

2023 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 1~34 題，共 34 題，每題 2 分，合計 68 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. 配合題：第 1~3 題，共 3 題，合計 12 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 17 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。

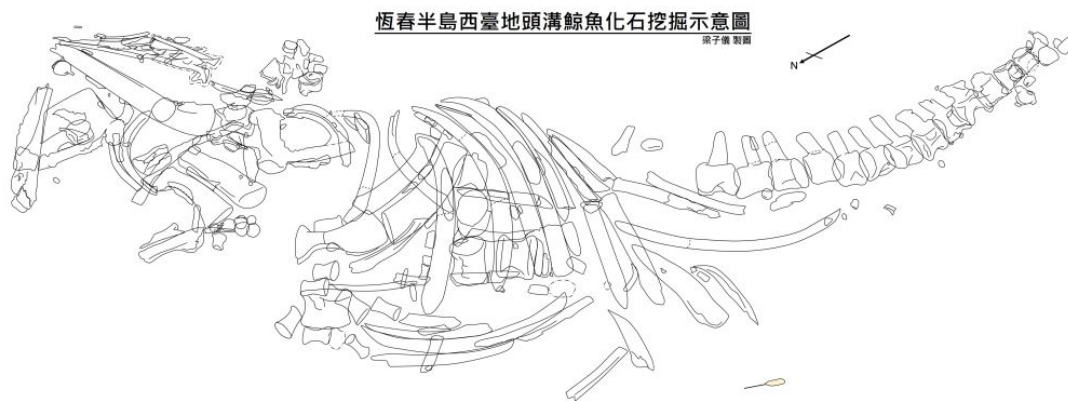
一、多重選擇題：

1. 有關 IgG4 的敘述，何者正確？
 - (A) 兩個 IgG4 分子間可以進行重鏈交換
 - (B) 兩個 IgG4 分子可以以 J 鏈形成二聚體(dimer)
 - (C) 血清中的正常濃度比 IgG1、IgG2 低，但比 IgG3 高
 - (D) 可有效活化古典補體路徑(classical complement pathway)
 - (E) 可引起肥大細胞(mast cell)所含顆粒的釋放(degranulation)
2. 大丹以雙眼複式光學顯微鏡觀察草履蟲並做記錄及判斷，下列何者正確？
 - (A) 具有伸縮泡，可排除體內過多水分
 - (B) 細胞中含有綠色顆粒狀構造，應為葉綠體
 - (C) 細胞大小約為 400~700 μm ，加入 3%食鹽水後會變小
 - (D) 用亞甲藍液染色後可以看到細胞核，判斷應為真核細胞生物
 - (E) 用最高倍率觀察可見到細胞質內膜狀構造上有許多顆粒性物質附著，判斷應為顆粒內質網
3. 下列何種分子的結構中具有「血基質」(heme)官能基？
 - (A) 觸酶 (catalase)
 - (B) 肌紅素 (myoglobin)
 - (C) 葉綠素 (chlorophyll)
 - (D) 血紅素 (hemoglobin)
 - (E) 細胞色素 (cytochromes)
4. 下列何者可出現在真核細胞與原核細胞中？
 - (A) 16S RNA
 - (B) 內插子 (intron)
 - (C) 核糖體 (ribosome)
 - (D) ATP 合成酶 (ATP synthase)
 - (E) DNA 聚合酶 (DNA polymerase)
5. 醫生診斷顯示，阿芬在第一心音和第二心音之間有心臟雜音，請問下列那些選項並非是造成阿芬症狀的病因。
 - (A) 半月瓣功能不全或房室瓣狹窄
 - (B) 房室瓣關閉不全或半月瓣狹窄
 - (C) 心臟衰竭
 - (D) 房室結傳導阻滯
 - (E) 竇房結傳導阻滯

6. 請問下列敘述何者正確？

- (A) 腦垂體前葉分泌的生長激素對蛋白質代謝的影響與胰島素相似，但其對碳水化合物和脂質代謝的影響與皮質醇相似
- (B) 低血糖時，刺激交感神經活動和腎上腺素分泌以應對的化學感受器位於頸動脈和主動脈體中
- (C) 在處於壓力狀況下，血漿中皮質醇濃度會升高以刺激肌肉蛋白質的分解代謝和肝臟中 α -酮酸轉化為葡萄糖
- (D) 運動時會導致胰島素分泌量增加，促使肌肉細胞對葡萄糖的攝取量增加
- (E) 運動時，骨骼肌細胞可以刺激不受胰島素控制 (insulin independent) 的葡萄糖轉運蛋白表現，因此運動可有效協助第二型糖尿病患者控制血糖

第 7~8 題為題組



『今年 5 月，國立自然科學博物館地質學組的助理研究員楊子睿與團隊一同在恆春的頭溝河谷中發現了一具臺灣目前保存得最完整的大型鯨魚化石。根據鯨魚的下頷骨化石，團隊推估牠的真實大小約有 18 公尺長，生存在約 10 萬年前；從肩胛骨則推論牠可能是一隻小的藍鯨，或是青少年時期的大翅鯨。』（引用自科學月刊 637 期內文）

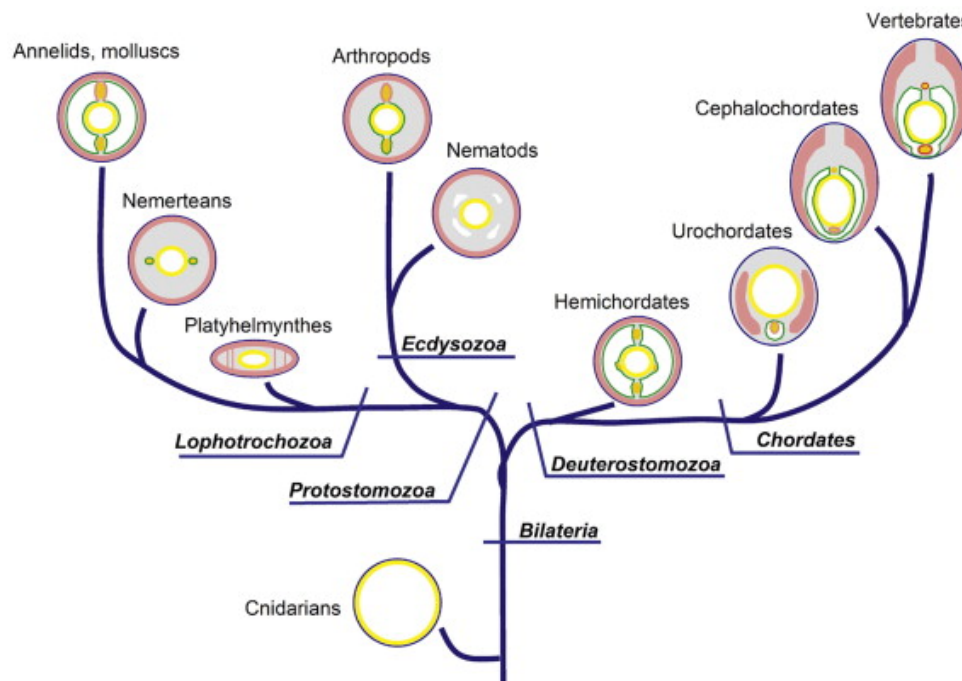
7. 根據上述科學月刊的圖片和報導內文，請問下列關於該鯨魚化石的敘述何者正確？

- (A) 下頷骨上可見鯨鬚板的附著位置
- (B) 脊椎骨上的垂直骨板可深入背鰭鰭面
- (C) 肩胛骨與肋骨間的關節保存大致良好
- (D) 由牙齒特化而成的鯨鬚板也許已成碎片
- (E) 骨盆也許還有機會存在

8. 下列關於鯨魚的敘述何者正確？

- (A) 親緣最接近的現生類群為河馬
- (B) 鬚鯨由現生齒鯨的其中一支演化而來
- (C) 齒鯨頭骨經常具有不對稱的特徵
- (D) 噴氣孔由頂骨與枕骨圍繞
- (E) 胸鰭內的掌骨指骨均並未癒合

9. 下圖為各種體腔型式在這類動物之間的演化關係。黃色圈圈代表是消化道，粉紅色代表的是中胚層(mesoderm)、未填充處為體腔(coelom)。請判斷以下解讀何者合理？



- (A) 真體腔(coelomate)狀態在兩側對稱動物(bilateria)中獨立演化多次
 (B) 在蛻皮動物(Ecdysozoa)中，假體腔比真體腔的起源更早
 (C) 在觸手冠動物(Lophotrochozoa)中，無體腔狀態為假體腔狀態退化而來
 (D) 在後口動物(Deuterostomoza)中，真體腔為祖徵
 (E) 兩側對稱動物體腔的演化趨勢為無體腔→假體腔→真體腔
10. 下列關於血管加壓素(Arginine Vasopressin, AVP)的敘述，下列何者正確？
 (A) 其製造與腎素(renin)有直接關係
 (B) 促進遠曲小管及集尿管對水分的再吸收
 (C) 在腎臟抗利尿的作用與第二型水通道有關
 (D) 促進周邊血管平滑肌收縮
 (E) 血液滲透壓上升會導致下視丘分泌 AVP
11. 下列關於腎元以及物質的再吸收之描述何者正確？
 (A) 葡萄糖主要在近曲小管被再吸收
 (B) 正常情況之下腎絲球濾過液有 99%會被再吸收，只有 1%形成尿液排出體外
 (C) 菊糖(inulin)可用來測量腎絲球過濾率
 (D) 當腎絲球過濾率異常而降低時，會導致尿液中肌酸酐濃度上升
 (E) 入球動脈流入腎小球(glomerulus)過濾之後大部分的血液會匯集再經由出球靜脈流出

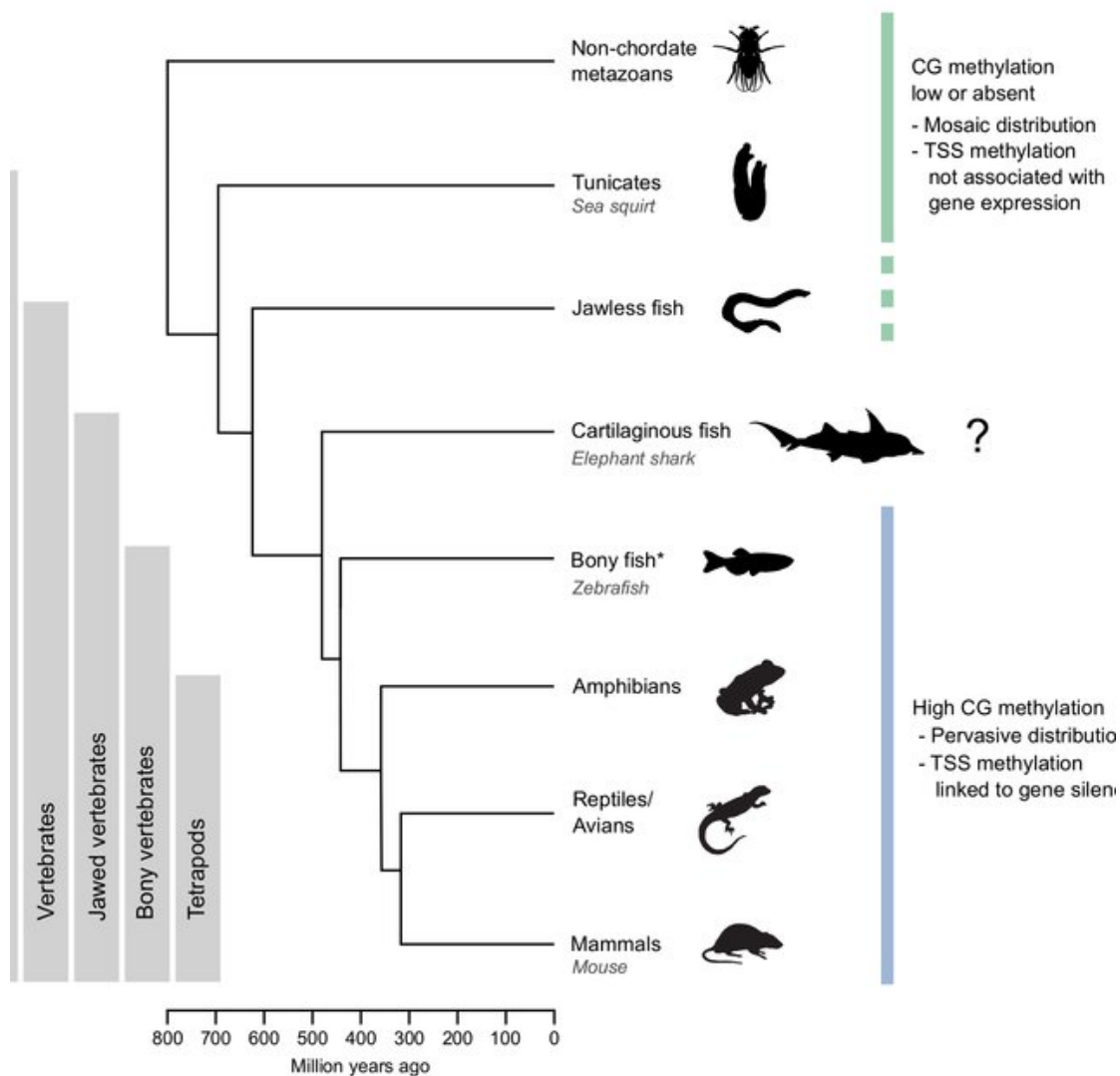
12. 此圖為數種動物彼此之間的親緣關係，若科學家打算研究這些動物的基因體與功能，請問以下哪些動物與其研究議題的配對是合理的？

Vertebrates—脊椎動物

Jawed vertebrates—有頷脊椎動物

Bony vertebrates—硬骨脊椎動物

Tetrapods—四足類



- (A) 老鼠適合研究藥物成癮
 (B) 象鯊(elephant shark)適合研究上下頷的發育
 (C) 無頷類(jawless fish)適合研究四肢的起源
 (D) 海鞘(tunicates)適合研究頭部的起源
 (E) 果蠅適合研究肢體(limb)再生的起源

第 13~14 題為題組

阿拉伯芥和番茄被粉蝨(*Bemisia tabaci*)吸食後，會引發茉莉酸(JA)介導的 JA 拮抗劑水楊酸(SA)來進行防禦信號通路，達到植物防禦的目的。粉蝨的唾液含有鐵蛋白 BtFer1，它是一種效應蛋白，表現出 Fe^{2+} 結合能力和亞鐵氧化酶活性。植物學家 Qi Su 等人(2019)，認為可能在粉蝨吸食期間的分泌液所含有的 BtFer1，可能會抑制了阿拉伯芥和番茄中雙氧水(H_2O_2)產生的氧化反應，降低了 ROS 的傷害。他們因而以番茄植株與粉蝨為材料，將粉蝨的處理分成靜默 BtFer1 的基因表達(*dsBtFer1*)組、靜默外加綠螢光基因的表達組(*dsEGFP*)及對照的控制組(Con)，進行了一系列粉蝨(whitefly)吸食番茄植株的存活實驗，與番茄植株被粉蝨吸食後的防禦基因表現。

實驗結果如甲~己圖：

(甲圖)為粉蝨存活率(Survival rate)，其中左圖為粉蝨吸食番茄植株實驗，右圖為粉蝨餵食人工飼料實驗。

乙~己圖是番茄植株遭粉蝨吸食後的反應，這些實驗增加了未經任何基因靜默的粉蝨(whitefly)處理組。

(乙圖)雙氧水(H_2O_2)的產生量。

(丙圖)胍氈質(Callose)含量與蛋白酶抑制物(Proteinase inhibitor, PI)活性。

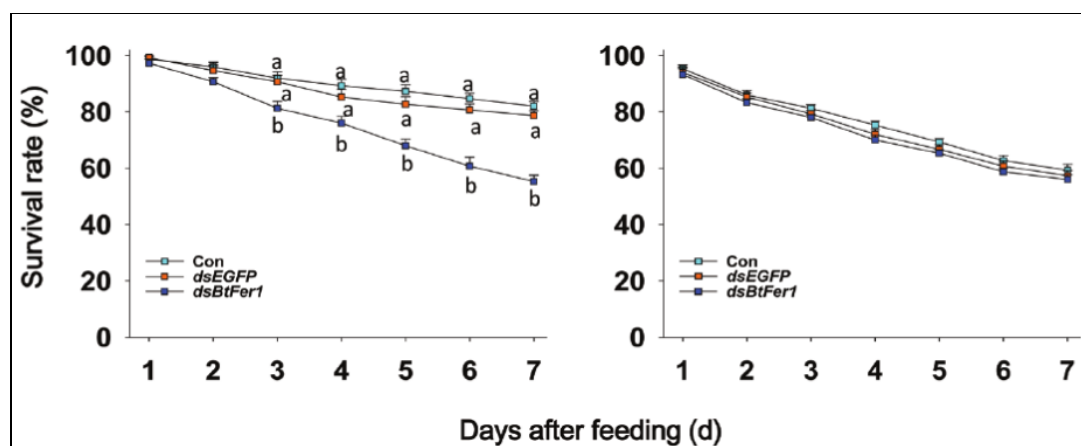
(丁圖)胍氈質合成基因(*CalS11-like*, *CalS12-like*)、水解基因(*Cell*, *Cel2*)相對表現量(Relative expression level)與蛋白酶抑制物合成基因(*PI-Ic*, *PI-IIc*)表現量。

(戊圖)SA 標誌基因(marker gene)表現量：包括 *ICS*, *PAL*, *PR-1a*。

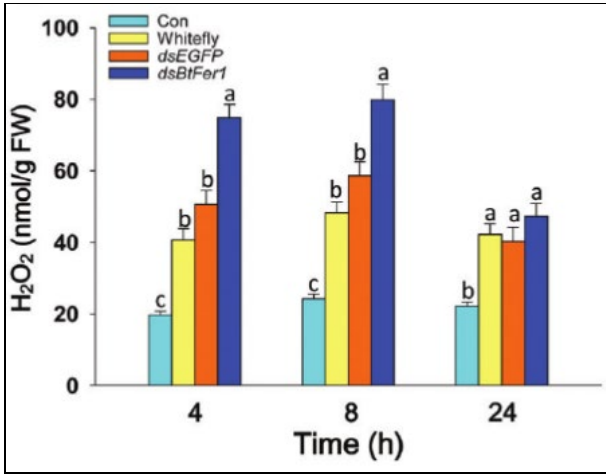
(己圖)JA 標誌基因(marker gene)表現量：包括 *LoxD*, *AOS*, *TD2*。

其中戊圖與己圖兩者的右圖為番茄植株於粉蝨吸食後，番茄患處以添加 BtFer1 重組蛋白(recombinant protein)、GFP 重組蛋白、緩衝溶液(Buffer)、無添加(Con)等四種處理方式，分析對番茄植株 SA 與 JA 標誌基因表現的影響。

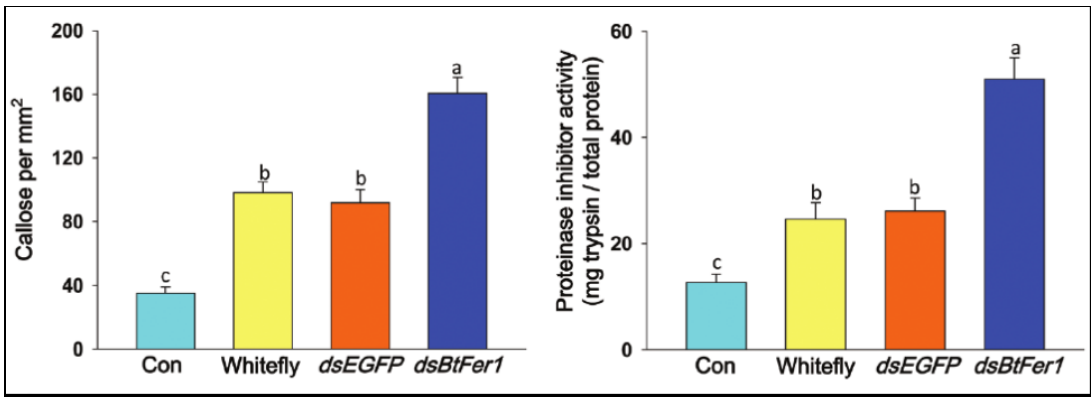
據此相關研究與本實驗結果，請回答下列問題：



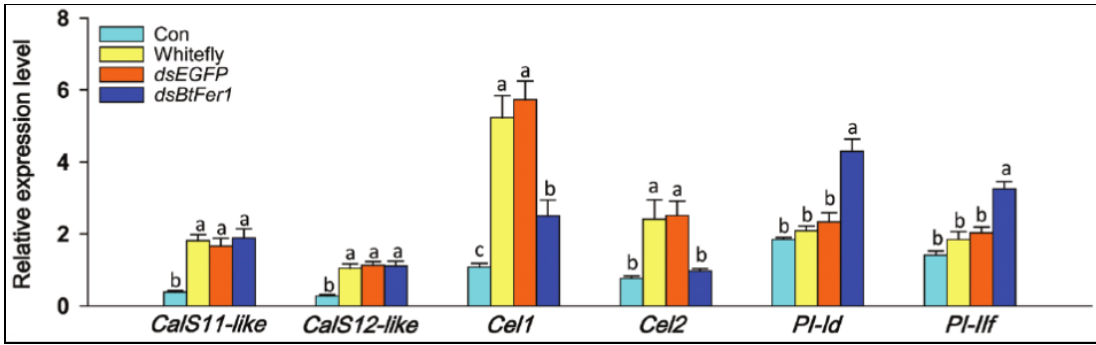
甲圖、粉蝨存活率。



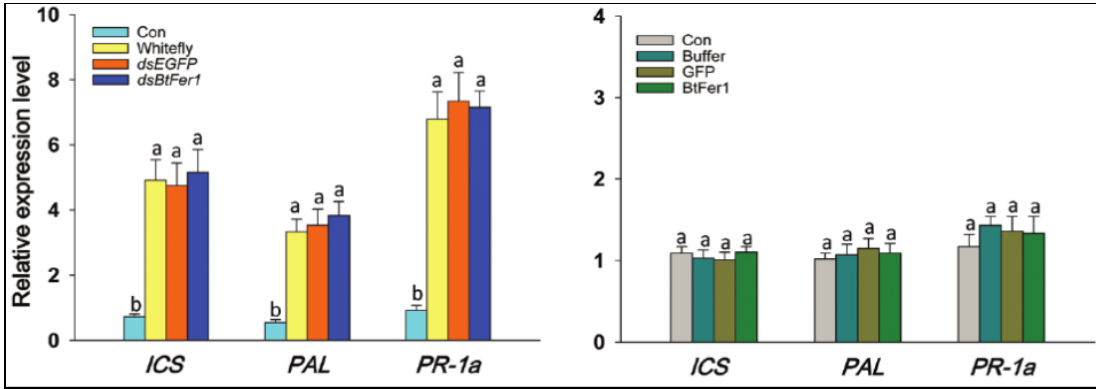
乙圖、雙氧水(H_2O_2)的產生量。



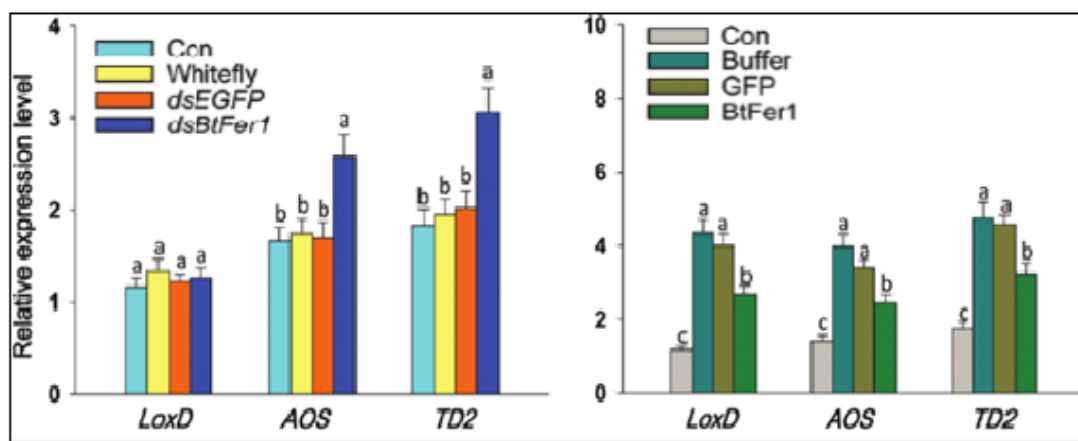
丙圖、胼胝質(Callose)含量與蛋白酶抑制物(Proteinase inhibitor, PI)活性。



丁圖、胼胝質合成基因(*CalS11-like*, *CalS12-like*)、水解基因(*Cel1*, *Cel2*)表現量與蛋白酶抑制物合成基因(*PI-Ic*, *PI-IIc*)表現量。



戊圖、SA 標誌基因(maker gene)(*ICS*, *PAL*, *PR-1a*)表現量。



己圖、JA 標誌基因(marker gene)(*LoxD*, *AOS*, *TD2*)表現量。

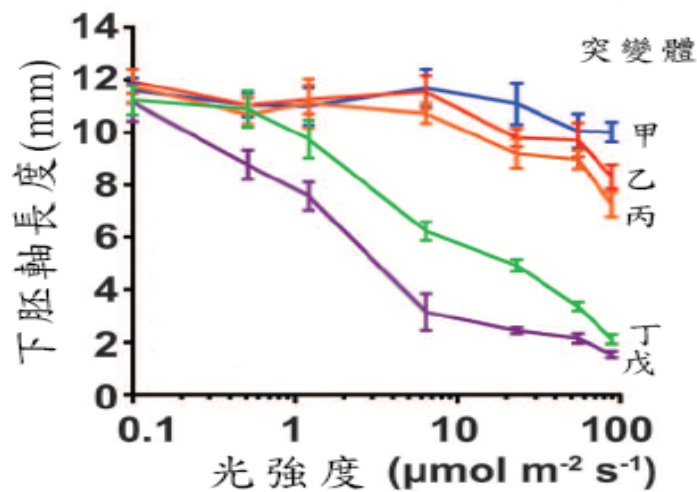
13. 就粉蝨等昆蟲引起植物的防禦與反防禦而言，下列敘述何者正確？

- (A) 粉蝨的唾液含有鐵蛋白 BtFer1 會抑制植物體的防禦系統
- (B) 植物受昆蟲啃食可引發抗蟲基因表現，如蛋白酶抑制物等物質來殺死或餓死昆蟲
- (C) 靜默綠螢光基因的表達(*dsEGPT*)組的實驗設計目的，是在當做非目標基因的對照組
- (D) 靜默 BtFer1 的基因表達(*dsBtFer1*)組，與對照(Con)的控制組比較，若餵食人工飼料會顯著降低其存活率
- (E) 粉蝨(whitefly)處理組與 *dsEGPT* 組比較，處理 4-8 小時後植物體雙氧水產生量顯著較低

14. 番茄植株遭粉蝨吸食後的反應，下列敘述何者正確？

- (A) *dsBtFer1* 組可促進胛胛質含量與蛋白酶抑制物活性
- (B) 與粉蝨(whitefly)處理組比較，靜默鐵蛋白 BtFer1 會降低胛胛質的分解能力
- (C) 與靜默綠螢光基因的表達組比較，靜默 BtFer1 會抑制番茄的 SA 防禦途徑
- (D) 番茄植株於粉蝨吸食後，番茄患處以添加 BtFer1 重組蛋白可抑制番茄的 JA 防禦途徑
- (E) 若以缺失 JA 的番茄突變株 *spr2* 來讓粉蝨吸食，推測粉蝨的存活率會大幅提升

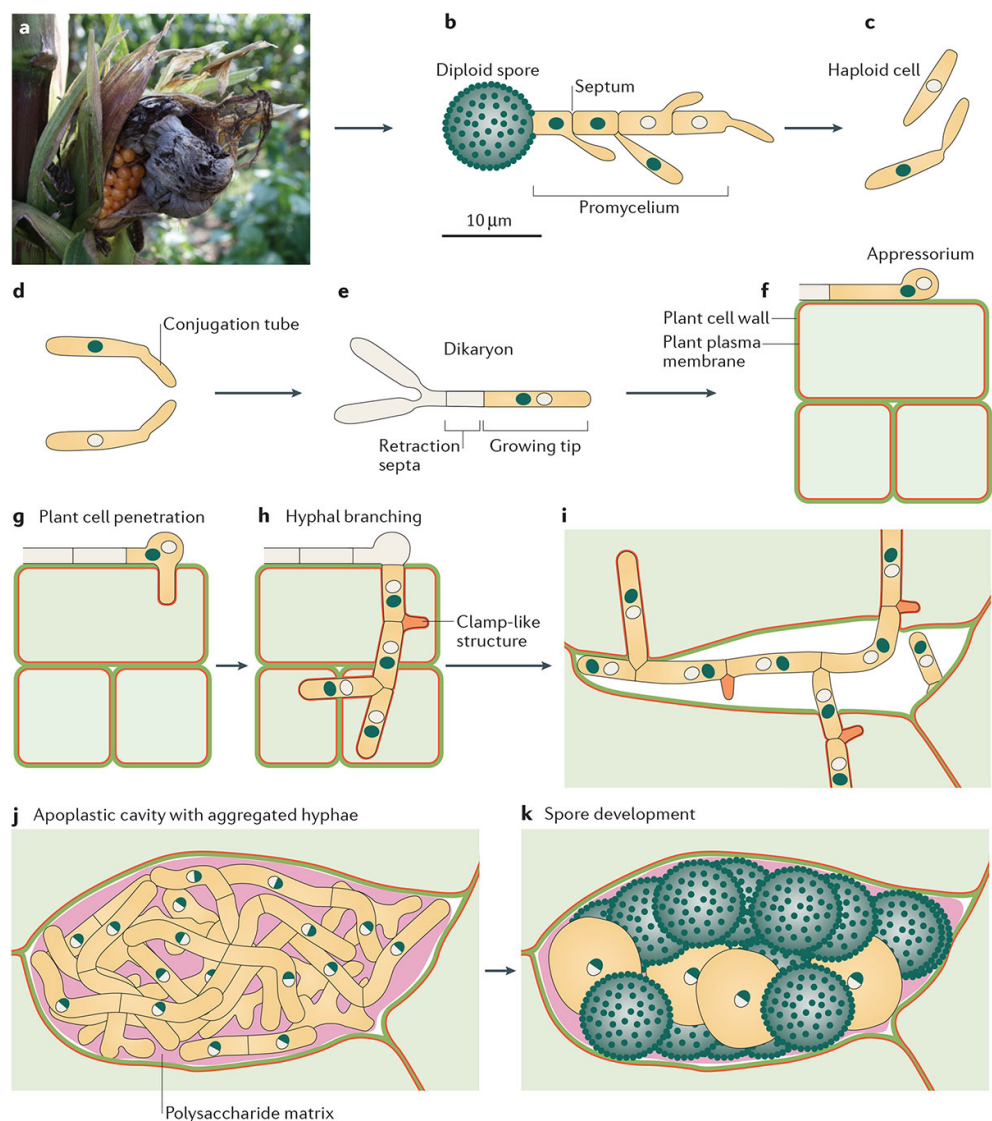
15. 下圖是植物幼苗在不同遠紅光光強度下，其幼苗下胚軸長度的曲線變化圖。
假設丁是野生型，其餘甲、乙、丙、戊均是基因失去功能的突變體。



- 有關基因失去功能的突變體的敘述，下列何者正確？
- (A) 甲可能是遠紅光的光接受體之突變體
 - (B) 乙、丙的蛋白質是遠紅光訊息傳遞的負調控者，以調控下胚軸的生長
 - (C) 戊對遠紅光較丁敏感，因此下胚軸較短
 - (D) 戊的蛋白質是遠紅光訊息傳遞的負調控者，以調控下胚軸的延長
 - (E) 乙、丙與甲的蛋白質結合在一起，以調控下胚軸的生長
16. 有關植物保衛細胞與氣孔開閉的相關敘述，下列何者正確？
- (A) 保衛細胞內鈣離子濃度的增加會造成氣孔關閉
 - (B) 當葉子表面 CO_2 濃度升高會造成氣孔關閉
 - (C) 只有藍光波長會影響氣孔開閉
 - (D) 除了 ABA 外，茉莉酸也會造成氣孔關閉
 - (E) 當保衛細胞內 ROS(reactive oxygen species) 濃度增加時會造成氣孔打開
17. 有關植物光呼吸的敘述，下列何者正確？
- (A) 光呼吸可產生 CO_2 與 ATP
 - (B) C_3 植物的光呼吸比 C_4 植物旺盛
 - (C) RuBisCO 對於 CO_2 的結合能力較 O_2 強
 - (D) 與 CO_2 的結合能力而言，RuBisCO 比 PEP carboxylase 強
 - (E) RuBisCO 在黑暗中仍具活性

第 18~20 題為題組

黑穗菌屬為擔子菌類，會感染玉米等禾本科農作植株，在其花穗、根、莖、葉上形成腫瘤，其厚壁孢子便從腫瘤釋出。除此之外常見的是感染茭白(菰草)而形成筍狀嫩莖，即茭白筍，而其厚壁孢子是在茭白莖中形成。茭白筍是植株被黑穗菌感染，進而導致莖的皮層組織膨大並充滿菌絲，甚至維管束中的導管細胞、伴細胞及束鞘細胞都有菌絲分布，但管胞中沒有。此外，在茭白的幼莖組織中，菌絲分布較密，隨著節和節間的分化、植物組織愈成熟，菌絲愈少。下圖為玉米黑穗菌從厚壁孢子萌發至入侵寄主而形成病癥的過程。



Nature Reviews | Microbiology

圖中英文名詞如下：

a. 玉米黑穗病；b. 雙套孢子(2N, diploid spore)、分隔(septum)、原菌絲體(promycelium)；c. 單套細胞(N, haploid cell)；d. 接合管(conjugation tube)；e. 雙核體(N+N, dikaryon)、塌縮的分隔(retraction septa)、生長端(growing tip)；f. 植物細胞壁(plant cell wall)；植物細胞膜(plant plasma membrane)；吸附器(appressorium)；g. 植物細胞穿透(plant cell penetration)；h. 菌絲分叉(hyphal branching)、夾狀構造(clamp-like structure)；j. 菌絲聚集的質外體腔室(apoplastic cavity with aggregated hyphae)、多醣基質(polysaccharide matrix)；k. 孢子發育(spore development)

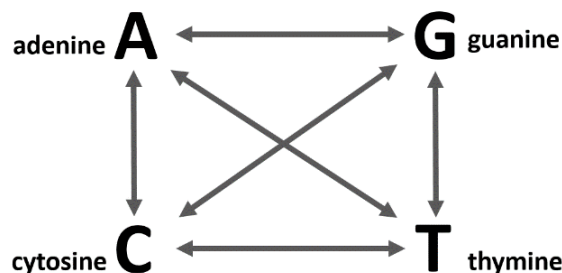
根據以上資訊及所學知識，回答以下問題。

18. 有關茭白筍的解剖構造敘述，下列何者正確？
- (A) 從橫切面來看，由外而內分別是表皮、皮層、環狀排列的維管束、髓
 - (B) 從橫切面來看，由外而內分別是菌絲層、表皮、皮層、散生排列的維管束
 - (C) 在皮層中，菌絲可穿過細胞壁進入薄壁細胞，緊鄰細胞膜
 - (D) 在維管束中，菌絲可穿過導管壁孔進入管中並蔓延
 - (E) 菌絲是從植物幼芽進入其薄壁組織中並蔓延
19. 有關玉米黑穗菌的生活史敘述，下列何者正確？
- (A) $2N$ 厚壁孢子先減數分裂再形成原菌絲體
 - (B) 單套細胞的菌絲接合管兩兩相遇，即形成 $N+N$ 雙核的菌絲體
 - (C) 在菌絲末端的吸附器可分泌酵素分解植物細胞壁，而進入細胞中
 - (D) 寄主的腫瘤是在雙核體階段，相當於香菇等蕈類的子實體
 - (E) 雙核體菌絲僅在寄主植物細胞外腔內進行核融合，形成 $2N$ 菌絲
20. 有關玉米與茭白黑穗病的敘述，下列何者正確？
- (A) 兩種寄主植物皆為禾本科成員
 - (B) 兩植物的主要感染部位不相同
 - (C) 黑穗病的名稱由來是指受感染所形成的黑色厚壁孢子
 - (D) 受感染部位，茭白筍可食用，但玉米的腫瘤不可食用
 - (E) 含有厚壁孢子的腫瘤有毒，不能食用
21. 跨物種真核基因轉殖研究顯示水母螢光蛋白基因能在其它物種，如在豬或阿拉伯芥中表現其基因產物螢光蛋白，顯示生物物種使用的基因密碼具共通性，則下列何實驗結果可提供 A 及 B 兩物種使用相同基因密碼之有利證據？
- (A) 純化 A 及 B 物種之 tRNA 加以定序，並比較其序列及結構
 - (B) 將物種 A 的基因轉殖到 B 物種細胞中，再分析該基因之蛋白是否正確表達
 - (C) 比較 A 及 B 兩物種基因之啟動子 DNA 序列
 - (D) 以 B 物種基因 X 製備 A 物種之轉殖個體並檢測該轉殖動物是否表現 X 基因之 mRNA
 - (E) 純化 A 及 B 兩物種細胞之 rRNA 並定序比較其序列

22. 核糖開關(riboswitch)是某些 mRNA 上的一段序列，會形成可以與特定代謝物(metabolites)或某些金屬離子結合的適配體(aptamer)結構，當其接上這些物質後，mRNA 構型會改變，藉此調控該 mRNA 基因的表現，下列關於核糖開關之特性何者正確？

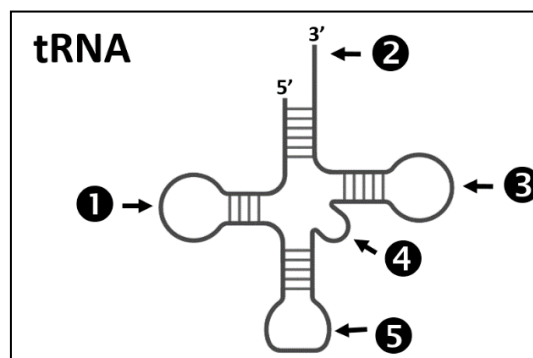
- (A) 都具備核酶(ribozyme)活性
- (B) 會形成抗終止因子(antiterminator)或終止子(terminator)
- (C) 具有適配體(aptamer)及基因表達等兩個獨立運作功能區
- (D) 會影響其所在的 mRNA 是否被轉譯
- (E) 會影響轉錄起始作用

23. 如下圖所示，關於 DNA 序列中所產生的點突變描述何者正確？



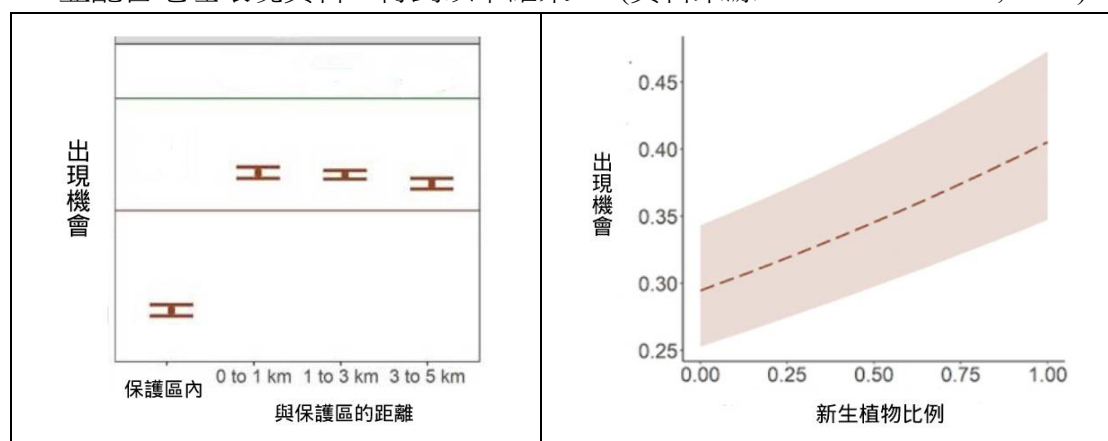
- (A) A 與 G 相互轉換所產生的突變稱為轉換突變(Transition)
- (B) C 與 G 相互轉換所產生的突變稱為顛換突變(Transversion)
- (C) A 與 T 相互轉換所產生的突變稱為轉換突變(Transition)
- (D) 轉換突變(Transition)發生的機率大於顛換突變(Transversion)發生機率
- (E) 一個核苷酸可能發生兩種轉換突變(Transition)，但只可能有一種顛換突變(Transversion)

24. 下圖為轉送 RNA (tRNA)的二級結構，關於所標示位置之描述何者正確？



- (A) ①為胺醯-tRNA 合成酶(aminoacyl tRNA synthetas)的辨識位
- (B) ②tRNA 分子 3'端最後三個鹼基，序列為 5'-ACC-3'，在轉譯時可幫助酵素識別 tRNA
- (C) ③序列包含 TΨC，是核糖體的辨識位
- (D) ④為可變環(variable loop)，通常含有二氫尿嘧啶(dihydrouridine)
- (E) ⑤為反密碼子臂(anticodon arm)含有反密碼子(anticodon)，是與胺基酸接合的位點

25. 近年來，許多科學家嘗試以合成生物學(Synthetic Biology)來解決大氣中逐年上升的 CO_2 問題。但大致上研究可區分為活體細胞系統與胞外固碳系統兩種不同的策略，請問以下有關這兩種策略的優劣分析哪些是正確的？
- (A) 活體細胞系統會耗費能量在維持細胞生長，拖累固碳的效率
 (B) 活體細胞系統的酵素活性，會受到胞內各種調節機制影響，而無法達到最高效率
 (C) 胞外系統的酵素容易受到氧化傷害，無法持久
 (D) 胞外系統無法補充反應需要的輔酶，無法靠自身的能力運作超過一小時
 (E) 活體細胞具有 CO_2 濃縮系統，即使環境 CO_2 濃度較低也能有效固碳
26. 1928 年，英國細菌學家弗萊明在意外之中發現青黴素，人類因此開始學會利用這類抗生素來對抗細菌性疾病。以下有關抗生素的描述何者正確？
- (A) 青黴素實際上是一種細菌酵素的抑制劑
 (B) 青黴素可有效破壞所有種類細菌的細胞壁
 (C) 服用抗生素後，腸道細菌的族群分布不會受到影響
 (D) 所謂的超級細菌是指抗生素無法殺死的細菌，這種細菌的產生是因為人類過度使用抗生素所造成
 (E) 超級細菌是基因突變造成的，只會透過細胞分裂將抗菌的性徵傳給下一代，不會影響其他種類的細菌
27. 生物學家想要知道瀕危的亞洲象喜歡哪種棲地環境，以及是否偏好使用保護區，因此藉由無線電追蹤的方式，紀錄婆羅洲沙巴地區亞洲象出現的地點，並配合地理環境資料，得到以下結果：(資料來源：de la Torre et al., 2022)

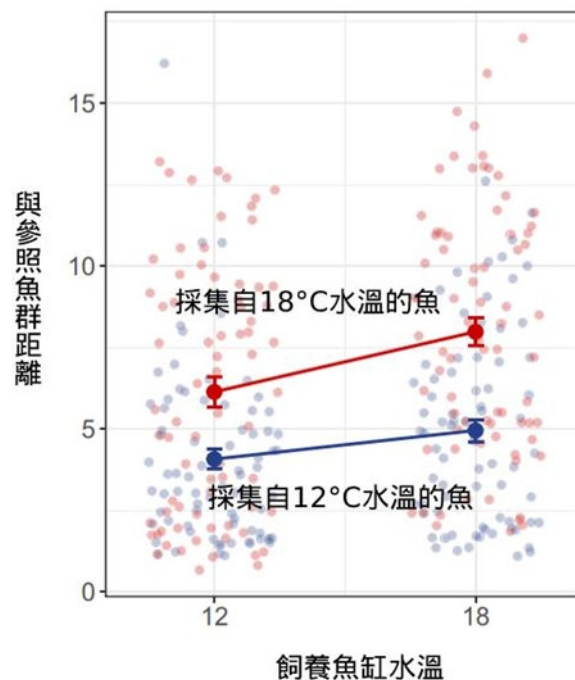


根據以上結果，下列哪些敘述或推論正確？

- (A) 亞洲象偏好出現在保護區外
 (B) 亞洲象偏好新生植物比例高的地方
 (C) 保護區內老熟植物比例可能較低
 (D) 假如新生植物多出現在有人為干擾的地方，則容易造成人和大象的衝突
 (E) 在保護區內適度的創造森林孔隙，有助於亞洲象留在保護區內

28. 為了得知溫度上升是否可能影響動物的社會行為，研究人員由冰島兩個鄰近，但有不同水溫的池塘裡採集三脊棘魚，其中一個水溫為 12°C ，另一個則由於有溫泉水流入，因此水溫為 18°C 。研究人員將這些來自不同水溫池塘的魚，各取一半的數量，再分別養在 12°C 和 18°C 的魚缸中(亦即來自 12°C 池塘的魚分別養在兩種水溫環境下，來自 18°C 池塘的魚亦同)，讓這些魚產下子代後，在魚缸中觀察後代個體與參照魚群(作為相同比較基準)的距離，魚選擇的活動區域與參照魚群的距離越近(距離越短)，代表魚的社會性越高(亦即越願意接近其他魚類個體)，結果如下：

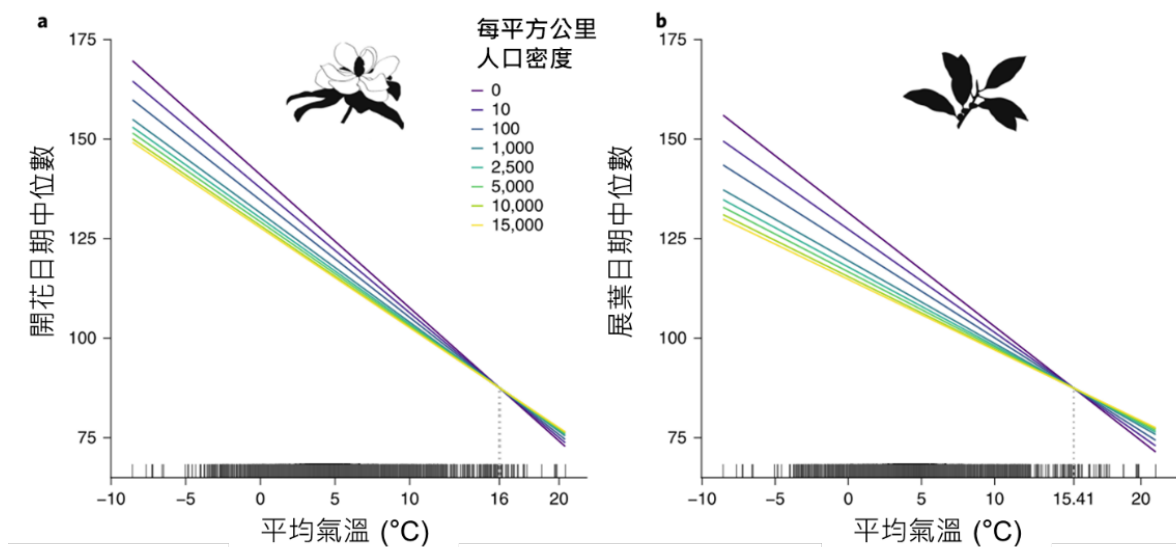
(資料來源：Pilakouta et al., 2022)



根據以上結果，下列哪些敘述或推論正確？

- (A) 採集自 18°C 水溫的魚較採集自 12°C 水溫的魚有較高的社會性
 - (B) 採集自 18°C 水溫的魚，即使飼養在 12°C 水溫中，社會性還是比採集自 12°C 水溫，也是飼養在 12°C 水溫中的魚，要來得低
 - (C) 魚的社會性會同時受到遺傳和外在水溫的影響
 - (D) 魚的社會性受到外在水溫的影響大於遺傳的影響
 - (E) 全球暖化可能降低三脊棘魚的社會性
29. 在台灣隨著海拔上升，森林樹木的物種組成及功能性狀也會隨之變化，請問下列敘述何者正確？
- (A) 植物葉面積隨海拔上升而減少
 - (B) 木材比重隨海拔上升而增加
 - (C) 在高海拔地區，森林樹木的維管束多半不具導管
 - (D) 森林樹木植株高度會隨著海拔上升逐漸增加
 - (E) 隨著海拔上升，和樹木共生的菌根菌會由叢枝菌根菌轉為以外生菌根菌為主

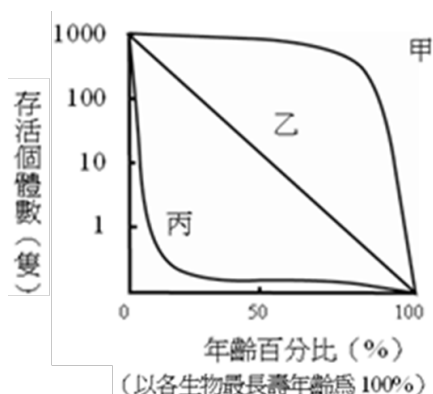
30. 都市熱島效應是指都市地區因為稠密的人口導致大量的能源消耗，加上密集的建築與缺乏綠地，導致氣溫上升幅度高於鄰近郊區，使都市宛如一座發熱的島嶼。為了瞭解都市熱島效應對於生態環境所帶來的衝擊，研究人員使用人口密度代表一個地區都市化的程度，檢視北美與歐洲植物開花與展葉時間和氣溫、人口密度的相關性。下圖為北美與歐洲植物開花與展葉時間隨氣溫的變化趨勢，縱軸為植物開花(a)或展葉(b)的時間，橫軸為平均氣溫，圖中不同顏色的直線則代表於不同人口密度區域分析出來的結果，橫軸上方黑線則為每一筆分析資料的平均氣溫。依據這個分析結果，請問下列敘述何者正確？



(修改自 Li et al. 2019 Nature Ecology and Evolution)

- (A) 植物的開花時間會隨著當地氣溫上升而提前
 (B) 在氣溫較低的區域，都市地區植物展葉的時間會比郊區來的早
 (C) 同在氣溫較高的地方，人口密度愈高的區域，植物開花的時間愈早
 (D) 在人口密度較高的區域，植物展葉時間並不受到氣溫影響
 (E) 在氣溫較低的區域，植物的開花時間會早於展葉時間
31. 俗諺「林子大了、什麼鳥都有」比喻在人類社會中什麼樣的人都有。若按照字面上的意思，森林面積變大，各種鳥類就會變多，這種情形可以由哪些生態機制所造成？
 (A) 援助效應(rescue effect)
 (B) 物種面積關係(species-area relationship)
 (C) 競爭互斥原理(competitive exclusion principle)
 (D) 生態棲位互補(niche complementarity)
 (E) 生態釋放效應(ecological release)

32. 附圖表示甲、乙、丙三種生物的存活曲線，下列敘述何者正確？



- (A) 生物甲的族群數量最大
 (B) 生物丙其族群內的年幼個體比例最高
 (C) 生物乙其族群每個年齡層的死亡個體數基本上都一樣
 (D) 生物乙其族群每個年齡層的死亡率基本上都一樣
 (E) 生物丙每個雌性個體所能產生的子代數量應該最低
33. 弓蟲病是一種由原生動物所引起的寄生蟲疾病，主要是由貓科動物完成其生活史，其孢子形成的孢囊會隨貓科動物排便釋入環境中，若被其他動物無意中攝入，受感染個體會因種類或個體差異造成不同程度的病變，甚者會影響其神經系統的功能。例如老鼠被感染後，其對腦的傳導物質及激素產生影響，使老鼠的行為變得大膽，失去了對天敵的恐懼，增加其被貓捕食的機會。故此病原有時又被稱為控制心智的寄生蟲。受其感染的各種動物隨著醫學的普及有了更深入的了解。除人及家畜受影響外，亦包括黑猩猩、非洲鬣狗、狼及海獺等。如果其在老鼠身上所產生的影響亦發生在其他受感染的動物個體身上，試問下列敘述何者正確？
- (A) 非洲鬣狗的幼體會主動往獅群方向移動
 (B) 圈養環境下的黑猩猩對豹的尿液不會產生忌避反應
 (C) 狼在野外被路殺和被獵人射殺的機會增加
 (D) 狼的幼體會更勇於向外闖蕩，擴張範圍更廣，且更有機會發展成新狼群的首領
 (E) 受此寄生蟲的感染其結果不一定全是負面的
34. 自然界中鳥類會在清晨開始鳴唱，宣誓其存在並展開一天的活動。多年來由於都會化所產生的噪音及光照，微氣候及食物資源的變化等，使許多都市鳥類個體改變了其清晨的鳴唱行為。試問下列敘述何者正確？
- (A) 鳥類可能會提早鳴唱以避開或減少噪音對其鳴唱的影響
 (B) 其可能會提昇其鳴唱的音頻
 (C) 受人照光源的影響，有些鳥會提早鳴唱，尤其是原本即是早叫的鳥種
 (D) 都會光照對溫帶鳥種的影響大於熱帶的鳥種
 (E) 在台灣一般人所聽到較早鳴叫的鳥種是五色鳥

(本頁題目請作答於答案卷)

二、配合題：

1. 水及非極性分子可以利用簡單擴散通過細胞膜，但各種離子、大多數分子如葡萄糖、胺基酸、核苷酸及許多細胞代謝產物都無法透過簡單擴散穿膜轉運。現在知道細胞膜中有許多特定的膜蛋白負責這些物質的轉運，這類蛋白質一般稱為膜運輸蛋白(membrane transport protein)。(6 分題)

下表為動物細胞中常見的主要載體蛋白，請於題號中填入正確的答案。

題號 1 ~ 6 答案組	題號 7 ~ 12 答案組
A. 原核細胞細胞膜	A. 不需要能量
B. 真核細胞細胞膜	B. Na^+ 梯度
C. 動物細胞溶酶體表面	C. H^+ 梯度
D. 脊椎動物腎臟內皮細胞頂端	D. Ca^{2+} 梯度
E. 大多數動物細胞的細胞膜表面	E. 水解 ATP

		第(1) ~ (6)題	第(7) ~ (12)題
載體蛋白名稱	功能說明	位置	能量來源
葡萄糖易化擴散運輸蛋白	被動運輸葡萄糖	(1)	(7)
Na^+ 驅動的葡萄糖運輸蛋白	主動運輸葡萄糖	(2)	(8)
Na^+/H^+ 交換器	輸出 H^+ ，調節胞內 pH	(3)	(9)
Na^+/K^+ 泵 ($\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶)	主動輸出 Na^+ ，輸入 K^+	(4)	(10)
Ca^{2+} 泵 ($\text{Ca}^{2+}-\text{ATP}$ 酶)	主動運輸 Ca^{2+}	(5)	(11)
H^+ 泵 (H^+-ATP 酶)	從胞質中主動輸入 H^+	(6)	12)

2. 在有絲分裂後立即檢測一組釀酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)細胞的 DNA 含量，發現每個細胞核平均含有 8 皮克(picogram)的 DNA。這些細胞在分裂階段 S 期結束時將含有_____皮克的 DNA，而在 G2 期結束時將含有_____皮克的 DNA。(2 分題)

3. 一個有關 A、B、C 三個基因的雜交實驗中，一個親本的基因型 ABC/abc，另一親本的基因型為 abc/abc，所得子代的基因型和個體數如下表所示，則

基因型	ABC/abc	abc/abc	Abc/abc	aBC/abc	AbC/abc	aBc/abc	abC/ABc	ABc/abc
個體數	1680	1650	220	230	100	110	6	4

- (1) A、B、C 三個基因彼此間的重組頻率(recombination frequency)分別是多少 % ? (3 分題)

A-B : _____ %

A-C : _____ %

B-C : _____ %

- (2) 承上題，A、B、C 三個基因在染色體上的排列順序為何 ? (1 分題)
 順序：_____

(本頁題目請作答於答案卷)