發腎衰竭，最後因多重器官感染而死亡，臨死前，身高174公分的安娜，體重僅40公斤，BMI值為13.2。2007年1月英國又有一名過瘦的模特兒查莉·湯姆金森（Charlie Tomkinson），15歲就罹患厭食症，為了控制體重，每天只吃半個蘋果，20歲時，180公分高的查莉，瘦到只剩下38公斤，嚴重骨質疏鬆，骨骼空洞仿如90歲老婦人，注定一輩子都得依賴輪椅才能行動。為了反制這股歪風，許多國家相繼禁止BMI過低的紙片人走秀。究竟是什麼原因，會使人抗拒食物，甚至活活把自己餓死呢？

厭食症（anorexia nervosa）常被認為是西方社會強調「瘦才是美」的文化症候群，患者的特徵是對身體形象和體重的過度關切，用許多方法來控制體重，隨著體重減輕，會造成身體機能改變或不良合併症出現，例如電解質不平衡、貧血、無月經、蒼白虛弱、便秘、低血壓、心跳過慢，甚至骨質疏

鬆等等，嚴重可能致死。所以，同學們，正常的飲食和規律的運動才是維護健康、塑造美麗的正確方法，千萬不要過度節食喔！



$$\text{BMI公式} = \frac{\text{體重 (公斤)}}{\text{身高}^2 \text{ (公尺)}^2}$$

(BMI = Body Mass Index)

↓ 成人的體重分級與標準表

分 級	身體質量指數	分 級	身體質量指數
體重過輕	BMI < 18.5	輕度肥胖	27 ≤ BMI < 30
正常範圍	18.5 ≤ BMI < 24	中度肥胖	30 ≤ BMI < 35
過 重	24 ≤ BMI < 27	重度肥胖	BMI ≥ 35

資料來源：衛生署食品資訊網／肥胖及體重控制

■ 植物需要二氧化碳才能活？ 課本P66

植物學家索爾緒（Nicolas-Theodore de Saussure, 1767~1845）想知道：「植物沒有二氧化碳就不能活嗎？」於是他準備兩個大玻璃球，分別包覆在樹枝上，其中一個玻璃球內放入石灰以吸收二氧化碳，另一個玻璃球沒有石灰。實驗三個星期後，裝有石灰之玻璃球中的樹枝，葉子掉光了，而沒有石灰之玻璃球中的樹枝，葉片沒有掉落，即使經過兩個月，葉子還是沒有掉落。為求慎重，索爾緒的實驗總共用了四種樹木進行，都得到相同的結果。經由此系列實驗結果，索爾緒證明了「植物的確需要二氧化碳才能活」。



■ 聖馬丁的故事 課本P73

1825年，有一個年輕的船伕聖馬丁（A. St. Martin），意外被獵槍在胸腔下方打了一個洞，穿透了肋骨、胃和部分腸子。當時博蒙特（William Beaumont, 1785~1853）醫師為他治療傷口，預期病人受了這麼大的傷恐怕會不久於人世，沒想到聖馬丁奇蹟似地活了下來，但是因為傷口無法完全癒合，於是肚皮上留下一個直徑2.5公分的洞。

過去的經驗給博蒙特醫師一個靈感，這也許是一個解開人體消化之謎的寶貴機會，於是他設計了一些有趣的實驗，利用胃的這個孔洞抽胃液，觀察



↑ 聖馬丁和博蒙特醫生

胃裡的消化過程。透過與聖馬丁的巧妙合作，博蒙特醫師長時間觀察與記錄胃部的活動情形，並出版著作：胃液和消化生理的實驗和觀察（1833年出版），讓人們對胃的消化過程有更深入的了解，因而被尊稱為胃部生理學之父。



重點整理

3-1 食物中的養分與能量

1. 食物中的**醣類**、**蛋白質**和**脂質**等養分被分解後，可產生能量以維持生命現象。
2. **礦物質**、**維生素**和**水**雖然不能提供能量，卻是生物維持正常生理機能不可或缺的養分。

3-2 酵素

1. **酵素**的主要成分是蛋白質，是生物體內的催化劑，可以加快反應的速率。生物體內的代謝作用需要酵素的參與。
2. 酵素的作用具有**專一性**，只和特定的**受質**作用，催化特定的化學反應。
3. 酵素促進的反應中，有些將較大的分子轉變成較小的分子，稱為**分解作用**；有些將小分子結合成較大的分子，稱為**合成作用**。生物體內物質的分解和合成合稱為**代謝作用**。
4. 酵素的活性受到溫度和酸鹼值的影響，在不適當的環境下，酵素的活性會降低，甚至永久失去活性。

3-3 植物如何製造養分

1. 植物進行光合作用的主要器官是葉。葉片中的**葉肉組織**具有很多葉綠體，是細胞進行光合作用的場所。
2. 植物利用葉綠體吸收太陽能，將水和二氧化碳轉換成葡萄糖、氧氣和水的過程稱為**光合作用**，可以分為**光反應**和**暗反應**兩個階段。
3. 植物進行光合作用，可將太陽能轉換成儲存在養分中的能量。動物藉由攝食的過程，能量也能轉移到體內。
4. 光合作用可消耗二氧化碳，並釋放氧氣。

3-4 動物如何獲得養分

1. 動物藉由攝食的方式獲取生存所需的養分。
2. 動物的消化構造簡單區分為：**囊狀消化腔**和**管狀消化系統**。

種類 特色	囊狀消化腔	管狀消化系統
構造	消化管只有一個開口（有口無肛門）	消化管有兩個開口（有口有肛門）
舉例	水螅、海葵	蚯蚓、雞、人類

3. 人體的消化系統包含**消化管**和**消化腺**。
4. 人體的消化管包含**口腔**、**咽**、**食道**、**胃**、**小腸**、**大腸**和**肛門**等，負責消化、分解、推動食物，以及吸收養分與水分。
5. 人體的消化腺及其功能：

消化腺	消化液	作用的部位	主要作用的對象
唾腺	唾液	口腔	澱粉
胃腺	胃液	胃	蛋白質
腸腺	腸液	小腸	醣類、蛋白質
肝臟	膽汁	小腸	脂質
胰臟	胰液	小腸	醣類、蛋白質、脂質

6. 養分的分解：

大分子養分	分解後的小分子養分
澱粉	葡萄糖
蛋白質	胺基酸
脂質	脂肪酸和甘油

7. 小腸兼具有消化和吸收的功能，可吸收養分和大部分的水分。小腸內壁的**絨毛**可以擴大吸收的表面積，提高吸收效率。



小試身手

大家來找碴（找出錯在哪裡）

1. 食物中所有的養分都能提供生物生存所需的能量。(P.56)
2. 蛋白酶可以分解和合成蛋白質。(P.61)
3. 綠色植物進行光合作用所需的水和氧氣都是經由氣孔進入植物體。(P.66)
4. 光合作用的光反應在白天進行，暗反應則在晚上進行。(P.66)
5. 唾腺分泌的唾液進入胃後，仍可以繼續分解澱粉。(P.72)
6. 膽囊是消化腺，可以分泌膽汁。(P.73)

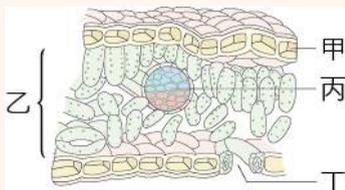
腦內大革命（寫出正確答案）

● 酵素的特性

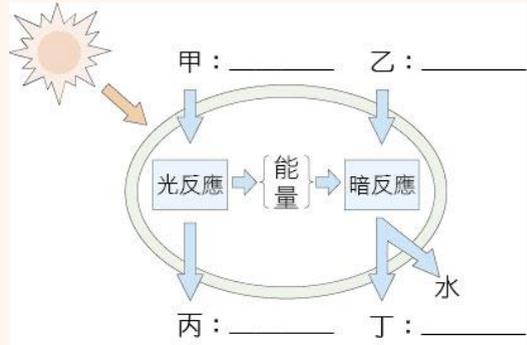
1. 有關酵素的性質，下列敘述何者錯誤？(P.60)
(A)細菌中也含有酵素 (B)酵素參與生物體內的代謝作用 (C)酵素的種類不同，其功能也不同 (D)酵素在活的生物體內才有作用

● 光合作用的功能

2. 下圖是某植物葉片橫切的構造示意圖，哪個構造可以進行光合作用？(P.65)
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁

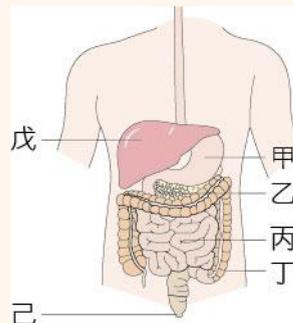


3. 下圖中的甲、乙、丙、丁各為何種物質？(P.67)



● 人體的消化作用

4. 魯夫吃了一個排骨便當，此便當含有：醣類100公克、脂質10公克、蛋白質40公克，鈉、鈣各10毫克，維生素C 200毫克。請問：這個餐盒所含的熱量共有多少大卡？(P.56)
(A) 450 (B) 550 (C) 650 (D) 750
5. 在魯夫吃了一個排骨便當，又喝了一杯果汁後，有關食物被消化吸收的過程，請參考下面消化系統的示意圖，以代號回答下列問題：(P.72~75)



- (1) 協助排骨消化的酵素由_____分泌。
- (2) _____是主要吸收養分的部位。
- (3) _____能吸收果汁中所含水分。
- (4) _____可以分泌膽汁。
- (5) 最後食物的殘渣由_____排出。