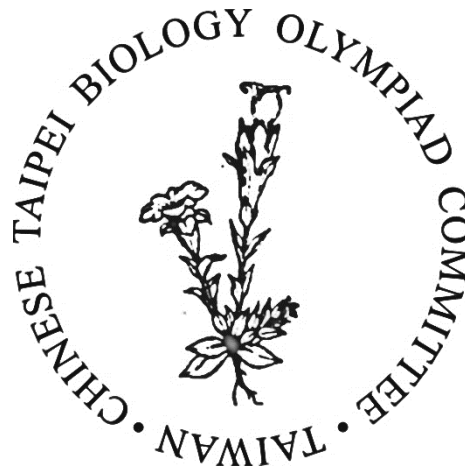


2025 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔複賽

B 卷



1. 多重選擇題：第 1~36 題，共 36 題，每題 2 分，合計 72 分。
每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 2 分；答錯 1 個選項者，得 1.2 分；答錯 2 個選項者，得 0.4 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。
2. 填充題：共 4 題，計 8 分。
3. 本卷共計 80 分。

注意事項： 1. 本考試測驗時間為 **100** 分鐘。

2. 本考試試題乙本 **22 頁(不含封面)**，繳卷時必須繳回「答案卡」及「答案卷」，試卷，考試後可攜回。
3. 作答方式：請用 **2B** 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時若以橡皮擦修正必須擦拭乾淨。「答案卷」請用藍色或黑色原子筆作答，以鉛筆作答者不計分。

一、多重選擇題：

1. 有關甲醯化胜肽受體 1 (formyl peptide receptor 1, FPR1) 的敘述，下列何者正確？
 - (A) 位於各種顆粒性白血球 (granulocyte) 的表面
 - (B) 是一種多次跨膜蛋白 (multipass membrane protein)
 - (C) 為一種 G 蛋白偶聯受體 (G protein-coupled receptor)
 - (D) 配體 (ligand) 主要為來自細菌或粒線體的甲醯化胜肽
 - (E) 活化後會引起嗜中性白血球 (neutrophils) 的去顆粒作用 (degranulation)
2. 有關主要組織相容複體 (MHC) 的敘述，下列何者正確？
 - (A) 是一種跨膜 (transmembrane) 蛋白
 - (B) 可呈獻抗原給 T 細胞受體 (T cell receptor, TCR) 辨識
 - (C) 是一種自我辨識 (self recognition) 分子，位於所有人類細胞的表面
 - (D) MHC I 將細胞內產生的抗原呈獻給輔助 T 細胞 (helper T cell)，使其大量分泌細胞素
 - (E) 癌細胞藉 MHC II 呈獻腫瘤抗原給毒殺 T 細胞 (cytotoxic T lymphocyte, CTL)，以活化 CTL 毒殺有變異的細胞
3. 抗生素可以透過抑制細菌細胞內的某些關鍵成分來阻止其正常生長，達到控制疾病的目的。下列何者可以作為抗生素作用的標的 (targets)？
 - (A) 細胞壁 (cell wall)
 - (B) 中心體 (centrosome)
 - (C) 細胞膜 (cell membrane)
 - (D) DNA 聚合酶 (DNA polymerase)
 - (E) 30S 核糖體次單元 (ribosome subunit)
4. 有關減數分裂 II (meiosis II) 的觀察與敘述，下列何者正確？
 - (A) 核膜崩解
 - (B) 細胞質分裂
 - (C) 染色體複製
 - (D) 染色體排列於赤道板
 - (E) 姊妹染色分體分離，向相對的二極移動

5. 有關細胞膜功能的敘述，下列何者正確？
- (A) 資訊的儲存
 - (B) 細胞間的通訊
 - (C) 調節物質的運輸
 - (D) 定義細胞的邊界
 - (E) 作為特定生化功能的場所
6. 有關細胞骨架功能的敘述，下列何者正確？
- (A) 細胞運動
 - (B) 細胞分裂
 - (C) 胞器運輸
 - (D) 被動運輸
 - (E) 維持細胞形狀
7. 正在進行光合作用的植物幼苗，某葉片吸收了標有放射性碳原子的二氧化碳（ $^{14}\text{CO}_2$ ）後，下列哪一種帶有放射性標定的含碳化合物是最早出現的？經過幾天之後植物的哪個部位放射性較高？
- (A) ATP 最先出現
 - (B) 磷酸甘油酸（3-PGA）最先出現
 - (C) 磷酸甘油醛（G3P）最先出現
 - (D) 幾天之後植物的異側成熟葉放射性較高
 - (E) 幾天之後植物的同側幼葉放射性較高
8. 植物可藉由根部吸收土壤中的營養鹽運至植物體利用，下列敘述何者正確？
- (A) 土壤團塊帶正電，因此氮肥不易以硝酸鹽型態被吸收利用
 - (B) 植物根部可利用氫離子的分泌，以離子交換的方式獲取銨鹽型式的氮肥
 - (C) 營養鹽可利用根部細胞間隙運輸，此稱為質外體(apoplast)途徑運輸
 - (D) 耗能的營養鹽運輸稱為主動運輸
 - (E) 鎂鹽經由根部韌皮部運送，是合成葉綠素重要之物質

(第 9~10 為題組)

下圖是有關水稻中茉莉酸與它的訊息傳遞在水稻中影響的試驗，以瞭解水稻的生長與防衛之間的關係。以水稻野生型(WT)、突變體(*jaz10-1*~*jaz10-4*)為材料，在田間生長至播種後 60 天進行外表型的觀察(甲、乙)，並進行褐飛蟲(BPH)接種在水稻葉片產卵的生物分析(丙)；除此之外，水稻長至 70 天與 77 天時，調查 BPH 在水稻葉片上的數目，分別如丁、戊所示；並在第 110 天收成時，調查這些水稻的產量(己)。*JAZ10* 是茉莉酸訊息傳遞的負調控者。

WT：野生型控制組

jaz10-1 & *jaz10-2*：是 *JAZ10* 蛋白質序列中提早結束(Premature stop codon)的突變體；*jaz10-3* & *jaz10-4*：是 *JAZ10* 框移(frameshift mutation)突變株

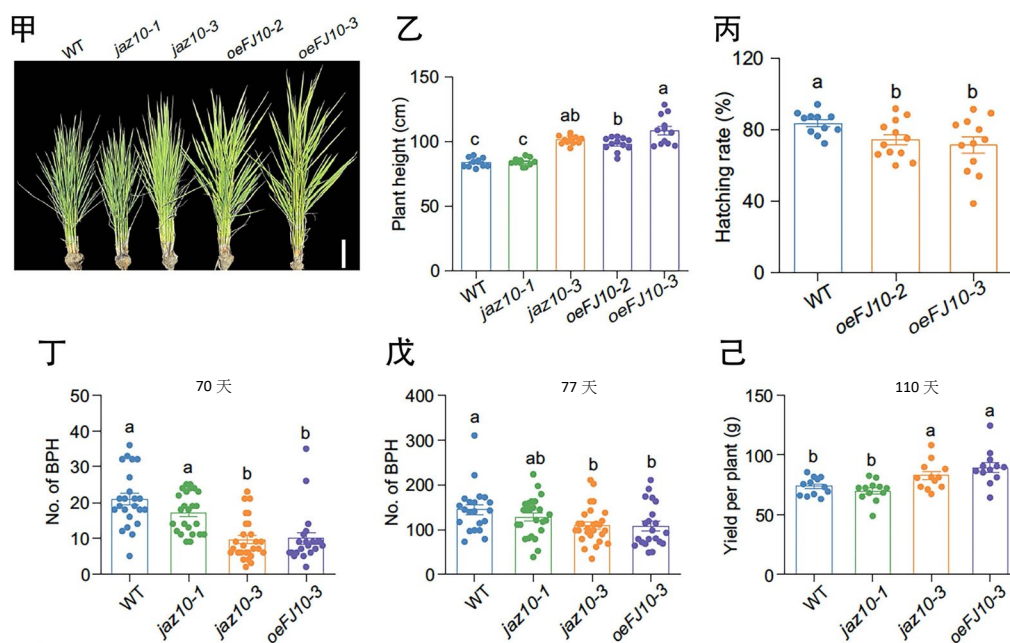
BPH：以水稻為食的褐飛蟲

oeFJ10-2 & *oeFJ10-3*：是框移突變(frameshift) *JAZ10* 基因的大量表現株

圖乙~己中小寫字母 a、b、c 代表統計分析的結果，字母不同者代表具有顯著性差異，相同者代表不具有顯著性差異。

框移突變：為一種基因突變，由非三的倍數個核苷酸的插入或刪除造成。

根據下圖試驗的結果，回答下列問題 9-10：



9. 有關 *jaz10-1* 與 *jaz10-3* 植株的敘述，下列何者正確？
- (A) 突變的結果造成植株高度的影響一樣
 - (B) *jaz10-3* 突變的結果可以促進水稻的產量
 - (C) *jaz10-3* 突變的結果與茉莉酸的影響無關
 - (D) *jaz10-3* 突變的結果可以促進水稻生長
 - (E) *jaz10-3* 的突變可以抵抗褐飛蟲的危害
10. 有關 *jaz10-1* 與 *jaz10-3* 突變結果的推測，下列何者正確？
- (A) *jaz10-1* 突變結果可以產生全長的 JAZ 蛋白質
 - (B) *jaz10-3* 突變結果無法產生全長的 JAZ 蛋白質
 - (C) *jaz10-3* 突變結果可能產生片段部分的 JAZ 蛋白質
 - (D) *jaz10-3* 突變結果可能產生片段的 JAZ 蛋白質，可以與抗蟲相關的蛋白質結合
 - (E) *jaz10-1* 突變結果所產生 JAZ 蛋白質可與抗蟲相關的蛋白質結合
11. 隨著城市化的加劇，人工夜間照明 (Artificial Light at Night, ALAN) 已成為全球生態變遷的重要因素之一。人工夜間照明會直接影響植物的生理特性和生長狀態，還可能透過影響植物與周邊生物如授粉者、食草動物等的交互作用，間接改變入侵植物與本地植物之間的競爭關係。入侵植物往往具有較高的外表型可塑性 (phenotypic plasticity)，能更靈活地適應環境變化，而本地植物可能因為人工夜間照明的長期影響而出現適應性演化。考慮到這些變化，有關人工夜間照明對植物造成的影響之敘述，下列何者正確？
- (A) 入侵植物對人工夜間照明的反應通常強於本地植物，主要為入侵植物的外表型可塑性較高，能夠在新的光環境中快速適應並提高競爭力
 - (B) 由於人工夜間照明改變自然日夜光照周期，所有依賴夜間授粉者的植物都會受到負面影響，因為授粉者可能減少對其的訪花頻率
 - (C) 在受人工夜間照明影響的環境中，本地植物可能經過適應性演化，逐漸調整其光適應範圍，以減少與入侵植物之間的競爭劣勢，但此適應需要長期積累且效果因物種而異
 - (D) 人工夜間照明會使一些入侵植物的生理和基因表現快速演化，從而加強它們的適應能力，但這只會發生在其原生環境與新棲地光環境相似的情況下
 - (E) 人工夜間照明可能導致夜行性植食昆蟲對入侵植物的食害增加，因為這些昆蟲能在人工光源下更有效地找到目標植物

12. 植物在不同的環境中，會採取不同的結實策略，以適應其生長需求並提高繁殖成功率。某些植物物種在資源積累充足或適宜的環境條件下，會進行同步性的大規模種子生產，這種現象稱為「大結實」(masting)。圖 1 展示四種具有不同結實機制的植物，其中包括短壽命草本的苦根黃耆 (*Astragalus scaphoides*)、長壽命木本的日本山毛櫸 (*Fagus crenata*)、長壽命高山的雪簇草 (*Chionochloa pallens*) 和熱帶樹種的娑羅屬 (*Shorea* spp.) 等物種。一般而言，短壽命植物結實模式主要受到內部資源的影響，而氣候條件則是次要因素。長壽命物種其結實模式主要由氣候條件如溫度波動來調控。高山植物則主要受到溫度差異等氣候條件驅動進行結實。熱帶環境中生長的樹木，結實行為會受到乾旱和低溫的觸發，顯示受到氣候的影響。

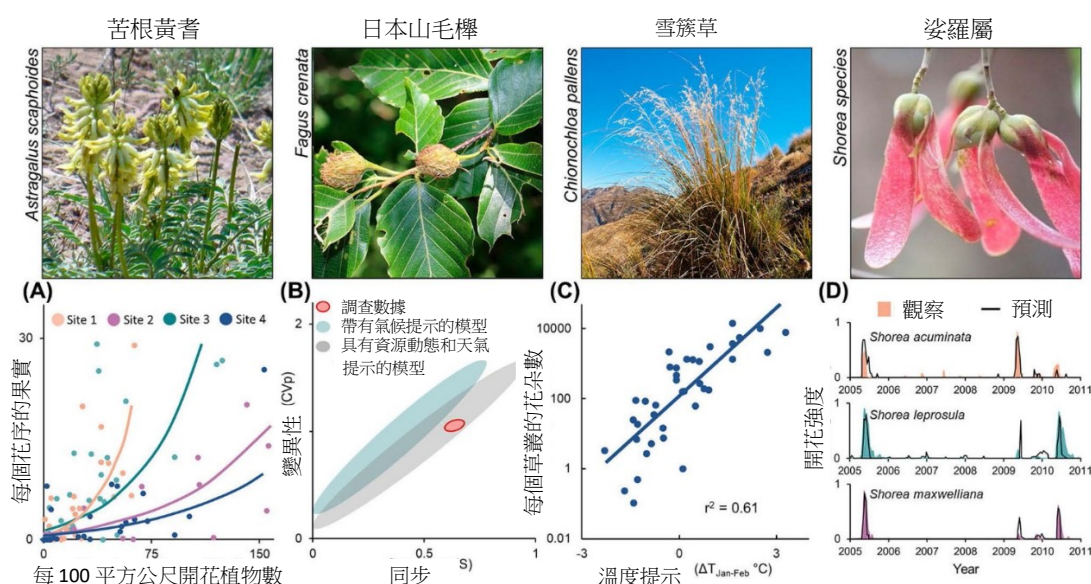


圖 1(A) 顯示苦根黃耆的結實率隨著族群開花密度的增加而增加。圖 1(B) 顯示日本山毛櫸的結實率，只有結合資源動態和氣候條件的模型才與觀察到的動態行為相對應現象。圖 1(C) 顯示雪簇草的生長幾乎完全由天氣條件如溫差所控制。圖 1(D) 顯示娑羅屬三個物種的預測開花與觀察到的開花之間的對應。

依據圖 1 的資料與上述相關敘述，下列哪些選項正確？

- (A) 苦根黃耆的大結實現象主要受到內部資源的限制，氣候條件在其結實模式中扮演次要角色
- (B) 日本山毛櫸的結實模式受到氣候條件的高度影響，例如溫度變化能顯著調控其結實行為
- (C) 大結實僅存在於長壽植物中，短命草本植物無法進行這種資源集中分配。
- (D) 雪簇草 (*Chionochloa pallens*) 的結實模式主要由氣候訊號觸發，這些訊號包括溫度差異
- (E) 熱帶植物通常不會出現大結實現象，因為這種現象僅在溫帶地區發生

13. 某生在校園裡觀察秋海棠，此植物具有單性花，且同一花序中有兩種性別的花，如下圖所示。



圖：秋海棠的雌、雄花。上圖是盛花期、下圖則為數天後。
根據此圖，判斷下列敘述何者正確？

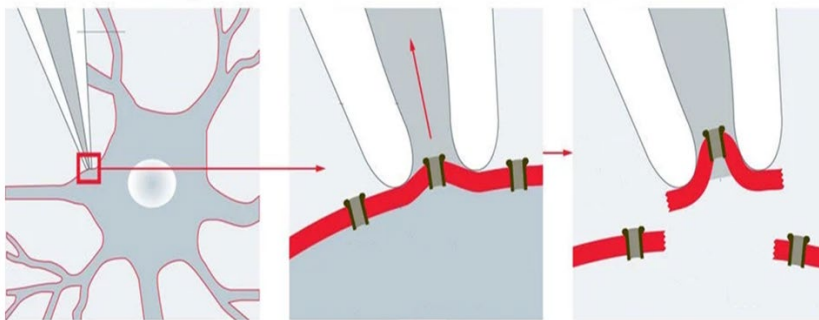
- (A) 圖中右側是雌花、左側是雄花
 - (B) 圖中右側是雄花、左側是雌花
 - (C) 圖中的多瓣花是雌花，其萼片花瓣化
 - (D) 圖中的多瓣花是雄花，其雄蕊花瓣化
 - (E) 此植物有基因突變，且表現在單一性別的花上
14. 植物遭受蟲咬後，受傷處會發生以下哪些變化？
- (A) 細胞壞死
 - (B) 產生木栓細胞
 - (C) 傷口癒合
 - (D) 長出腫瘤
 - (E) 長出蟲癭

15. 小明從大學畢業已近 20 年，同學通知一個月後要開大學同學會，而且舊日情敵也會參加。看著鏡中略顯福泰的中年男子，小明決心最近減重，開始進行生酮飲食（極低醣飲食），以重現當日玉樹臨風的少年郎。一週後，他注意到呼吸有特殊氣味，且尿液檢測呈現酮體(ketones)陽性反應。下列有關酮體的描述何者正確：
- (A) 是脂肪酸(fatty acid)代謝的產物，可由肺臟排出
 - (B) 可以被大腦用作能量來源
 - (C) 是厭氧代謝(anaerobic metabolism) 的副產品
 - (D) 轉化為脂肪酸(fatty acid)並釋放到血液中
 - (E) 可透過糖質新生作用(gluconeogenesis)合成葡萄糖
16. 下列關於 IL-1 對感染或組織損傷的系統性反應之描述哪個(些)正確？
- (A) 引起發燒
 - (B) 增加 IL-2 受體的表現量
 - (C) 刺激發炎反應
 - (D) 肝臟分泌急性期蛋白 (acute-phase protein)
 - (E) 刺激自然殺手細胞
17. 在動物發育過程中，部分調控因子或基因表現扮演很重要的角色，下列敘述何者正確？
- (A) 形態發生素(morphogen)是一種訊息因子，會均勻分佈在形態發生過程中，控制組織發育模式、形態發生或模式形成，是發育生物學的核心過程之一，確定組織內各種特殊細胞類型的位置。
 - (B) 音速小子蛋白(sonic hedgehog protein (SHH)) 是重要的信號傳導因子，主要控制器官形成(organogenesis)包括中樞神經系統、四肢、手指和身體許多其他部位的組織形成
 - (C) 有一群基因稱為同源異型基因(homeotic gene, Hox gene)，可以調控體分節(Segmentation)和附肢(Limb)的形成
 - (D) 骨形態發生蛋白 (bone morphogenetic protein, BMPs) 是一類群的生長因子與硬骨的發育有關，而與軟骨的發育無關
 - (E) T-box 是一群轉錄因子，與眼球的發育有關

18. 多種生物製造或人工合成的神經毒(neurotoxins)，主要是透過直接或間接干擾乙醯膽鹼(acetylcholine, ACh)的功能，來產生毒性效果。下列選項中有關神經毒和其作用機轉的配對，哪些是正確的？

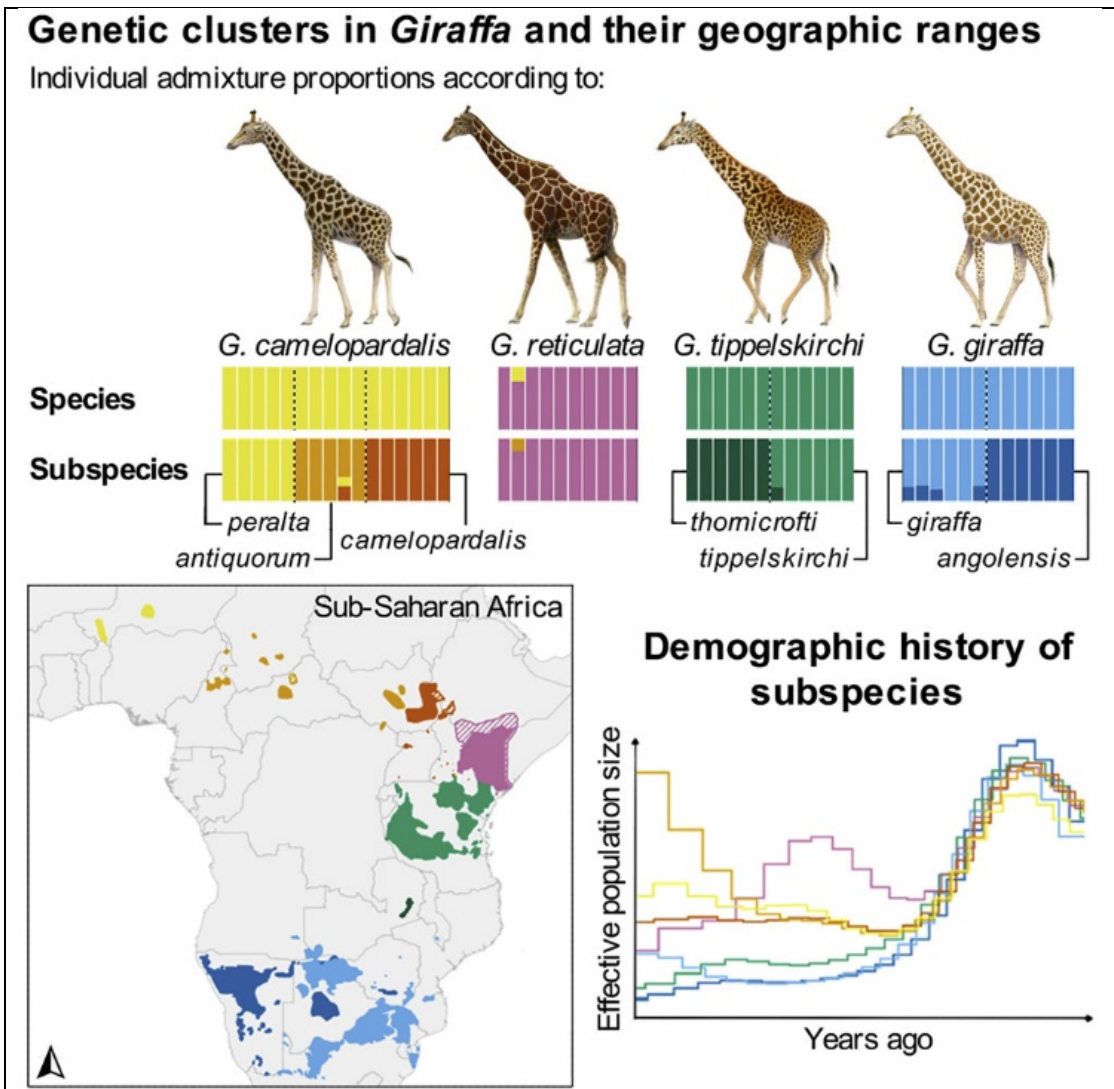
選項	神經毒素名稱	作用機轉
(A)	南美洲箭毒 (tubocurarine)	使得 ACh 被過度分解
(B)	河豚毒素 (tetrodotoxin)	使得 ACh 被過度釋放
(C)	沙林毒氣 (sarin nerve gas)	抑制 ACh 的分解
(D)	破傷風毒素 (tetanus toxin)	阻斷 ACh 和受體結合
(E)	黑寡婦蜘蛛毒素 (latrotoxin)	使得 ACh 被過度釋放

19. 下圖是一種曾獲得諾貝爾生理醫學獎的實驗方法之示意圖，下列有關圖中該實驗方法的描述，哪些是正確的？

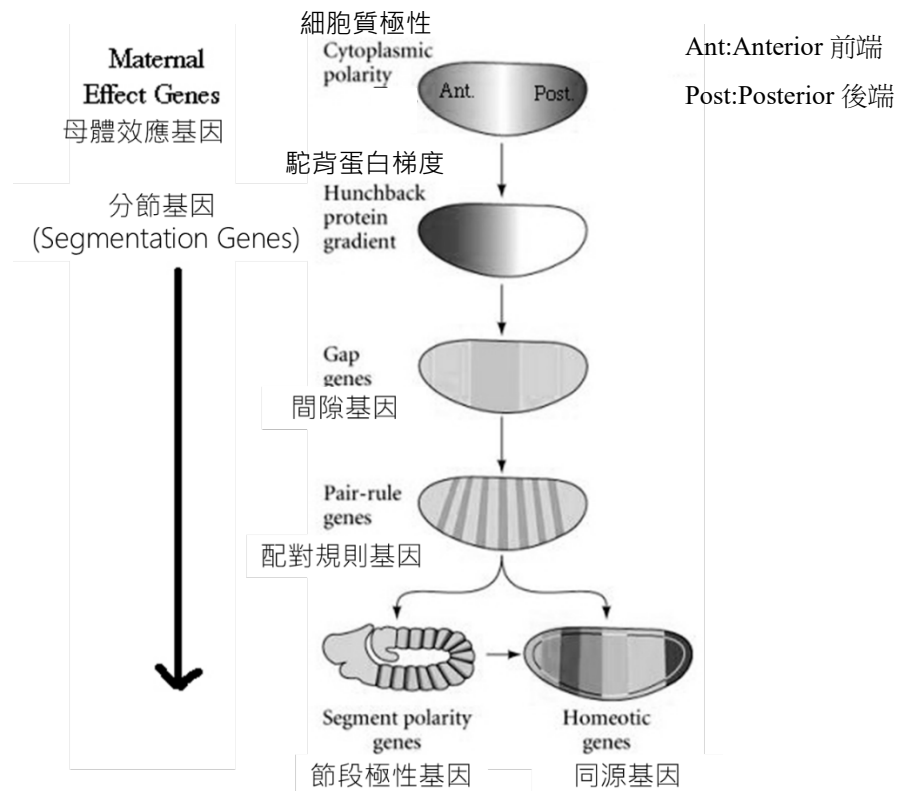


- (A) 胞外紀錄法 (extracellular recording)
 (B) 全細胞紀錄法 (whole cell recording)
 (C) 膜片鉗紀錄法 (patch-clamp recording)
 (D) 內面向外模式紀錄法 (inside-out recording)
 (E) 外面向內模式紀錄法 (outside-in recording)

20. 長頸鹿(*Giraffa*)原本是相當常見的動物，但是由於非洲近年的荒漠化、乾旱、飢荒、戰亂、以及迷信長頸鹿肉可治療愛滋病，所以長頸鹿的生存面臨嚴重的威脅。但是在擬定物種保育方案之前，必須先釐清其分類地位與鑑識方法，才能確立保育單位(*conservation unit*)為何。由於長頸鹿的形態分類在過去十分不穩定，所以科學家使用全基因體資訊重建現生所有長頸鹿的親緣關係，並確認所謂的長頸鹿有四個不同的物種，分別為 *G. camelopardalis* (內含三個亞種)、*G. reticulata*、*G. tippelskirchi* (內含兩個亞種)，以及 *G. giraffa* (內含兩個亞種)。根據本題所附上的圖片，每一個顏色代表的是一個物種以及其下轄的亞種，如果一個亞種中有其他顏色混入，代表的就是亞種間基因滲漏(*introgression*)的程度。左下圖顯示的是所有的種與亞種在非洲大陸的地理分布，而右下圖顯示的是所有亞種的歷史有效族群(*effective population*)的變動歷史。根據這些資訊，請指出以下解讀何者正確？
- (A) 長頸鹿的現生族群未出現在非洲中部，顯示非洲中部的雨林環境不適合長頸鹿生存
 - (B) *G. giraffa* 的兩個亞種分布上的地理屏障可能是由西南非的極端乾燥氣候所塑造的
 - (C) 由於這些長頸鹿的分布看起來都沒有重疊，所以物種形成的過程應該是異域模式(*allopatric speciation*)
 - (D) *G. giraffa* 與其他物種的分布距離很遠，所以 *G. giraffa* 應該歷經了長距離的播遷才抵達非洲南部
 - (E) 所有的長頸鹿的有效族群量都在某一個時期一起增加，這意味著莽原環境在非洲大陸的這些區域是在相當接近的地質年代形成的

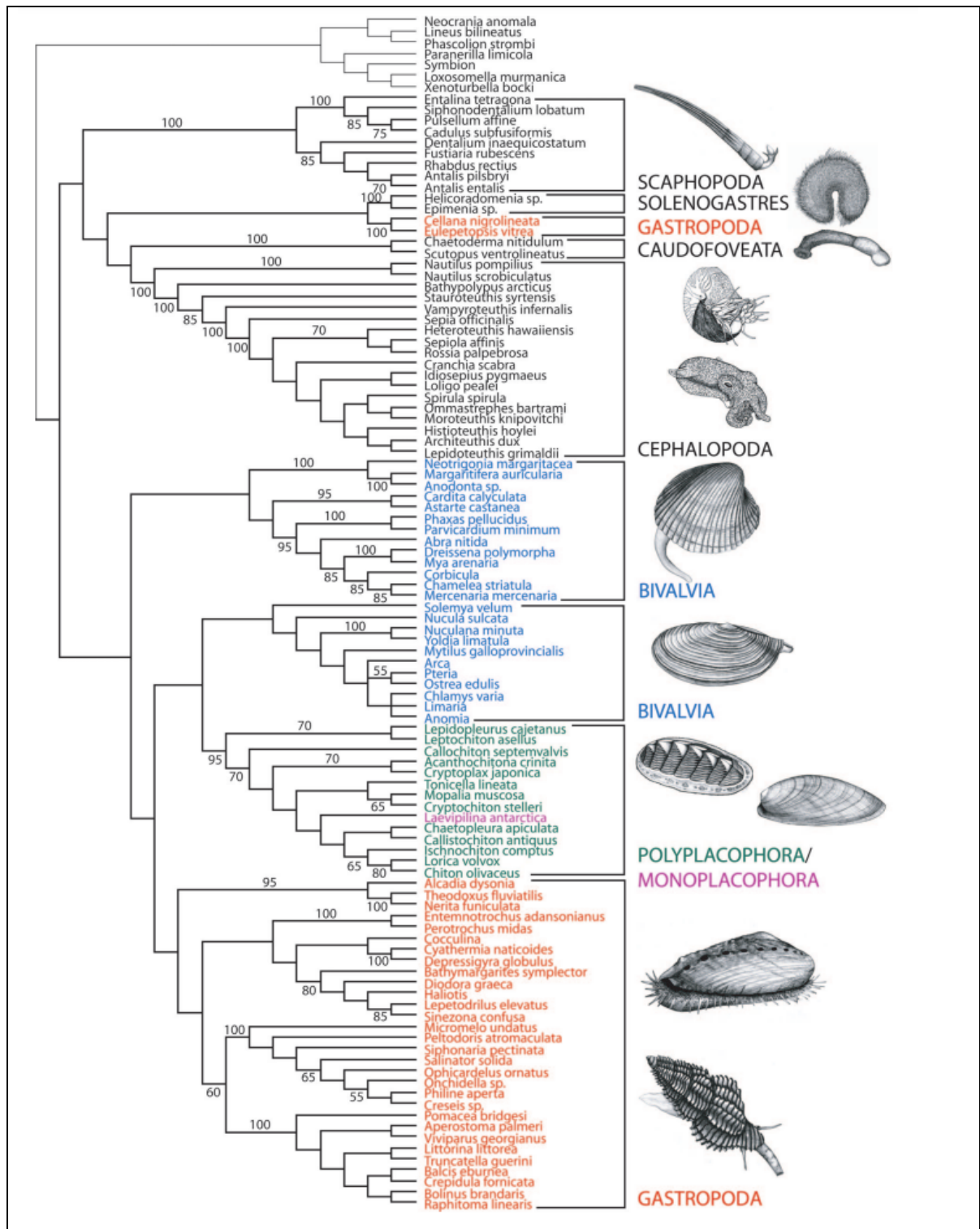


21. 下圖是果蠅在胚胎發育過程中形成前後端和體分節時，不同類型基因表現的上下游的調控關係，關於這些基因下列敘述何者正確？



- (A) Gap genes 定義胚胎中大範圍的區域，進而影響 pair-rule genes 的表現，並影響 Homeotic genes 的表達位置
- (B) Maternal effect genes 直接決定 Homeotic genes 的表現，直接控制身體結構的形成
- (C) Segment polarity genes 可以影響每個節段內的極性和邊界，為 Homeotic genes 的表達提供框架
- (D) Homeotic genes 是 Segmentation genes 的上游調控因子，控制其表達順序
- (E) Homeotic genes 決定每個節段的身分認定，賦予特定結構或器官的形成指令
22. 第 12 頁的圖，這是一個根據五個分子標記所重建的軟體動物親緣關係樹。在這個演化樹中呈現出軟體動物門主要類群之間的親緣關係。演化樹上的數字代表的是該分支群(clade)在折刀法(jackknife)這個統計方法之下的可信度。可信度大於 50 的才標記數字。根據這個演化樹假說，請問以下詮釋何者正確？

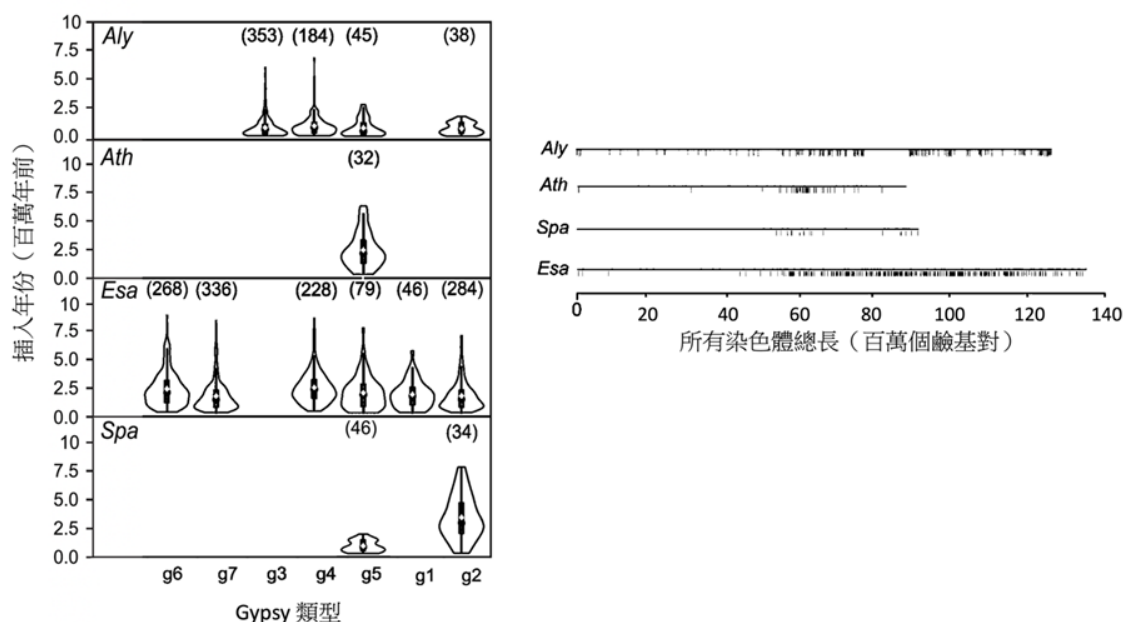
各類群的學名與中文名稱之對照如下：Scaphopoda 掘足綱；Solenogastres 腹溝綱；Gastropoda 腹足綱；Caudofoveata 尾腔綱；Cephalopoda 頭足綱；Bivalvia 雙殼綱；Polyplacophora 多板綱；Monoplacophora 單板綱



根據這個演化樹假說，請問以下詮釋何者正確？

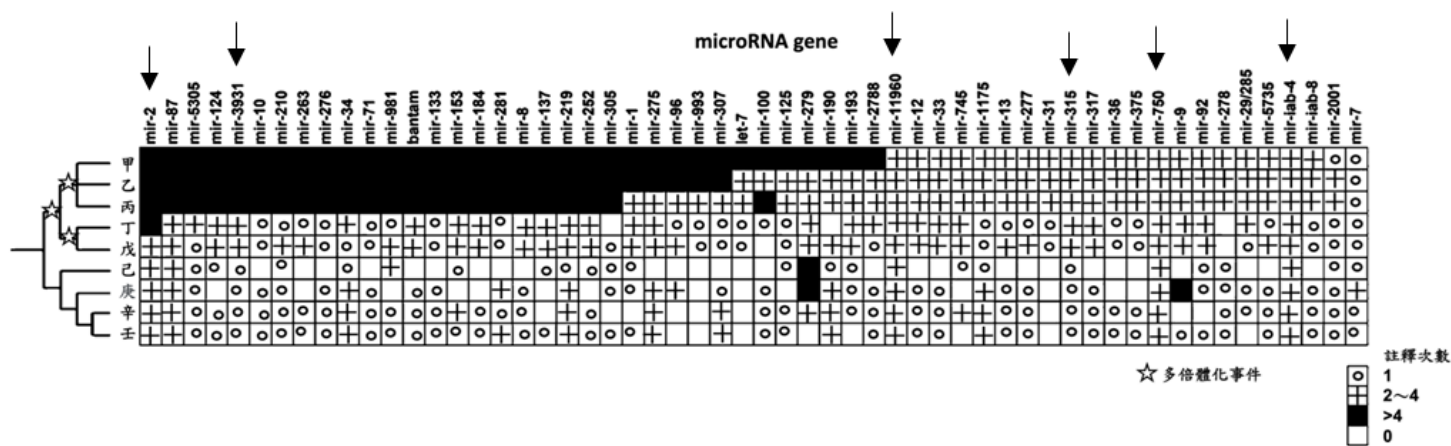
- (A) 由於頭足類的智能最高，所以軟體動物智能的演化趨勢為由高到低
- (B) 單板綱因為具有分節的殼，還有多對鰓，所以曾經被認為是環節動物與軟體動物之間缺失的演化環節(missing link)，這個假說支持了這個觀點
- (C) 雙殼綱和腹足綱在這個假說中都不是單系群(monophyletic group)，但因為基於折刀法的統計支持度很低，所以這兩個綱都不是單系群的結果無法被接受
- (D) 「有殼」在軟體動物是一個共有衍徵(synapomorphy)
- (E) 「視覺」在軟體動物中是一個獨立演化多次的特徵

23. 基因之轉錄受到其上游啟動子(promoter)之調控，下列關於啟動子及基因轉錄之敘述何者正確？
- (A) 啟動子具有與 RNA 聚合酶結合之核心啟動子序列，並能將 RNA 聚合酶導引至該基因轉錄起始點，使其開始將模板股 DNA 轉錄成 RNA
- (B) 真核基因之核心啟動子常具有 TATA 盒序列，其如與組蛋白(histone)結合會阻擋轉錄之啟動
- (C) 原核基因啟動子在-10 位置具有 TATA 盒序列，可與 RNA 聚合酶結合以啟動轉錄作用
- (D) 真核基因另具有近端及遠端啟動子序列，前者是與通用轉錄因子(general transcription factors)結合位點，後者位於更遠端的上游區，主要包含基因轉錄活性之調節元件(regulatory element)
- (E) RNA 聚合酶利用引子序列與啟動子結合啟動 RNA 之轉錄
24. 跳躍子 (transposon) 在植物基因組中佔了很高的比例，對植物基因組的大小和結構影響甚大。學者針對 Aly, Ath, Apa, 及 Esa 等四種演化親緣相近的植物進行研究，其基因組中共有七種類型 (g1-g7) 的 Gypsy 跳躍子，研究結果節錄如圖。左圖顯示 Gypsy 跳躍子在四種植物基因組的數量 (如括號中顯示)，以及插入到該植物基因組的年份。右圖顯示四種植物基因組所有染色體接起後的總長，以及 Gypsy 跳躍子在四種植物染色體上的位置。依據此圖所顯示的研究結果，下列論述何者正確？



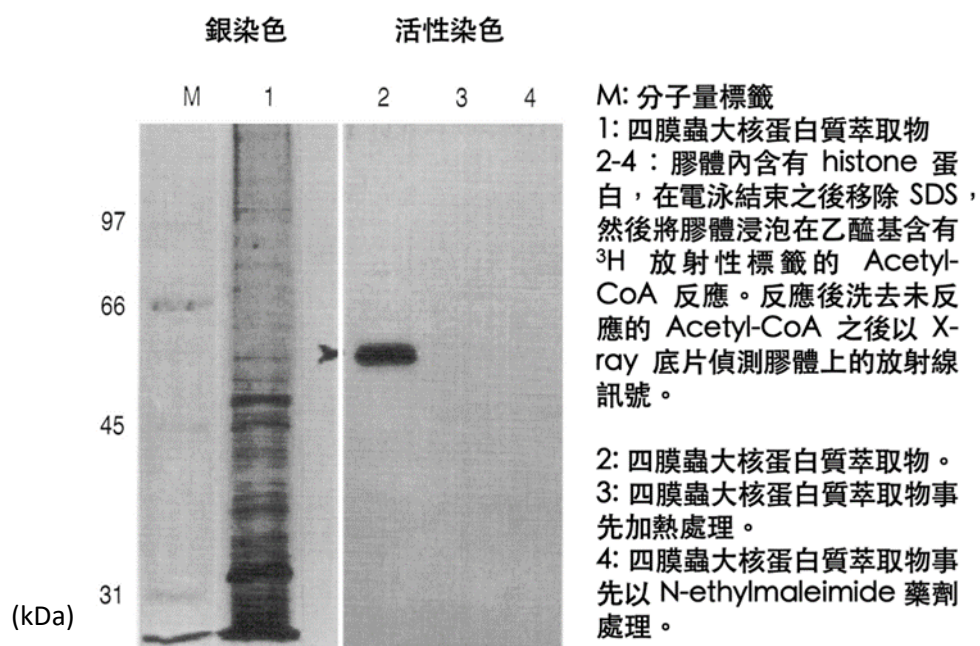
- (A) Gypsy 跳躍子插入的位置均勻分佈於基因組中
- (B) 基因組愈大的物種擁有愈多的 Gypsy 跳躍子數量
- (C) 基因組愈小的物種擁有愈少類型的 Gypsy 跳躍子
- (D) 多數的 Gypsy 跳躍子在近來兩百五十萬年間插入到四種植物的基因組中
- (E) 七種類型中，只有 g2 類型的 Gypsy 跳躍子可以用來了解四種植物的演化親緣關係遠近

25. 調節型 RNA(regulatory RNA)的哪些特點使其很適合在生物細胞內調控基因之表現？
- (A) 單股序列能進行鹼基互補配對
- (B) 具有股內互補序列可產生多樣化結構，使其能結合代謝中間物或蛋白質
- (C) 具有核糖核酸酶(ribozyme)活性，能直接切割特定 RNA 序列
- (D) 具有與核酸酶(nuclease)結合的特性
- (E) 具有核定位(nuclear localization)序列，能幫助 RNA 聚合酶進入細胞核
26. 美國生物學家安布羅斯 (Victor Ambros) 及魯夫昆 (Gary Ruvkun) 因發現了微核糖核酸 (microRNA)，以及其在基因調控中的作用，故榮獲 2024 年諾貝爾生醫獎。微核糖核酸及其基因可應用於了解物種演化、基因調控、疾病發生與進展、細胞週期與分化之調控、及細胞凋亡過程。X 研究團隊針對甲～壬等九個已知倍體數的節肢動物物種進行全基因組定序 (whole genome sequencing) 及全轉錄組定序 (RNA sequencing)，並進行基因組註釋 (genome annotation；將基因組上各基因的位置標註出來)，研究結果共註釋了約 40,000 個基因，含 56 類微核糖核酸基因，下圖顯示以該九個物種所有蛋白質編碼基因 (protein-coding gene) 之蛋白質序列所重建的親緣演化關係樹，以及 56 類微核糖核酸基因在各物種基因組中被註釋的次數。關於微核糖核酸，下列論述何者正確？



- (A) 微核糖核酸成熟體 (mature microRNA) 的結構由 20 至 24 個核苷酸所組成
- (B) 多倍體化事件中，約有 1/4 的微核糖核酸基因也被多倍化
- (C) mir-750, mir-11960, 及 mir-iab-4 所調控的蛋白質編碼基因對生物體的生存最重要
- (D) mir-2, mir-315, 及 mir-3931 為多倍體化事件所新產生的基因
- (E) 微核糖核酸成熟體結構為有莖環 (stem-loop) 的單股核糖核酸，以莖環結構辨識其所調節基因的去氧核糖核酸序列

27. 染色體上的組蛋白 (histone) 會受到組蛋白乙醯轉移酶 (histone acetyl-transferase, 簡稱 HAT) 作用, 獲得乙醯輔酶 A (acetyl-CoA) 上的乙醯基。這種轉譯後修飾作用, 會使得組蛋白的正電荷降低, 影響染色體的結構與相關基因的表現, 是基因調控的重要機轉之一。科學家很早就注意到組蛋白具有乙醯化的現象, 尤其是一種單細胞原生生物四膜蟲 (*Tetrahymena*) 的組蛋白具有高度的乙醯化。但是卻一直沒有鑒定出 HAT 蛋白, 以致對研究組蛋白調節機制的研究受到阻礙。一直到 1996 年 James E. Brownell 在 C. David Allis 的指導下, 以創新的 SDS-PAGE 膠體電泳搭配 HAT 活性染色法, 成功鑒定出四膜蟲的 HAT, 從此讓科學家更了解組蛋白乙醯化修飾的機轉。下圖是當時的實驗結果以及各組樣品的處理方式, 請依據結果找出下列選項中的正確答案?



- (A) 銀染色呈現了四膜蟲大核中的所有蛋白質, 其中含量最高的是組蛋白
- (B) 在進行活性染色之前, 必須先將 SDS 移除, 否則會因為蛋白質變性而無法呈現酵素活性
- (C) 樣品 3 與 4 沒有訊號是因為酵素受到熱與化學藥劑處理後被分解了
- (D) 樣品 2 放射線訊號的位置與樣品 1 比較後就可以知道 HAT 的位置
- (E) 活性染色的膠片中組蛋白也會跟 HAT 一起泳動

28. 固氮作用，是生物體將大氣中的氮氣 (N_2) 轉化為植物可利用的氨 (NH_3) 的過程。這一過程這對於植物製造蛋白質及其他必需分子至關重要。但是過去固氮作用主要由來自細菌或古菌的固氮酶 (**nitrogenase**) 進行，真核細胞未曾發現具有固氮的能力。在 2024 年的時候，科學家首次證實在一些海洋藻類細胞內有一種稱為硝質體 (**nitroplast**) 的胞器，可以在真核細胞中進行固氮作用。科學家推測硝質體可能是來自一個藻類共生的藍綠菌，在進行「內共生演化」之後，成為一個專門用來固氮的胞器。以下何者關於硝質體的描述是正確的？
- (A) 在內共生演化的過程中，藍綠菌的部分基因會轉移到宿主染色體中
 - (B) 硝質體跟葉綠體是一起被藻類吸收進行內共生演化
 - (C) 固氮作用是一個氧化的反應
 - (D) 硝質體可以自行提供進行固氮作用所需的能量
 - (E) 硝質體跟葉綠體一樣都有多層膜
29. 當一個湖泊中的魚群密度變高時，下列現象中哪些可能是密度依變因子的作用？
- (A) 水體中溶氧量下降，導致魚類死亡率上升
 - (B) 捕食性鳥類數量增加，捕食壓力加劇
 - (C) 水溫升高，魚類生存率降低
 - (D) 突發性毒素污染導致魚群大量死亡
 - (E) 寄生蟲傳播速度加快，感染率增加
30. 依據麥克阿瑟與威爾遜的島嶼生物地理學理論，下列哪些因素會影響島嶼上的物種數？
- (A) 島嶼面積大小
 - (B) 島嶼與大陸的距離
 - (C) 島嶼上的競爭強度
 - (D) 島嶼上食物鏈的長度
 - (E) 島嶼的物種種化速度
31. 近年來地球平均溫度逐漸升高，下列哪些短期或長期發生的事件是造成地球整體溫度升高的可能原因之一？
- (A) 石化燃料大量使用
 - (B) 大氣中二氧化碳濃度大幅增加
 - (C) 空氣汙染程度逐漸減輕
 - (D) 冰層融化導致更多的地表露出
 - (E) 反聖嬰現象(La Niña)

32. 紀錄發現某地區某一物種單位時間內族群變動狀態(dN/dt)可用下列方程式表示，其中 r 為族群增長率(per capita growth rate)， N 為族群數量， K 為一地區能夠維持個體數的負荷量(carrying capacity)。根據此族群成長模式，下列哪些敘述正確？

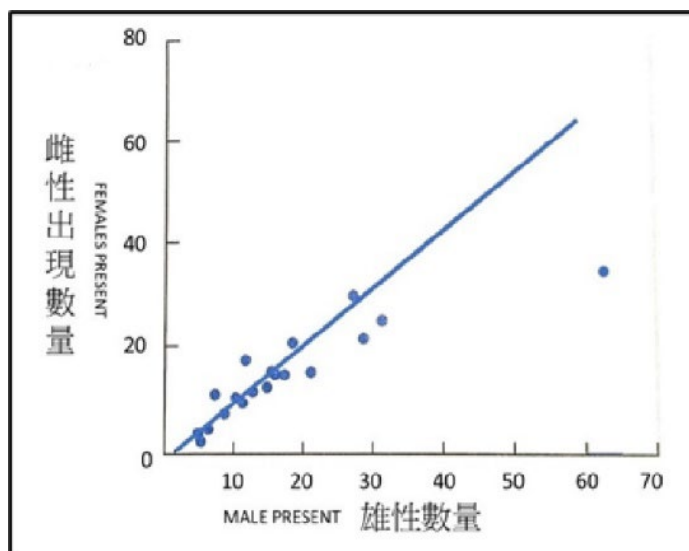
$$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

- (A) 當族群數量大時，由於能夠生殖的個體較多，因此族群成長速度較快
 - (B) 族群成長速度會隨著族群數量變大而減緩
 - (C) 有些時候可觀察到族群數量超過負荷量(K)
 - (D) 多數大型哺乳類動物種類符合此種族群成長模式
 - (E) 此類族群成長曲線，稱作 J 型成長曲線
33. 解釋鳥類為何具有長尾羽，已知有 4 個假說，分別為性擇，增進流體力學，棲立平衡及反制天敵。性擇假說最為普遍，這是指雄性個體的長尾羽係經由雌性的偏好，經過歷代的篩選而逐漸變長。增進流體力學假說為促進鳥類飛行的表現，呈現外側叉狀的長尾羽較扇形的尾羽有更高的飄浮能力，有利於飛行。棲立平衡假說為長尾羽有利於鳥類保持在棲枝上站立的平衡，尤其是鳥種覓食常站在不穩定的介質上(如枝葉)。反制天敵假說認為具有長尾羽的個體，藉著長尾羽的擺動可以更有效地傳遞能夠躲避天敵的能力，降低天敵追捕的動機。試問下列敘述何者正確？
- (A) 預期反制天敵的假說較有可能在熱帶雨林的環境中被證實
 - (B) 長尾羽增進流體力學假說出現在候鳥的機會大於留鳥
 - (C) 長尾雄性能藉摩擦尾羽產生機械聲來吸引雌性，但所產生的音頻，有時不一定是尾最長者的吸引力最大。故長尾羽不是性擇所產生的結果
 - (D) 棲立平衡假說較可能出現在覓食種子的小型草原型鳥類
 - (E) 已知某種啄木鳥雌性尾羽較雄性尾羽長，有利於其對較小棲枝的利用，這應是性擇的結果
34. 銀合歡在 17 世紀由荷蘭人引入台灣，但一開始族群量並不大，直到 1980 年代之後，才在台灣及離島地區快速擴張，成為台灣最嚴重的入侵植物之一。許多因素都會影響外來植物能否成為入侵植物，下列敘述何者正確？
- (A) 棲地破碎化導致外來植物的種群分佈較為分散，不利於其大規模擴張
 - (B) 在某些情況下，氣候變遷和棲地破壞的交互作用可能抑制外來植物的生長，延長其潛伏期
 - (C) 在新的環境中，外來植物的開花、結果物候期會發生改變，加速其成為入侵植物
 - (D) 頻繁的人為活動為自然環境帶來干擾，反而會抑制外來植物族群的成長
 - (E) 極端氣候事件會改變原生植被的組成與結構，為外來植物入侵創造機會

35. 動物求偶展示場(lek)婚配系統係指雄性個體在求偶季集中利用一塊場域，每個雄性彼此競爭控制一個非常小的區域用來展示。此場域不含任何對繁殖有利的各種資源，只是提供雌性個體前來選擇雄性對象。雄性個體僅有少數能繁殖成功。其交配的雌性個體則極為平均且廣佈。此現象有下列三種不同的假說來解釋：

- (1) 熱區(Hotspot)假說：雄性集中在一起的場域是求偶雌性在尋找配偶時必經的路線或區域。
- (2) 熱門個體(Hotshot)假說：一些具有高吸引力的優勢雄性吸引了大多數雌性，其他雄性會集中在這些優勢雄性旁，而間接增加與雌性交配的機會，因而形成展示場。
- (3) 雌性偏好(Female preference)假說：表示雄性所以集中主要來自雌性的偏好，因有大群集中的雄性存在，雌性可在更快更安全的情況下來選取品質較好的雄性。

非洲烏干達水羚屬於利用求偶場來求偶的物種。在繁殖季時，來自各地區的不同個體會形成許多不同的展示場，各吸引不同大小的雌雄群體。根據下圖顯示多個群體的雌雄數量，圖中每個圓點代表一個展示場的數據，試問下列敘述何者錯誤？



- (A) 此數據支持熱門個體假說
- (B) 要符合雌性偏好假說，則雄性數量為應變數，雌性數量為自變數
- (C) 此數據支持雌性偏好假說
- (D) 此數據顯示，這 19 個求偶族群雌雄個體總數近千，雌性個體少於雄性個體
- (E) 此一婚配系統有利於雌雄個體優良基因的傳承

36. 武威山烏皮茶，又稱為烏威山茶，1931 年由佐佐木舜一發表後，就一直沒有其他相關文獻紀錄，曾經一度以為這個樹種已經滅絕，直到 2003 年才又被植物學者重新發現。武威山烏皮茶在台灣植物學研究史上消失了超過 70 年，主要是因為台灣過去低海拔淺山的大量人為開發，加上原本可能相對狹隘的分布所造成。棲地的破壞被認為是造成生物多樣性流失最重要的原因，以下敘述何者正確？

- (A) 伴隨棲地破碎化而產生的邊緣效應，會提高部分物種滅絕的風險，但可能也具有提高物種多樣性的功效
- (B) 棲地破壞會導致生態系功能下降，如水質淨化、土壤保持等功能減弱
- (C) 棲地破壞常伴隨外來種入侵，外來種雖會影響原生種生長，但對物種歧異度的影響不大
- (D) 氣候變遷與棲地破壞具有協同作用，加劇了生物多樣性喪失的速度和程度
- (E) 人為介入棲地復育會破壞自然演替的過程，棲地復育應著重於自然恢復，避免人為干預

二、填充題：請作答於答案卷

第 1~2 題

- 每題包含 4 個子項，需逐一判定為「正確 (T)」或「錯誤 (F)」。
 - 答案標註方式：以 **T 或 F 作答**，明確表示答案。
 - 計分方式：答對 4 個子項得 2 分。答對 3 個子項得 1 分。答對 2 個子項得 0.5 分。答對 1 個或 0 個子項得 0 分。
1. 氧化壓力學說 (Oxidative stress theory) 指出，細胞在正常運作時會產生活性氧化物 ((Reactive Oxygen Species, ROS) 的小分子。這些分子如果累積太多，就會傷害細胞內的重要成分，例如 DNA 和蛋白質，從而導致細胞衰老甚至死亡。細胞本身有一套「抗氧化防禦系統」來清除 ROS，但這套系統會隨著年齡增加而衰減。此外，像紫外線這類的環境因素也會增加 ROS 的生成，讓細胞受損更快。

科學家設計了一個實驗來研究 ROS 對細胞健康的影響。他們將同一種細胞分成以下三組，觀察細胞的生存情況：

- [1]. 對照組：細胞保持在正常環境中，不額外增加 ROS，也不提供抗氧化劑。
- [2]. 處理組 A：用紫外線照射細胞，增加 ROS 的生成。
- [3]. 處理組 B：同時用紫外線照射細胞，並添加抗氧化劑來清除多餘的 ROS。

觀察結果發現，對照組：細胞生長良好，處理組 A：細胞生長減緩甚至死亡，處理組 B：細胞生長雷同對照組。請根據實驗設計回答以下問題，敘述正確 (T) 或錯誤 (F)。

- (A) ROS 會對細胞造成損傷
- (B) 抗氧化劑可以減少 ROS 對細胞的影響
- (C) 紫外線不會增加 ROS 的生成
- (D) 細胞的抗氧化防禦系統在沒有外界幫助下無法完全抵抗紫外線的影響

選項	T/F
(A)	
(B)	
(C)	
(D)	

2. 阿寶設計了一項關於跨膜運輸的實驗來研究不同運輸方式的特點。她將細胞暴露在以下條件中，觀察 X 分子進入細胞的情況：

- [1]. 條件 1 (對照組)：細胞在正常環境下，無任何干預，測量 X 進入的速率
- [2]. 條件 2：在培養基中加入一種特定的通道蛋白抑制劑，觀察 X 進入速率是否改變
- [3]. 條件 3：使用 ATP 合成抑制劑處理細胞，觀察 X 的進入速率是否受影響
- [4]. 條件 4：改變 X 的濃度梯度，測量 X 進入速率的變化

請根據實驗設計回答以下問題，敘述正確 (T) 或錯誤 (F)。

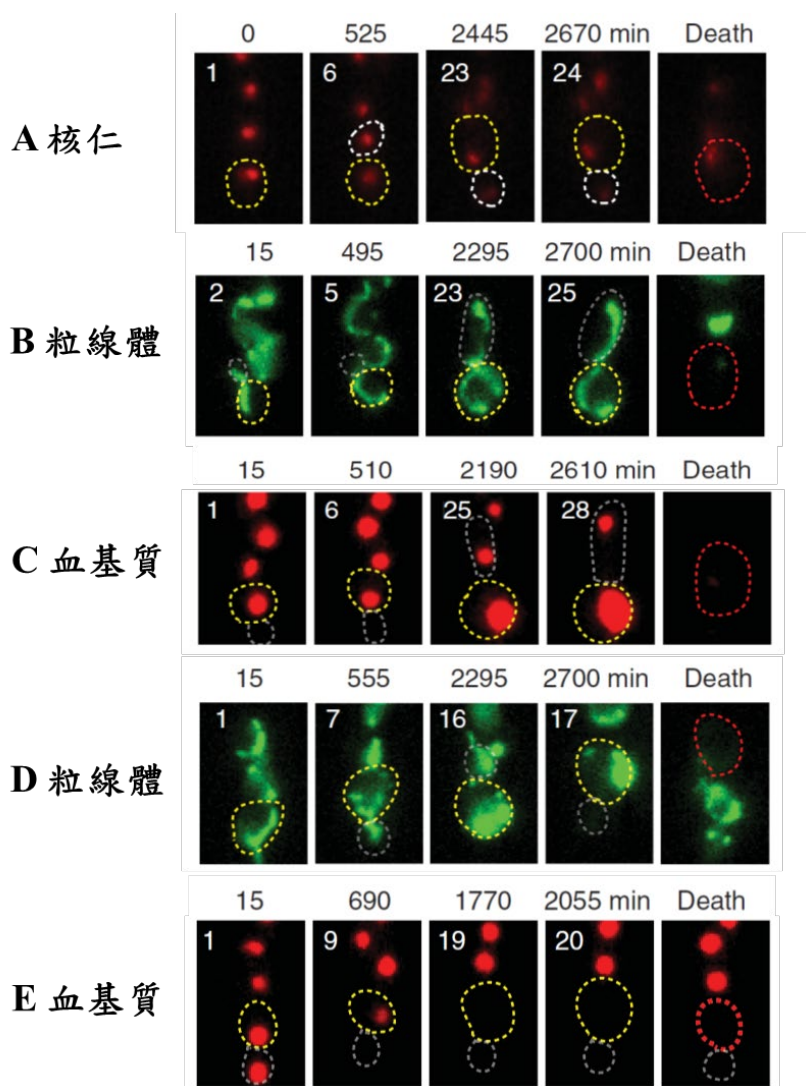
- (A) 條件 1 為簡單擴散，其速率受濃度梯度影響，但不需要能量或蛋白協助
- (B) 條件 2 為促進型擴散，其需要 ATP 提供能量來通過細胞膜
- (C) 條件 3 為主動運輸，其速率不會受到 ATP 合成抑制劑的影響
- (D) 條件 4 為基團轉移，是一種特殊的主動運輸方式，運輸過程中物質會被化學修飾

選項	T/F
(A)	
(B)	
(C)	
(D)	

請作答於答案卷

第 3~4 題組

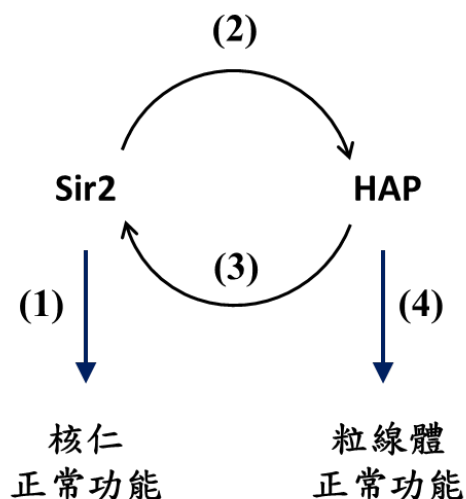
3. 細胞老化過程中，許多胞器都會發生變化，包括功能的下降和形態的改變。一篇以出芽酵母菌為材料的研究報告針對核仁和粒線體的變化與老化的關係進行探討。在正常細胞中，核仁的 rDNA 區域的通常受到 Sir2 蛋白的抑制，不會過度表現，但在一類老化細胞中，Sir2 的抑制效應降低，核仁會增大和碎裂，這類細胞歸為第 1 類老化 (Mode 1)。粒線體在細胞中需依賴血基質 (heme) 和血基質活化蛋白(HAP)複合體才能維持正常的功能，Hap4 則是 HAP 的主要成分蛋白，在另一類老化細胞中，血基質的量和 HAP 活性都會下降，粒線體發生聚集現象 (aggregation)，這一類細胞歸為第 2 類老化 (Mode 2)。有趣的是 Mode 1 老化細胞的核仁受損，但粒線體維持正常，而 Mode 2 老化細胞的粒線體受損，但核仁維持正常。以下 5 個螢光圖 (A~E) 是以 5 個細胞為例，各別針對核仁或粒線體形態，或血基質的量在老化過程中變化的觀察結果：觀察標的標示在各圖左側，紅色螢光顯示核仁 (圖 A) 或血基質 (圖 C、E)，綠色螢光顯示粒線體 (圖 B、D)。老化過程的觀察時間點標示在各圖上方；各圖中的母細胞、子細胞和最後死亡的母細胞分別以黃色、灰色和紅色虛線標示細胞範圍；各小圖左上角的數字表示母細胞在當時的出芽次數。依據以上資訊，推定螢光圖 A~E 分別對應 Mode 1 或 Mode 2？ (全對才給分)



依據以上資訊，推定螢光圖 A~E 分別對應 Mode 1 或 Mode 2？（全對才給分）

A：_____ B：_____ C：_____ D：_____ E：_____

4. 承上題，在野生型（正常型，wild type）細胞中，經由 Mode 1 老化死亡和經由 Mode 2 老化死亡的細胞比例各占一半。但在 *sir2* 基因剔除或 *HAP4* 基因過量表現的細胞中，Mode 1 的比例顯著增加；而在 *hap4* 基因剔除或是 *SIR2* 基因過量表現的細胞中，則 Mode 2 的比例顯著增加。由此可以推論 Sir2、HAP、核仁和粒線體之間透過微妙的交互作用決定了細胞維持正常功能和老化死亡的過程。若以下圖呈現這些交互作用時，根據上述實驗結果，推定圖中 (1)、(2)、(3)、(4) 的效應分別為何？請以「+」或「-」回答，「+」代表促進或維持；「-」表示抑制或移除。（全對才給分）



(1)：_____ (2)：_____ (3)：_____ (4)：_____

請作答於答案卷