

2026 年第 37 屆中華民國生物奧林匹亞競賽 國手選拔初賽



1. 本卷皆為多重選擇題；共 60 題，每題 2 分，總計 120 分。
2. 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。

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 17 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. 下列有關疫苗的敘述，何者正確？
 - (A) 只要分開在身體的不同部位施打，不同的疫苗就可以同時接種
 - (B) 非活性疫苗可接種於免疫功能不全者，但免疫保護力可能較差
 - (C) 脊髓灰質炎 (polio) 活性疫苗的接種曾造成許多兒童的殘疾與死亡
 - (D) 目前預防麻疹、腮腺炎、德國麻疹所使用的 MMR 混合疫苗為非活性疫苗
 - (E) 人類乳突病毒 (human papilloma virus, HPV) 疫苗可用以預防口咽癌、頭頸癌、子宮頸癌、肛門癌、陰道癌、外陰癌和菜花等疾病
2. 下列與過敏反應 (hypersensitivity) 有關的敘述，何者正確？
 - (A) 抗組織胺能阻斷組織胺與受體的結合而用以治療過敏
 - (B) 細胞毒性過敏反應是第四型過敏反應，會活化 T 細胞及巨噬細胞
 - (C) 過敏性鼻炎能由接觸花粉、灰塵、雞蛋、海產、藥物、冷空氣所引起
 - (D) 過敏原會與附著在肥大細胞表面的 IgE 結合並觸發去顆粒作用 (degranulation)
 - (E) 減敏療法 (allergen-specific immunotherapy) 是以低劑量過敏原重覆注射的方式來減低過敏症狀
3. 下列有關抗生素及細菌抗藥性的敘述，何者正確？
 - (A) 多重抗藥性細菌能對多種抗生素產生抗藥性
 - (B) 使用低劑量的抗生素可以避免細菌的抗藥性增加
 - (C) 透過調節腸道菌叢可以減少抗藥性細菌在腸道中的定殖
 - (D) 抗生素對細菌產生選擇性壓力，可使具抗藥性基因的細菌存活並增殖
 - (E) 抗藥性基因的交換及環境中抗藥性菌種的增加，會加劇細菌抗藥性的擴散
4. 小明針對一株金黃色葡萄球菌進行格蘭氏染色，染色完成後用顯微鏡油鏡觀察，發現細胞均被染成粉紅色。針對該結果與實驗流程，下列敘述何者為合理的推斷？
 - (A) 進行格蘭氏染色時忘記用酒精脫色
 - (B) 進行格蘭氏染色時忘記用碘液媒染
 - (C) 使用培養過久而衰老的金黃色球菌
 - (D) 進行格蘭氏染色時使用過量的番紅複染
 - (E) 金黃色葡萄球菌是格蘭氏陰性細菌，因此會被染成粉紅色
5. 下列生物何者在分類上屬於原生生物界？
 - (A) 矽藻 (diatom)
 - (B) 立克次體 (rickettsia)
 - (C) 瘧原蟲 (plasmodium)
 - (D) 黴漿菌 (mycoplasma)
 - (E) 細胞黏菌 (cellular slime mold)

6. 下列有關各種物質跨越細胞膜的敘述，何者正確？
- (A) CO_2 因為不帶電、分子小、疏水性高，可自由擴散通過細胞膜
 - (B) Cl^- 為帶負電荷的離子，必須透過離子通道或鈉鉀氯轉運蛋白的協助才能跨越細胞膜擴散
 - (C) H_2O 是細胞中含量最多的分子，因其為小分子結構，很容易擴散通過細胞膜，其方式與 CO_2 類似
 - (D) 鈉鉀幫浦可維持細胞膜內外鈉離子和鉀離子的濃度差，以及細胞內之負電性與細胞外之正電性，運作時需消耗 ATP，屬於一種主動運輸方式
 - (E) 蔗糖是一種雙醣，無法直接穿過細胞膜，而是依賴位於細胞膜上的蔗糖-質子共轉運載體 (sucrose transporter) 擴散進入細胞，屬於一種促進型擴散 (facilitated diffusion)

7. 在生物學研究中，細胞間異質性 (heterogeneity) 是指同源組織或細胞群體中，雖然外觀相似，但在基因表現、代謝活性、增殖潛能或功能狀態上仍存在差異的現象。這種異質性是推動組織發育、再生、老化及疾病 (如癌症) 進展的關鍵因素。例如，在一個幹細胞群體中，可能同時存在處於靜止狀態與積極分裂的細胞，這種功能分工有助於維持組織的長期穩定。

傳統的大量 RNA 定序技術會將數萬個細胞一同研磨分析，所得結果僅呈現群體基因表現的平均值，因此容易掩蓋稀有細胞亞群的獨特特徵。為了突破此限制，單細胞 RNA 定序技術應運而生。該技術能針對單一細胞進行完整的轉錄體分析，將原本看似均質的細胞群體細分為不同亞群，並揭示各亞群獨特的基因表現特徵 (即細胞特徵)。

在相關研究中，科學家常結合流式細胞分選術來分離特定的活細胞亞群，以利後續的功能分析。藉由這些技術，我們得以更精確地追蹤細胞命運變化的動態過程，例如細胞的分化 (differentiation, 由幹細胞發展為特化細胞)、去分化 (dedifferentiation, 特化細胞逆轉為較原始的狀態) 或轉分化 (transdifferentiation, 一種特化細胞直接轉變為另一種特化細胞)。

下列有關細胞間異質性的敘述，何者正確？

- (A) 只有在病理狀態 (如癌症) 下才會出現細胞異質性
 - (B) 指一個細胞群體中的所有細胞都具有完全相同的特性
 - (C) 流式細胞分選術無法用於研究具有異質性的細胞群體
 - (D) 單細胞 RNA 定序技術是解析此種異質性的關鍵工具之一
 - (E) 指的是來自同一組織的細胞，其基因表現、功能或狀態可能各不相同
8. 細胞命運變化的幾種可能路徑，包括分化、去分化和轉分化等。下列關於上述路徑的敘述，何者正確？
- (A) 發育特徵的消失，通常是細胞開始分化過程的標誌
 - (B) 去分化和轉分化在自然界中極其罕見，僅是理論概念
 - (C) 去分化是指一個已分化的細胞逆轉為更原始、潛能更高的狀態
 - (D) 分化是指多功能幹細胞回復其多功能性，並由特化細胞轉為原始型態的特徵
 - (E) 轉分化是指一種已分化的細胞直接轉變為另一種分化細胞，而不經過多能幹細胞階段

9. 細胞連接與特化結構的分布和組合對於內皮細胞 (endothelium) 的功能至關重要。下列敘述何者正確？
- (A) 間隙連接 (gap junction) 普遍存在於所有類型的動物細胞之間，包括血液細胞 (例如：紅血球、白血球) 和游離的細胞
 - (B) 心臟肌肉細胞之間存在大量的間隙連接，這對於心肌收縮的信號同步傳導至關重要
 - (C) 微絨毛的長度與數量在個體的一生中是固定不變的，不會受到營養狀態或功能需求的影響
 - (D) 若一個組織需要承受巨大的機械拉力 (如皮膚表皮)，則該組織的細胞間會含有豐富的胞橋體 (desmosome)
 - (E) 在小腸內皮細胞的頂端區域 (靠近腸腔側)，緊密連接 (tight junction) 通常位於最靠近腸腔的位置，其下方再分布著胞橋體和間隙連接 (gap junction)，這種排列方式形成了功能上的區隔
10. 植物體內有許多小勝肽 (small peptides) 可傳遞訊息。下列何者正確？
- (A) 部分小勝肽能促進細胞分裂與生長
 - (B) 部分小勝肽會控制根尖分生組織的生長
 - (C) 部分小勝肽能控制花或葉子的掉落時機
 - (D) 植物接收小勝肽訊息時，無需使用專門的受體蛋白
 - (E) 部分小勝肽會調控細胞壁的變化，幫助植物應對鹽害
11. 下列有關細胞週期調控的敘述，何者正確？
- (A) 不同階段的細胞週期皆由相同的週期素 (cyclin) 調控
 - (B) 若 DNA 損傷無法修復，細胞可能進入凋亡 (apoptosis)
 - (C) p53 蛋白能在 DNA 受損時促使細胞停留在 G1/S 檢查點
 - (D) 週期素 (cyclin) 需與 Cdk (cyclin-dependent kinase) 結合才能活化酵素功能
 - (E) M 期促進因子 (MPF, maturation-promoting factor) 由 Cyclin B 與 Cdk1 構成
12. 下列何種微生物的代謝作用，能幫助植物獲得更多養分？
- (A) 固氮菌產生氨，提供植物氮源
 - (B) 光合細菌分泌乳酸，降低土壤酸鹼值
 - (C) 磷溶解菌分泌有機酸，幫助植物吸收磷
 - (D) 放線菌產生鐵載體 (siderophores)，幫助植物吸收鐵
 - (E) 產生 ACC 去氨酶 (ACC deaminase) 降低乙烯濃度，促進根生長

13. 在裸子植物之中，松科 (Pinaceae) 展現出極為特化且冗長的生殖時序，其生殖結構與過程亦反應陸生植物演化適應的關鍵特徵。每枚雌毬鱗片 (ovuliferous scale) 上著生兩個胚珠 (ovule)，其頂端具珠孔 (micropyle)，能分泌授粉滴 (pollination drop)，此為松科在風媒傳粉中捕捉並吸收花粉粒的機制。花粉進入珠孔後，並非立即完成受精，而是先萌發形成花粉管 (pollen tube)，該管道可在胚珠組織中持續緩慢生長數月，甚至延宕超過一年，必須等待雌配子體 (female gametophyte) 完全成熟，才能釋放精子細胞進行雙配子融合。受精完成後，胚胎 (embryo) 並非立刻成熟，而是進入一段可能跨年度的發育與休眠期，直至下一年才完成種子的最終成熟。成熟種子中清楚可區分三個世代的組織：最外層的種皮 (seed coat) 來自母體孢子體 (sporophyte) 的珠被 (integument)；種子內部的大部分營養組織則源於雌配子體；最核心的新生胚胎則代表下一代孢子體。松科的此一生殖模式，顯示了孢子異型性 (heterospory) 在演化上如何逐步導向種子的形成與功能整合，並同時展現世代交替的三代共構特徵。

根據上述資訊與松科植物生殖演化過程，下列哪些推論正確？

- (A) 松科雄性配子具鞭毛，可主動游動至卵細胞完成受精
 - (B) 花粉管延遲生長反應雌配子體尚未成熟，需等待其發育完成後才能受精
 - (C) 成熟種子中包含三代組織，分別為母體孢子體、雌配子體與新生孢子體
 - (D) 松科為異孢植物，小孢子發育為花粉，大孢子發育為雌配子體
 - (E) 松科授粉過程常延遲，但受精後立即完成胚胎發育與種子成熟，無長期延遲現象
14. 下列有關種子發育與功能的敘述，何者正確？
- (A) 由胚珠所形成
 - (B) 由胚囊發育而來
 - (C) 大孢子囊內含有胚珠，之後發育為種皮
 - (D) 雌配子體不外露，完全被大孢子囊保護
 - (E) 提供子代的保護
15. 下列有關毛狀體 (trichome) 的敘述，何者正確？
- (A) 毛狀體是表皮的衍生物
 - (B) 毛狀體有單細胞和多細胞之分，例如根毛為單細胞者
 - (C) 毛狀體有單細胞和多細胞之分，例如仙人掌的刺為多細胞者
 - (D) 毛狀體有單細胞和多細胞之分，例如腺毛為多細胞者
 - (E) 毛狀體有利於適應乾旱、避免光害和被取食

16. 下列有關葉構造與功能的敘述，何者正確？

- (A) 葉的角質層是單層表皮
- (B) 具有下陷型氣孔的葉片，其保衛細胞是由表皮的內層細胞特化而來
- (C) 根據葉綠體的有無以及細胞間隙的大小，可將葉肉分為柵狀和海綿兩種組織
- (D) 葉脈即是葉的維管束組織，其組成會隨葉脈分支愈細而愈簡單，乃至葉脈末端只剩幾個細胞和葉肉相鄰
- (E) 葉脈即是葉的維管束組織，與莖的維管束相連通，利於水分及養分的運送；但在莖葉交接處，大部分木質部的水分運輸須通過細胞壁的阻隔

17. 在被子植物系統發育樹上，位於分支最早期的演化譜系 (lineages at the base of the angiosperm phylogeny) 稱為「基部被子植物」(basal angiosperms)，研究人員想要在「基部被子植物」中辨識能指向早期花部組態與性狀鑲嵌的證據。因此選取 *Amborella*、睡蓮類、木蘭藤目 (*Austrobaileyales*)、木蘭類群 *Magnoliids* (此類群含木蘭科、樟科、胡椒科) 等作為各個代表支系，進行形態與分子比對，得到下面的資訊：

- (1) 花被分化程度與排列型式：木蘭的花部多數器官為螺旋排列，外圍花被不分化而呈典型萼瓣型 (tepals)，且此形態為古老或原始 (archaic) 特徵
- (2) 果實形態：木蘭類群常見聚合果 (aggregate fruit)，每個心皮各發育成一粒種子，聚合於同一花托上，被視為古老類群中的常見形態之一
- (3) 葉脈與組織性狀鑲嵌：在部分基部被子植物可見平行脈＋網狀脈並存的外觀，呈現單、雙子葉性狀混合的鑲嵌，這導致「基部被子植物」在多數分類方式被視為自成一群，因其在單、雙子葉分化之前就已分歧出來
- (4) 花大小與授粉生態：樟科等花小而不顯眼，與民間印象中「基部被子植物＝巨大花」形態認知不相符；被子植物整體的花與傳粉者常呈共同演化多樣化關係，並非多數基部類群皆採「封閉授粉」策略
- (5) 譜系定位：被子植物與裸子植物為姊妹群關係，即平行系群關係，並非直接自蘇苔演化出來；*Amborella*常被視為現存最基部分枝之一，用於推論早期被子植物的性狀組合

根據上述證據與背景知識，下列哪些推論正確？

- (A) 花被的萼瓣型 (tepals) 不分化與螺旋排列為古老型花部的特徵，在木蘭類群中保存
- (B) 在若干基部被子植物可見平行與網狀脈並陳，反應單/雙子葉性狀鑲嵌
- (C) 基部被子植物的存在證明被子植物直接由蘇苔類演化
- (D) 基部被子植物大多具巨大花且採完全封閉授粉，為其共同特徵
- (E) *Magnoliids* 可形成聚合果，屬古老群常見的果實構型之一

18. 早期由水域環境進入陸域環境生存的植物面臨兩大挑戰：

- (1) 機械支撐：在水中，浮力可減輕重力負擔，但在陸地，植物若要「抬高」以獲得光照優勢，必須演化出如木質素沉積於細胞壁的剛性組織來維持結構。
- (2) 水分與養分輸導：大型體型需要高效率的長距離傳輸系統，包含導管、管胞、篩管和伴細胞等維管組織的出現，使水分能從根部向上傳輸至高位葉片，並將光合產物下傳。

古植物學家發現志留紀與泥盆紀的早期維管植物如*Rhynia*，雖然已具維管束組織與木質素，但其高度僅數公分到十餘公分，顯示「維管系統的出現」是「必要條件」但非「充分條件」；而真正能長成森林規模的樹木則出現在晚泥盆紀，與木質素沉積加強、形成層 (cambium) 導致的次生生長密切相關。

同時，演化證據顯示：

- (1) 有些早期無維管植物，如部分巨型苔蘚或原始藻狀體可達到可觀高度，但缺乏真正木質部支撐。
- (2) 維管束組織的出現不僅是生理輸導系統的創新，也與族群競爭策略相結合，如葉片上揚可避免遮光、繁殖結構擴散。
- (3) 現代被子植物雖然是維管束組織最特化的一群，但維管束組織的演化遠早於它們，存在於蕨類、裸子植物等多個譜系。

根據上述證據與背景知識，下列哪些推論正確？

- (A) 木質素沉積加上維管束組織的演化是植物能「增高和長距離輸導」的雙重前提，缺一不可
- (B) 具維管束組織的植物一律同型孢子 (homospore)，直到被子植物才出現異型孢子 (anisospore)
- (C) 維管束組織的出現使植物逐漸脫離單靠細胞間擴散供應養分與水分的限制，得以拓展植物的體型
- (D) 沒有維管束組織的類群完全不可能達到任何「高大」體制，因此巨型苔蘚化石是不可能存在的
- (E) 維管束組織是被子植物專屬特徵，其他植物群並不存在

19. 小花清晨來到公園運動時，發現草莓葉子的邊緣有水珠，即所謂的「泌溢現象」，下列相關的敘述，何者正確？

- (A) 一天當中皆可觀察到此現象
- (B) 由根壓所造成
- (C) 土壤乾燥時也可發生此「泌溢現象」
- (D) 當蒸散作用不旺盛時容易發生
- (E) 「泌溢現象」的水珠中可能含有礦物質、糖分等物質

(第20-21題為題組)

20. 下列有關於植物光色素分子的構造與功能之敘述，何者正確？
- (A) 一些紅藻具有葉綠素 d，含有紫質 (porphyrin) 構造
 - (B) 葉綠素 d 的紫質核心部分之鎂被鈉取代，所以能吸收遠紅光提供光合作用的能量來源
 - (C) 一些具有葉綠素 f 的藻菌類，能比具葉綠素 d 者吸收更長波長的遠紅光而適應深海等幽暗環境
 - (D) 藻紅素是紅藻的主要吸光色素，具直鏈式的紫質構造
 - (E) 藻紅素取代葉綠素 a 的作用功能，成為紅藻的光反應中心色素分子
21. 承上題，下列高等植物光色素分子的相關敘述，何者正確？
- (A) 光系統 I (PSI) 的色素供體可吸收波長 700 nm 的光而形成激發態，因此稱 PSI 色素供體為 P700
 - (B) 激發態的 P680 是強氧化劑 (strong oxidant)，而激發態的 P700 是強還原劑 (strong reductant)
 - (C) 基態 P680 的氧化還原電位勢 (redox potential) 為負值，激發態 P680 的氧化還原電位勢為正值
 - (D) 電子傳遞鏈 PQ 的氧化還原電位勢介於激發態 P680 與基態 P700 之間，因此有能力將電子由 PSII 傳遞至 PSI
 - (E) 電子傳遞鏈 PQ 若一直處於 PQH₂ 狀態，代表能量過多而將光捕抓系統 II (LHCII) 與 PSII 分離
22. 植物生長激素影響植物的生長與分化，下列有關生長素與細胞分裂素兩者的敘述，何者正確？
- (A) 前者合成部位在莖頂，後者主要在葉片
 - (B) 前者是腺嘌呤 (adenine) 的衍生物，後者主要由色胺酸 (tryptophan) 的前驅物合成
 - (C) 前者功能之一為促進細胞延長，後者可控制細胞週期
 - (D) 前者透過細胞間的運輸蛋白質進行極性運輸，後者主要經由木質部進行根往莖的運送
 - (E) 前者可透過可溶性蛋白複合體的受體與生長素反應因子結合進行轉錄，後者藉由細胞膜的組胺酸蛋白激酶 (Histidine protein kinases) 為受體進行訊息傳遞

(第23-24題為題組)

某生利用阿拉伯芥植物的野生型 (wild type)、突變體 a, b, c (mutant a, b, c)，以及雙突變體 (double mutant)、三突變體 (triple mutant)，在長日照 (long days) 與短日照 (short days) 的光照及春化作用 (vernalization) 條件下，進行簇生葉 (rosette leaves)、莖生葉 (cauline leaves)、總葉數 (total leaf no.) 等與開花時間有關性狀的調查，如下表所示 (N.D. 為未檢測)。已知葉片數目與開始開花的時間成正相關，根據此表，回答問題第23–24題：

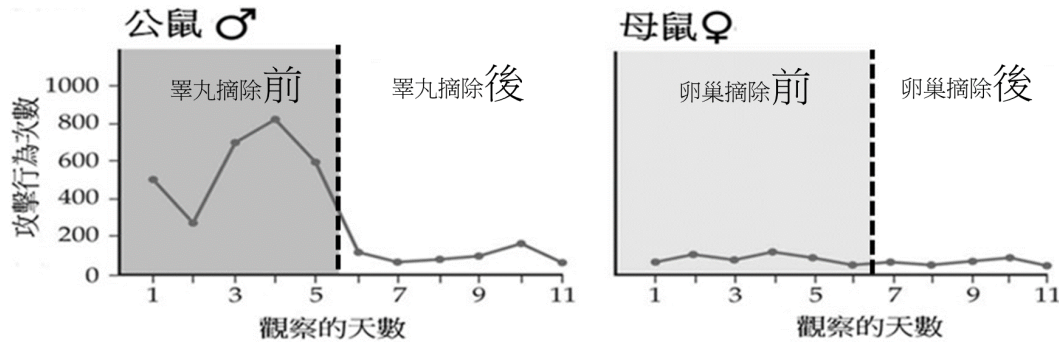
Table 1. The flowering time of wild-type and single, double, and triple mutant combinations of mutants a, b and c

Genotype	Long Days			Short Days		
	Rosette leaves	Cauline leaves	Total leaf no.	Rosette leaves	Cauline leaves	Total leaf no.
wild type	5.6 ± 0.6	3.8 ± 0.7	9.4 ± 1.2	25.3 ± 4.4	9.4 ± 2.3	34.6 ± 6.1
mutant a	13.4 ± 1.1	6.3 ± 1.3	19.7 ± 2.2	22.6 ± 2.2	8.3 ± 1.8	30.9 ± 3.5
mutant b	23.4 ± 2.6	7.4 ± 1.3	30.8 ± 3.4	48.5 ± 4.3	10.0 ± 2.1	58.5 ± 5.3
mutant c	–	–	15.5 ± 1.0	–	–	68.8 ± 7.5
mutant ab	32.8 ± 1.8	14.3 ± 1.3	47.0 ± 2.6	44.0 ± 5.6	10.4 ± 1.0	54.4 ± 6.1
mutant ac	–	–	67.9 ± 13.8 (70%)	–	–	89.0 ± 14.2 (50%)
mutant bc	–	–	35.3 ± 3.0	–	–	91.0 ± 6.7 (50%)
mutant abc	–	–	>90	–	–	>100
mutant abc (+vernalization)	–	–	50.0 ± 7.6	–	–	N.D. ^a

^a N.D., Not determined.

23. 下列有關突變體 a, b, c 的開花時間敘述，何者正確？
- (A) 突變體 a 是晚開花
 - (B) 突變體 c 是早開花
 - (C) 基因 A, B 未參與開花時間的調控
 - (D) 基因 A, B 與 C 具有彼此遺傳調控關係，共同調控開花
 - (E) 突變體 a, b, c 代表同一基因，以調控開花
24. 下列有關阿拉伯芥野生型、突變體 a, b, c 的開花時間敘述，何者正確？
- (A) 長日照、短日照處理未影響阿拉伯芥植物的開花時間
 - (B) 相較於野生型，春化作用會造成三突變體 (突變體 abc) 提早開花
 - (C) 一段時間的低溫處理會造成野生型阿拉伯芥提早開花
 - (D) 阿拉伯芥植物屬於中性日照植物
 - (E) 長日照的處理有利於阿拉伯芥植物開花
25. 有六種激素，分別為：腎上腺素 (epinephrine)、糖皮質素 (glucocorticoid)、甲狀腺素 (thyroid hormone)、雌激素 (estrogen)、泌乳激素抑制激素 (prolactin inhibiting hormone)、體抑素 (somatostatin)。試仔細思考該六種激素的分類、作用機制和生理功能。並據以判別下方哪些是正確的敘述？
- (A) 其中有三種是屬於胺類 (amine) 的激素
 - (B) 其中有三種激素，具有位在細胞質或細胞核內的受體
 - (C) 其中有三種以上的激素，具有位在細胞膜上的受體
 - (D) 其中有三種激素，具有提升血糖的功能
 - (E) 其中有三種以上的激素，具有提升血壓的功能

26. 社會攻擊行為 (social aggression) 較常見於雄性動物間，科學家認為與性腺激素有關。有兩個可能的作用機轉，分別為 (1) 公鼠具有較高濃度的睪固酮 (testosterone)，因而導致了社會攻擊行為。(2) 母鼠具有較高濃度的雌激素 (estrogen)，因而抑制了社會攻擊行為。科學家分別針對公鼠和母鼠施行了性腺摘除手術，並比較手術前後社會攻擊行為的次數。實驗結果整理如下圖。



試根據「實驗設計的原理」和「實驗結果」，判別下列哪些是正確的敘述或推論？

- (A) 社會攻擊行為同時受到了睪固酮與雌激素的調控
 (B) 社會攻擊行為只受到睪固酮的調控，與雌激素無關
 (C) 社會攻擊行為只受到雌激素的調控，與睪固酮無關
 (D) 針對手術後的公鼠注射睪固酮，讓其恢復至手術前的濃度，可以恢復社會攻擊行為的次數
 (E) 針對手術後的母鼠注射雌激素，讓其恢復至手術前的濃度，不會明顯的影響社會攻擊行為的次數
27. 下列哪些屬於正回饋「positive feedback」的生理反應？
 (A) 分娩時子宮平滑肌的收縮
 (B) 失血所引發的心跳速率減少
 (C) 嬰兒吸吮母親乳頭促進乳汁的泌出
 (D) 女性排卵前濾泡刺激素 (FSH) 的分泌增加
 (E) 動作電位 (action potential) 中的去極化 (depolarization) 階段
28. 胰島素 (insulin) 是一種由胰臟中的胰島 β 細胞分泌的激素，主要功能是調節人體的血糖濃度，在人體代謝過程中扮演相當重要的角色。胰島素可幫助細胞吸收葡萄糖以用作細胞運作的能量或儲存為肝醣，並抑制肝臟釋放葡萄糖到血液中。胰島素也可促進骨骼肌對葡萄糖吸收與利用，請問當胰島素與骨骼肌細胞膜上的受體結合後會導致以下何者結果？
 (A) 活化 (activate) 肝醣磷酸化酶 (glycogen phosphorylase)
 (B) 活化 (activate) 肝醣合成酶 (glycogen synthase)
 (C) 抑制脂蛋白脂肪酶 (lipoprotein lipase)
 (D) 抑制葡萄糖進入細胞
 (E) 活化 (activate) 蛋白質分解 (catabolism)

29. 尿液主要在腎臟內經過濾作用，再吸收作用及分泌作用而形成。腎小球過濾壓 (glomerular filtration pressure ; GFP) 是腎臟的過濾作用的主要驅動力，下列敘述何者是正確的？
- (A) 出球小動脈 (efferent arterioles) 收縮會降低腎絲球微血管的淨水壓 (hydrostatic pressure)
 - (B) 入球小動脈 (afferent arterioles) 收縮會降低腎絲球微血管的淨水壓
 - (C) $GFP = \text{血漿中蛋白質的滲透壓} - \text{腎絲球微血管的靜水壓} - \text{鮑氏囊的靜水壓}$
 - (D) $GFP = \text{腎絲球微血管的靜水壓} + \text{鮑氏囊的靜水壓} - \text{血漿中蛋白質的滲透壓}$
 - (E) $GFP = \text{腎絲球微血管的靜水壓} - \text{鮑氏囊的靜水壓} - \text{血漿中蛋白質的滲透壓}$
30. 下列有關骨骼肌的敘述何者正確？
- (A) 鈣離子儲存在肌質網 (sarcoplasmic reticulum)，這是啟動橫橋週期 (cross bridge cycle) 的主要來源
 - (B) 橫小管 (transverse tubules) 形成標示每個肌節末端的 Z 線
 - (C) 橫小管可使動作電位向骨骼肌細胞的中心深處傳播
 - (D) 由於骨骼肌收縮時需要大量能量，所以骨骼肌具多個細胞核且橫小管在骨骼肌中特化為可製造並儲存 ATP
 - (E) 橫小管上具有豐富的 Ca^{2+} -ATP 酶，可將 Ca^{2+} 泵回肌質網中
31. 下列關於「蛻皮動物類群 (ecdysozoa)」的敘述，何者正確？
- (A) 蛻皮動物的共同特徵是具有外骨骼和體分節，並需透過蛻皮 (ecdysis) 才能生長
 - (B) 節肢動物 (Arthropoda) 與緩步動物 (Tardigrada) 同屬於蛻皮動物
 - (C) 蛻皮動物類群的體腔 (coelom) 形成方式是裂體腔形成 (schizocoelous)，意指由中胚層細胞進行細胞分裂在組織團中間形成空腔
 - (D) 蛻皮動物皆具有真體腔，例如節肢動物與環節動物
 - (E) 蛻皮動物在分子系統發育分析中被驗證為一個單系群，與冠輪動物類群 (lophotrochozoa) 並列為兩大主要無脊椎動物類群
32. 原腸胚形成 (gastrulation) 是動物發育的關鍵階段，會發育為外胚層 (ectoderm)、中胚層 (mesoderm) 和內胚層 (endoderm) 3 種胚層，下列描述何者是正確的？
- (A) 在原口動物 (protostome) 和後口動物 (deuterostome) 中，原腸胚的形成方式都相同
 - (B) 在爬行類、鳥類和哺乳動物的發育中，原腸胚形成與原條 (primitive streak) 的出現密切相關。它出現在胚胎的後方 (尾端)，並且是細胞遷移和分化的起點，為胚胎發育決定了頭部和尾部的方向性
 - (C) 中胚層是位於外胚層和內胚層之間的一個胚層，它會分化出骨骼、肌肉、真皮等組織
 - (D) 外胚層位於原腸胚的最外側，脊髓、腦部等神經系統組織主要由外胚層發育而來
 - (E) 內胚層是原腸胚的最內層，心臟、血管與血液系統主要由內胚層發育而來

33. 雞胚胎和人類胚胎的發育過程雖然分別為卵生和胎生，但在發育過程中上仍有許多共通點。下列關於兩者發育的比較，何者是正確的？
- (A) 兩者胚胎在早期發育時，都會經歷細胞數快速增加，單個細胞體積逐漸縮小而胚胎總體積基本不變的「卵裂」階段。
 - (B) 雞受精卵的卵裂為不完全卵裂 (meroblastic cleavage)，而人類受精卵的卵裂是完全卵裂 (holoblastic cleavage)
 - (C) 雞胚胎和人類胚胎在發育過程中，都會形成卵黃囊、羊膜、尿囊和絨毛膜這四種胚外膜，而它們的功能及發育程度都相同
 - (D) 人類胚胎的營養來自母體胎盤，而雞胚胎的營養則來自卵黃囊
 - (E) 雞胚胎在發育後期尿囊和絨毛膜會融合形成絨毛尿囊膜 (chorioallantoic membrane)，其功能極其複雜，不僅作為胚胎的呼吸器官，也負責從蛋殼中吸收鈣質供胚胎骨骼發育，並參與水、電解質和廢物 (如尿酸) 的排除或再吸收；人類胚胎的絨毛膜和卵黃囊則共同構成胎盤的一部分，直接連接胎兒與母體，達到氣體交換、營養運輸和廢物排泄等功能
34. 以下何者形態特徵可支持在所有真核生物之中，動物與真菌具有較接近的演化關係？
- (A) 具有單一的後鞭毛讓細胞得以運動
 - (B) 細胞膜具有幾丁質
 - (C) 粒線體表面光滑
 - (D) 可透過細胞融合產生多核細胞
 - (E) 皆具有從單細胞至多細胞的發育轉變
35. 在生殖隔離 (reproductive isolation) 的各種機制中，何種機制在同域種化 (sympatric speciation) 的過程中會扮演比機械性隔離 (mechanical isolation mechanism) 更強烈的合子形成前 (prezygotic) 隔離機制？
- (A) 時間隔離機制 (temporal isolation mechanism)
 - (B) 行為隔離機制 (behavioral isolation mechanism)
 - (C) 雜交後代發育失敗
 - (D) 胚胎發育失敗
 - (E) 受精失敗
36. 以下何種群體的動物在其由水中至登陸 (terrestrialization) 的演化歷程中伴隨著呼吸系統的改變？
- (A) 四足類 (Tetrapoda)
 - (B) 陸蟹
 - (C) 環節動物門寡毛綱 (Oligochaeta)
 - (D) 泛甲殼類 (Pan-crustacea)
 - (E) 蛛形綱 (Arachnida)

37. 下列有關同源染色體 (homologous chromosomes) 的敘述，何者正確？
- (A) 一細胞中二條同源染色體的DNA序列完全相同
 - (B) 人類的X染色體和Y染色體是同源染色體
 - (C) 同源染色體間的聯會 (synapsis) 從減數分裂I的前期 (prophase I) 開始直到中期 (metaphase I) 結束時才消失
 - (D) 同源染色體在細胞間期 (interphase) 時便處於配對狀態
 - (E) 對有絲分裂中期的細胞進行核型分析 (karyotyping) 可用來研究同源染色體的形態
38. 下列有關染色體互換 (crossover) 的敘述，何者正確？
- (A) 同源染色體互換會導致連鎖基因間的重組 (recombination)
 - (B) 染色體互換只在細胞進行減數分裂時發生
 - (C) 人類的X染色體和Y染色體之間若發生互換會使配子的染色體不正常
 - (D) 減數分裂時只有少數細胞會發生染色體互換，所以子代的親本型佔比較多
 - (E) 顯微鏡下觀察到的染色體交叉 (chiasma) 是染色體互換的結果
39. 研究者觀察某蛋白在細胞中的分佈情況，僅以西方墨點法 (Western blotting) 偵測細胞裂解液的總蛋白可能導致資訊不足。若要獲得更完整資訊，可以採用下列哪些實驗方法？
- (A) 免疫螢光染色 (immunofluorescence, IF)
 - (B) 定量 PCR (qPCR)
 - (C) 酵素結合免疫吸附分析法 (enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA)
 - (D) 細胞成分分離 (cell fractionation)
 - (E) 流式細胞分析技術 (flow cytometry)
40. 若研究者欲確認 p53 與 MDM2 二種蛋白質是否可形成複合體，以下哪種實驗方法適合此研究目的？
- (A) 免疫共沉澱 (Co-immunoprecipitation, Co-IP) 搭配西方墨點法 (Western blotting)
 - (B) 染色質免疫沉澱-測序 (chromatin immunoprecipitation-sequencing, ChIP-seq)
 - (C) 核糖核酸定序 (RNA Sequencing; RNA-Seq)
 - (D) 北方墨點法 (Northern blotting)
 - (E) 酵母菌雙雜合蛋白系統 (yeast two-hybrid system)
41. 比較基因體學 (comparative genomics) 的目標為何？
- (A) 對單一物種的整個基因體進行定序，取得完整的染色體DNA序列，以了解該物種的基因體特徵
 - (B) 比較不同物種間的基因體特徵，以了解物種的演化歷史
 - (C) 辨識一個物種內不同個體間的基因體特徵，尋找疾病相關基因
 - (D) 比對親緣相近的物種間基因體的變異，找出與疾病或性狀相關的基因，以協助基因治療
 - (E) 合成人類的人工基因體，以產生基因最優良的下一代

42. BLAST (basic local alignment search tool) 演算法是最常用的生物資訊程式之一，它的運算速度快，可靠性高。下列何者為其功能？
- (A) 比較 DNA 或蛋白質序列的相似性
 - (B) 尋找基因或蛋白質的直系同源性 (orthologous)
 - (C) 預測蛋白質摺疊方式
 - (D) 搜尋基因的可能功能
 - (E) 計算細胞的代謝速率
43. 千人基因體計劃 (1000 Genomes Project) 資料庫是一個全球性的人類基因體研究計畫，參與的族群來自非洲、亞洲、歐洲、及美洲等多個大陸，其資料可以應用於下面哪些研究？
- (A) 分析人類族群遺傳多樣性
 - (B) 辨識人類疾病相關基因的變異
 - (C) 了解人類蛋白質的三維結構
 - (D) 研究與人類近緣的靈長類遺傳疾病
 - (E) 黑猩猩的生態與行為研究
44. 法國科學家莫諾 (J. Monod) 和賈克伯 (F. Jacob) 發現許多與乳糖利用相關的大腸桿菌突變體，深入研究後提出乳糖操縱組 (lactose operon) 的理論，其基本架構包括：1. *P*，啟動子 (promoter) 序列；2. *O*，操作子 (operator) 序列；3. *lacZ*、*lacY*、*lacA*，結構基因 (structural genes) 序列，編碼表現與乳糖代謝相關的蛋白質。此外，操縱組外尚有一個 *lacI* 基因可編碼表現一個抑制蛋白 (repressor)，抑制蛋白可附著於 *O* 序列，使結構基因無法表現，但當抑制蛋白與乳糖結合後，無法再附著於 *O*，結構基因便可表現。根據你 (妳)所知有關乳糖操縱組的概念，推論在沒有葡萄糖的環境，下列有關各大腸桿菌突變體中 *lacZ* 蛋白或 *lacY* 蛋白活性的敘述，何者正確？
- 各敘述中，操縱組相關基因或序列若無上標時，為具正常功能的野生型 (wild type)，若右上標示“-”代表失去功能或附著性的突變型 (mutant type)；另外，*lacI*⁻無法表現抑制蛋白；*lacI*^S表現的抑制蛋白無法和乳糖結合。
- (A) *lacI*⁻ *P* *O* *lacZ*⁻ *lacY* *lacA*，乳糖不存在時，具*lacZ*蛋白活性
 - (B) *lacI* *P*⁻ *O* *lacZ* *lacY* *lacA*，乳糖存在時，具*lacZ*蛋白活性
 - (C) *lacI* *P* *O*⁻ *lacZ* *lacY* *lacA*，乳糖不存在時，具*lacY*蛋白活性
 - (D) *lacI*^S *P* *O* *lacZ* *lacY* *lacA*，乳糖存在時，不具*lacY*蛋白活性
 - (E) *lacI* *P* *O* *lacZ* *lacY*⁻ *lacA*，乳糖存在時，具*lacZ*蛋白活性
45. 有關胰島素與升糖素的描述，以下何者正確？
- (A) 兩者都是先合成前驅蛋白，然後經過蛋白酶切割後才變成有活性的荷爾蒙
 - (B) 兩者的受體都是G 蛋白耦聯受體 (GPCR)
 - (C) 兩者都是胰臟的內分泌細胞所製造
 - (D) 兩者的訊息都會直接影響糖解作用的酵素活性
 - (E) 兩者都可以直接進入肝臟細胞，調節細胞內醣類代謝途徑。

46. 在真核細胞中，RNA 干擾 (RNA interference, RNAi) 不僅參與基因調控，還在抗病毒免疫中扮演重要角色。若研究者欲利用小分子干擾RNA (small interfering RNA, siRNA) 抑制一種 RNA 病毒基因的表現，下列敘述何者正確？
- (A) siRNA 進入細胞後立即進入細胞核並與 DNA 結合抑制轉錄
 - (B) siRNA 與 RNA誘導沈默複合體 (RNA-induced silencing complex; RISC) 在細胞質結合後能專一性降解病毒 RNA
 - (C) RNAi能在哺乳動物細胞中發揮作用，也能在植物細胞中作用
 - (D) siRNA 對病毒 RNA 的抑制作用屬於 DNA 的表觀遺傳調控
 - (E) RNAi 抑制效果僅持續數分鐘，無法造成長期基因表現改變
47. 許多荷爾蒙的活化跟酵素的活化很類似，都是先合成一條前驅蛋白，然後再由蛋白酶切割之後，成為具有活性的胜肽。例如升糖素前驅蛋白 (proglucagon) 全長 160 個胺基酸，在細胞合成後，再經過蛋白酶修飾，最後形成 29 個胺基酸的升糖素 (glucagon)。以下有關升糖素的敘述何者正確？
- (A) 升糖素前驅蛋白跟胰蛋白酶原 (trypsinogen) 一樣，都是從細胞分泌出去後再被蛋白酶活化
 - (B) 升糖素的受體主要分布在肝臟上
 - (C) 升糖素受體會與G蛋白耦合活化下游訊息傳導
 - (D) 升糖素的下游機制包含活化糖解作用 (glycolysis)
 - (E) 升糖素在血液中的半衰期很短，很快就被組織吸收分解
48. 下列關於蛋白質轉譯後修飾 (post-translational modifications, PTMs) 的描述，哪些正確？
- (A) 磷酸化 (phosphorylation) 是很常見的一種修飾，常發生在離胺酸 (lysine) 殘基上
 - (B) 酵素被磷酸化修飾後活性都會上升
 - (C) 轉譯後修飾都是可逆的
 - (D) 組蛋白 (histone) 會被乙醯化 (acetylation) 修飾，因此可調控基因表現
 - (E) 磷酸化可以增加蛋白質的負電荷，而乙醯化則會減少蛋白質的正電荷
49. 關於族群成長的羅吉斯成長模型 (logistic growth model)： $dN/dt = rN (K - N)/K$ ，以下敘述何者正確？
- (A) 此模型假設族群密度升高時，每個個體對族群成長率的負面影響是相同的
 - (B) 這個羅吉斯成長模型有考慮「阿利效應」(Allee effect) 的影響
 - (C) 當族群量 (N) 遠小於承載量 (K) 時，此模型的成長率近似於指數成長模型
 - (D) 此模型中，族群成長率在 N 達到 K 的一半時達到最大值
 - (E) 在此模型中，族群的每單位個體成長率永遠大於 0

50. 關於物種間的種間關係與生態棲位，下列敘述何者正確？

- (A) 捕食 (predation) 僅指肉食動物捕食動物的相互作用
- (B) 競爭互斥原則認為，生態棲位完全相同的兩個物種不能永久共存於同一地點
- (C) 物種的基礎棲位 (fundamental niche) 可能因與競爭者共存而縮小為實際棲位 (realized niche)
- (D) 加拉巴哥群島不同的達爾文雀，其喙深差異在異域族群 (allopatric populations) 中比同域族群 (sympatric populations) 中更顯著，這證明了過去競爭的特徵移位 (character displacement)
- (E) 資源分配 (resource partitioning) 能夠使生態棲位相似的物種在同一群集中共存

51. 關於族群遺傳學中的基因多樣性與天擇，下列敘述何者正確？

- (A) 有效族群量 (effective population size, N_e) 是指一個族群中能夠成功繁殖的個體數量，它通常低於族群的總個體數
- (B) 基因漂變 (genetic drift) 可能導致遺傳變異的快速喪失，對大族群的等位基因頻率影響比較大
- (C) 滅絕漩渦 (extinction vortex) 是指族群規模縮小導致遺傳多樣性喪失，進而降低個體適應性和繁殖力，最終導致族群滅絕的惡性循環
- (D) r 選擇 (r -selection) 有利於那些對族群密度敏感的性狀，並在族群密度高時被青睞
- (E) 引入基因多樣性到已受滅絕漩渦影響的族群，無法有效提升其生存機會

52. 根據動物留存熱量的能力，貝格曼法則 (Bergmann's rule) 指出外在環境溫度高低與內溫動物體型大小之間存有某種關係。根據以上敘述，下列哪些說明或推論正確？

- (A) 動物體型越大，表面積相對於體積的比例越大，動物留存熱量的能力因此越強
- (B) 體型越小的動物，因為表面積相對於體積的比例越大，因此越容易喪失熱量
- (C) 同一個物種的內溫動物，隨著所處外在環境溫度變高，其體型會變小
- (D) 同一個物種的內溫動物，在地球的南北兩極較容易觀察到體型較大的個體
- (E) 當地球逐漸暖化時，預期動物的體型會變大

53. 有關物種存活的敘述，下列何者正確？

- (A) 動物的體型越小，滅絕的機率通常越高
- (B) 動物的播遷能力越強，滅絕的機率通常越高
- (C) 生存在大陸性島嶼上的物種，通常較生存在海洋性島嶼上的物種容易滅絕
- (D) 相較於面積較小島嶼，居住在面積較大島嶼上的特有種生物較容易滅絕
- (E) 當族群變很小時，相較於一夫一妻制，一夫多妻制的動物通常較容易出現基因多樣性喪失的情況

54. 有關物種的環境負荷量 (carrying capacity)，下列何者正確？

- (A) 某個地區同一個物種的族群負荷量，可能會隨著季節而有所改變
- (B) 當族群的個體數接近族群負荷量時，個體與個體之間的競爭會減弱
- (C) 呈現 J 型成長曲線的族群，通常其族群負荷量都相當大
- (D) 相對於第 I 類型，呈現第 III 類型族群存活曲線的物種其族群負荷量通常較大
- (E) 相對於衰退型，呈現增長型年齡結構的族群其族群負荷量通常較大

55. 臺灣的國土綠網計畫，核心理念是透過串聯山脈、河川、平原、濕地與海岸等不同生態系統，建構一個綿密的生態網絡，藉由盤點台灣現有的保護區與綠地，在其間的農地、林地或是人造設施上，設立友善野生生物的生態廊道 (corridor)。生態廊道的設置與管理涉及複雜的生態學議題與實務挑戰，下列關於生態廊道的相關敘述何者正確？
- (A) 設置生態廊道時，倘若缺乏對於保育物種的基礎研究，生態廊道反而可能會成為生態陷阱
 - (B) 生態廊道由於可以促進野生動物在不同棲地之間的移動，所以可以透過群體免疫來降低疾病在不同族群間的傳播
 - (C) 生態廊道主要是用於保育對棲地連通性需求較高的物種，對廣泛分布、適應力強的物種而言，其效益有限
 - (D) 生態廊道可以避免保護區的核心區域受到人為干擾，進而達成保育目標
 - (E) 生態廊道的設計時必須考量邊緣效應所帶來的影響
56. 面對全球生物多樣性急遽喪失與氣候變遷的挑戰，國際社會於 2022 年簽訂了《昆明—蒙特婁全球生物多樣性綱要》，設定了 30×30 目標，即在 2030 年前有效保育全球至少 30% 的陸地與海洋。為了達成此目標，下列關於保護區設立原則與成效評估的敘述，何者正確？
- (A) 台灣為了達成 30×30 的目標，最簡單的方法，就是劃設新的國家公園或野生動物保護區，藉此擴大保護區面積
 - (B) 原住民的傳統領域或某些軍事管制區，雖然並非正式保護區，但因為能提供長期正面的生物多樣性保育成果，也可以納入 30×30 目標之中
 - (C) 由於小型保護區會受到棲地破碎化的影響，因此景觀生態學上偏好設立單一大型的保護區，以最大化生態保育的效應
 - (D) 社會經濟發展與生態保育的目標經常發生衝突，因此在評估保護區設立的成效時，應該著重於物種多樣性與族群數量等指標，不需納入社會經濟面向的考量
 - (E) 由於氣候變遷可能會造成物種分布範圍的改變，因此在設計保護區時，應該優先規劃東西向或水平維度的生態廊道，有利於物種在保護區間的移動
57. 鳥獸視覺感光細胞中視桿細胞 (rod cell) 與錐狀細胞 (cone cell) 相對的多寡，與其長期因應晝夜作習活動有關。五色鳥、白頭翁、領角鴉、大冠鷲、黑冠麻鷲及夜鷲是水域或淺山環境中常見的鳥類。試就各鳥的習性推測視桿細胞與錐狀細胞在各鳥的比值，下列敘述何者正確？
- (A) 預期領角鴉大於五色鳥
 - (B) 預期夜鷲大於領角鴉
 - (C) 預期大冠鷲大於夜鷲
 - (D) 預期黑冠麻鷲大於白頭翁
 - (E) 預期五色鳥大於黑冠麻鷲

58. 優先效應 (Priority effect) 係指物種到達或定殖某個棲地的時間順序，對後續定殖者和最終群落結構產生持久影響的現象。請問下列何者生態現象，可以由「優先效應」所解釋或部分解釋？
- (A) 在熱帶地區廢耕農地，後續發育的次生林樹種主要由種子小、生長快速的需光性樹種所組成
 - (B) 暖化導致物種分布範圍發生變化時，一個高海拔山頂的植物組成，最終由具有更快速散播能力的物種佔據大部分的棲地
 - (C) 湖泊或河口優養化後，無論原先的藻類群落組成為何，最終的物種組成均十分相似
 - (D) 在受道路開發、切割的破碎棲地中，部分競爭力較弱、但擴散能力強的植物物種，因佔據部分頻繁擾動的小面積棲地，而不會被該地區強勢物種競爭排除，從而在區域尺度上得以共存
 - (E) 當外來入侵植物佔據一個棲地後，儘管後續成功移除外來種，原生物種也難以回復至原有的族群數量，因為外來植物改變了土壤性質與微生物環境，阻礙了原生物種重新定殖
59. 土豚是管齒目土豚科非洲撒哈拉沙漠以南廣佈的非洲特有物種，體重 40 到 65 公斤，屬中型哺乳動物，善挖掘地洞提供生活所需，地洞量體大，地道複雜，有時會被其他動物使用。土豚夜間外出活動，主要尋找螞蟥及白蟻等為食。近年來，研究人員利用紅外線相機在不同時段拍攝到會利用土豚地洞的物種，包括赤猴、綠猴、狒狒、疣豬、蟒蛇、豪豬、珠雞、鷓鴣、蜜獾、蝙蝠等。試問下列敘述何者正確？
- (A) 土豚與鼯鼠的掘土適應屬趨同演化
 - (B) 土豚在非洲生態系中扮演了關鍵的角色
 - (C) 全球暖化的歷程中，益發突顯了土豚地洞的價值
 - (D) 土豚被當地居民捕食，有可能對居民帶來感染疾病的風險
 - (E) 土豚有機會成為獅子或花豹的食物，但被獅子捕食的機率較高
60. 世界上有超過 1/10 的鳥種，會利用樹洞築巢，其中除少數鳥種為自行利用喙來鑿洞外，其他鳥種皆需要利用現成的樹洞來繁殖，稱為次級樹洞繁殖者。此種現象，尤其在熱帶及亞熱帶環境，更為常見。針對這些次級樹洞繁殖的鳥類，下列敘述何者正確？
- (A) 在已無天然樹洞存在處，用人工巢箱提供次級使用樹洞繁殖鳥類利用，是常用的復育手段
 - (B) 預期北半球對天然樹洞繁殖需求所佔鳥種的比例應高於南半球
 - (C) 預期在同樣條件下，鳥類會選擇位於樹幹處較高的樹洞築巢，且會偏向枯樹勝於活樹
 - (D) 早期針對北溫帶繁殖的樹洞築巢鳥種顯示，其對樹洞朝南者有相當的偏好。如此種實驗在現今進行，察覺此種偏好的機率，可能會減少
 - (E) 針對巢洞內空間的大小，預期早熟性鳥種對巢洞內部較大空間的偏好，甚於晚熟性鳥種