

# 2013 年第廿四屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(I)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

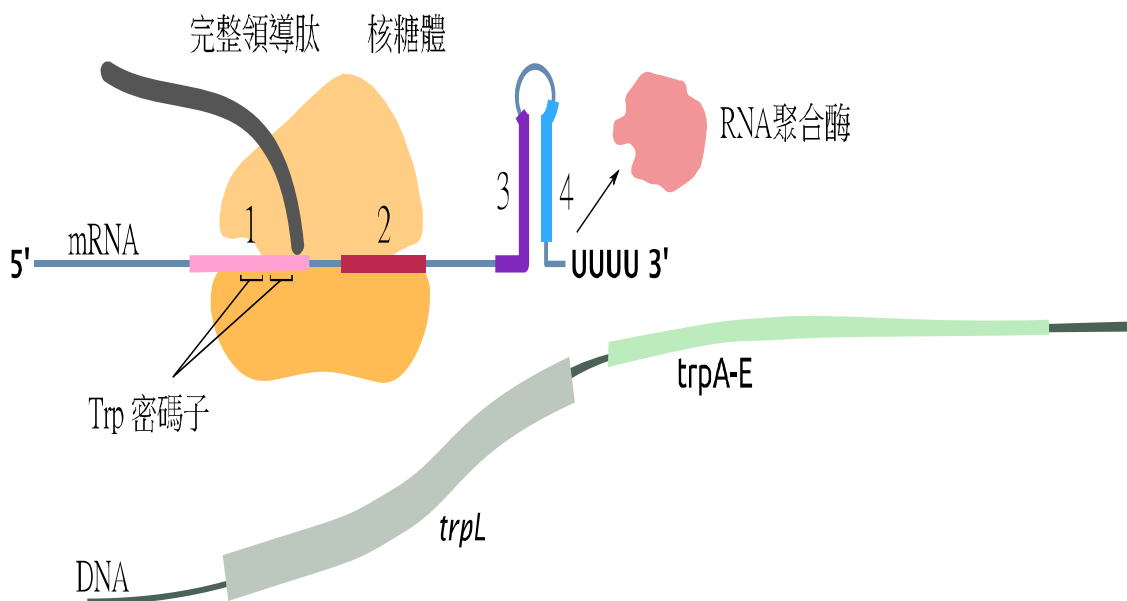
## 理論試題：A 卷

### 細胞，分子和微生物學

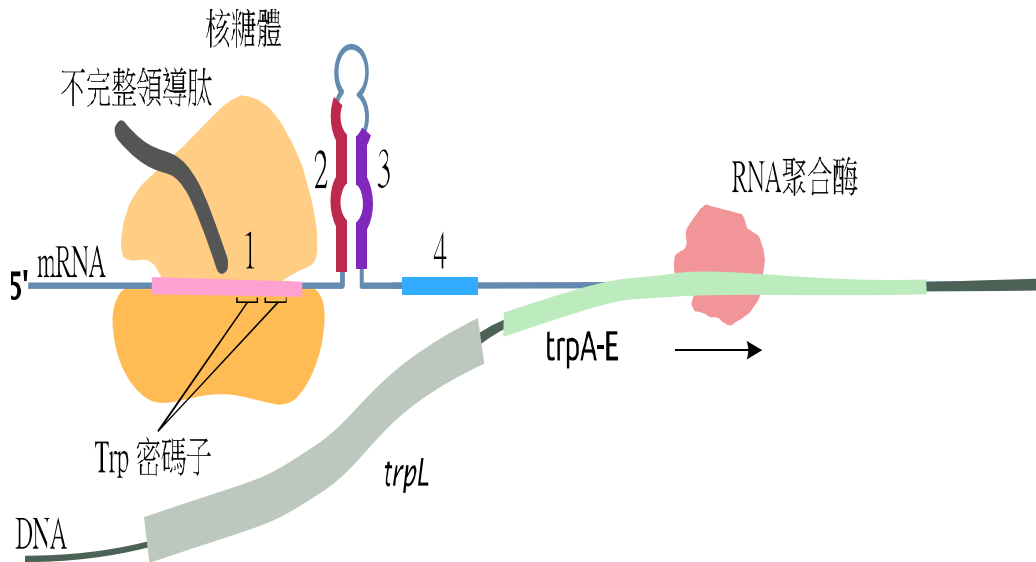
1. 某些細菌擁有調節參與色胺酸 (Trp) 生合成的酵素之額外機制。色胺酸 (Trp) 操縱組位在實際基因(*trpA-E*)前方，含有領導肽序列 (*trpL*)，其編碼能合成領導肽。領導肽序列 (*trpL*) 包含彼此連續的 2 個色胺酸密碼子。

啟動子	操作子	<i>trpL</i>	<i>trpA-E</i>
-----	-----	-------------	---------------

在色胺酸濃度高時，核糖體轉譯領導肽的mRNA會停坐在終止密碼子上，因而罩蓋住mRNA的片段2，使片段3及4形成環套。環套而後會接上poly-U，而形成RNA聚合酶 (RNA pol) 的一個終止信號，使其從DNA上離開。



然而，在色胺酸濃度低時，核糖體會停駐在色胺酸密碼子上，使片段2和3形成環套，整個色胺酸操縱組便可被RNA聚合酶轉錄。



指出下列各敘述是對或錯。

(A) False

相同的調節機制也適用於核細胞的核基因中。

(B) False

當基醯tRNA合成酶（可將色胺酸附著在tRNA<sup>Trp</sup>）濃度降低時，*trpA-E*基因的轉錄將會在色胺酸濃度較低時發生去活化。

(C) True

在刪除編碼領導肽基因中的2個色胺酸密碼子之一以後，*trpA-E*基因的轉錄將會在色胺酸濃度較低時發生去活化。

(D) True

若某一突變能破壞環套2-3的穩定性，則*trpA-E*基因的轉錄將會在色胺酸濃度較低時發生去活化。

2. 計算液態培養基中的細菌數可用不同方式進行：(1) 用細胞計數盤在顯微鏡下計數；(2) 用分光光度計測量培養液吸光度後，再推算細菌數(在  $A_{600}=1$  時相當於每毫升  $8 \times 10^8$  細菌)；(3) 將培養液稀釋數次，再塗於洋菜培養基上，然後以菌落數(見圖)回推每毫升可形成菌落的細菌數 (cfu/ml)。

指出下列各敘述是對或錯。

(A) True

有一  $A_{600}=0.1$  含細菌的培養液，若其倍增時間為30分鐘，不用2個小時細胞數即可增長到  $4 \times 10^8$  個/ml。

(B) True

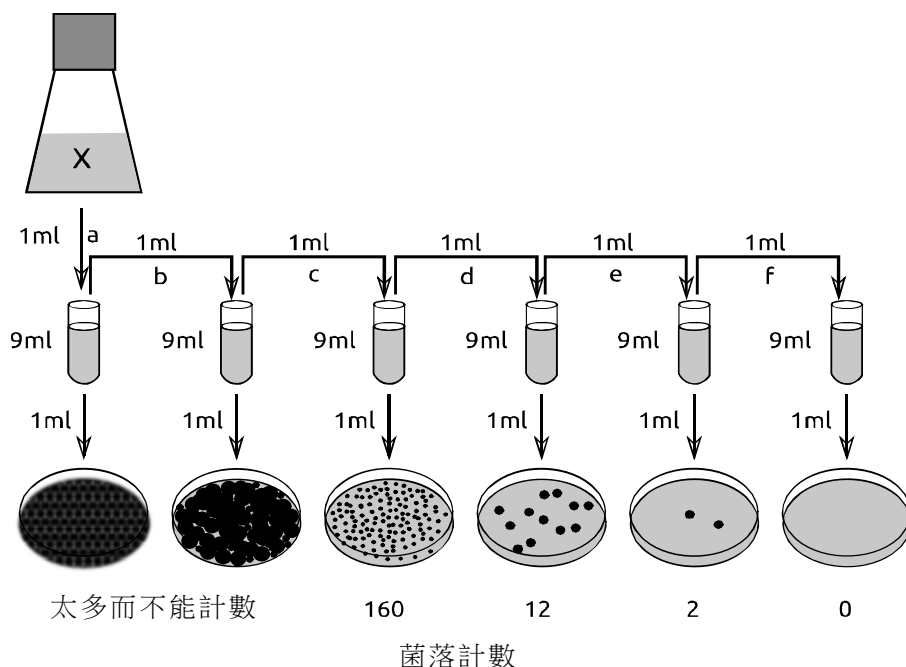
以洋菜培養基菌落數所估算出的細菌數會比在顯微鏡下計算出的少。

(C) True

用具有最準確結果的洋菜培養基(由圖中)計算，估計X培養液中含有 $1.6 \times 10^5$  cfu/ml。

(D) True

取圖中的稀釋液f在洋菜培養基上重複多次培養，某些培養基會培育出菌落。



3. 在一活的生物體中，細胞通過細胞凋亡(細胞程式性死亡)或壞死(細胞膨脹和爆裂)其中一種方式而死亡。

指出下列敘述正確或錯誤。

(A) True

未成熟T細胞若辨識自體抗原會誘發該細胞的凋亡。

(B) True

腸道上皮細胞與基膜(lamina)失去接觸時，會進行細胞凋亡。

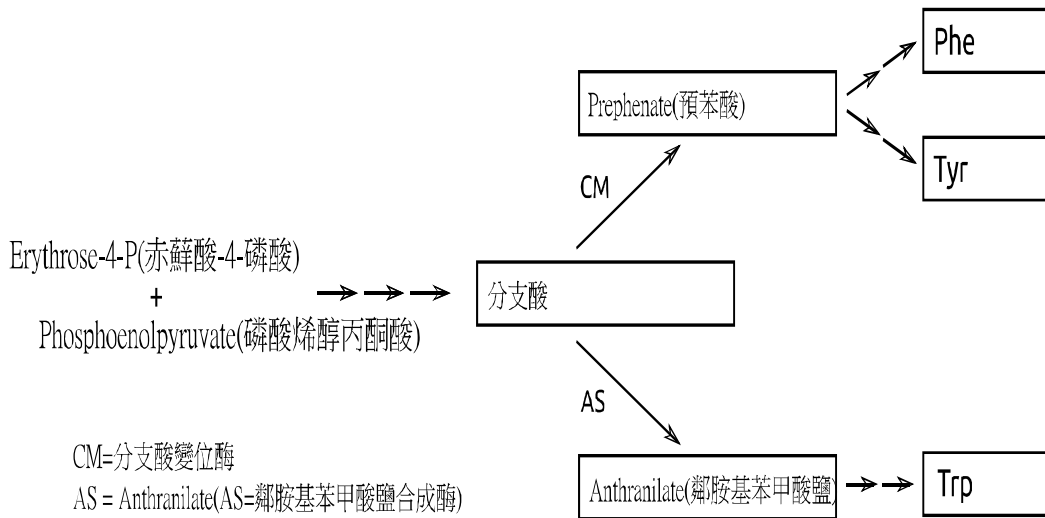
(C) True

進行凋亡中的神經幹細胞表面會顯F出一個促進噬的信號。

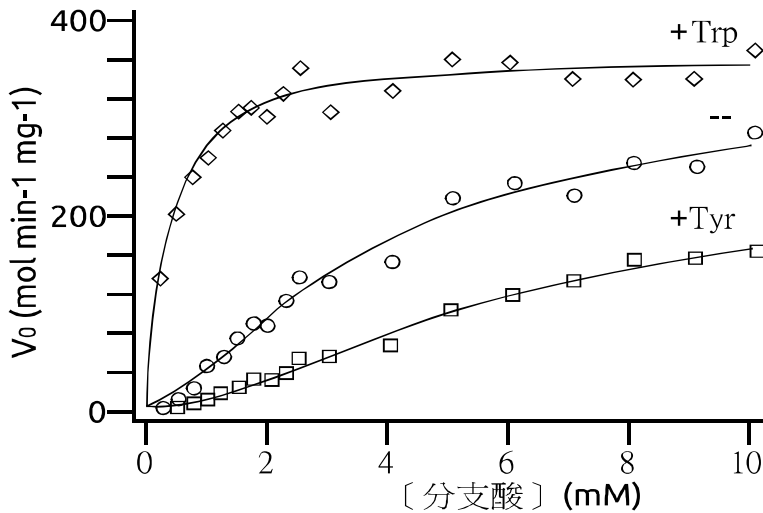
(D) True

壞死常會誘發發炎的免疫反應。

4. 在此介紹酵母菌細胞中導向芳香族胺基酸合成的分支酸途徑。



在色胺酸存在 (+Trp) 及缺乏 (-), 或酪胺酸存在 (+Tyr) 的情況下, 估算分支酸變位酶 (chorismate mutase, CM) 的作用速率。



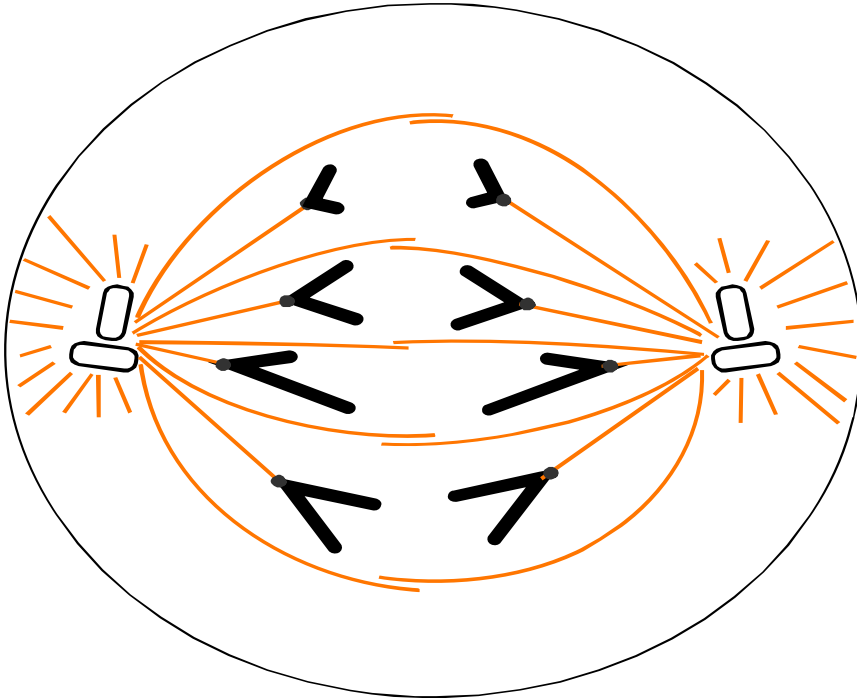
根據這些結果和途徑示意圖指出下列敘述是對或錯。

- (A) True  
色胺酸會增加分支酸變位酶的活性
- (B) False  
色胺酸能抑制分支酸(chorismate)的合成, 但酪胺酸不能
- (C) True  
高濃度酪胺酸可能會增加色胺酸合成。

(D) True

預苯酸(prephenate)及鄰氨基苯甲酸鹽(anthranilate)這兩個合成的分支途徑會互相競爭分支酸

5. 下面示意圖顯示一個雙套的核細胞在細胞分裂時的某一時期。



指出下列敘述是對或錯。

(A) False

此示意圖可代表有絲分裂的某一時期

(B) True

此示意圖可代表第二減數分裂的某一時期

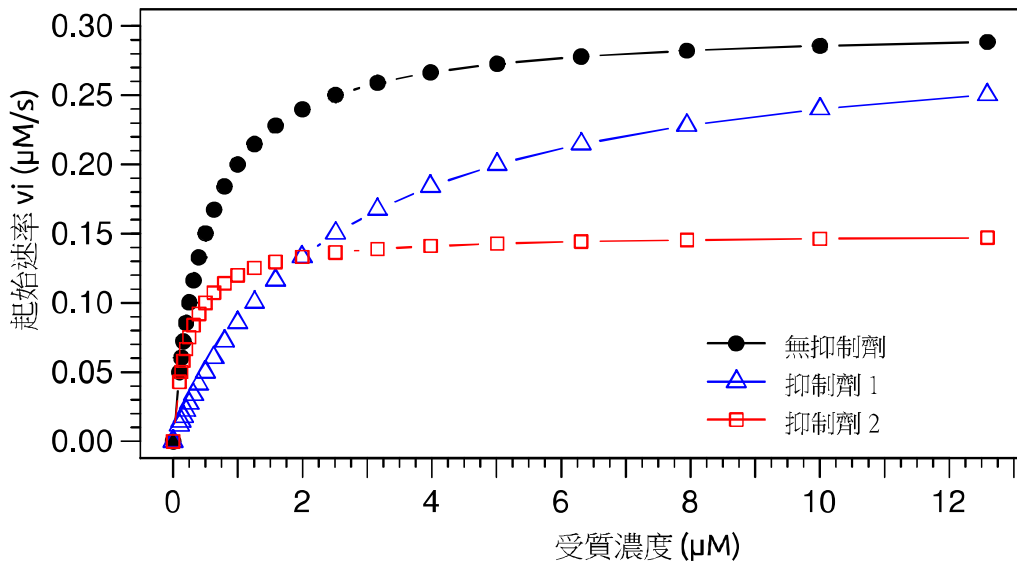
(C) True

如果微管的運動蛋白(motor protein)被抑制，細胞不能達到此一時期

(D) False

在此一時期，組蛋白基因的轉錄達到高峰

6. 本題評估一酵素對不同抑制劑的敏感度，於酵素濃度 10 nM 的情況下，評估不同受質濃度下的物形成速率。在加入或不加入兩種不同抑制劑的情況下，計算並繪出初始速率  $v_i$  (在  $t = 0s$  時)與受質濃度的函數圖。



指出下列敘述是對或錯。

(A) False

在沒有任何抑制劑的情況下，酵素的 $K_M$  (Michaelis常數)值為 $0.15 \mu M$ 。

(B) True

抑制劑1的效果可因添加更多受質而得到部分補償。

(C) True

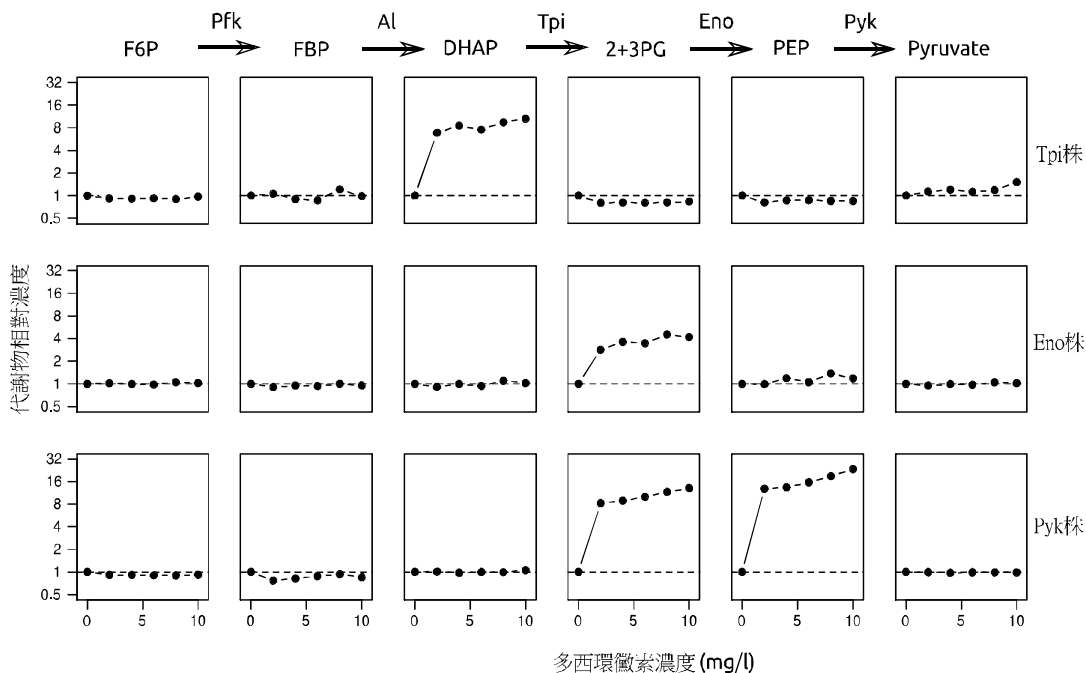
抑制劑2可降低此酵素的 $V_{max}$ 。

(D) True

周轉數(一酵素分子每1秒鐘能處理分子數目的最大)在抑制劑2的抑制下約10-20/s。

7. 三個酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*)株各自被轉殖入含有糖解過程中的一個不同酵素之基因(Tpi, Eno 或 Pyk)，因受多西環黴素抑制的啟動子控制故加入多西環素可控制下游相對應酵素的合成。測量各酵母菌株生長在含不同濃度多西環黴素之葡萄糖液中的某些代謝物的濃度，以不含多西環黴素濃度作標準化。測量數據上方為糖解過程的相關步驟，代謝物及酶的縮寫如下：

代謝物	酵素
F6P 果糖 6-磷酸	Pfk ATP-dependent phosphofructokinase(ATP依賴性磷酸果糖滷
FBP 果糖 1,6-二磷酸	Al Aldolase(醛縮酶)
DHAP dihydroxyacetone phosphate(二羥丙酮磷酸)	Tpi Triose phosphate isomerase(磷酸丙酮異構酶)
2+3-PG 2- and 3-phosphoglycerate(2, 3-磷酸甘油酸)	Eno Enolase(烯醇化酶)
PEP phosphoenolpyruvate(磷酸烯醇丙酮酸)	Pyk Pyruvate kinase(丙酮酸激酶)



指出下列敘述是對或錯。

(A) False

調降其中任何一個酶，都可以打斷整個徑路中的代謝物濃度。

(B) True

調降其中任何一個酶，影響其受質濃度比影響其產物濃度更多。

(C) False

由2+3-PG到PEP反應的平衡，比由FBP到DHAP反應的平衡會更偏向產物方向進行。

(D) True

F6P 的濃度預計不受 Al 調降的影響。

8. 有些物質必須從被合成處主動或被動運輸至們活動的位置。

分別指出下列物質是否是從細胞質運輸到細胞核。

(A) False

tRNAs

(B) True

組蛋白

(C) True

核苷酸

(D) False

ATP 合成酶的次單元

9. 細胞週期的進行是由不同的週期蛋白依賴激酶(CDKs)推動，而只有在結合到各自的週期蛋白並在 ThrC (核心丁酸; core threonine) 處磷酸化後才有活性，其他基酸的磷酸化或去磷酸化可進一步調節其活性。以下途徑顯示參與進入細胞週期 M 階段的一些蛋白質。

指出下列各突變是否能活化週期蛋白 B/CDK1 複體，促使細胞週期進入 M 期。

(A) False

減少Cdc25去磷酸化活性的突變。

(B) True

減少Wee1磷酸化活性的突變。

(C) False

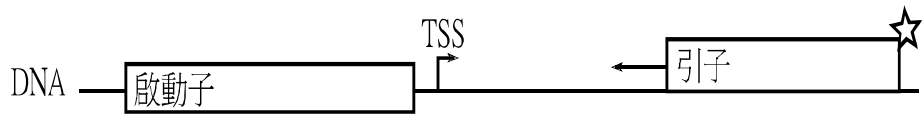
使CDK1的ThrC改變無法磷酸化的巰酸之突變。

(D) False

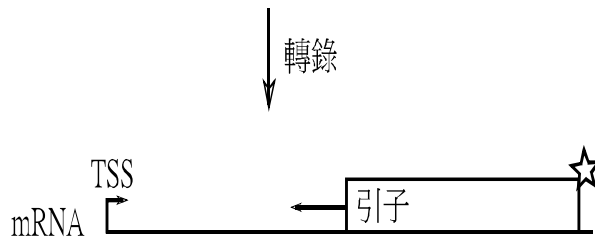
抑制週期蛋白 H 結合到 CDK7 的突變。

10. 為確定一個新發現的細菌基因啟動子之轉錄起始位置(TSS)，一個與此基因 3' 端互補的放射性標記的引子，被用於 DNA 桑格定序法及 mRNA 的引子延伸。引子延伸(類似 cDNA 的合成)是指藉重複添加轉錄因子  $\alpha$  在被轉錄的 mRNA 上。

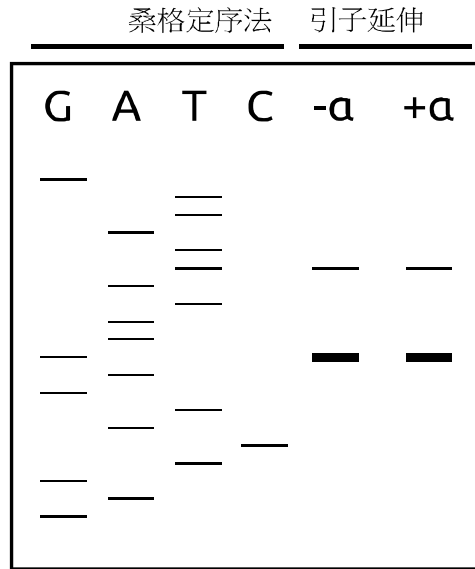
桑格定序法



引子延伸





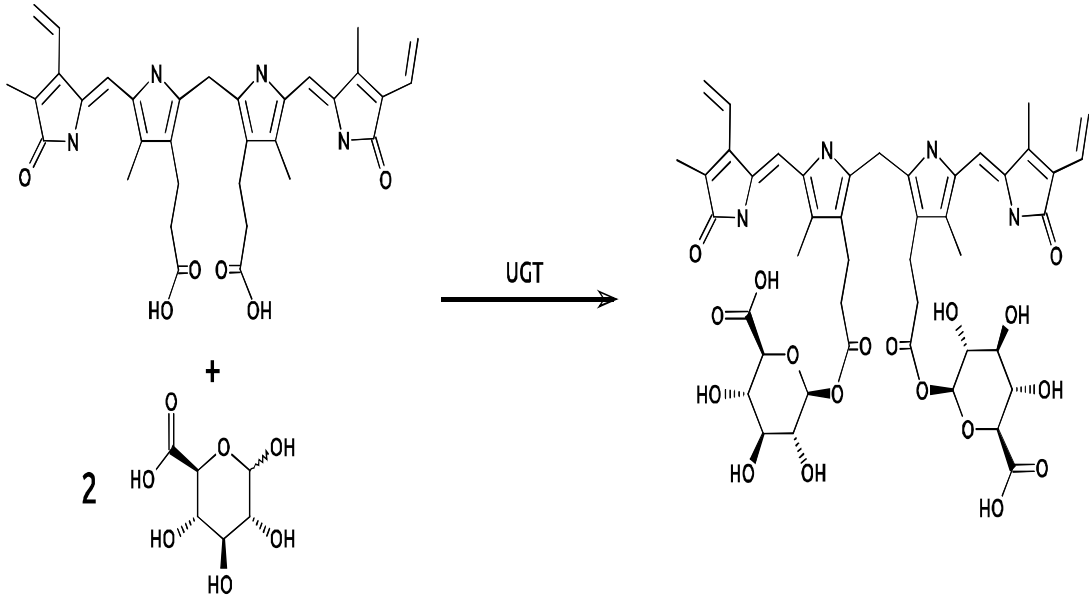


- (A) True  
桑格定序法和引子延伸所使用的聚合酶不同。
- (B) True  
此基因的mRNAs含有CUCAUGAC序列，是這些細胞中TSS之後的前8個鹼基。
- (C) True  
此基因中含有多個TSS。
- (D) False  
轉錄受轉錄因子  $\alpha$  的調控。

### 動物解剖和生理

11. 目前認血液中高濃度的三酸甘油是心臟病的高危險因子，Y 受體的致效劑(agonist)S 被觀察到可降低三酸甘油濃度。  
請問如何證實 S 的作用是專一性地透過 Y 受體達成?
- (A) False  
可藉由活化Y受體基因來使小鼠大量表現Y受體(超過一般生理濃度)
- (B) True  
可藉由剔除Y受體基因來使小鼠不表現Y受體(剔除基因)
- (C) True  
利用Y受體的專一性拮抗劑(去活性的分子)
- (D) False  
在老鼠體內注射針對 S 的抗體，使之自血液中移除 S

12. 膽色素(膽紅素)是肝臟透過酵素 UGT(見下圖)將血紅素中的血基質(heme)與 2 個葡萄糖醛酸(glucuronic acid)結合而成的代謝物，此種結合態的膽色素(conjugated bilirubin)是膽汁的一種成分，且會分泌進入小腸。



指出下列各敘述正確或錯誤。

(A) True

與葡萄糖醛酸結合可使膽色素在水中的溶解度增加

(B) False

若小腸附近的膽管有腫瘤產生而堵塞膽汁的分泌，會導致血液中結合態膽色素量上升。

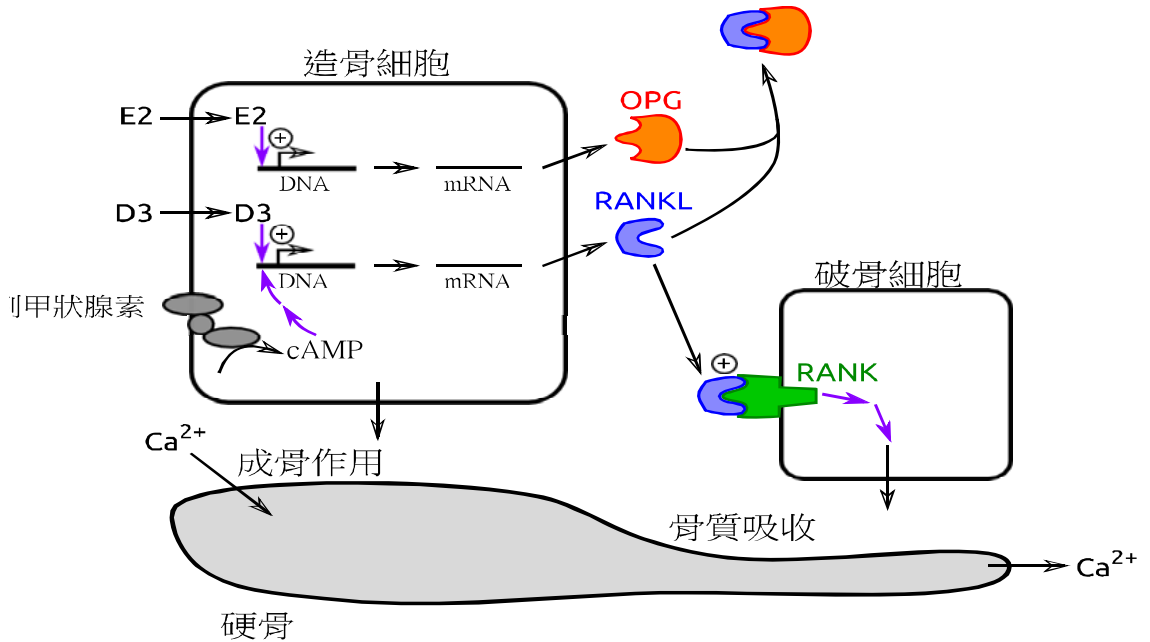
(C) False

若基因點突變顯著降低UGT的活性，會導致血液中非結合態膽紅素的濃度下降。

(D) True

體內結合態膽紅素的濃度增加瘧疾感染症狀之一。

13. 造骨細胞分泌新的骨骼基質時，會藉由分泌 RANKL 活化破骨細胞的 RANK 受體，以刺激破骨細胞破壞現存骨質，上述過程會受到維生素 D3(D3)及副甲狀腺素(PTH)的調節。雌激素(oestrogen,E2)的存在會導致造骨細胞分泌 osteoprotegerin (OPG)，OPG 會藉由破壞 RANKL 而抑制上述破骨細胞的作用。



指出下列各敘述正確或錯誤。

- (A) True  
雌激素替代治療可防止更年期後的骨質吸收作用
- (B) True  
副甲狀功能亢進(副甲狀腺功能過度)症狀之一即為骨質流失。
- (C) False  
D3及E2為親水性分子(hydrophilic)，而PTH 親油性分子(lipophilic)
- (D) False  
鈣離子自尿液中流失會導致體內 PTH 濃度下降

(待續)