

2022 年第 33 屆中華民國生物奧林匹亞競賽 國手選拔初賽



本卷皆為多重選擇題；共 60 題，每題 2 分，答錯之選項倒扣 0.4 分，倒扣至該題 0 分。本卷共計 120 分。

注意事項：

1. 本考試測驗時間為 **120** 分鐘。
2. 本考試試題(不含封面)共 **18** 頁，繳卷時只須繳回答案卡。
3. 考試結束後，試卷才可攜回。
4. 作答方式：請用 **2B** 鉛筆在答案卡上作答，以橡皮擦修正。

1. 下列有關冠狀病毒的描述，何者正確？
 - (A) 可藉結合細胞膜上血管收縮素轉化酶 (ACE2) 的受體進入細胞
 - (B) 所引起的新冠肺炎造成肺部細胞死亡、浸潤、纖維化，其他肺炎不會
 - (C) Delta 變種病毒之棘蛋白可發生構造上的變異而更容易與 ACE2 受體結合
 - (D) 人類若感染到冠狀病毒就會引起嚴重症狀，如 COVID-19、MERS、SARS
 - (E) 有些在動物間傳染無明顯症狀的冠狀病毒，感染人類時可造成嚴重的疫情
2. 下列有關結核桿菌、結核症、卡介苗 (BCG) 的敘述，何者正確？
 - (A) BCG 與 DPT、MMR 一樣，都是三合一的疫苗
 - (B) 結核桿菌侵入人體後，只會在肺部引起結核性病變
 - (C) 人類以 BCG 疫苗來預防肺結核，至今剛好滿 100 年
 - (D) BCG 是活菌疫苗，先天或後天免疫不全者均不適合接種
 - (E) X 光可用來檢查肺結核，因為蘭氏巨細胞 (Langhans giant cell) 會在肺部形成肉芽腫 (granuloma)
3. 下列有關免疫毒素 (immunotoxin) 的敘述，何者正確？
 - (A) 除了癌症之外，也能用來治療病毒或寄生蟲感染引起的疾病
 - (B) 現今用來毒殺癌細胞者，多是以單株抗體結合某種生物毒素鏈而構成
 - (C) 結合蓖麻毒素後能切斷 rRNA 上的共價鍵，抑制真核細胞的轉譯功能
 - (D) 結合白喉毒素後能阻止多肽鏈的延長 (elongation)，中斷細胞蛋白質合成
 - (E) 通常會與多肽鏈構成的毒素形成複體後，靠多肽鏈的 N 端用以辨識細胞膜上的特定分子以進入細胞
4. 下列何者可在大腦中作為細胞間的信號傳遞分子？
 - (A) 多巴胺 (dopamine)
 - (B) 血清素 (serotonin)
 - (C) 麩醯胺酸 (glutamine)
 - (D) 輔酶 Q (coenzyme Q)
 - (E) 正腎上腺素 (norepinephrine)
5. 下列何者的細胞壁含有肽聚糖 (peptidoglycan) 的成分？
 - (A) 大腸桿菌 (*Escherichia coli*)
 - (B) 鹽沼鹽桿菌 (*Halobacterium salinarum*)
 - (C) 釀酒酵母菌 (*Saccharomyces cerevisiae*)
 - (D) 硫磺硫化葉菌 (*Sulfolobus solfataricus*)
 - (E) 金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)

6. 下列有關細菌格蘭氏染色之敘述，何者正確？
- (A) 金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)，呈現藍紫色
 - (B) 結核分枝桿菌 (*Mycobacterium tuberculosis*)，通常呈現無色
 - (C) 酵母菌因為不是原核之細菌，因此不會被染上染料，而呈現無色
 - (D) 肺炎黴漿菌 (*Mycoplasma pneumoniae*) 因為無細胞壁，而呈現無色
 - (E) 枯草桿菌 (*Bacillus subtilis*) 的營養細胞會呈現藍紫色，但其內孢子 (endospore) 則呈現粉紅色
7. 丹麥科學家延斯·克里斯蒂安·斯科 (Jens Christian Skou) 於 1957 年發現鈉鉀幫浦 ($\text{Na}^+\text{-K}^+$ pump)，並在 1997 年獲得諾貝爾化學獎。以下有關鈉鉀幫浦的敘述，何者正確？
- (A) 具有維持細胞體積的功能
 - (B) cAMP 的濃度會與該分子的磷酸化程度有關
 - (C) 神經細胞動作電位 (action potential) 的產生與該分子有直接關係
 - (D) 被磷酸化後的分子會產生構形改變 (conformational change)，對鉀離子的親和力 (affinity) 降低，而釋放至細胞外
 - (E) 鈉鉀幫浦被活化後，會藉由有絲分裂活化蛋白質激酶 (mitogen-activated protein kinase, MAPK) 訊息梯瀑效應 (cascade) 的活化讓訊息被放大
8. 美國科學家厄爾·威爾伯·薩瑟蘭 (Earl Wilbur Sutherland Jr) 發現的第二信使 (Second messenger)，為他贏得 1971 年諾貝爾生理學或醫學獎。馬丁·羅德貝爾 (Martin Rodbell) 和艾爾佛列·古曼·吉爾曼 (Alfred G. Gilman) 研究肝臟的糖原轉化為葡萄糖時，需要依靠腎上腺素去觸發一個第二信使環磷酸腺苷 (cAMP)，這個機轉為他們贏得 1994 年諾貝爾生理學或醫學獎。以下何者具有第二信使的角色？
- (A) 鈣離子 (Ca^{2+})
 - (B) 血清素 (serotonin)
 - (C) 環磷酸鳥苷 (cGMP)
 - (D) 腎上腺素 (epinephrine)
 - (E) 生長激素 (growth hormone)
9. 美國科學家詹姆斯·羅思曼 (James Rothman) 和蘭迪·謝克曼 (Randy Schekman) 以及德國科學家托馬斯·聚德霍夫 (Thomas Suedhof) 三位科學研究成果解答了細胞囊泡 (vesicle) 運輸系統，贏得 2013 年諾貝爾生理學或醫學獎。以下有關囊泡的敘述，何者正確？
- (A) 囊泡的外膜由單層脂質構成
 - (B) 液泡 (vacuoles) 屬於囊泡的一種
 - (C) 囊泡的形成是藉由胞噬作用 (phagocytosis) 而產生
 - (D) 神經突觸小體 (synaptic vesicle) 是一種外泌性的囊泡
 - (E) 細胞在受損或凋亡時，從細胞膜上釋放囊泡，與靜脈血栓形成有關

10. 酵母菌具有兩種交配型 (Mating type) — a 與 α 細胞，在酵母菌的訊息傳遞路徑中，釋出的交配因子與正確細胞上的特定受體結合後，細胞會產生何種反應？
- (A) 酵母菌細胞釋出的交配因子與受體結合後，會啟動融合
 - (B) 酵母菌接著才會製造 a 因子與 α 因子
 - (C) 其中一個細胞的細胞核與交配因子結合，並在另一個細胞製造新的細胞核
 - (D) a 細胞可對 α 因子作出反應
 - (E) 蛋白激酶訊息傳遞系統將被啟動
11. 下列有關於配體閘控型離子通道 (ligand-gated ion channel) 的敘述，何者正確？
- (A) 此類通道在神經系統中很重要
 - (B) 此類通道的開與關不受化學訊號的控制
 - (C) 碰到特定的離子時可允許配體通過細胞膜
 - (D) 配體與受體結合後，離子通道會發生構形改變
 - (E) 此類通道能夠控制細胞中鈉離子與鈣離子的濃度
12. 細胞在有絲分裂的最後結束階段時，下列何者會導致「促成熟因子 (maturation promoting factor, MPF)」活性的降低？
- (A) 週期蛋白 (cyclin) 的降解
 - (B) 週期蛋白 (cyclin) 的合成量降低
 - (C) 細胞體積與基因體之比值的上升
 - (D) 週期蛋白依賴型激酶 (cyclin dependent kinase, CDK) 的損壞
 - (E) 血小板衍生型生長因子 (platelet-derived growth factor, PDGF) 與細胞膜表面受體的結合
13. 現代糧食作物，如米、麥、玉米等，都是經過長期的人擇 (artificial selection) 所獲得的，而對於人類使用的作物進行成功的人擇，植物育種者為了改變他們的作物而進行選擇，下列敘述何者正確？
- (A) 作物育種在人擇下挑選的性狀能夠促成更高效栽培、更高產量和更具價值農產品以提供人類使用
 - (B) 作物育種過程產生馴化綜合症 (domestication syndrome)，例如玉米，包含增加種子或果實大小、生長和開花同步化、種子傳播能力加強等，為人擇的重要特性
 - (C) 作物物種在重要農藝性狀進行廣泛的選擇，受人擇影響的性狀多在基因階層無變異
 - (D) 亞洲水稻 (*Oryza sativa*) 從其野生祖先 (*O. rufipogon*) 馴化而來，主要是在綠色革命 (green revolution) 時期進行馴化，開發出穀物高產量品種，形成人擇的馴化事件
 - (E) 亞洲水稻馴化而獲得良好農藝和經濟特性，在人擇過程中，挑選了包含抗生物和非生物的逆境、高產量、優良食用品質、半矮化、病蟲害抗性而形成栽培水稻品種

以下為題組 14~15

某生對菌根不了解，於是查閱維基百科之後，得到以下說明。

菌根廣泛存在於已發現的 92%的植物科中 (80%的植物種)，其中叢枝菌根 (Arbuscular mycorrhiza, AM) 是植物界裡最主要以及最原始的共生形式。菌根通常被分為外生菌根 (ectomycorrhizae) 和內生菌根 (endomycorrhizae) 兩大類，這兩類的區別在於，外生菌根的菌絲不會穿透植物根部細胞，而內生菌根的菌絲會穿透植物細胞的細胞壁，並陷入其細胞膜。

叢枝菌根以前也被叫做囊叢枝菌根 (vesicular-arbuscular mycorrhizae, VAM)，其菌絲進入了植物細胞內部，會產生氣球狀 (囊泡) 或二叉分支狀 (叢枝) 結構。菌絲不會穿透植物的原生質體，但會陷入植物細胞膜中。叢枝結構能夠極大增加菌絲和胞質的接觸面積，這樣有利於真菌與植物兩共生者之間的營養傳輸。

外生菌根會形成包裹根尖的菌鞘 (fungal mantle，又稱菌氈)，以及包裹植物根部皮層內部細胞的哈氏網。在某些情況下菌絲也會穿透植物細胞，這種情況下的菌根叫做內外生菌根 (ectendomycorrhizae)。在根外，外生菌根表面的菌絲會在土壤和植物碎屑之間形成巨大的網絡。

據此，回答 14~15 問題。

14. 下列敘述何者正確？

- (A) 內生菌根的菌絲可分解植物細胞壁和細胞膜
- (B) 外生菌根的菌絲不能分解植物細胞壁和細胞膜
- (C) 內外生菌根的菌絲可分解植物細胞壁
- (D) 外生菌根的菌鞘取代根表皮的功能
- (E) 內生菌根的表皮細胞具有吸收水分的功能

15. 下列敘述何者正確？

- (A) 具有叢枝菌根的植物，其生長較不具有者為佳
- (B) 具有菌根的植物，其生長較不具有者為佳
- (C) 具有內外生菌根的植物，其生長較具內生菌根者佳
- (D) 具有外生菌根的植物，其生長較具內生菌根者佳
- (E) 演化早期的植物可能因具有菌根而適存下來

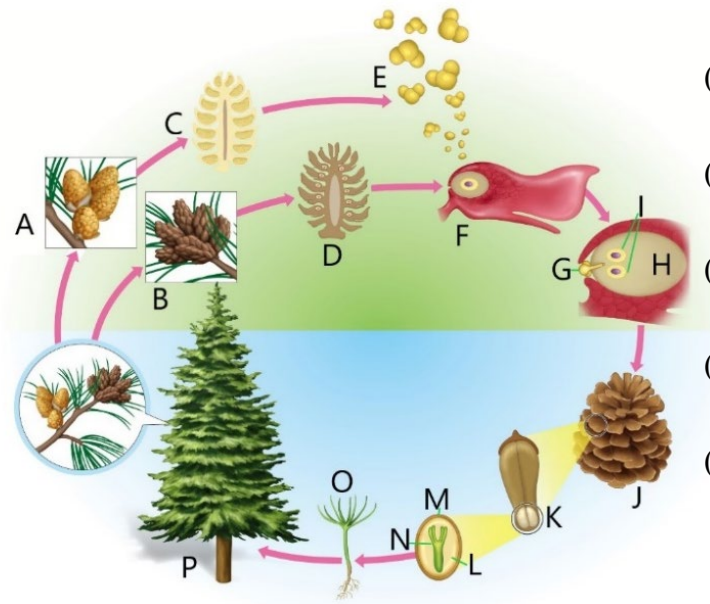
16. 有關植物水勢的敘述，下列何者正確？

- (A) 依據水勢值可判斷植物缺水與否
- (B) 正在萌芽中綠豆種子的水勢為正值
- (C) 木質部的水勢由滲透壓及膨壓決定
- (D) 水的流動方向主要由膨壓決定
- (E) 氣孔打開時根部及葉片水勢值依序分別為 -0.3 與 -0.7 是合理的

17. 植物在演化過程中，部分植物具有配子體自交不親和性 (gametophytic self-incompatibility) 而避免自花授粉，此現象造成來自相同親本植物的配子無法融合形成受精卵，或者是受精卵可以形成但後續無法發育，這些機制可使維持異交 (outcrossing)，並保持高度的遺傳多樣性。經過研究顯示，在此機制下，特定的 S 基因座會影響此配子體自交不親和性。假設 S 基因座具有多型態的對偶基因，A 物種是自交不親和性物種，屬於配子無法融合形成受精卵類型，假設其對偶基因有 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9，若有 S 基因座分別為 S2S3 的甲株和 S3S6 的乙株，在收到基因型為 S3S5 的丙株所產生的花粉，推測其最有可能發生以下何種結果？
- (A) 不論甲株和乙株，落在柱頭上的花粉沒有一個會萌發
 - (B) 不論甲株和乙株，大約半數的花粉會萌發且繼續發育
 - (C) 不論甲株和乙株，皆可以在花柱找到有花粉管穿入現象
 - (D) 不論甲株和乙株，皆無法在花柱找到有花粉管穿入現象
 - (E) 不論甲株和乙株，所有花粉都會萌發且達到胚囊 (embryo sac)
18. 植物依其碳利用機制之差異可分為 C3、C4 與 CAM 等三大類型植物，下列有關 CAM 植物與 C4 植物的光合作用適應環境特性，有哪些相似處？
- (A) 均具二氧化碳濃縮機制
 - (B) 第一階段固碳作用的酵素均與 C3 植物相同
 - (C) 第一階段固碳作用的物質均為 4 碳有機酸
 - (D) 第二階段固碳作用均與 C3 植物一樣進行卡爾文循環 (Calvin cycle)
 - (E) 幾乎沒有進行光呼吸作用
19. 多多鳥 (Dodo) 是生活在印度洋模里西斯島的一種大型鳥類，體型約有 20 公斤重，飛行能力退化，就在人類於 1592 年定居模里西斯後的 70 年間滅絕了。大卡樹 (tambalacoque) 的果實是多多鳥的主食之一，多多鳥會將大卡樹的果實吞食，以攝取其養分。目前這些大卡樹只剩下 10 多棵，自從多多鳥滅絕以後雖有其他動物啄食、吞食其果實，但再也沒有增加過，並且每一棵都有 300 多歲卻找不到新生、年輕的樹苗。下列大卡樹無法繁殖下一代的相關推論，何者正確？
- (A) 果皮需經由鳥喙啄食，才能去除抑制萌芽物質
 - (B) 種皮需經由鳥喙啄破，才能吸引水分發芽
 - (C) 種子需由鳥口水中的澱粉酶幫忙分解種子內的養分
 - (D) 種子需鳥內體溫協助其發芽
 - (E) 種子需經鳥類吞食後，藉由砂囊磨損硬實的種皮，協助其發芽

20. 下圖是松樹生活史，據此判斷下列敘述何者正確？

(註：圖中的英文代號若沒有標線者，即代表整體構造)



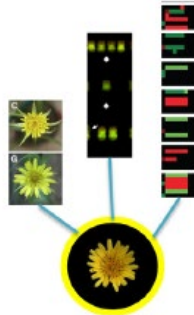
- (A) 圖中所指組織為雙套染色體者有：
C、D、E、F、G
- (B) 圖中所指組織為單套染色體者有：
E、F、G、H、I
- (C) 圖中所指組織為單套染色體者有：
E、G、H、I、L
- (D) 圖中的 N 和 O，其染色體組成與親代相同
- (E) 同一株植物的 E 和 F，其染色體組成與親代相同

21. 在陸地植物演化過程，多倍體物種的形成常是新物種起源的來源，此過程包含了新物種的產生、環境因子的篩選與漂變 (drift)、物種的適應等一系列的過程，最後產生新的多倍體化物種，形成現在植物分類群的物種多樣性。在此過程中，包含了 (a) 多倍體的多樣性 (不同顏色圈代表不同多倍體化樣本)；(b) 多倍體的形成；(c) 快速輻射適應；(d) 祖先與輻射適應物種間更深的分歧；(e) 環境因子的篩選與漂變等步驟。下列為物種分化的順序，何者正確？

(a) 多倍體的多樣性

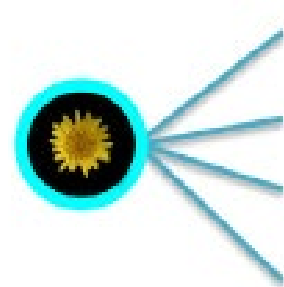


(b) 多倍體的形成

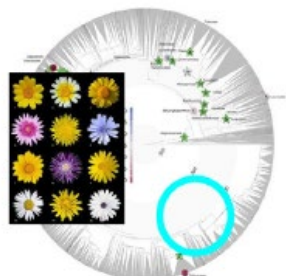


染色體
分析結果

(c) 快速輻射適應

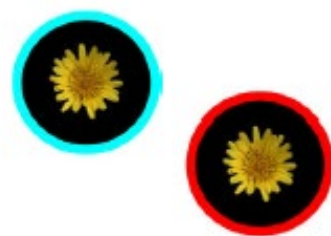


(d) 祖先與輻射適應物種間更深的分歧



物種系統樹

(e) 環境因子的篩選與漂變

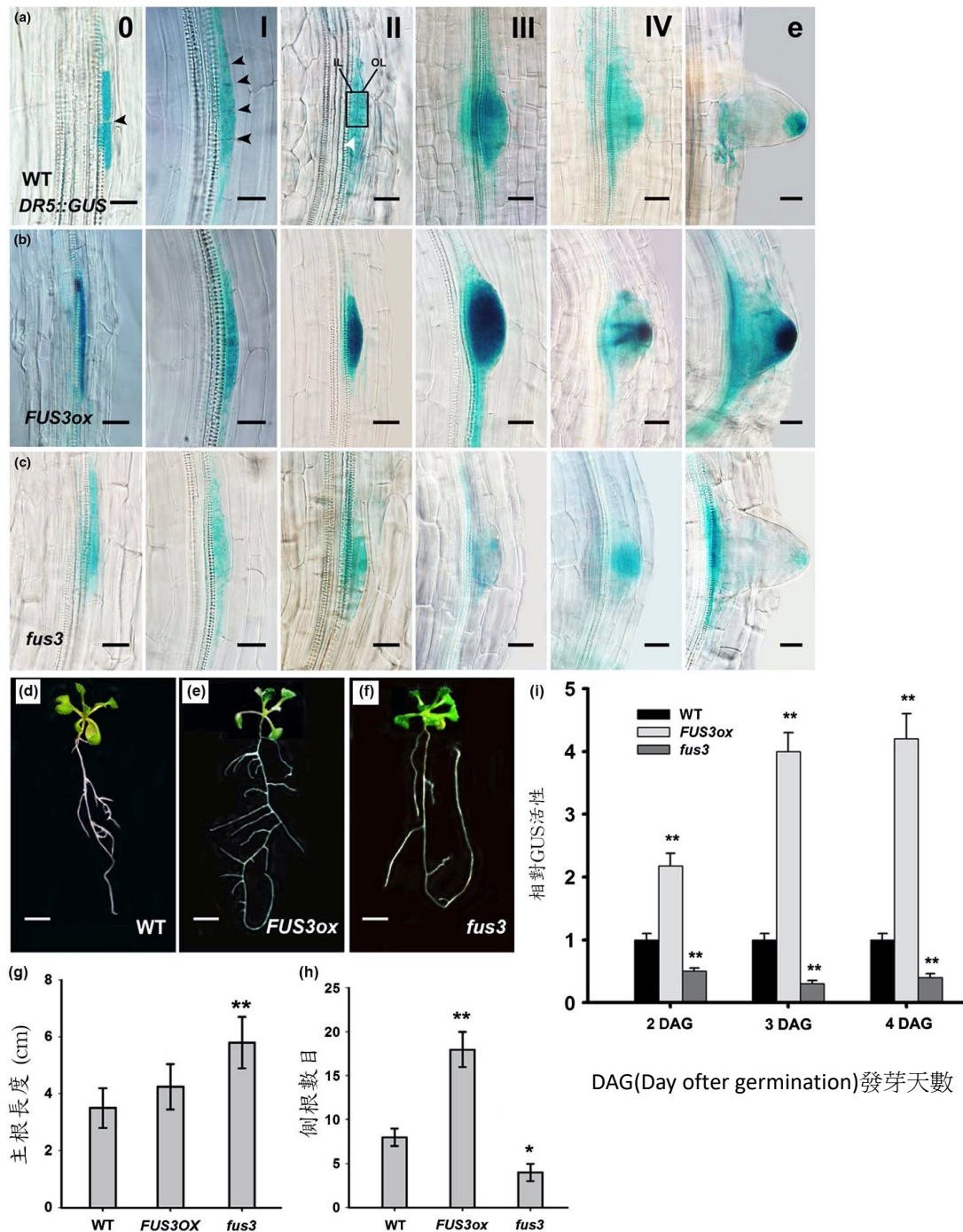


- (A) (a) → (b) → (c) → (e) → (d)
- (B) (b) → (a) → (e) → (c) → (d)
- (C) (c) → (a) → (e) → (b) → (d)
- (D) (e) → (a) → (b) → (d) → (c)
- (E) (d) → (c) → (a) → (b) → (e)

以下為題組 22~24

某生對於植物根系的發育特別感興趣，想要了解哪些因子可以調控根系的發育，尤其側根的生長。因此，利用 *FUS3* 基因的大量表現轉殖株 (*FUS3ox*, (e) 圖)，以及它的突變株 (*fus3*, (f) 圖)；另外，利用可以感應偵測生長素含量的人工合成啟動子 (*DR5::GUS*)，將其表現在野生型阿拉伯芥 (WT, (a) 圖)、*FUS3ox* ((b) 圖) 與 *fus3* ((c) 圖) 中，藉由 GUS 染色的深淺來推斷生長素含量，藍色愈深代表 GUS 活性愈高，如圖中所示。

根據下圖 (a)~(i)，回答下列問題 22~24：



(a) 圖中各小圖右上角的 0、I、II、III、IV 與 e 代表根發育的不同階段。黑色箭頭所指處代表分裂方向；OL：外層；IL：內層。

22. 有關側根形成的敘述，下列何者正確？

- (A) 由表皮細胞向外突起發育而成
- (B) 生長素的濃度在一定範圍內與側根的數目呈現正相關
- (C) *FUS3* 基因的表現並未影響生長素的濃度
- (D) *FUS3* 基因的表現量在側根形成的過程中會改變
- (E) 生長素並未影響側根的形成

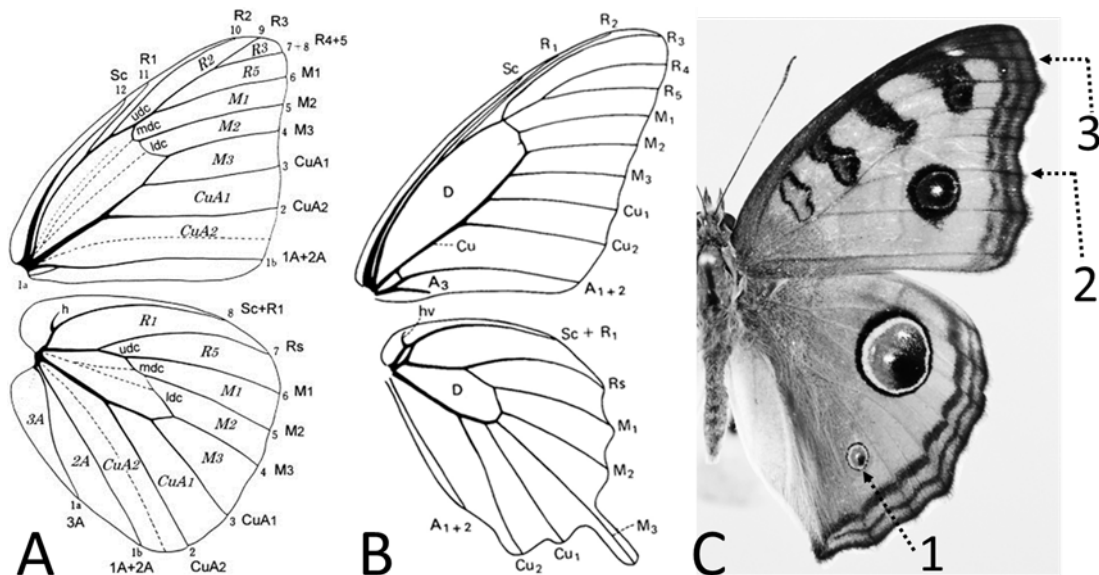
23. 下列有關 *FUS3* 基因功能的相關敘述，何者正確？

- (A) 正調控側根的數目
- (B) 負調控主根的生長
- (C) 負調控生長素濃度
- (D) 皆正調控主根、側根的生長
- (E) 可能與其他因子共同調控側根的生長

24. 下列何種激素的生理作用類似於 *FUS3* 基因對於植物根系發育的影響？

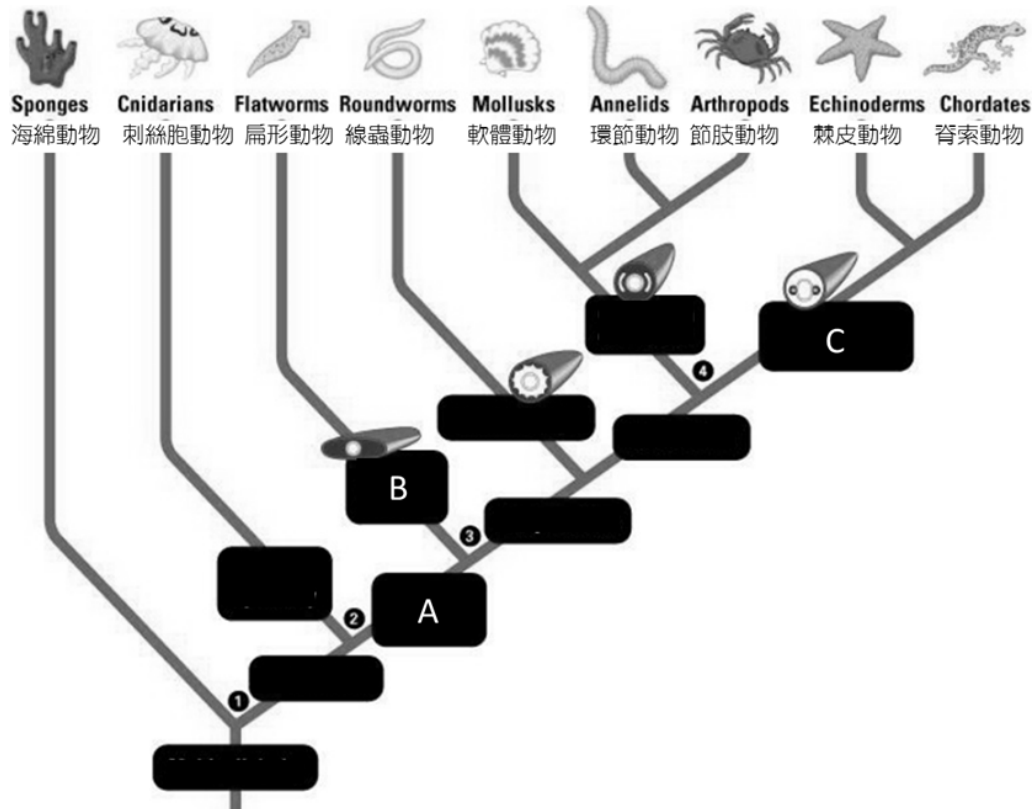
- (A) 乙烯
- (B) 吉貝素
- (C) 細胞分裂素
- (D) 茉莉酸
- (E) 離層酸

25. 下圖為蝴蝶的翅脈相 (venation) 示意圖。請觀察 A、B 兩圖中翅脈 (vein) 與翅室 (wing cell) 的命名法則，推測 C 圖中 1、2、3 對應的是那個翅脈或翅室，並在下面選項中挑出正確之配對。



- (A) 1 → 2A
- (B) 2 → M2
- (C) 3 → R4
- (D) 1 → CuA1
- (E) 2 → M3

26. 下圖是數個主要動物類群的親緣關係架構，而每一個分支群 (clade) 的獨有衍徵 (autapomorphy) 或共有衍徵 (synapomorphy) 都被標註在分支 (branch) 上。請問以下對 A、B、C 三個特徵的說明何者正確？



- (A) A 是頭部專化，是除海綿動物與刺絲胞動物之外所有動物類群的共有衍徵
 (B) A 是兩側對稱，是扁形、線蟲、環節、節肢與脊索動物的共有衍徵
 (C) B 是真體腔，是扁形動物的獨有衍徵
 (D) C 是細胞團塊所構成的真體腔，是棘皮與脊索動物的共有衍徵
 (E) C 是消化道所構成的真體腔，是脊索動物的獨有衍徵
27. 請問下列關於浴用海綿 (*Spongia officinalis*) 的敘述何者正確？
 (A) 屬於有孔動物門 (Porifera)
 (B) 海綿絲 (Spongin) 主要由幾丁質構成
 (C) 有性生殖或無性生殖均可
 (D) 無體制，型態方正
 (E) 具有骨針 (Spicule)
28. 近年來有些追求自然無塑生活的女性，想到以上述的浴用海綿作為生理用品塞進陰道裡吸收經血，甚至將其消毒後重複使用。請問此一舉動可能會產生下列哪些問題？
 (A) 海綿中參雜屍體和砂粒而有感染疑慮
 (B) 以 75% 酒精消毒海綿會硬化而難以重複使用
 (C) 內藏的骨針會傷害陰道內皮
 (D) 海綿的固著柄不夠堅韌，在拉出陰道時斷裂
 (E) 具有鞭毛的襟細胞會循著陰道游入子宮

29. 大家常說飲食要少鹽少油最健康，叮叮決心要朝健康正妹邁進，飲食中食鹽含量長期偏低，但最近檢查結果發現，叮叮鈉攝取不足，造成血鈉偏低，下列有關針對此種血鈉偏低，對腎小管所產生的影響的敘述何者正確？
- (A) 基底側膜 (basolateral membrane) 之鈉鉀幫浦 (Na-K-ATPase) 數量增加
 - (B) 頂端膜 (apical membrane) 之鈉鉀幫浦數量增加
 - (C) 頂端膜之鈉氫交換器 (Na-H exchanger) 數量增加
 - (D) 基底側膜之鈉離子通道 (Na channel) 數量增加
 - (E) 頂端膜之鈉離子通道 (Na channel) 數量增加
30. 下列關於骨骼肌、心肌以及平滑肌的描述，何者正確？
- (A) 心肌的細胞之間具有隙型連結 (gap junction)
 - (B) 骨骼肌具有等長 (isometric) 以及等張收縮 (isotonic) 的能力
 - (C) 平滑肌細胞收縮與鈣離子結合上肌鈣蛋白 (troponin) 有關
 - (D) 骨骼肌細胞收縮時不需要細胞外的鈣離子流入細胞內
 - (E) 心肌與骨骼肌的收縮都與神經末梢釋出的乙醯膽鹼 (acetylcholine) 有關

以下為題組 31~32

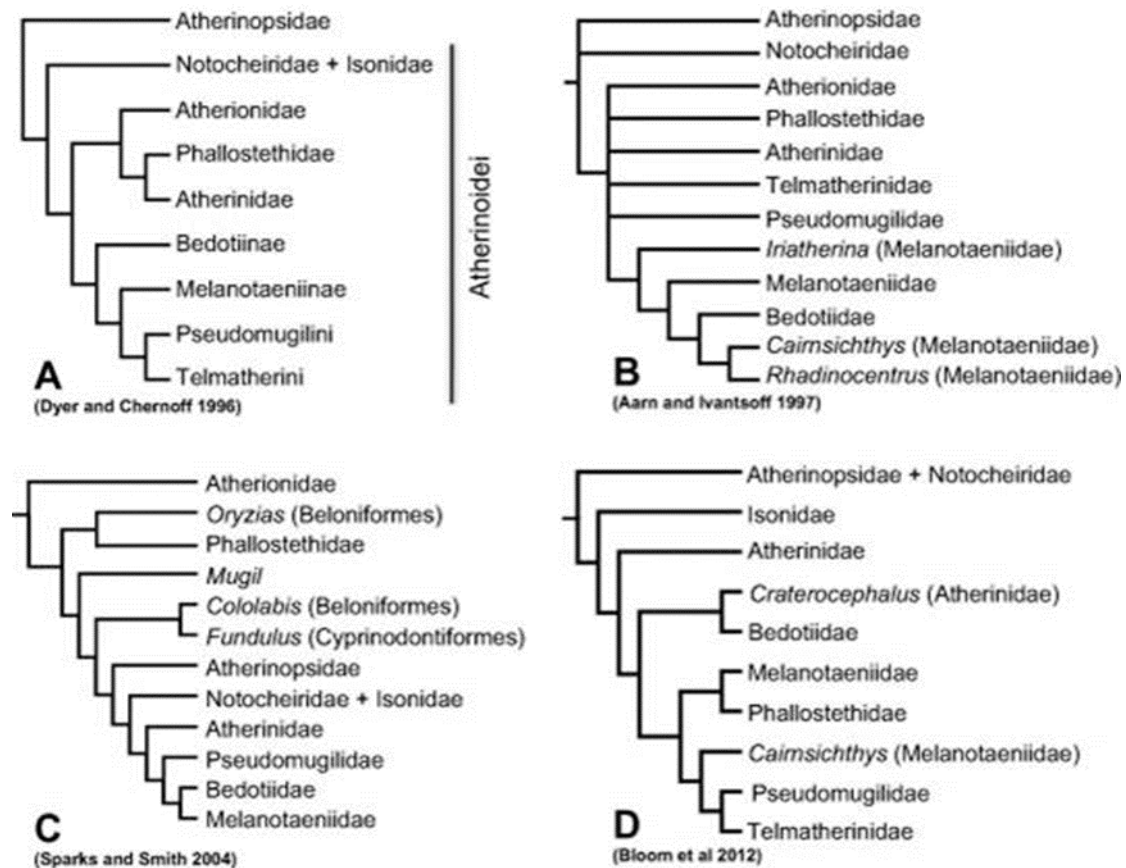
丁丁最近雖無特定減重及健身計畫，但發現體重下降五公斤，正覺得是自己朝偶像團體邁出第一步時，但是也發現自己最近很容易疲憊，口渴，入伍體檢時發現空腹血糖高達 600 mg/dL (正常值約為 100 mg/dL)，並已有酮酸症的症狀，腎臟是身體血液酸鹼平衡的重要器官。據此，回答 31~32 問題。

31. 根據上文內容及過去習得知識，下列哪些敘述正確？
- (A) 丁丁尿液中 NH_4^+ 的排出量低於正常人
 - (B) 丁丁尿液中 NH_4^+ 排出量無顯著變化
 - (C) 丁丁尿液中 NH_4^+ 排出量高於正常人
 - (D) 在近曲小管中，氫離子主要藉由 Na^+/H^+ 反向運輸蛋白 (Na^+/H^+ countertransporter) 運送入濾過液中
 - (E) 在近曲小管中，氫離子主要藉由氫離子幫浦主動運輸至濾過液中
32. 碳酸氫根離子 (HCO_3^-) 為體內調節酸鹼平衡相當重要的離子，根據上文內容及過去習得知識，下列哪些敘述正確？
- (A) 丁丁會引發過度換氣 (hyperventilation)
 - (B) 丁丁尿液中 HCO_3^- 低於正常人
 - (C) 丁丁尿液中 HCO_3^- 高於正常人
 - (D) 丁丁亦可能伴隨有高血鉀的現象
 - (E) HCO_3^- 可藉由轉換成 CO_2 通過近曲小管上皮細胞的頂端膜 (proximal membrane)
33. 黃頸蜷蚓 (*Pontoscolex corethrurus*) 是世界知名的入侵種蚯蚓，已經遍佈熱帶與亞熱帶地區各個國家。下列何者屬於黃頸蜷蚓的特徵？
- (A) 具有馬鞍形環帶，性成熟以後出現
 - (B) 屬於雌雄同體，體內有雄性和雌性生殖系統
 - (C) 行孤雌生殖，生殖力強大
 - (D) 體表有剛毛，每節四對
 - (E) 體內有三對鈣腺，可分泌碳酸鈣至消化道中

34. 關於褪黑激素 (melatonin)，下列敘述何者正確？

- (A) 在人體血液中濃度呈現節律性的波動，夜間血液濃度高於白天
- (B) 由腦中松果體 (pineal gland) 所製造
- (C) 在血液中的含量會受到光照影響，光線照射會促進其分泌
- (D) 電腦或是手機所釋放出來的高能藍光會促進其分泌
- (E) 會抑制黑色素細胞製造黑色素

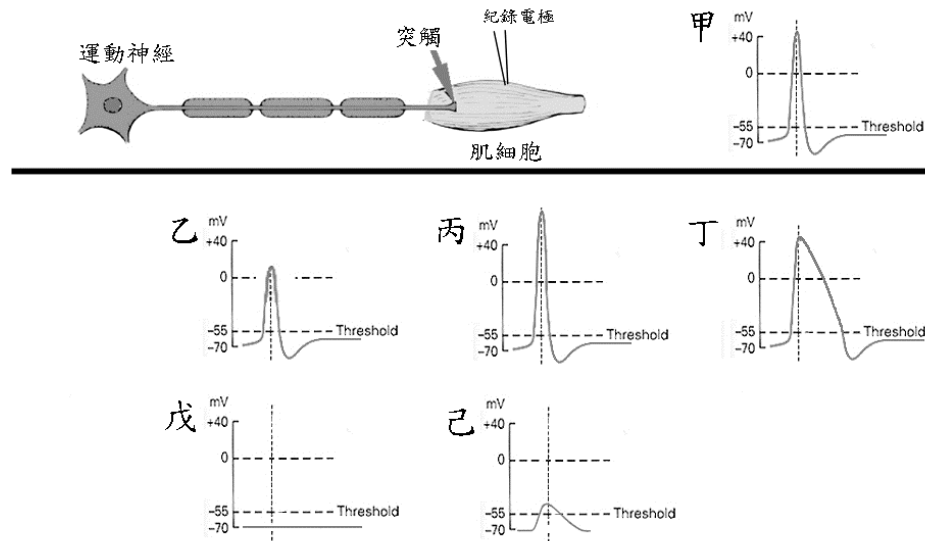
35. 銀漢魚目(Atheriniformes)中的黑帶魚科(Melanotaeniidae/Melanotaeniinae)、皮杜銀漢魚科(Bedotiinae/Bedotiidae)、擬鯔科(Pseudomugilini/Pseudomugilidae)、沼銀漢魚科(Telmatherinidae)分別分布於澳洲、馬達加斯加、新幾內亞與週邊島嶼以及印尼蘇拉維西(Sulawesi)。不同學者在不同年代為這些淡水魚的親緣關係提出不同的假說，在這些假說所包含的類群中，銀漢魚科(Atherinidae)、浪花魚科(Notocheiridae)、浪花銀漢魚科(Isonidae)、鯔魚(Mugil)、秋刀魚(Cololabis)、底鱗(Fundulus)皆為海水魚。請根據這些資訊挑選出以下解讀何者合理？



- (A) A 假說支持 Bedotiinae、Melanotaeniinae、Pseudomugilini 與 Telmatherini 的共祖具有東崗瓦納大陸 (East Gondwana) 起源
- (B) 無論是那一個假說都顯示淡水物種為海水中的祖先進化而來
- (C) 所有假說中只有 B 假說的演化關係被完全解析
- (D) C 比 A 假說更支持 Bedotiinae、Melanotaeniinae、Pseudomugilini 與 Telmatherini 的共祖具有東崗瓦納大陸(East Gondwana)起源
- (E) 根據 C 假說，由於 Atherinidae 為海水魚，但 Pseudomugilidae、Bedotiidae 與 Melanotaeniidae 為淡水魚，所以支持淡水魚事實上還是可藉由海洋播遷

36. 王同學以運動神經－肌細胞的實驗模式（如下圖上半部）來探討導致錫米的重金屬污染水源如何影響運動神經－肌細胞間之作用。已知當在正常溶液中刺激運動神經時可以在肌細胞紀錄得到如圖「甲」的電位，請問若在高濃度污染水源存在情況之下，刺激運動神經之後在肌細胞可能可以記錄到的電位，下列何者正確？

- (A) 乙
(B) 丙
(C) 丁
(D) 戊
(E) 己



37. 旋鞭毛藻 (Dinoflagellates) 是一種單細胞的藻類，與其他真核細胞相比，旋鞭毛藻的細胞核非常特別，其 DNA 含量很高、常見的胸腺嘧啶 (T 鹼基) 有 75% 以上被替換成 5-羥甲基尿嘧啶 (5-Hydroxymethyluracil)、染色體上的組織蛋白 (histone) 含量低，取而代之的是一種稱為「旋鞭毛藻/病毒核蛋白」(DVNP) 的蛋白質，而且染色體的蛋白質含量也只有其他真核染色體的十分之一。以下有關旋鞭毛藻細胞核的生化特徵，何者正確？

- (A) 要純化細胞內的 DVNP 等核蛋白，可以先用強酸將其他蛋白變性後，而從上清液中回收 DVNP 蛋白質
(B) DVNP 蛋白富含天門冬胺酸或是麩胺酸這類富含羧基側鏈的胺基酸
(C) DVNP 蛋白質的「等電點」偏鹼性
(D) 以 S1 核酸酶處理旋鞭毛藻的染色體，比較不容易切斷其 DNA
(E) 旋鞭毛藻染色體 DNA 不適用查戈夫法則 (Chargaff's rule)

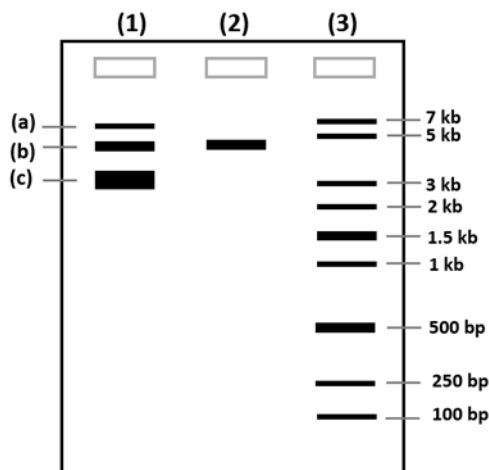
38. 雞冠的形狀可分為單冠、核桃冠、玫瑰冠和豌豆冠四種，將一隻玫瑰冠的雞 P1 和一隻豌豆冠的雞 P2 交配，結果 F1 子代全部都是核桃冠，再將核桃冠的 F1 彼此交配，所得的 F2 子代中，雞冠的比例為 9 核桃冠：3 玫瑰冠：3 豌豆冠：1 單冠。根據此實驗結果，則下列有關雞冠形狀遺傳的推論，何者正確？

- (A) 此四種雞冠形狀由 2 個基因控制
(B) 控制雞冠形狀的基因具隱性上位效應
(C) 控制雞冠形狀的基因在異型合子時為不完全顯性
(D) 控制雞冠形狀的基因在 F1 為顯性同型合子
(E) 控制雞冠形狀的基因在單冠雞為隱性同型合子

39. 研究人員發現一株真菌可分泌出降血壓藥物的代謝物，經全基因體定序及生物資訊比對分析該藥物生合成相關之基因可能坐落在以下基因簇 (gene cluster) 上。下圖箭頭所指為基因 F、基因 B 與基因 A 轉錄方向，關於此基因簇轉錄敘述，下列何者正確？



- (A) 基因 A 轉錄是以 3' → 5' 讀取 DNA 模板，從 5' 端向 3' 端方向合成 RNA
 (B) 基因 B 轉錄是以 5' → 3' 讀取 DNA 模板，從 3' 端向 5' 端方向合成 RNA
 (C) 基因 F 轉錄是以 3' → 5' 讀取 DNA 模板，從 5' 端向 3' 端方向合成 RNA
 (D) 基因 A、B、F 轉錄是以任一讀取 DNA 模板，從 5' 端向 3' 端方向合成 RNA
 (E) 基因 A、B、F 轉錄是以任一讀取 DNA 模板，從 3' 端向 5' 端方向合成 RNA
40. EcoRI 是能將雙股 DNA 切開的限制酶。某一質體 DNA 帶有一段 EcoRI 辨識序列，下圖為質體 DNA 電泳分析結果：(1) 純化後質體 DNA；(2) 以限制酶 EcoRI 處理過的質體 DNA；(3) DNA 長度尺標。請問下列針對電泳分析結果的敘述，何者正確？



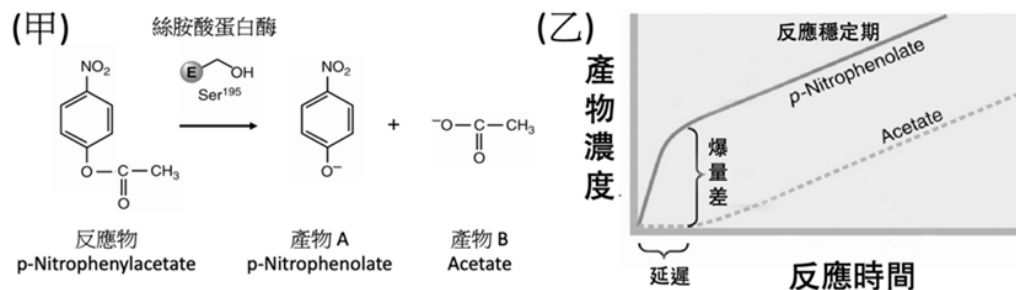
- (A) DNA 亮帶 (a) 長度比 DNA 亮帶 (b) 大
 (B) DNA 亮帶 (c) 長度比 DNA 亮帶 (b) 小
 (C) DNA 亮帶 (a) 為有一缺口的環型 (nicked circular) 質體
 (D) DNA 亮帶 (b) 為單股環型 (circular, single-strand) 質體
 (E) DNA 亮帶 (c) 為超螺旋 (supercoil) 質體

41. 請問下列何組順向引子 (forward primer) 與反向引子 (reverse primer) 可用來擴增以下 PCR 片段

5'-AGCCCGGAGAGAGGGGGAAGAAGAGAATCCCAAGGGAGCGGGAATA
GCCGTGCGGAAGAGAAGACGATTAGCCTAGGTAGAAGCCTCATGGCTGACCA
TTTGATTCCGAAAAGCTGGCAAAACATTCACGAGATAGACATAGTGAGGACC
CGGACGATGTCCCAAGCGGCGCGCTGATTGGCCAGGCCGGGCAGTGCCGAA
GCAGCAAATATCGTGAGTCTCCTGCTTTGCCCCGGTGTATGAAACCGGTAAGGG
TTGCTGGGGAGCTGGTCAGCGGCGCAAGCCGGGAGGGCGACTGAGC-3'

- (A) 順向引子：5'-AGCCCGGAGAGAGGGGGA-3'；
反向引子：5'-CCGGGAGGGCGACTGAGC-3'
- (B) 順向引子：5'-AGCCCGGAGAGAGGGGGA-3'；
反向引子：5'-GCTCAGTCGCCCTCCCGG-3'
- (C) 順向引子：5'-AGCCCGGAGAGAGGGGGA-3'；
反向引子：5'-CGAGTCAGCGGGAGGGCC-3'
- (D) 順向引子：5'-CCGGGAGGGCGACTGAGC-3'；
反向引子：5'-AGGGGGAGAGAGGCCCGA-3'
- (E) 順向引子：5'-GCTCAGTCGCCCTCCCGG-3'；
反向引子：5'-AGCCCGGAGAGAGGGGGA-3'

42. 下圖為絲胺酸蛋白酶催化 p-Nitrophenylacetate 的酵素反應實驗。(甲) 為催化反應化學式，(乙) 為實際測量兩個產物隨反應時間濃度增加的結果。依照這個實驗結果，請問以下有關這個絲胺酸蛋白酶催化反應的描述何者正確？



- (A) 產物 A 一開始濃度比較高是因為量測精準度造成的誤差
- (B) 絲胺酸蛋白酶與反應物之間會形成共價鍵
- (C) 產物 A 的累積會與反應物一起競爭酵素的結合位置
- (D) 這個酵素反應機制又稱為乒乓反應
- (E) 上述的延遲現象在酵素反應中大約會維持 3 秒鐘
43. 下列有關原核生物基因的敘述何者正確？
- (A) 基因組為環狀 DNA
- (B) 具有內含子
- (C) 具耦合基因轉錄與轉譯
- (D) 基因表現啟動區常受操作子調控
- (E) mRNA 上具有 SD (Shine-Dalgarno) 序列能與核糖體結合

44. 在一個對野生溝酸漿花族群的研究中，發現編碼一種酵素的 A 基因具有三種不同的等位基因，A1、A2 和 A3，分別表現出不同的等位基因酶 (allozyme)，E1、E2 和 E3。將族群中的個體依據其產生的等位基因酶分類，得到的比例如下：E1，0.25；E2，0.09；E3，0.04；E1 和 E2，0.30；E1 和 E3，0.12；E2 和 E3，0.20。則下列有關 A 基因在此族群的敘述，何者正確？
- (A) A1 的等位基因頻率為 0.5
 - (B) A2 的等位基因頻率為 0.3
 - (C) A3 的等位基因頻率為 0.2
 - (D) A1、A2 和 A3 之間為共顯性
 - (E) 此溝酸漿花族群處於哈-溫平衡
45. 關於 RNA 干擾 (RNA interference) 作用下列敘述何者正確？
- (A) 抑制轉錄後 RNA 修飾
 - (B) 可由外源雙股 RNA 啟動
 - (C) 可由內源微小 RNA (miRNA) 啟動
 - (D) 可直接造成標的基因序列之切割
 - (E) 具放大擴散作用達成有效率抑制基因表現
46. 以下有關 RNA 疫苗的描述何者正確？
- (A) RNA 疫苗製作時會使用非天然的核苷酸來增加疫苗穩定度
 - (B) 增加 RNA 序列中的 G 與 C 含量可以增加疫苗的穩定度
 - (C) RNA 疫苗進入身體後主要的作用目標是樹突細胞
 - (D) RNA 疫苗主要是透過 MHC I 的免疫刺激來產生中和抗體
 - (E) RNA 疫苗中的非轉譯區域 (untranslated region, UTR) 就是在尾部有很多 A 的區域，具有調節蛋白質轉譯的功能
47. 下列關於互補 DNA (complimentary DNA, cDNA) 之敘述何者正確？
- (A) 遺傳工程常將具有內含子的基因做成互補 DNA 以進行分子選殖
 - (B) 互補 DNA 是由 mRNA 反轉錄而得
 - (C) 具有與基因組 DNA 完整互補的序列
 - (D) 互補 DNA 合成時需要 RNA 引子
 - (E) 互補 DNA 具有編碼特定蛋白質之密碼序列
48. 遺傳的染色體學說的基礎在於孟德爾遺傳法則和減數分裂中染色體行為的一致性，下列有關減數分裂的敘述，何者正確？
- (A) 先進行二次 DNA 複製，再連續進行二次染色體分離
 - (B) 同源染色體在減數分裂 I 前期配對
 - (C) 同源染色體的互換發生在減數分裂 II 前期
 - (D) 姊妹染色分體在減數分裂 II 後期分離
 - (E) 產生的子細胞為單倍體，皆可直接進行受精作用

49. 有關東方草鴉 (*Tyto longimembris*) 的敘述，下列何者正確？
- (A) 該物種只分布在臺灣，因此被列為瀕臨絕種保育類野生動物
 - (B) 主要棲息在臺灣低海拔森林
 - (C) 通常在地上而非樹上築巢
 - (D) 以大型昆蟲為主要食物來源
 - (E) 橋頭科學園區設立的爭議之一，為園區開發將會破壞草鴉的重要棲地
50. 海龜是全球廣佈的動物，由於人為活動如捕魚或垃圾及棲地改變或破壞如海灘遊憩活動及設施等，造成其全球數量銳減，另全球暖化亦可能影響其生存。有研究顯示海龜卵在較高溫度的環境會偏向孵出雌性幼體。又海龜的食物之一水母在許多地方大發生。試問下列敘述哪些正確？
- (A) 海龜是台灣珍貴稀有的保育類野生動物
 - (B) 海龜產卵過程中，同一窩卵在產卵過程中，其中間所產的卵較有可能孵化為雌性
 - (C) 全球暖化對海龜的影響是利大於弊
 - (D) 海中塑膠袋的增加有利於海龜及早發展出因應的覓食策略
 - (E) 光害對小海龜的影響大於大海龜
51. 一般而言，具有何者特性的動物，較容易有滅絕的風險？
- (A) 體型大
 - (B) 播遷能力強
 - (C) 食性多樣
 - (D) 食性階層低
 - (E) 活動範圍小
52. 有關海洋性島嶼的生物，下列何者正確？
- (A) 其物種數目取決於物種的遷入率和滅絕率
 - (B) 遷入率低導致高階掠食者不易出現
 - (C) 物種數較大陸少，造成種內競爭大於種間競爭
 - (D) 相較於大陸，動物族群密度一般會變小
 - (E) 相較於大陸，小型動物體型一般會變大，大型動物體型會變小
53. 以下針對植群演替 (或稱消長) 的說明，哪些是正確的？
- (A) 隨著演替的進行，陸域生態系的總生物量 (biomass) 一般隨之增加
 - (B) 隨著演替的進行，陸域生態系的淨初級生產力 (net primary productivity) 一般隨之增加
 - (C) 隨著演替的進行，陸域生態系的物種多樣度 (species diversity) 一般隨之增加
 - (D) 隨著演替的進行，陸域生態系的營養流動速率 (nutrient cycling efficiency) 一般隨之降低
 - (E) 隨著演替的進行，植物的生長速率 (plant growth rate) 一般隨之降低

54. 早期人類的祖先尚無能力對抗大型的猛獸時，會等到猛獸結束食用離開後再去進食，此種行為稱作被動的食腐行為。科學家為了解人類是否能從食腐得到相當的好處，進行了一連串模擬的實驗。結果發現的確可以由大型猛獸吃剩所留下的食物碎屑得到顯著的好處。試問下列敘述哪些正確？
- (A) 如果人類祖先能夠組成合作大家族，則靠人多勢眾時就能主動驅趕正在進食的大型猛獸，進而享有牠所捕獲的獵物，此種方式增加了遠古人的覓食效率
 - (B) 如要進行上述實驗，研究人員需要選擇有大型猛獸生活的地方，伺機收集牠所吃剩的獵物，估算仍可為人食用的肉量
 - (C) 如果人會使用簡單的石製工具，則可利用它來切割或敲打獵物，有機會廢物利用，攝取到大型骨骼中的骨髓，有利於人體蛋白質的補充
 - (D) 考古遺址中，動物骸骨化石上的痕跡，有助於科學家分辨動物的死因
 - (E) 早期人類善於攀爬有助於其偷取花豹及獅子獵物的效益
55. 鳥類完全依賴托卵寄生存活的現象約佔鳥中的 1%，寄生者與寄主間共同演化的關係就像是軍備競賽。研究人員針對杜鵑鳥對葦鶯托卵寄生的現象進行研究，發現杜鵑鳥除了會偷偷趁葦鶯不在的時候產卵外，亦會在其存在，甘冒被寄主發現甚至常常遭到寄主猛烈攻擊滋擾的情況下產卵。產卵前常會啄咬寄主的蛋，甚至食用 1-2 枚蛋後再產卵。有時亦會托卵在寄主的空巢內。就演化的觀點而言可以提出下列哪些假說？
- (A) 杜鵑吃寄主的卵有助於其營養的補充
 - (B) 吃卵行為有助於欺騙寄主杜鵑是來吃卵而非寄生，減少寄主棄巢的風險
 - (C) 寄生者會加速產卵過程減少被寄主發現的機會
 - (D) 吃卵有助於減少卵巢數，增加孵蛋成功率，有利於托卵蛋的存活
 - (E) 寄生者的蛋為有利於競爭一般會提早孵化且蛋會比較大
56. 以下哪些性狀應該是動物為增加交配機會的性擇機制？
- (A) 鳥類悅耳的歌聲
 - (B) 熊鷹銳利的爪子
 - (C) 箭毒蛙體表的明亮豔麗色彩
 - (D) 青春期男性將較高比例的食物轉化為肌肉和肝醣
 - (E) 雄性鮫鰐魚無法獨自生存，必須寄生在雌性鮫鰐魚身上
57. 許多自然界動植物的季節性現象，像是植物的開花結果、動物的繁殖與遷徙等物候表現，皆與氣候的週期性變化息息相關，而這些生態現象近年來也因全球暖化、環境變遷而發生了許多改變。請問下列敘述何者正確？
- (A) 暖化造成溫帶地區許多植物開花時間提早或延遲
 - (B) 暖化改變了北美許多松樹的展葉物候，進而導致松甲蟲族群崩潰
 - (C) 氣候變遷對於食物鏈中的頂級掠食者之物候表現影響最大
 - (D) 乾旱會改變植物開花的時間
 - (E) 物種間對於環境資源的競爭也可能會改變其物候表現

58. 土壤中的生物對於植物的生長與存活有很大的影響，而近年來植物與其菌根菌間的交互關係更是生態學研究的熱點，植物菌根菌主要有兩大類：叢枝菌根菌 (arbuscular mycorrhizal fungi) 與外生菌根菌 (ectomycorrhiza)。請問下列相關敘述何者正確？
- (A) 菌根菌菌絲的體積為植物根系的 100-1000 倍，因此比植物能更有效率地吸收土壤中的養分
 - (B) 由於植物的根系無法分泌酵素來分解土壤中的有機質，因此必須仰賴菌根菌幫助其吸收氮、磷以及其他礦物元素
 - (C) 菌根菌可以從植物根系獲取二氧化碳，然後再進一步合成為自己所需的養分
 - (D) 松露是一種外生菌根菌，有別於其他真菌，松露的孢子主要仰賴動物傳播
 - (E) 多數植物種類會與外生菌根菌共生，而非叢枝菌根菌
59. 近年來有許多研究都發現植物的生長與存活會受到負密度制約效應的影響，這個現象是指當植物處在個體密度較高的區域時，其存活率、生長率會有顯著的下降。請問下列機制何者可能會造成負密度制約的現象？
- (A) 植物個體間競爭資源
 - (B) 專一性草食動物的取食
 - (C) 廣食性草食動物的取食
 - (D) 土壤中致病菌數量
 - (E) 土壤中菌根菌的數量
60. 臺灣原生的扁柏，屬於柏科 (Cupressaceae) 扁柏屬 (*Chamaecyparis*)。早田文藏 (Bunzo Hayata) (1908) 曾認為臺灣扁柏是日本扁柏 (*Chamaecyparis obtusa*) 的型 (form)，Alfred Rehder (1914) 認為臺灣扁柏是日本扁柏之變種 (variety)，李惠林 (Hui-Lin Li) (1950) 認為臺灣扁柏是日本扁柏的亞種 (subspecies)，正宗嚴敬與鈴木重良 (Genkei Masamune and Sigeyosi Suzuki) (1933) 則認為臺灣扁柏是異於日本扁柏的有效物種 (*Chamaecyparis taiwanensis*)。依據上述說明，若現在我們認為 Alfred Rehder (1914) 的意見是對的，正確學名是 *Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* (Hayata) Rehder，請問下列哪些學名是臺灣扁柏這變種的同物異名 (synonyms)？
- (A) *Cupressaceae chamaecyparis*
 - (B) *Chamaecyparis obtusa* f. *formosana* Hayata
 - (C) *Chamaecyparis obtusa taiwanensis* Masam. et Suzuki
 - (D) *Chamaecyparis obtusa* subsp. *formosana* (Hayata) H. L. Li
 - (E) *Chamaecyparis formosana* Matsum.