

主題: Chapter 4-Nucleic Acids	
教師:林光輝教授	日期:2014/03/20
撰稿組:李浩綱 蔡孟均 戴紹恆 曾皓平	審稿組:江明哲 黃敬晏 黃弘欣 孫訓臻

一、 *Functions of Nucleotides(核苷酸)and Nucleic Acids(核酸)*

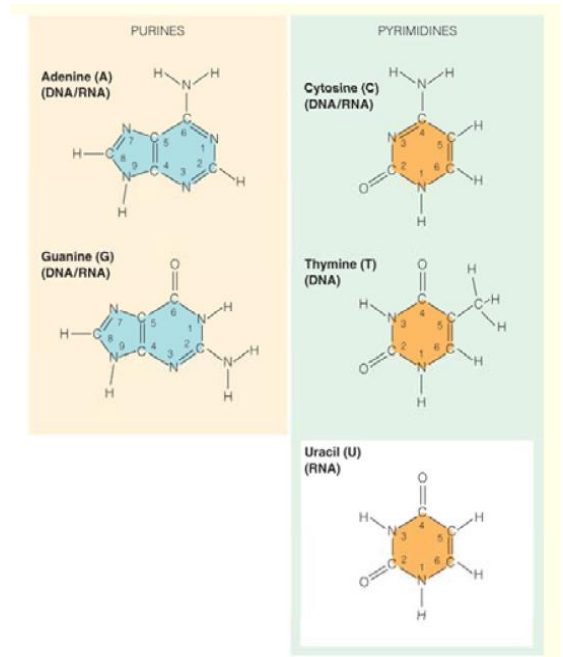
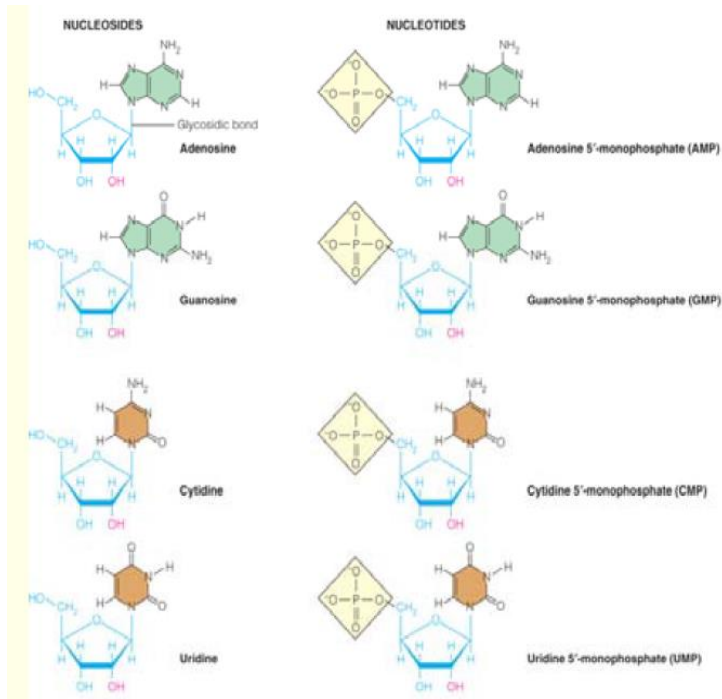
- Nucleotide Functions:
 - 用以代謝產生能量(ATP, GTP)
 - 酵素的輔因子 (NAD⁺, FAD)
 - 訊息傳遞 (cAMP)
- Nucleic Acid Functions:
 - 儲存遺傳訊息 (DNA)
 - 遺傳訊息的傳輸 (mRNA)
 - 遺傳訊息的處理 (ribozymes)
 - 合成蛋白質 (tRNA and rRNA)

※註:只有原核細胞的 RNA 不需經過 processing 即可使用，真核細胞的 mRNA、tRNA、rRNA 皆需經過 processing

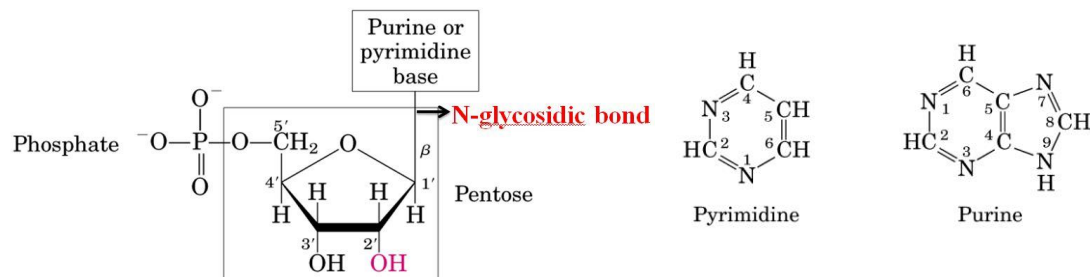
二、 *Nucleotides and Nucleosides*

1. 基本組成

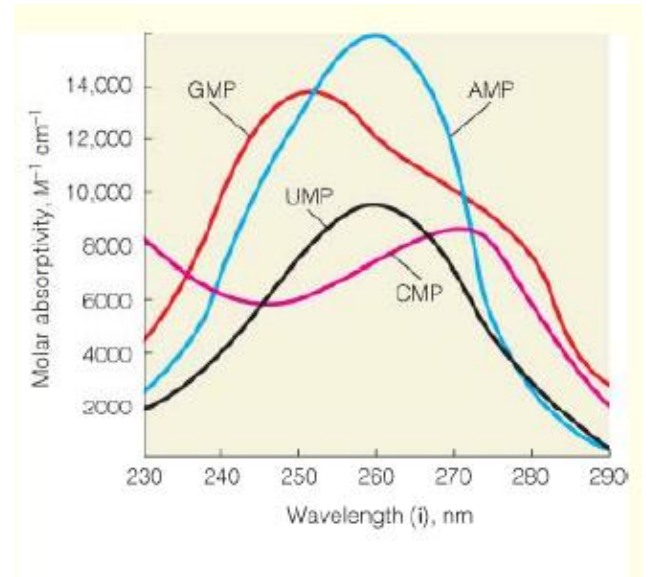
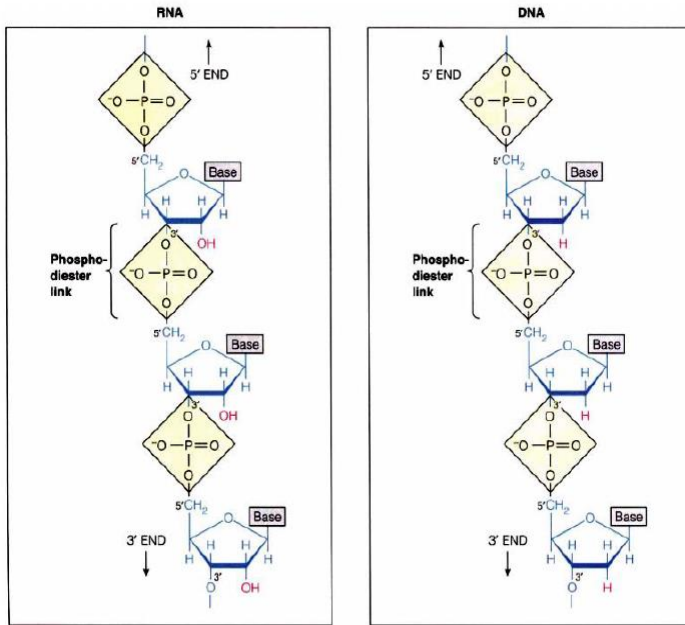
- Nucleotide(核苷酸) = Nitrogenous base(含氮鹼基)+ Pentose(五碳醣)+Phosphate(磷酸)
- Nucleoside (核苷) = Nitrogenous base(含氮鹼基)+ Pentose(五碳醣)
- Nucleobase (含氮鹼基) = Nitrogenous base



2. 核酸內重要鍵結: β -N-Glycosidic Bond



- I. 連接位置：五碳糖 C1→N1 of pyrimidine or 五碳糖 C1→N9 of purine
- II. N-Glycosidic Bond in pyrimidines 在酸中很穩定，N-Glycosidic Bond in purines(A、G) 在酸中不穩定，會水解脫掉 nitrogen base
3. Phosphate group帶負電(致使DNA帶負電)、通常連接在5' position、5'-triphosphates 是核酸的原料。
4. DNA、RNA



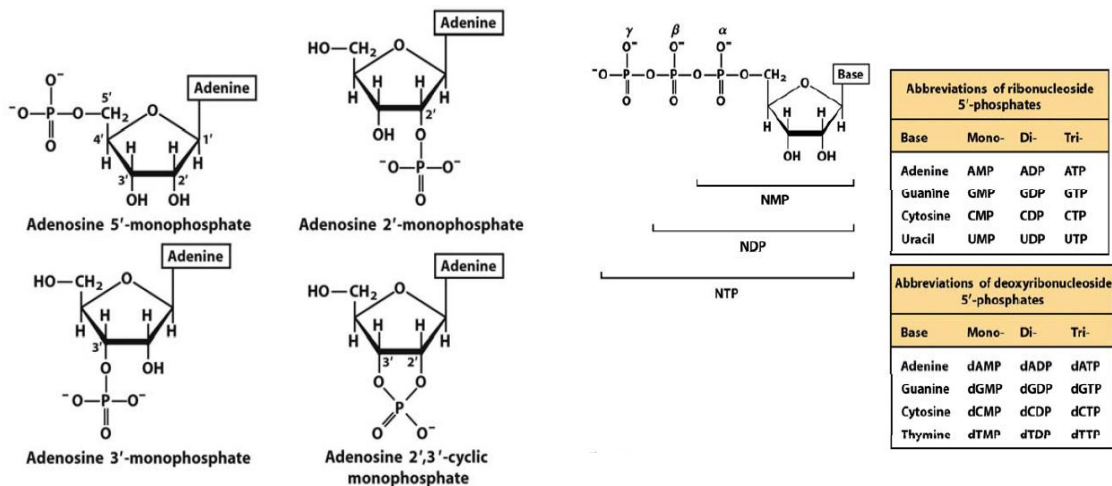
- DNA比RNA在第二號碳上少了一個氧原子。
- DNA比在鹼中較RNA穩定，原因為RNA的OH基會在鹼性環境下易解離，造成bond的斷裂。
- DNA 包含 A、T、C、G，RNA 則是含 A、U、C、G。

5. Properties of the nucleotides (見右上圖)

可以利用吸光值(UV=260 有最大吸收值)做核酸定量。

(absorbance = molar absorptivity x light path in cm x molar concentration)

6. RNA 水解過程的產物(國考考過)



7. (見上側右圖)

基本上要知道 α 、 β 、 γ 的位置

核酸在行 elongation 時，丟掉兩個 phosphate，保留 α form 的 phosphate

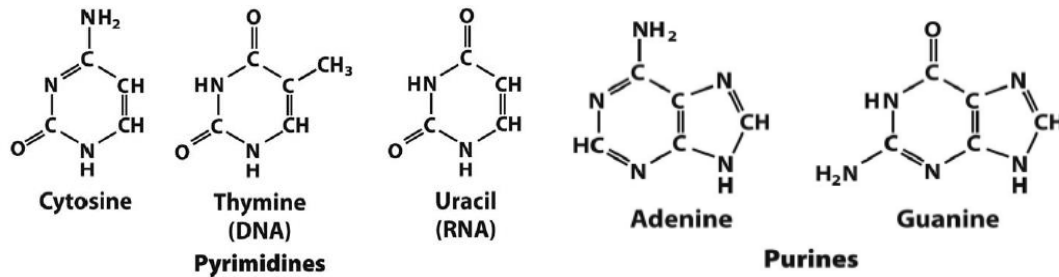
8. Nucleobases

- pyrimidine or purine的衍生物

- 含氮的 heteroaromatic molecules
- 大都是平面結構
- 含有一環的為pyrimidine，含二環的為purine(兩個環不一樣→heteroaromatic)
- 在 UV250~270nm 有吸收值 (之所以會吸光是由 purine or pyrimidine 的 ring 貢獻)

⇒ 通常用 spectrophotometer 以平均值 260nm 測核酸濃度

◎5-methylcytosine is a mutation hot spot(因為只需在 4' deamination 即變成 T)



●Cytosine 如果同時進行了自發性的去胺基化(deamination)in 4'和甲基化(methylation)in 5'會自發性反應成 Thymine

9. Minor Nucleosides in DNA

- 5-Methylcytosine 常見於真核細胞中，細菌內也有
- Epigenetic marker:

in prokaryotes: 標記自己的DNA，讓細胞可以分解外來的DNA

(利用methylation來標記自己的DNA以防被restriction enzyme切割，但是外來噬菌體為被甲基化的DNA會被水解切割)

in eukaryotes:標記有活性的基因(被 methylation 就是 inactive)

10. Minor Nucleosides in RNA

- Inosine: 由 Adenine deamination(去胺基化)而成，有時可見於 tRNA 的 “wobble position” (genetic code 的第三個位置)

◎Inosine (I*)可無視正規的 base-pairing，與 A、C、U 鍵結，但是其鍵結不穩定，有助於 translation 的效率。

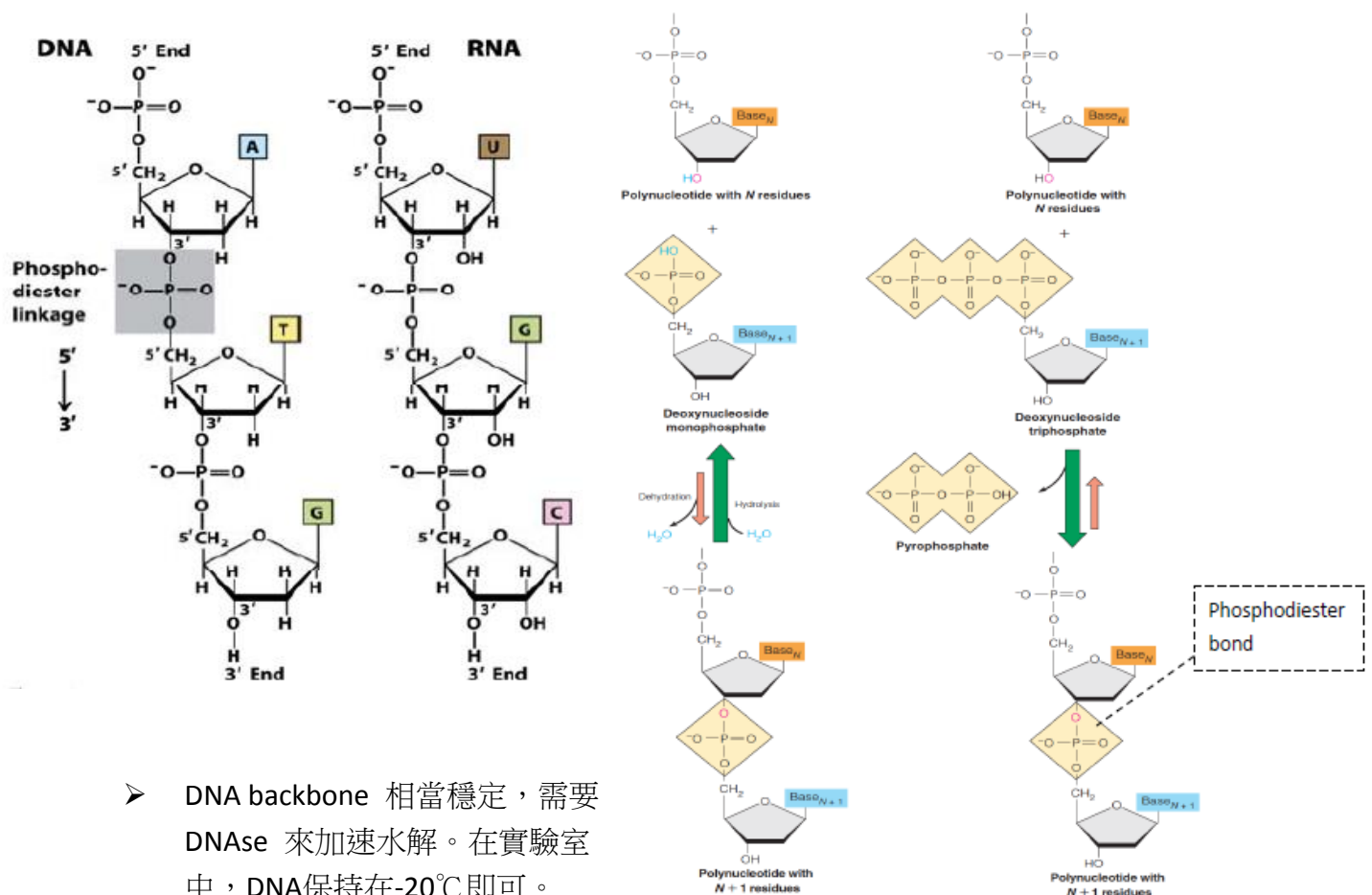
- Pseudouridine (Ψ): 常見於 tRNA 與 rRNA 中

– 常見於真核細胞，但也出現在真菌

– RNA合成後， uridine 經酵素異構化(enzymatic isomerization) 而成

–可以穩定tRNA的結構、幫助 rRNA的folding

11. Polynucleotides(核苷酸鍊)的形成



- DNA backbone 相當穩定，需要 DNase 來加速水解。在實驗室中，DNA 保持在 -20°C 即可。
- RNA 因為有 hydroxyl group，而環境中有鹼或酵素，導致其不穩定。在實驗室中，RNA 保持在 -80°C 或液態氮中。在水中，RNA 可以存在數年，在細胞中，mRNA 在數小時內就被分解
- 核酸通常為 Linear polymers— No branching or cross-links
- Directionality(定向性)：讀序列的方式是從 5' 到 3'
- 從上一個 3' 端上的 C 往下銜接而形成所謂的 phosphodiester bond
- 右上圖，右邊的 deoxynucleoside triphosphate 會脫去 pyrophosphate 來合成 polynucleotides，在熱力學上為自發反應，每個單體都是以 NTP 的形式來加到 polynucleotides 上
- 催化這種聚合反應的酵素統稱為 polymerases(聚合酶)

三、DNA(去氧核糖核酸)

1. DNA 為遺傳因子

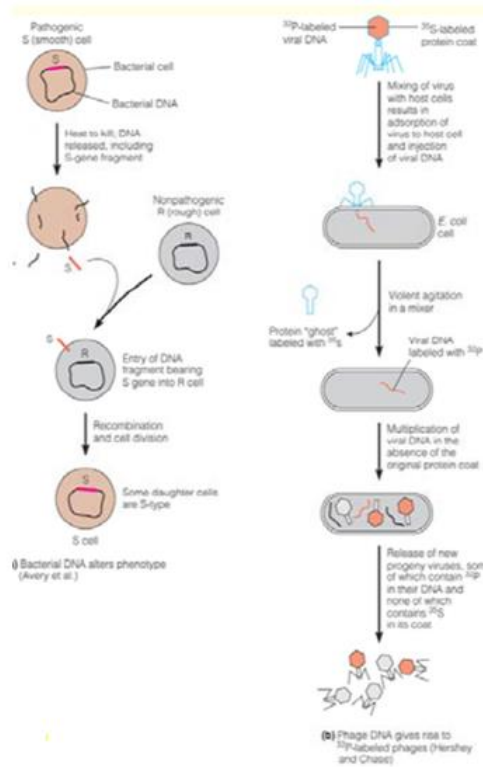
- 1944 年，Oswald Avery, Colin Macleod, 和 Maclyn McCarty 認為 transforming factor 應為 DNA
- 1950 年後，Alfred Hershey 和 Martha Chase 的實驗直接證明了 DNA 是遺傳物質。

圖左

Step1:將致病性(pathogenic)的細菌細胞(S細胞)以高溫處理，釋放出DNA與致病的S基因片段。

Step2:將S基因片段插入非致病的R細胞內。

Step3:經過細胞分裂後，發現有些子代為致病的S細胞。

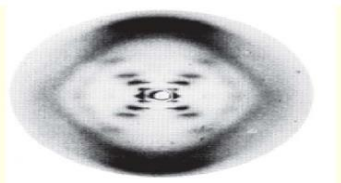


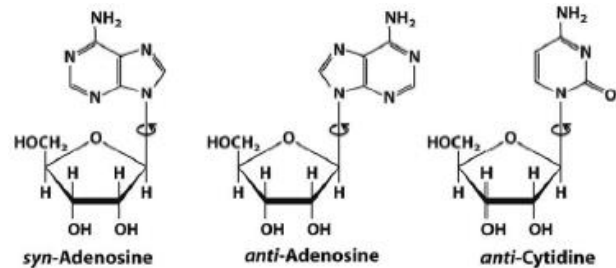
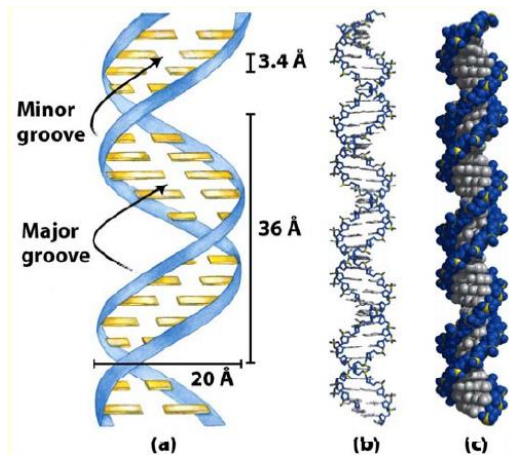
圖右

以³²P label 噬菌體DNA；以³⁵S label 其蛋白質的外殼。噬菌體將遺傳物質射入細菌細胞中，最後偵測同位素，可以發現遺傳物質為噬菌體的DNA而非蛋白質。

2. Double helix

- 1953，James Watson與Francis Crick 運用Rosalind Franklin與Maurice Wilkins照出的X-ray圖構出DNA的結構。James Watson與Francis Crick及Maurice Wilkins1962年獲Nobel Prize，Rosalind Franklin死於1958年。
- Franklin、Wilkins：
 - X-ray 中 Cross 表示 Helix
 - 菱形表示 phosphate-sugar back 在外面
 - Chargaff's rule: A+G=T+C
- Watson、Crick:
 - alternating pattern(major groove 與 minor groove)
 - 氫鍵配對- A 對 T、G 對 C
- (左下圖)每對 base pair 相較於前一對旋轉了 34~36 度，因此每 11 個(或 10.5 個 bp 一個 turn，即轉回原來的位置)。上下鹼基對的距離為 3.4 埃，所以一個 turn 的高度大概為 36 埃，DNA 左右的寬度則大約為 20 埃





- A-form DNA：Right-handed helix，較短小，少見，鹼基距 0.224 nm, 11 bp/turn，鹼基 tilted，在高張鹽類溶液或酒精溶液中
- B-form DNA：Right-handed helix，鹼基距 0.34 nm, 10 bp/turn，鹼基 perpendicular 且堆積(stacked)在內，生物體中最為常見
- Z-form DNA：Left-handed helix，鹼基距 0.37nm, 12bp/turn，backbone 為 zig-zag pattern，罕見(唯在 Gene regulation 或 in genetic recombination 可見)
 - 具有 Dinucleotide repeat 者較容易形成穩定的 Z-form DNA(Pyrimidine 和 purine 交互出現，通常為 C 和 G)
 - A、B、Z forms 的 glycosyl bond conformation：pyrimidines 皆為 anti；purines 只有 Z form 為 syn，A、B form 為 anti

四、RNA（核糖核酸）

RNA 可做為轉譯作用的模板（mRNA）或其他功能，一條 RNA 可藉由分子內鹼基的交互作用形成二級結構。

● RNA 的其他功能

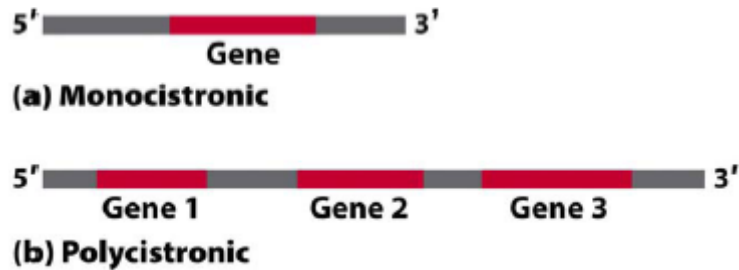
1. 調控蛋白質的表現（ex. siRNA、miRNA）
2. 作為遺傳物質（ex. 反轉錄病毒）
3. 擔任酶的角色催化反應（ex. RNase P）

● mRNA：蛋白質序列密碼的攜帶者

1. 由 DNA 的模板股合成
2. 一條 mRNA 可能轉譯出多種蛋白質：

單順反子 mRNA（monocistronic）：存在於真核生物中，一條 DNA 只會轉譯出一種蛋白質。

多順反子 mRNA（polycistronic）：存在於原核生物中，一條 DNA 可以轉譯出多種蛋白質。



此圖最有名的就是乳糖操縱組，大腸桿菌一個 promoter 上有三個與分解乳糖有關的基因，但是真核生物卻只有一個基因，可能原因是原核生物必須更有效率更迅速的運用到得來不易的乳糖，來適應艱難的生存環境。

● DNA 和 RNA 的比較

DNA	RNA
含去氧核糖	含核糖
含胸腺嘧啶（T）	含尿嘧啶（U）
五碳糖上二號碳連結氫原子使其相對穩定，一般來講保持在攝氏-20 度左右即可有效防止其降解	五碳糖上二號碳連結羥基使其相對不穩定，須以乾冰保持在攝氏-80 度左右才能有效防止其降解
<u>磷酸二酯鍵（phosphodiester bond）對酸敏感，酸性環境中易水解，在鹼中較穩定</u>	<u>磷酸二酯鍵（phosphodiester bond）對鹼敏感，鹼性環境中易水解，在酸中較穩定</u>

五、 DNA 的半保留複製

由梅爾森和史塔爾利用密度梯度離心法的實驗證明：

實驗步驟：

1. 在含有放射性 N-15 的培養基培養細菌。
2. 接著移至含 N-14 的培養基中，一次分裂後發現只有 N-15 和 N-14 的 DNA 存在於培養基。
3. 二次分裂後，DNA 分子有一半是 N-14 和 N-15，而另一半是 N-14 和 N-14，因此證明了 DNA 複製是半保留的形式。

六、 Supercoiling

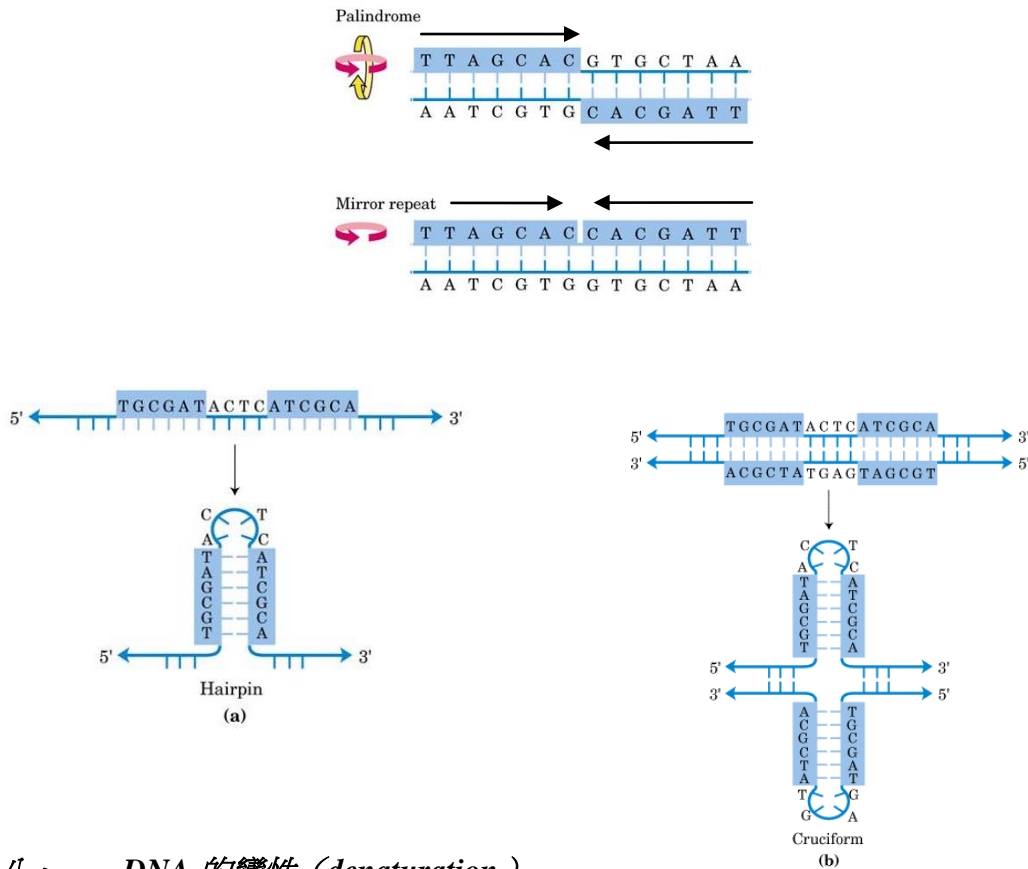
Supercoiling 多出現在環狀 DNA 上（例如細菌的質體），假設給定一固定的鹼基數目，在正常狀態下此 DNA 會有一個固定的 twist 值（T）。一條擁有正常 T 值的 DNA 稱為 relaxed，若擁有高於正常的 T 值則稱為 supercoiled，其 strain 較高，較不穩定。relaxed DNA 可藉由 topoisomerase 的催化而慢慢成為 supercoiled。

七、 Palindromic Sequences

●**Palindromes**：兩股 antiparallel DNA 由 5'→3'的序列相同(restriction site 所在)常以 hairpins 和 cruciforms 構型存在。

- I. Hairpins（髮夾型）：形成一個 loop（下圖 a）
- II. Cruciforms（十字型）：形成兩個 loops（下圖 b）

• **Mirror repeat**：對稱的 DNA sequence 常被轉錄因子辨識（promoter region）



八、DNA 的變性 (denaturation)

1. 共價鍵未被破壞→遺傳訊息未改變
2. 氫鍵被破壞→兩股分離
- **Hyperchromic Shift**：DNA 變性之後，鹼基的堆疊程度（stacking）降低，骨幹不再屏蔽鹼基而使之外露，造成 UV 光的吸收值增加，260nm 的吸收值變大。
- **造成 DNA 變性之原因**：
 1. 高溫
 2. pH 值的改變
 3. 離子強度(ionic strength)的改變

DNA 之變性可能為可逆反應，其逆反應稱為 annealing

- **Thermal DNA Denaturation**：DNA 在常溫時為雙股螺旋結構，當溫度升高時兩股會分開（用 UV 分光儀測 OD₂₆₀ 可知兩股是否分開），降低溫度時兩股又會 re-anneal。Polymerase Chain Reaction (PCR)即是以此作為基礎。

九、T_m : Midpoint of Melting

為 50% 的 DNA 變性時的溫度，每一段 DNA 都有其特定的 T_m 值。

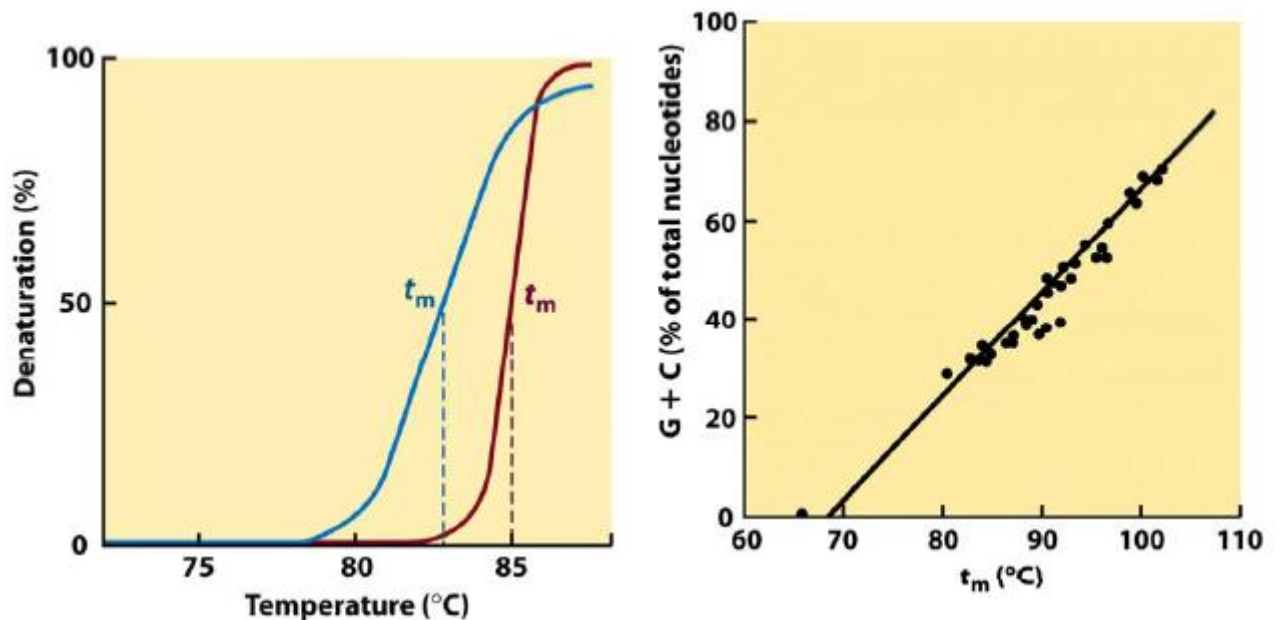
影響 T_m 的因素有：

1. 鹼基的組成：C、G 比例越多，T_m 越高（A、T 間有兩個氫鍵且在低溫下就

會形成 bubble，而 C、G 間有三個氫鍵所以需較高能量才能變性)。

2. DNA 的長度：長度越長， T_m 越高。
3. pH 值與離子強度： Na^+ 會中和骨幹的磷酸根使之更穩定，因此離子濃度越高， T_m 也就越高。

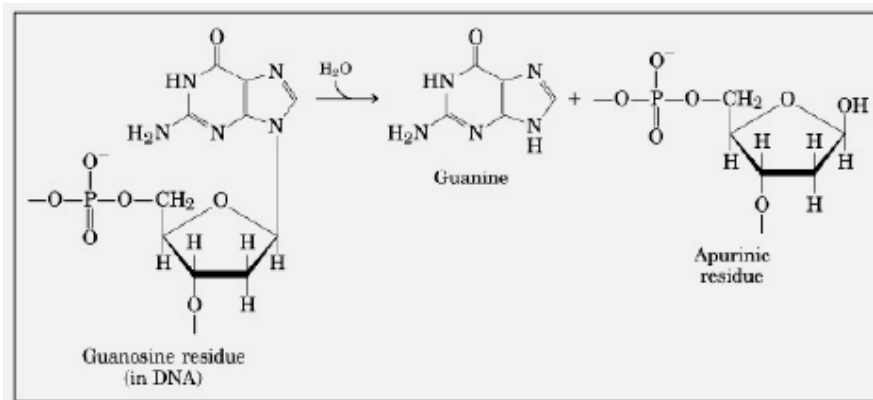
※離子強度影響 T_m 有其極限，約在 0.4~0.5M 達到最高，不會無限上升。



※通常在比較不同 DNA 的 T_m 時會給定一固定條件。

十、 DNA Depurination

在 pH3 以下的情況，N- β -glycosyl 鍵會被水解，使 DNA purine base 被移除。



十一、 DNA 定序(DNA sequencing):

1. Chain termination (dideoxynucleotide) by Sanger :
 - i. 藉由酵素 (DNA 聚合酶) 合成 DNA
 - ii. Primer 藉 dNTP 延長；藉 ddNTP 終止 (ddNTP 的 3' 碳上無 hydroxyl group，無法繼續反應)。
 - iii. 四種反應產生四種不同的產物
 - iv. 由電泳來分析產物

示意圖：（見 p.134 頁 FIGURE 4B.6）

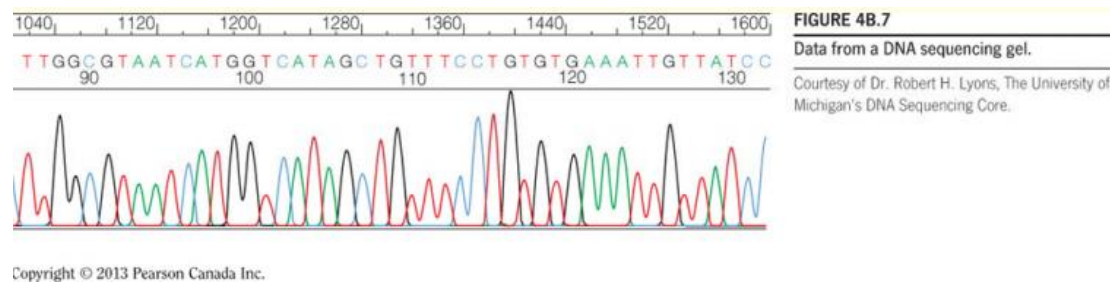
欲得知模板股上的序列，步驟：先黏上一個放射性或螢光標籤的 primer，再加入 dNTP，最後分別加入四種不同 ddNTP。

以添加了少量 ddCTP (dCTP: ddCTP=10:1) 的 C 管為例，DNA 複製序列時，dCTP 有機會被 ddCTP 取代而終止，因此會產生二種不同長度的 DNA。而跑完電泳後（小的快、大的慢），在 gel 的位置上也因此不同，依此類推 A 管 T 管 G 管（各有不同種類長度），可得知“complementary strand”的序列（由 5' 讀至 3'），便可以知道我們欲求得的序列。

2. Automatic DNA sequencing:

以不同顏色的螢光染劑之 ddNTP 標記在 DNA 的尾端。

在 Sanger method 中的 ddNTP 以不同顏色的螢光標示，就能從顏色判斷出每一段 DNA 的最後一個核苷酸。當 DNA 複製時，遇上 ddNTP 停止，然後 denature，將含 ddNTP 的 DNA 至毛細管內跑電泳，DNA 會依照長度（跑的快慢）作排列，搭配不同的 ddNTP 經雷射光照射就有不同顏色的螢光，故可推測 DNA 序列。



CH10 Lipid

本章討論重點：

1. Lipid 的生物角色
 2. Storage lipids 的結構與特性
 3. Membrane lipids 的結構與特性
 4. Signaling lipids 的結構與特性
- * 不需記結構，只要知道來源、重要性、功能

一、 **特性:** 在水中溶解度低，但可溶於有機溶劑等非極性溶劑

二、 **生物功能**

1. 儲存能量。
2. 讓生物體與環境隔絕，達到保護作用，因 lipid 具有低傳導性、高比熱、能

吸震等特性

3. 藉由疏水特性，幫有機體隔絕水份(water repellent)，保持表面的乾燥。例如防止鳥類的翅膀過度潮濕、植物表面的蠟防止水份經由蒸發而散失。

4. 構成膜，是細胞膜的主要成份

三、 其他功能

1. 酵素的輔因子(cofactor)

(1) 維他命 K：與血栓的形成有關

(2) 輔酶 Q：是電子傳遞鏈的輔酶，與粒線體中的 ATP 合成有關

2. 作為訊息傳遞的分子

(1)對小範圍產生影響的 Paracrine hormone

(2)影響全身的 Steroid hormone：膽固醇是所有 Steroid hormone 的 precursor

(3)生長因子

(4)維他命 A 與 D 是 hormone 的 precursors

3. 色素(pigments)。如:動植物如番茄、蘿蔔、南瓜、鳥類羽毛的色素(如下圖)

4. 抗氧化物(antioxidants)。如:維他命 E

四、 Lipids 的分類(依據 Lipids 的 structure 和 function)

甲、 不含 fatty acids 的 lipids

i. Cholesterol

ii. Terpenes

1. 由 isoprene(五碳鏈)合成

2. Terpenes and terpenoids 是 essential oils(人體無法自行合成的油脂)，需從植物或花取得。

iii. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2\cdots(\text{C}_5\text{H}_8)$ (VitA)

乙、 含有 fatty acids 的 lipids

i. Storage lipids(simple lipids)，佔大部分

ii. Membrane lipids(complex lipids)，佔少部份

多數

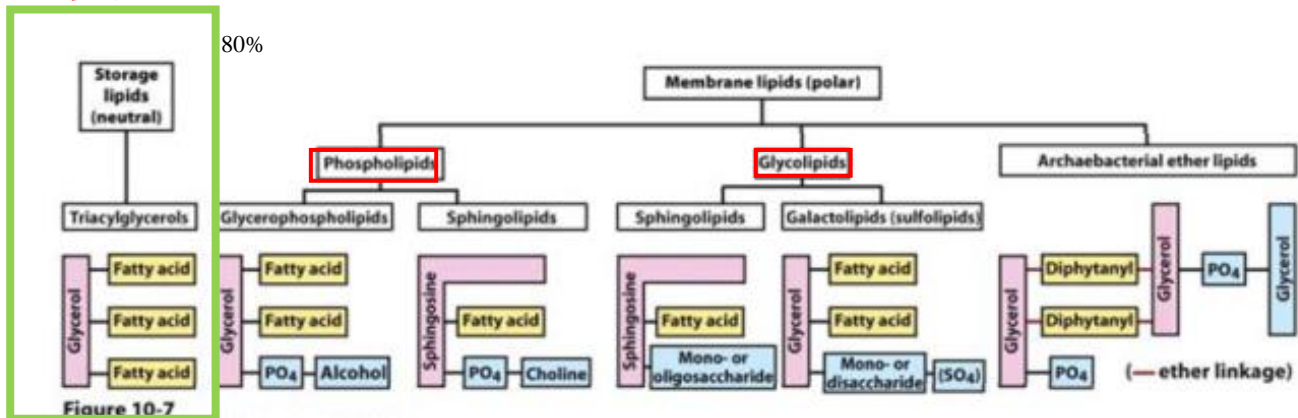


Figure 10-7
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

Fatty acids

一、特性

1. 含有羧酸(carboxylic acid)的碳氫長鏈，通常包含 4~36 個碳
2. 幾乎所有天然的脂肪酸含有偶數個碳(與其合成方式有關)
3. 大部分的天然脂肪酸沒有分枝。
4. 飽和脂肪酸(Saturated):碳氫鏈中沒有雙鍵
5. 單元不飽和脂肪酸(Monosaturated):碳氫鏈中只有一個雙鍵
6. 多元不飽和脂肪酸(Polysaturated):碳氫鏈中含有多於一個的雙鍵

二、命名

* 構造不用背，了解命名方式即可

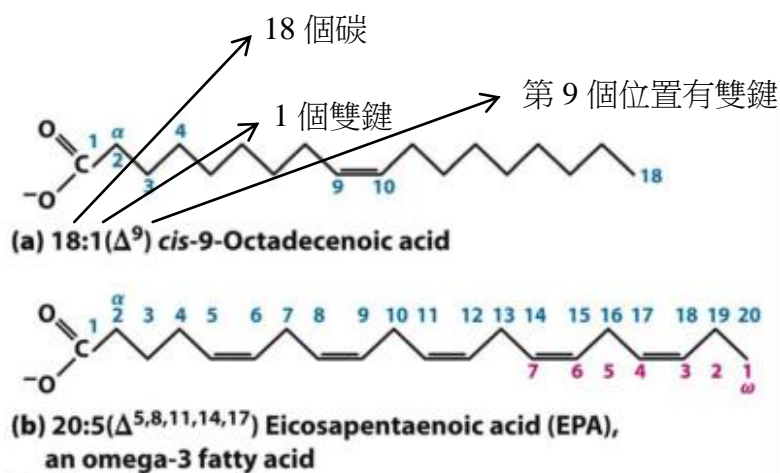


Figure 10-1
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

TABLE 10-1 Some Naturally Occurring Fatty Acids: Structure, Properties, and Nomenclature

Carbon skeleton	Structure*	Systematic name ¹	Common name (derivation)	Melting point (°C)	Solubility at 30 °C (mg/g solvent)	
					Water	Benzene
12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	<i>n</i> -Dodecanoic acid	Lauric acid (Latin <i>laurus</i> , "laurel plant")	44.2	0.063	2,600
14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	<i>n</i> -Tetradecanoic acid	Myristic acid (Latin <i>Myristica</i> , nutmeg genus)	53.9	0.024	874
16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	<i>n</i> -Hexadecanoic acid	Palmitic acid (Latin <i>palma</i> , "palm tree")	63.1	0.0083	348
18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	<i>n</i> -Octadecanoic acid	Stearic acid (Greek <i>stear</i> , "hard fat")	69.6	0.0034	124
20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	<i>n</i> -Eicosanoic acid	Arachidic acid (Latin <i>Arachis</i> , legume genus)	76.3		
24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	<i>n</i> -Tetracosanoic acid	Lignoceric acid (Latin <i>lignum</i> , "wood" + <i>cera</i> , "wax")	86.0		
16:1(Δ^7)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	1 to -0.5		
18:1(Δ^7)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid (Latin <i>oleum</i> , "oil")	13.4		
18:2($\Delta^{5,12}$)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid (Greek <i>linon</i> , "flax")	1-5		
18:3($\Delta^{5,12,15}$)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α -Linolenic acid	-11		
20:4($\Delta^{5,8,11,14}$)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -5,8,11,14-Icosatetraenoic acid	Arachidonic acid	-49.5		

*All acids are shown in their nonionized form. At pH 7, all free fatty acids have an ionized carboxylate. Note that numbering of carbon atoms begins at the carboxyl carbon.

¹The prefix *n*- indicates the "normal" unbranched structure. For instance, "dodecanoic" simply indicates 12 carbon atoms, which could be arranged in a variety of branched forms; "*n*-dodecanoic" specifies the linear, unbranched form. For unsaturated fatty acids, the configuration of each double bond is indicated; in biological fatty acids the configuration is almost always *cis*.

Table 10-1

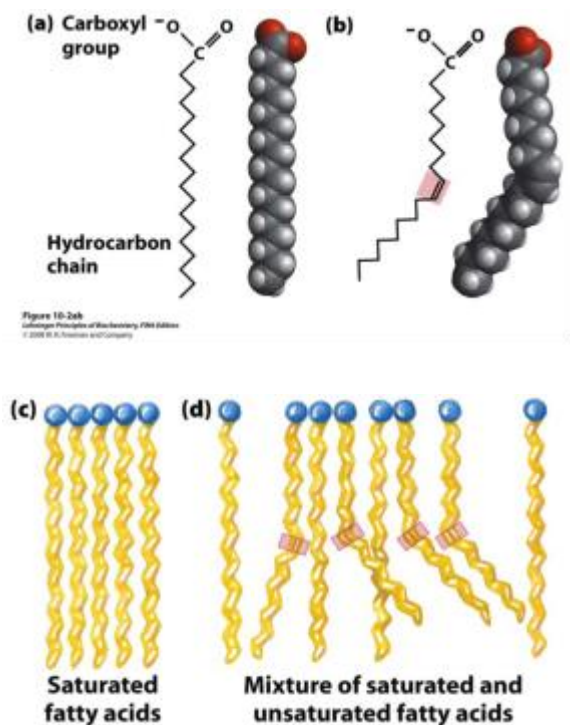
Lehninger Principles of Biochemistry, Sixth Edition

© 2013 W. H. Freeman and Company

Fatty Acid Nomenclature

47

三、飽和與不飽和脂肪酸



(a)、(c)飽和脂肪酸 (b)、(d)不飽和脂肪酸

1.飽和脂肪酸(通常固態)

(1)碳鏈越長，溶解度越小

(2)碳鏈越長，熔點越高

2.不飽和脂肪酸(通常液態)

(1)分為順式(cis)及反式(trans)

(2)天然不飽和脂肪酸都是順式，反式是人工以植物油，經微生物及工業製程加以氫化而成，稱作反型脂肪酸(Trans-fatty acid)

(3)反式不飽和脂肪酸堆積較具規則性，排列整齊，所以熔點較高

(4)食品中的反式不飽和脂肪酸

a.因具有不易氧化腐敗、可高溫重複油炸等優點，可以降低成本，而且可以讓食物更酥脆、不易變黑、賣相好，所以很多食品業者採用

b.可能會影響身體對必須脂肪酸的代謝，導致細胞膜的合成以及賀爾蒙的製造產生障礙

c.可能也是造成血管硬化的危險因素，會引起細胞激素的發炎反應產生動脈硬化，破壞血管內皮的一致性，易使動脈硬化腫塊斷裂，發生中風或心肌梗塞

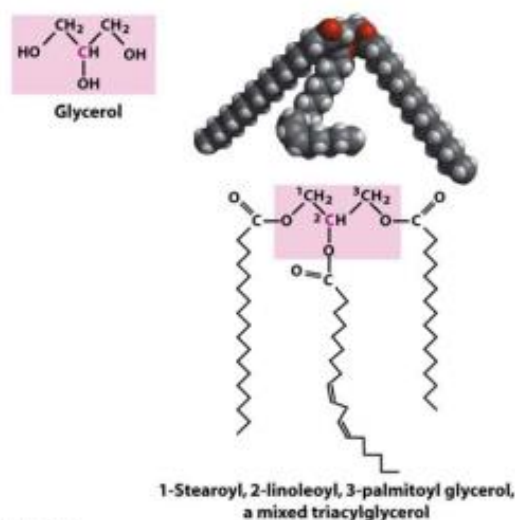
d.避免過度油炸植物油且降低食物中的反式脂肪

3.比較

	雙鍵	排列	熔點
飽和	不含	較具規則性	高
不飽和	含(1 或多個)	含有 kink(cis) 較不具規則	低

Simple Lipids

一、三酸甘油酯 *Triacylglycerols(fats and oils)*



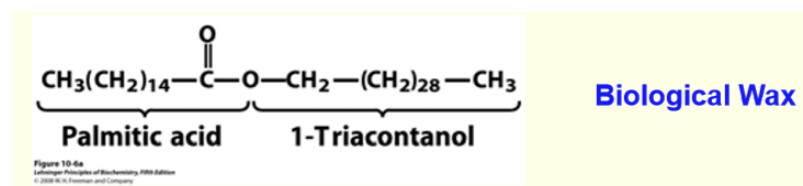
1. 生物體內大多數的脂肪酸都是以 Triacylglycerols 的形式存在的(約占 80%的)

lipid 都是 Triacylglycerols)，也是 lipid 主要的儲存形式(body fat)

2. 固體的三酸甘油酯稱為 fats
3. 液體的三酸甘油酯稱為 oils
4. 較 fatty acid 不易溶於水，因為缺少了 fatty acid 擁有的帶電羧基(COOH)。
5. 密度比水小
6. Fats 提供足夠的能量儲存，more reduced 所以比多醣帶有更多的能量，也因為非極性所以比多醣帶更少水
7. Glucose 和 Glycogen 提供短時間的能量;Fats 提供長時間的能量

二、蠟 Waxes

1. 由長鏈的醇類(C₁₄~C₃₆)加上脂肪酸行酯化反應而形成
2. 難溶於水且熔點高，除了保存能量外，還有防水的功能



3. 其功能包括浮游生物的能量儲存、脊椎動物毛髮皮膚的保護與柔軟、鳥類羽毛

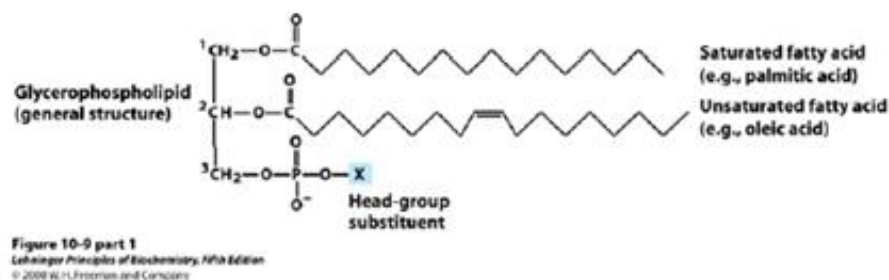
的防水、熱帶植物防水分蒸發、人類使用的軟膏、洗劑、蜂巢的成份等

小結：

Simple lipids 就是 Glycerol 與三個 fatty acids 行酯化反應，成為三酸甘油酯 (Triacylglycerols)，提供儲存能量及隔離的功用，例如：fats,oils,waxes

Complex Lipids(membrane lipids)

一、Glycerophospholipids(Glycerol+2FA+PO₄)



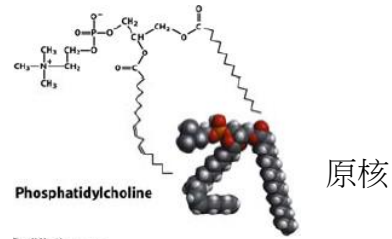
1. 又稱 phosphoglycerides，為 diacylglycerols (glycerol+2FA)用 phosphodiester bond

與一個 head group 連接

2. C1 通常接飽和脂肪酸，C2 通常接不飽和脂肪酸
3. 細胞膜的成份之一(L-glycerol-3-phosphate+2FA)
4. Head group 的性質決定膜的表面性質，不同物種有不同 head group，不同組織也有不同 head group。可用作刑事鑑定
5. 根據不同的 head group 可以分成多種

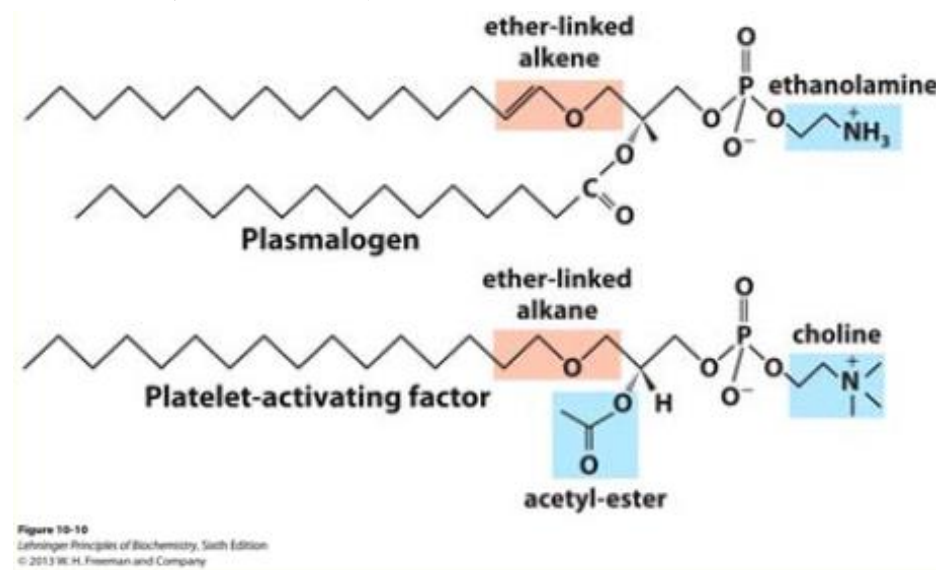
(1) Phosphatidylcholine

是大部份真核生物細胞膜的成份，E.coli 等很多生物的細胞膜沒有這個成份



(2) Ether lipids

- a. Plasmalogen：脊椎動物的心肌細胞有很多，詳細功能仍在研究中
- b. Platelet-activating factor(PAF)：與血小板凝集，發炎與過敏反應調控、分子訊號有關。
- c. Phosphatidylcholine 的衍生物
- d. 第一個 signaling lipid
- e. 和發炎反應調控有關



* 國考題

支氣管哮喘症(Bronchial asthma)的早期變化約在暴露於過敏原 30 分鐘內發生，其致病機轉與下列何種物質無關？

- A. Histamine
- B. Leukotrienes
- C. Prostaglandins
- D. Dopamine
- E. PAF(platelet-activating factor)

Ans:D

二、 *Sphingolipids*:

1. backbone 為 sphingosine 而非 glycerol
2. fatty acid 以 amide linkage 接在 sphingosine 而非以 ester linkage
3. polar head 以 glycosidic linkage 或是 phosphodiester linkage 接在 sphingosine 上
4. sugar-containing glycosphingolipids 常在細胞膜外表發現
5. head group 特性決定膜表面特性
6. 不同的生物或組織有不同的 head group 構造
7. Sphingomyelins 位在細胞膜，亦做為某些神經元之外套膜

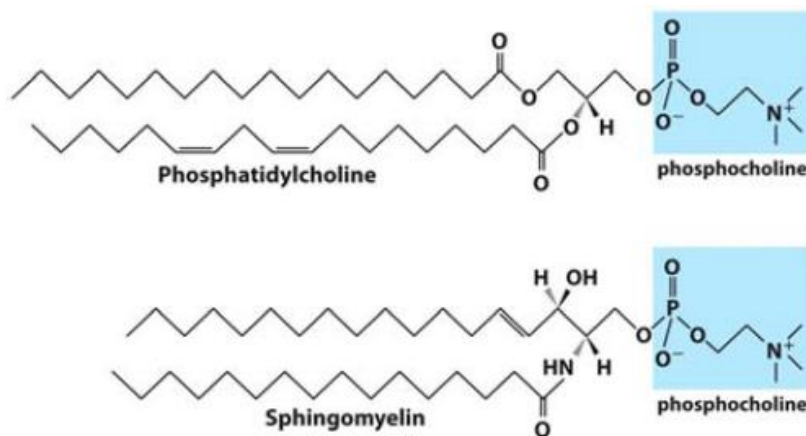
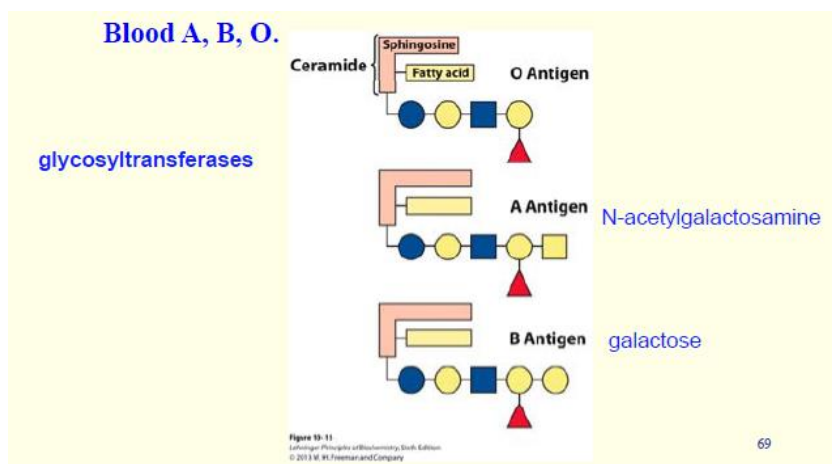
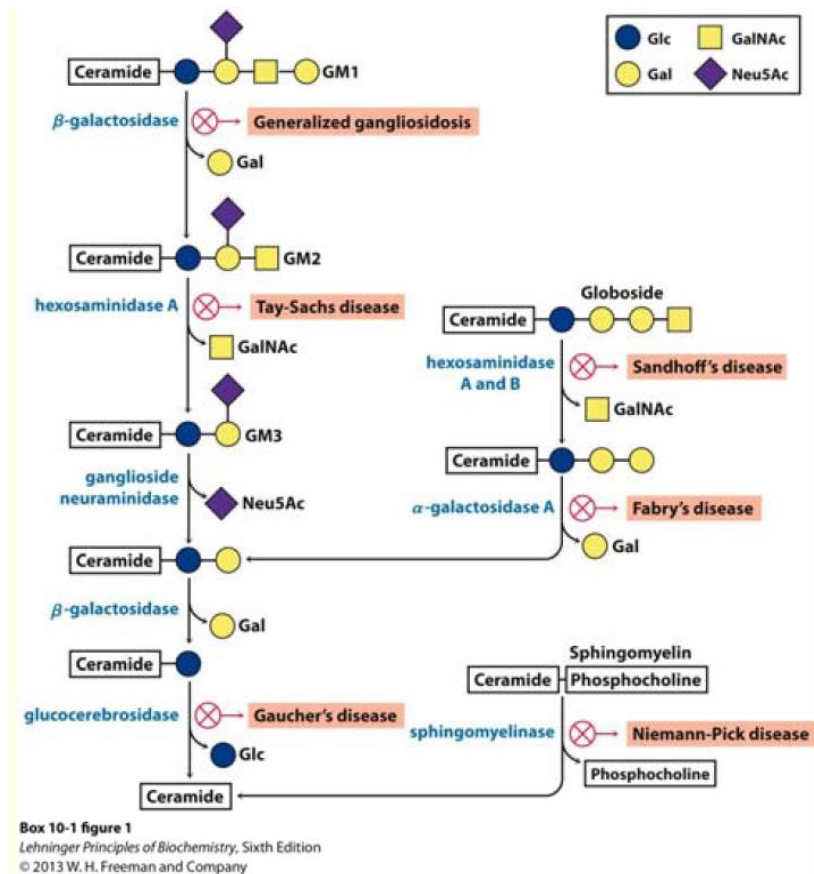


Figure 10-14
Lehninger Principles of Biochemistry, Sixth Edition
© 2013 W. H. Freeman and Company

8. 血型決定於 glycosphingolipids 的 head group 上的糖，例如 ABO 血型
糖的結構由 glycosyltransferase 決定
O antigen: 沒有 active glycosyltransferase
A 型: glycosyltransferase transfer N-acetylgalactosamine
B 型: glycosyltransferase transfer galactose





記法: 了解哪個酵素缺失會造成哪種東西堆積