

2022 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔複賽

B 卷



- 多重選擇題：第 1~36 題，共 36 題，每題 2 分，合計 72 分、每題 5 個選項，答錯選項倒扣 0.4 分，倒扣至單題 0 分。
- 配合題：第 1~2 題，共 2 題，合計 8 分。
- 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 **18 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：

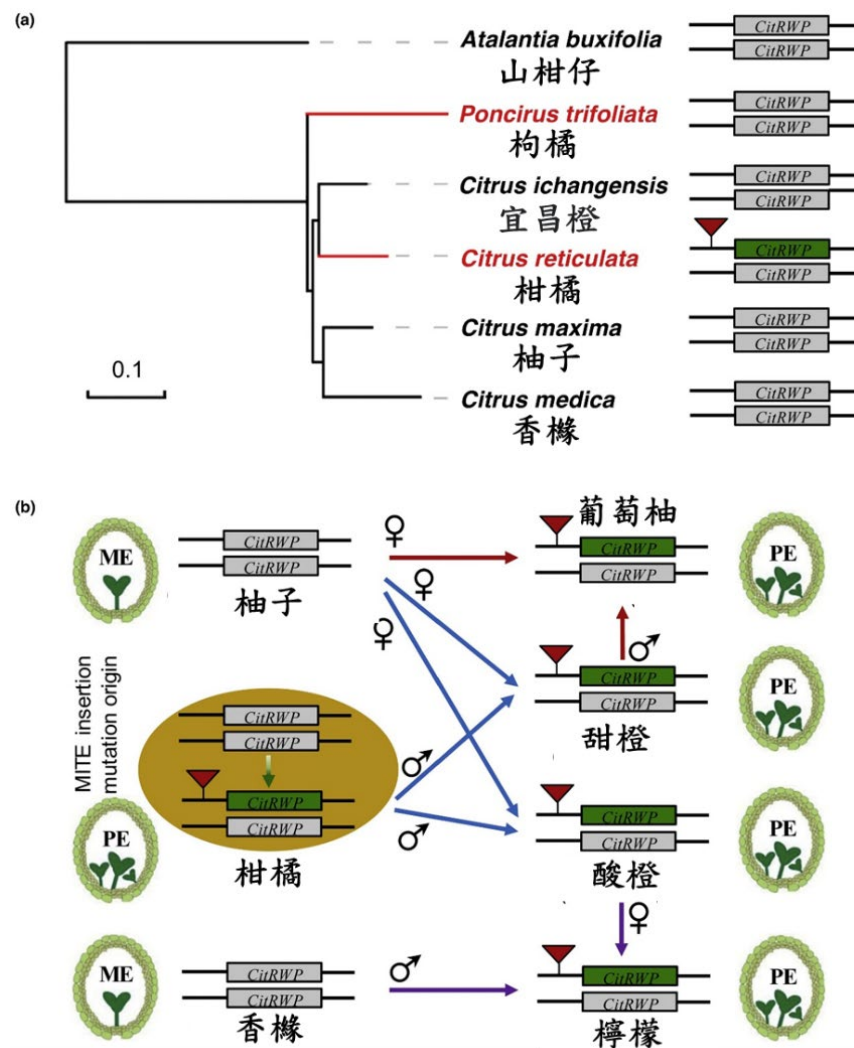
1. 下列有關科技發展與細胞膜研究成就上的配對關係，何者正確？
 - (A) 螢光抗體標記證明細胞膜上的蛋白質有流動性
 - (B) 冷凍蝕刻(freeze etching)能分開細胞膜的脂雙層
 - (C) 有機化學分析證明細胞膜是由蛋白質及雙層的磷脂質組成
 - (D) 植物細胞質離(plasmolysis)研究發現細胞質邊界在細胞壁的內側
 - (E) 兩種不同動物細胞融合為雜合細胞(hybrid cell)時，其細胞膜蛋白會互相混合(intermingle)
2. 基本傳染數(basic reproduction number, R_0)是指沒有防疫作為下，在沒有免疫力的人群中，一個感染個案能把疾病傳染給其他多少人的平均數。下列有關 R_0 的敘述何者正確？
 - (A) $R_0 < 1$ ，傳染病才會逐漸消失
 - (B) R_0 數值愈大，傳染病的控制愈難
 - (C) 一變種病毒的 R_0 值為 0.5，平均 2 個患者會傳染給 1 個人
 - (D) 一地區中接受冠狀病毒檢測的人口比例愈高， R_0 數值愈小
 - (E) 疾病管制中心要決定何時放寬封鎖限制，必須追蹤監測 R_0 數值的變化
3. 下列有關釀酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)與單胞藻(*Chlamydomonas reinhardtii*)的比較敘述，何者正確？
 - (A) 皆具有細胞壁
 - (B) 皆可產生游動孢子
 - (C) 皆為真核(eukaryotic)
 - (D) 皆為自營(autotrophic)
 - (E) 皆可進行細胞呼吸作用
4. 核糖體 DNA(ribosomal DNA, rDNA)是一種 DNA 序列，該序列主要用於 rRNA 編碼。核糖體是蛋白質和 rRNA 分子的組合，翻譯 mRNA 分子以產生蛋白質的組件。下列有關真核細胞核糖體 DNA 的敘述，何者正確？
 - (A) 由 5S, 18S 與 28S 構成
 - (B) 由 5S, 5.8S 與 18S 構成
 - (C) 會參與細胞分裂過程中核仁的消失與重建
 - (D) 其間有許多重複單元(repeat unit)，而且彼此之間的多態性(polymorphism)非常低
 - (E) 由於具有良好的演化保守性(conservation)以及與演化距離相匹配的良好變異性(variation)，因此可以作為物種間分子鑒定的標準標識序列

5. 阿寶正在進行細胞胞器劃分(fraction)實驗，將某一胞器劃分置入溶液中，並測量該溶液中各物質之變化，結果如下表。請依據下表數據判別此胞器正在進行下列何種代謝活動？

物質	產生之變化
葡萄糖	無變化
O ₂	上升
CO ₂	無變化
ATP	上升
NADPH	上升

- (A) 糖解作用(glycolysis)
 (B) 卡爾文循環(Calvin cycle)
 (C) 檸檬酸循環(citric acid cycle)
 (D) 電子傳遞與氧化磷酸化(oxidative phosphorylation)
 (E) 光合作用之光反應(light-dependent reaction of photosynthesis)
6. 標靶治療(targeted therapy)主要是指治療的藥物會針對有變異的細胞(如癌細胞)上的一個標靶分子作用。正確地說是癌細胞上或細胞內「分子標靶」，這些標靶包括與腫瘤生長相關的接受體、基因或訊息傳遞路徑以及腫瘤血管新生因子等。下列有關標靶治療的敘述，何者**錯誤**？
- (A) 標靶治療可以逆轉癌細胞的惡性表現
 (B) 傳染性疾病(例如：結核病、瘧疾)也可以使用標靶治療
 (C) 以癌症治療為例，其主要的標靶對象為癌症幹細胞(cancer stem cell)
 (D) 免疫療法(immune therapy，利用免疫機制達到治療目標)屬於標靶治療的一種
 (E) 腫瘤並非如過去所想的，是由一個正常的細胞殖株(cell clone)不斷突變累積形成腫瘤，而不是由一群具有基因差異的細胞所組成。因此，基於遺傳背景大多相似，故每種標靶對象均可視為相同
7. 物種的演化過程中化石證據是重要的推論依據，在現今地質歷史的研究中，冰河循環影響生物圈物種的分類群，而陸地植物演化多與泥盆紀(Devonian)冰河循環相關聯，而與元古代(Proterozoic)冰河循環較無相關，下列何者為此現象的合理解釋？
- (A) 元古代植物以不產氧(anoxogenic)的光合作用合成碳水化合物
 (B) 元古代植物的根部結構簡單，無法有效率增加岩石風化作用
 (C) 元古代時期陸地植物未演化完成
 (D) 在元古代時期主要進行光合作用的生物為藍綠細菌
 (E) 在元古代時期僅存在非維管植物而對地球的營養循環的貢獻度低

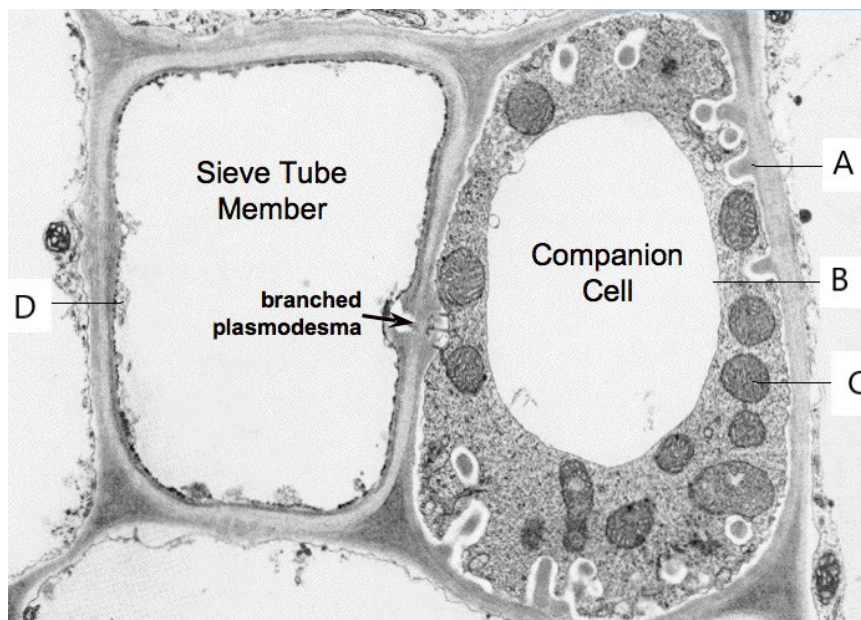
8. 下圖為柑橘親緣關係樹和經由雜交的珠心胚現象(nucellar embryony)假設傳遞路徑。(a)柑桔亞科(Citrinae)物種的親緣關係、胚胎類型和 *CitRWP* 基因結構, *CitRWP* 基因是控制珠心胚多胚(nucellar poly-embryony, NPE)關鍵基因。紅色分枝線條代表多胚, 黑色分枝代表單胚, 矩形代表 *CitRWP* 基因, 綠色代表胚珠中基因表現, 灰色代表胚珠中基因不表現, 紅色三角形代表微型反向重複轉位子(Miniature Inverted-repeat Transposable Element, MITE)插入。(b)柑橘中的珠心胚現象的假設傳遞路徑。基本的柑橘物種, 柚子和香櫞屬於單胚(ME), 在 *CitRWP* 基因的啟動子區域沒有 MITE 插入(MITE insertion)。野生和栽培的柑橘是多胚(PE)。野生和栽培的柑橘是多胚(PE)。



依據上述的資訊, 下列敘述何者正確?

- (A) 此控制珠心胚多胚(nucellar poly-embryony, NPE)關鍵基因是在柑桔亞科分枝中演化出來的
- (B) MITE 自發插入 *CitRWP* 基因的啟動子區域而將單胚型轉變成多胚型
- (C) 甜橙和酸橙起源於柚子和柑橘的雜交
- (D) 甜橙和酸橙雜交後經由減數分裂重組獲得 *CitRWP* 基因
- (E) 柑桔亞科的珠心胚多胚現象皆是由 MITE 插入 *CitRWP* 基因的啟動子區域所造成的

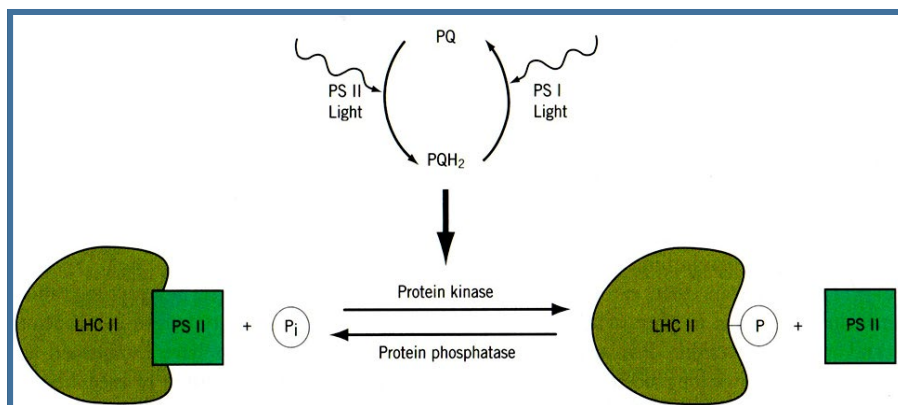
9. 某生在搜尋植物細胞資料時，看到一張電子顯微照片(下圖)。圖中顯示篩管細胞(sieve tube member)和伴細胞(companion cell)間有原生質絲(plasmodesma)的連結。據此，下列選項何者正確？



- (A) 圖中標示的 A 是指木質化的細胞壁
 (B) 圖中標示的 B 是指液胞
 (C) 圖中標示的 C 是指葉綠體
 (D) 圖中標示的 D 是指細胞質
 (E) 伴細胞的細胞壁有不規則突起，表示此細胞有轉運細胞(transfer cell)的特性
10. 下列有關植物的原生質絲(plasmodesma)之敘述，何者正確？
 (A) 是細胞間運輸的必經路線
 (B) 是兩個細胞間的微細孔洞，且無細胞壁阻隔，故兩細胞可直接相通
 (C) 以原生質絲相連的兩個細胞是細胞分裂後的姊妹細胞
 (D) 上下相鄰的兩個篩管細胞間的篩孔比原生質絲大，這是細胞壁溶解而成，與原生質絲無關
 (E) 石細胞的厚壁上常有分支狀的壁孔，這是沿著分支的原生質絲堆積次生壁的結果

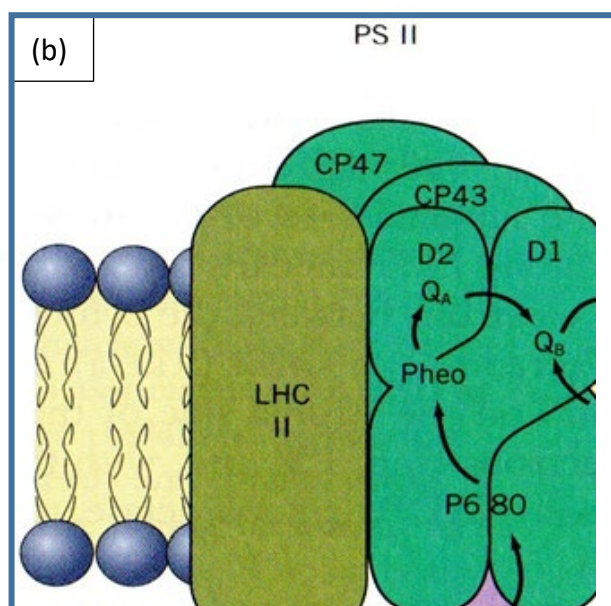
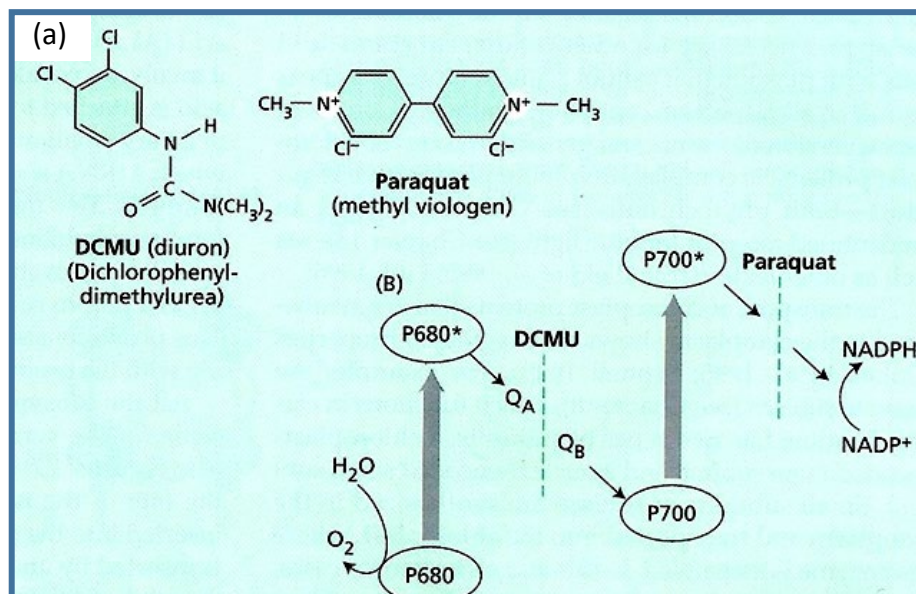
第 11~12 題為題組

11. 植物葉片的光系統 II(PS II)可藉由光捕捉中心 II(LHC II)的捕捉光子而進行光反應，但是光子為光合作用的能量來源也是捕光系統的光傷害劊子手，因此光系統的能量狀態的調節機制就扮演了重要角色。下圖即為植物學家所提出的光系統 II 之能量狀態調節機制示意圖，下列據此示意圖的可能調節機制之敘述，何者**錯誤**？



- (A) 蛋白質激酶(protein kinase)受電子傳遞鏈還原態 PQ 的調控將 LHC II 磷酸化
- (B) 磷酸化的 LHC II 可藉由電子傳遞鏈將光能量轉移至 NADP^+
- (C) 鬱密的林下植物蛋白質去磷酸酶(protein phosphatase)的活性比蛋白質激酶高
- (D) 林下植物若常有光線大幅變動的光斑(sunflecks)環境，不需此種調節作用
- (E) 此為光系統 II 與光系統 I 之間能量分佈的暫時性調節機制

12. 承上題(第 11 題)能量狀態的調節機制概念，利用過去植物學家所發現殺草劑 DCMU 與 paraquat 可作用在光反應上，而具殺草效果的作用機制來檢視此概念，下圖(a)為其作用機制示意圖及下圖(b)是 QA 與 QB 在光系統中的位置圖。

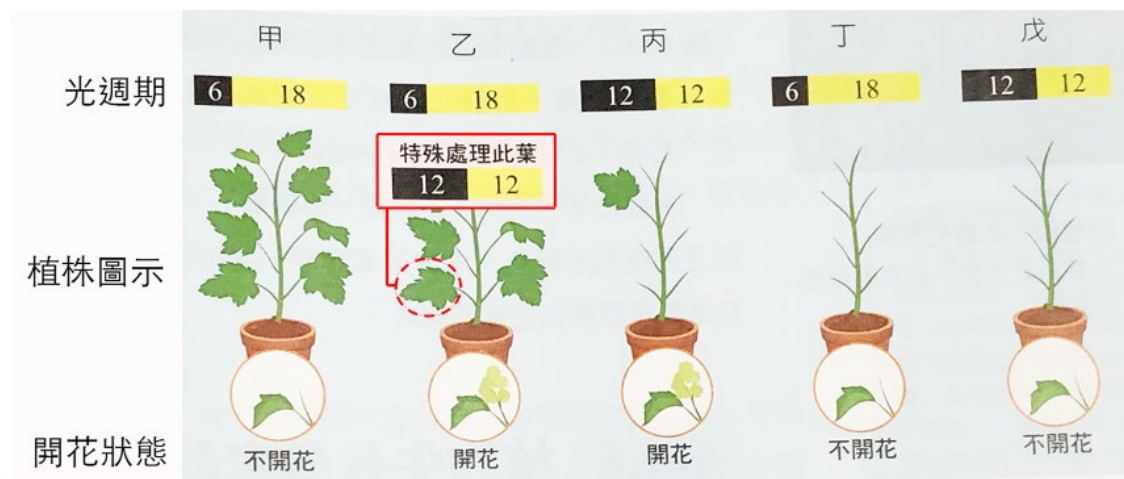


下列據此示意圖探究能量狀態調節機制之可能敘述，何者錯誤？

- (A) QA 之電子源自水的裂解與 P680 的光激化
- (B) QA 與 QB 位於 PQ 的下游
- (C) 殺草劑 DCMU 的處理會增加上一題(第 11 題)圖示上的 PQ 之氧化還原電位勢(redox potential, eV)
- (D) 殺草劑 DCMU 的處理會活化上一題(第 11 題)圖示上的蛋白質去磷酸酶(protein phosphatase)之活性
- (E) 殺草劑 paraquat 的處理會呈現上一題(第 11 題)圖中反應式的逆反應上

第 13~14 題為題組

某生對於光週期影響植物開花很感興趣，因此進行不同光照處理的實驗，如下圖所示。根據試驗結果與習得的知識，回答下列問題 13~14：



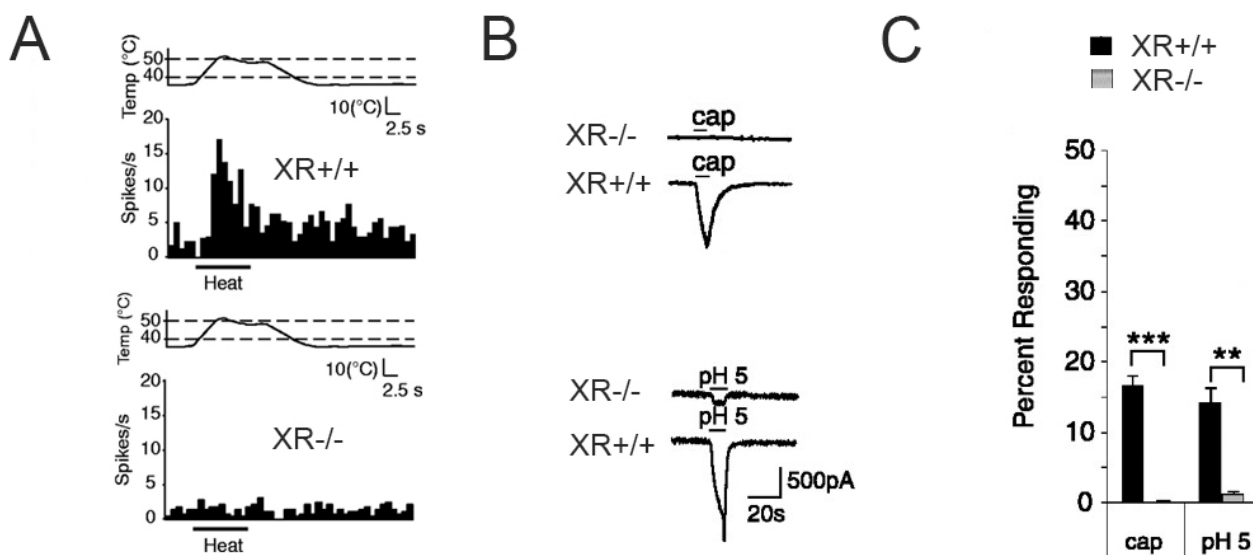
13. 根據試驗結果，下列相關的敘述，哪些正確？

- (A) 試驗此種植物對於光週期需求的對照組是甲、乙
- (B) 此種植物對於光週期感應部位的對照組是丙、戊
- (C) 證實有開花激素存在的實驗是乙
- (D) 感應光週期的部位是在莖頂
- (E) 戊植物無法開花乃因黑夜時間太長

14. 延續上題，當此類植物於丙項試驗時，在連續黑夜進行不同光波長的照射，下列相關敘述，哪些正確？

- (A) 照射紅光時，則造成開花
- (B) 照射遠紅光時，則造成開花
- (C) 丙項試驗時，當連續黑夜時間較臨界夜長為長時，則 Pfr 所佔的比例較低，造成開花
- (D) 在連續黑夜時段的不同時間點照射紅光，其影響力相同
- (E) 照射紅光後馬上照射遠紅光時，則不會影響開花

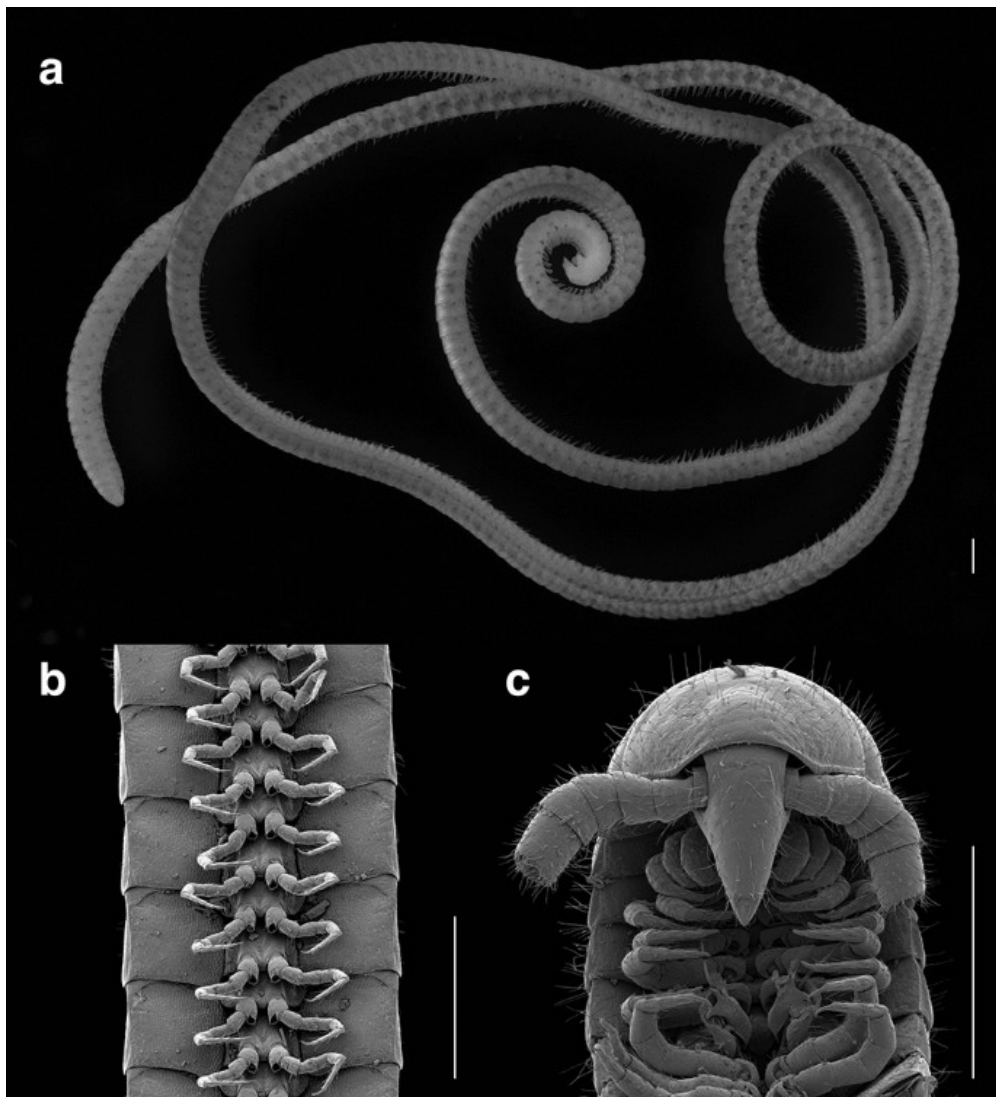
15. David Julius是2021年諾貝爾生物醫學獎獲獎人之一，他因為發現感覺神經末梢的溫度接受器而榮獲桂冠，附圖是David Julius對感覺神經末梢溫度接受器(XR)的部分研究結果供答題參考，其中圖A是改變溫度分別來觀察正常感覺神經細胞(XR+/+)以及XR基因突變的細胞(XR-/-)其神經細胞放電頻率的差異，圖B是讓正常或突變的感覺神經元面對辣椒素(cap)或是酸性環境(pH5)時觀察神經細胞的電流流動情形，向下代表正電流流入的訊號，圖C則是圖B的統計結果。



關於此XR的描述下列何者描述正確？

- (A) XR就是TRPV1，是一種陽離子通道
- (B) XR既是溫度（感應溫度範圍40~50度C）的接受器同時也是辣椒素的接受器
- (C) XR是一種痛的接受器，實驗結果可以說明在受傷時局部細胞死亡造成的酸化環境會引起疼痛的感覺
- (D) 薄荷會抑制XR活化，說明為何薄荷會有清涼的感覺
- (E) David Julius與Ardem Patapoutian同時也發現低溫的接受器TRPM8，是一種陰離子通道

第 16~17 題為題組



16. 上圖是最近發表的一種澳洲的千足蟲，它有 330 節、多達 1306 隻腳，a 為解剖顯微鏡下攝影，b 與 c 則是掃描式電子顯微鏡攝影。根據上圖，下列關於此蟲的敘述何者正確？
- (A) 屬於節肢動物門
 - (B) 每節有兩對腳
 - (C) 沒有眼點
 - (D) 具有一對粗大觸角
 - (E) 沒有特化的生殖肢
17. 承上題，根據其分類群、外觀與型態，下列何者正確？
- (A) 體表應為淡色無花紋
 - (B) 蛻皮生長
 - (C) 可行斷裂生殖
 - (D) 生活在地底洞穴中
 - (E) 細長身體可纏繞捕食獵物

18. 老吳正在操場上跑步，已經跑了5000公尺，請問關於此時他的血壓以及器官血流情況下列敘述何者正確？
- (A) 收縮壓明顯增加
 - (B) 舒張壓明顯增加
 - (C) 腦部血流供應量明顯增加
 - (D) 腎臟血流供應量明顯增加
 - (E) 皮膚血流量供應量明顯增加
19. 女性月經週期在濾泡期(follicular phase)尾聲即將進入分泌期(secretory phase)時，體內黃體素(progesterone)及雌激素(estrogen)的含量會持續上升，產生多種變化，下列何者變化錯誤？
- (A) 雌激素會抑制腦下垂體分泌 FSH
 - (B) 抑制素(inhibin)會刺激腦下垂體分泌 FSH
 - (C) 抑制素會刺激腦下垂體分泌 LH
 - (D) GnRH 會持續上升並促進 LH 分泌
 - (E) progesterone 會由原來對 LH 之負回饋控制改為正回饋作用，促使 LH 濃度大幅上升，此即為 LH 潮放(LH surge)，刺激排卵
20. 下列有關腎絲球過濾作用的敘述，哪些正確？
- (A) 腎絲球過濾壓(filtration pressure)自入球小動脈端(afferent arteriole)到出球小動脈(efferent arteriole)端會逐漸增加
 - (B) 腎絲球微血管之靜水壓(hydrostatic pressure)自入球小動脈端(afferent arteriole)到出球小動脈(efferent arteriole)端會逐漸增加
 - (C) 腎絲球微血管之血漿膠體滲透壓(oncotic pressure)自入球小動脈端(afferent arteriole)到出球小動脈(efferent arteriole)端會逐漸增加
 - (D) 如果血液中蛋白質含量上升，則可增加腎絲球過濾壓力
 - (E) 如果鮑氏囊中蛋白質含量上升，則可增加腎絲球過濾壓力
21. 以下那些動物類群具有咽喉周圍神經環(circumesophageal nerve ring)？意即有一個環狀的神經節圍繞在咽喉附近？
- (A) 軟體動物門
 - (B) 線蟲動物門
 - (C) 緩步動物門
 - (D) 脊椎動物亞門
 - (E) 環節動物門

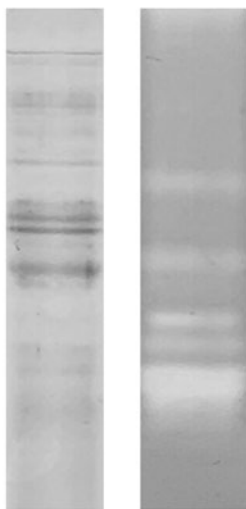
22. 有關脊椎動物雄性交接器官(copulatory organ)的說明何者正確？
- (A) 孔雀魚的交接器(gonopodium)由腹鰭癒合而成
 - (B) 鯊魚的交接器由腹鰭特化而成
 - (C) 蛇類半陰莖(hemipenis)的勃起由強大的肌肉支持
 - (D) 大多數鳥類沒有陰莖意謂著沒有陰莖是鳥類的祖徵
 - (E) 龜類具有成對的半陰莖
23. 甲及乙兩真核物種之基因組DNA大小相當，各具有序列分別對應如下所示之(甲)及(乙)微衛星重複序列：
- (甲) 5'-ATATCATATGATATGTA-3' (乙) 5'-CGGTACTCGTGCAGGT-3'
 3'-TATAGTATACTATAACAT-5' 3'-GCCATGAGCACGTCCA-5'
- 將此兩物種的微衛星DNA序列分離萃取後，以加熱方式使DNA變性後，置室溫下使慢慢冷卻後，分別檢測其T_m值。請問下列何項為正確敘述？
- (A) DNA(甲)的煉合所需時間較短
 - (B) DNA(乙)的煉合所需時間較短
 - (C) DNA(乙)的 T_m 值較高
 - (D) DNA(甲)的 T_m 值較高
 - (E) DNA(乙)較 DNA(甲)不易煉合恢復成原先的結構
24. 有別於馬克薩姆-吉爾伯特定序法，1977 年桑格定序法問世，以雙去氧鏈終止法確立了核酸測序技術，約莫 2005 年成熟的次世代定序技術開始商業化發展，逐步取代桑格定序法，次世代定序所使用的高通量定序平台每次可測序至少 100 萬以上的短讀取序列(short reads)，解析生物體序列成為後基因體時代研究工作不可缺席的項目之一，下列關於序列定序的描述何者正確？
- (A) 全基因體散彈槍法是將 DNA 隨機切割，並由載體複製放大 DNA 片段後，逐一進行序列解析
 - (B) 因美納(Illumina)定序技術藉由在奈米孔槽中，偵測單一 DNA 聚合酶聚合過程中所發散的螢光標記鹼基訊號源，鑑定核苷酸序列
 - (C) 馬克薩姆-吉爾伯特定序法須進行 RNA 純化步驟才可進行序列解序
 - (D) 桑格定序法單次序列讀取長度約五百至一千個鹼基，正確操作下序列解析準確率高達 99.99%
 - (E) 焦磷酸定序法主要應用於單點突變檢測，可用來檢測目標基因的突變點其基因型

25. 下述序列何者與真核 mRNA 能否在細胞內有效率的被轉譯有關？
- (A) 5' Cap
 - (B) 3'poly(A)
 - (C) 粒線體結合序列
 - (D) 非轉譯區
 - (E) 外顯子交界序列
26. 功能性基因的辨識(identification)與註解(annotation)一直以來皆是研究人員感興趣的課題。實務上，了解基因的功能與所坐落的染色體位置可幫助研究人員解析染色體疾病，例如人類唐氏症即是第 21 號染色體異常所造成的遺傳疾病，關於基因辨識與基因註解的描述，下列何者正確？
- (A) 多種生物資訊線上工具，例如 UniProt 與 NCBI，皆具有提供基因註解的服務
 - (B) 藉由輸入一段 DNA 序列至線上資料庫，研究人員可透過序列比對預測該 DNA 序列之可能的基因與其功能性
 - (C) 目前基因註解工作主要由研究人員針對每個基因進行功能性探討，尚無法電腦自動化進行比對
 - (D) 表現序列標誌(expressed sequence tags, ESTs)是一段 cDNA 序列片段，此技術廣泛運用於基因辨識與功能註解
 - (E) 基因註解可用來尋找同源基因
27. 關於癌症的治療，雖然有許多化療藥物的開發，但是仍有許多癌細胞無法完全清除，因此癌症仍然被視為非常棘手的疾病。除了化療之外，也有許多科學家提出利用免疫系統的特性，也許更能對抗癌症。而 2018 年諾貝爾獎得主，免疫學家艾立遜(James P. Allison)及本庶佑(Tasuku Honjo)，發現癌症細胞與免疫系統的相互作用關係，更是開啟了癌症免疫療法的新頁。以下有關癌症免疫療法目前進展的描述何者正確？
- (A) T 細胞表面有 PD-1 蛋白作為免疫檢查點，而癌細胞會產生 PD-L1 蛋白與 PD-1 結合來躲避 T 細胞的攻擊，因此開發 PD-1 抑制劑可以提升 T 細胞攻擊癌細胞的能力
 - (B) 開發 PD-L1 抑制劑可以提升 T 細胞攻擊癌細胞的能力
 - (C) 可以將病人的 T 細胞在實驗室進行基因改造，使 T 細胞表面嵌合了一種癌細胞特異抗原受體，再送回病人體內去攻擊癌細胞
 - (D) 使用對抗 HPV(人類乳突病毒)的疫苗可以達到預防子宮頸癌的效果
 - (E) 可以針對癌細胞表面抗原去製造專一性抗體，並在抗體上裝載抗癌藥物，達到精準殺滅癌細胞的效果

28. SDS-PAGE 聚丙烯醯氨膠體電泳是做蛋白質分析時的重要工具，一般來說在跑完膠體之後，會用考馬斯藍(Coomassie blue)染色，之後透明的膠體中具有蛋白質的部分會被染成藍色。就如同圖甲，這是將蝦子胃部組織所萃取出的蛋白質分析結果(在黑白照相中，蛋白為黑色條帶而背景是白色)。但完全同樣的樣品，只要在 SDS-PAGE 膠體電泳的操作上做了一些修改，最後也仍然以考馬斯藍染色，卻會呈現背景藍色以及條帶是透明反白的(如圖乙)。已知在圖乙中的透明條帶是蝦子胃部的蛋白酶，請問以下有關圖乙實驗的說明何者正確？

- (A) 如果電泳的方向是從上向下，那麼在上方的蛋白條帶比下方的蛋白條帶分子量小
- (B) 蛋白酶呈現透明是因為蛋白酶把自己分解了
- (C) 背景有顏色是因為在做膠體時有摻入蛋白質
- (D) 去除膠體中 SDS 是整個實驗中的一個重要步驟
- (E) 如果在電泳之後直接染色，會看不見透明反白的訊號，必須先反應一陣子再染色才能看到反白的蛋白酶訊號

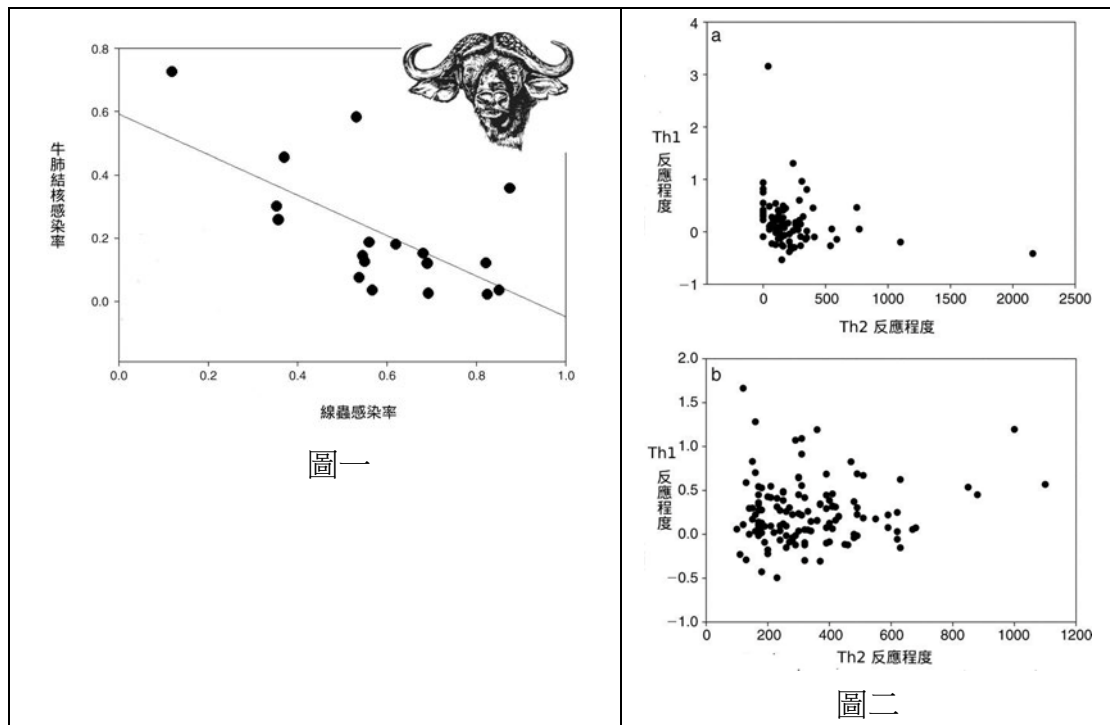
(甲) (乙)



29. 下列有關小族群(small population)的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 小族群內出現都是雄性或雌性個體的機率較高
- (B) 近親交配是造成小族群的主要原因之一
- (C) 島嶼上的原生物種通常是小族群，基因漂變容易讓這些物種較難適應新的環境
- (D) 變成小族群的過程中可能出現瓶頸效應，效應程度會受到瓶頸效應時的族群大小和瓶頸效應的時間所影響
- (E) 小族群最後註定滅絕

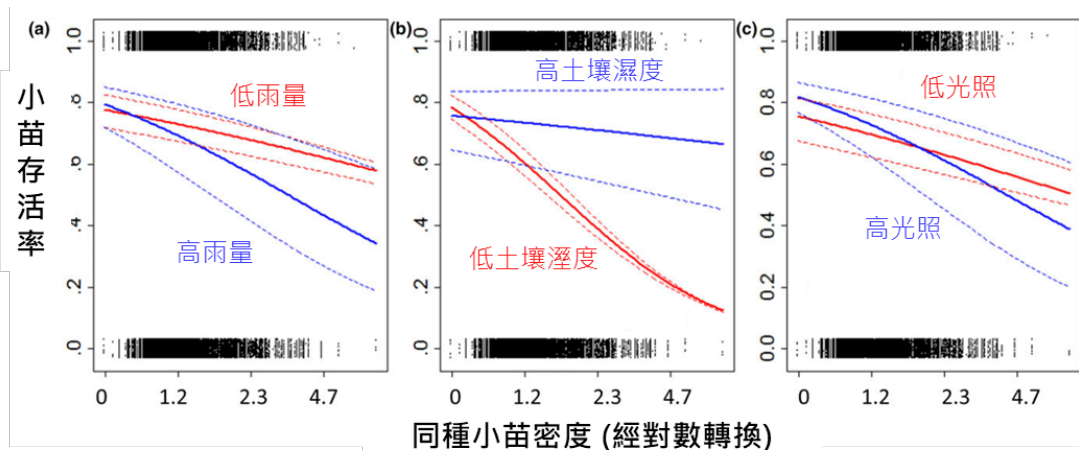
30. 動物通常會同時感染多種寄生蟲或病原體，T helper 1 (Th1)細胞通常參與病毒或細菌的免疫反應，Th2 細胞則是和線蟲等大型寄生蟲的免疫反應較有關，且已知 Th1 和 Th2 細胞之間，在身體能量較缺乏時會互相調控，當其中一種的反應程度高時，另一種的反應程度則變低。研究者檢視 18 群非洲水牛，發現群內水牛感染線蟲和感染牛肺結核的比率呈現負相關(圖一)，且在某一季節時水牛體內 Th1 和 Th2 細胞反應程度呈現負相關(圖二，上圖)，但在某一季節時兩者之間則沒有明顯的關係(圖二，下圖)。根據以上結果，下列哪些推論正確：



取自 Ecology 2008

- (A) 圖一中當水牛感染較多線蟲時，Th2 的細胞反應程度可能較強，造成水牛感染牛肺結核的比率較低
- (B) 實驗結果顯示動物體內病原體和寄生蟲的感染情況，可能會透過免疫系統互相影響
- (C) 圖二上圖可能為濕季，圖二下圖可能為乾季
- (D) 若同時感染牛肺結核和線蟲會讓水牛的死亡率大幅增加，也會造成圖一所觀察到的現象
- (E) 圖一所觀察到的現象也有可能是由於不同水牛群分別生活在線蟲或牛肺結核比較盛行的地方所造成的

31. 東南亞熱帶雨林的植物開花物候非常特別，其中龍腦香科的樹木經常好幾年才開花一次，而當其開花時，整個森林多數植物都會同時開花，這種現象被生態學家稱為 **general flowering**。造成這個特殊生態現象的可能因素有很多，有些是誘發植物開花的近因(**proximate cues**)，有些則是形塑這個現象的終極遠因(**ultimate cause**)，請問下列哪些因素為終極遠因？
- (A) 年間氣候變化
(B) 植物間的親緣關係
(C) 南方震盪-聖嬰現象
(D) 草食動物對於森林種子、小苗的取食
(E) 不同植物對於傳粉者的競爭
32. 許多研究都指出密度制約效應(**density dependence**)對森林樹木更新有很大的影響，樹木小苗的存活與生長會與其生長環境同樹種小苗的密度有關，而這可能是因為當植株密度高時，樹木小苗容易發生病害，或是吸引草食動物的啃食。由於氣候與環境變化會影響樹木的生長、存活與繁殖，研究人員也好奇這些氣候變化會如何影響密度制約效應。下圖為研究人員分析波多黎各森林中同種密度制約效應對於樹木小苗存活的影响，橫軸為同種小苗密度(經對數轉換)，縱軸為小苗的存活率，圖中上、下的黑點則分別代表存活與死亡小苗的資料，由左至右三張圖中的曲線則分別表示在不同雨量(a)、土壤濕度(b)、光照(c)情況下小苗存活率受同種小苗密度的影响。請問下列敘述與推論何者正確？



(修改自 Uriarte et al. 2018 Global Change Biology)

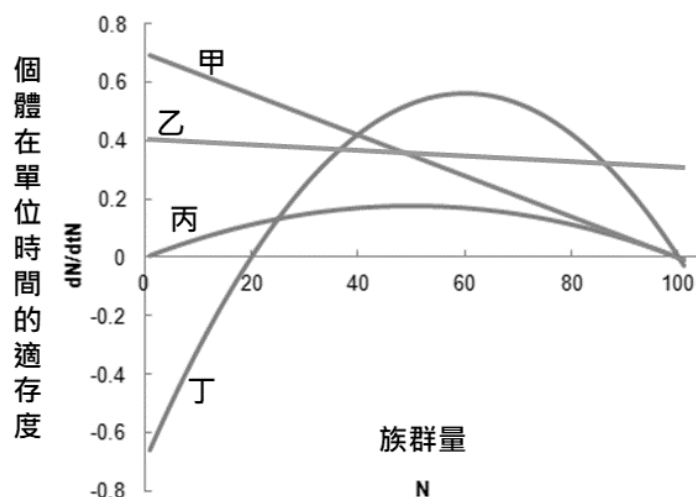
- (A) 當土壤濕度很低時，小苗的存活率會隨同種小苗密度增加而上升
(B) 當光照充足時，小苗的存活會受到較強的同種密度制約效應影响
(C) 在雨量較高的年份，同種密度制約效應較弱
(D) 當土壤濕度高時，同種小苗之間的競爭可能較弱
(E) 樹木小苗階段的同種密度制約效應強弱取決於環境狀況

33. 歐洲 3 種山雀科的鳥在冬天有混群覓食的現象。研究人員擬測試山雀對不同環境的安全感與覓食的關聯。冬天他們在樹林棲息環境中的開闊地及灌叢旁分別設置了人工餵食站，觀察 3 種山雀在不同環境的覓食情形。由兩種類型餵食站的食物(種子)消耗速率比較，灌叢站遠比開闊站要快，顯示灌叢環境對山雀科鳥類的覓食提供了相對安全的指標。天敵雖不常見，但若天敵來時，山雀可快速躲藏在灌叢中，逃避其捕食。在山雀平時混群覓食的過程中，牠們會發出輕柔的接觸聲，與急促的警戒聲不同。今研究者擬進一步了解此種接觸聲對其覓食的影響。利用錄音方式在此 2 種類型的餵食站進行播放。試問下列敘述何者正確？
- (A) 若只有開闊餵食站有回播，兩種餵食站的食物消耗速率沒有差異，則顯示接觸聲對山雀科的鳥提供了與灌叢等量的安全信息的效果
 - (B) 若只有灌叢餵食站有回播，其食物消耗速率更快，則顯示接觸聲對山雀科的鳥提供的安全信息的效果有加成作用
 - (C) 若鳥類個體對回播聲有偏好，則較有可能出現於年齡較大的個體
 - (D) 若研究人員改變餵食方式，將細石混入種子，其會影響食物消耗速率，但對所得的結論沒有影響
 - (E) 若少數個體想獨佔資源，其可能會選擇有細石混入種子的餵食站
34. 鳥類中有些鳥種的幼鳥屬早熟性，需要較長的胚胎發育期，但孵化後雛鳥的活動能力較強，對環境有較高的因應能力。此類鳥種中已知有些種類其個體在胚胎發育後期已經會在蛋殼內發出聲音與同巢內其他胚鳥夥伴以及親鳥溝通。在此段胚胎已成形但尚未破殼期間，由於其所發出的聲音可能會增加被天敵偵測到的機會，進而遭到捕食。在此天擇的壓力下蛋殼內雛鳥的因應，近年來研究人員針對此一現象進行研究。試問下列敘述何者屬較合理的推斷？
- (A) 殼內雛鳥有可能分辨親鳥的警戒聲，聽到後會保持沈默，是親鳥在巢內時才有可能發生的情境
 - (B) 殼內雛鳥有可能分辨天敵的鳴叫聲，聽到後會保持沈默，是親鳥不在巢時才可能發生的情境
 - (C) 殼內雛鳥有可能分辨親鳥心跳頻度的改變而調整其發聲行為
 - (D) 殼內雛鳥有可能感受昏暗及明亮的變化來調整其發聲行為，此一現象在單獨由母鳥孵巢的鳥種而言，更為明顯
 - (E) 殼內雛鳥有可能由殼外溫度的變化調整其發聲行為

35. 以下敘述何者正確？

- (A) 所謂光補償點是指植物在一定的光照下，光合作用和呼吸作用達到平衡狀態時的光照強度
- (B) 灌木在缺乏水分的環境會將大部分的初級淨生產量分配於地上部
- (C) 在底岩尚未大量風化為土壤的地區，如寒帶針葉林，就土壤養分而言，初級生產力主要受到磷的限制
- (D) 在古老且土壤嚴重風化的地區，如熱帶森林，就土壤養分而言，初級生產力主要受到氮的限制
- (E) 在溫帶湖泊生態系，其初級生產力主要受到磷的限制

36. 下圖為四種魚類的族群，個體在單位時間的適存度(fitness)(每隻個體在單位時間所能增加的族群量)(dN/dt)隨其族群量(N)之反應變化。請問以下敘述何者正確？



- (A) 乙族群並沒有承載量的限制
- (B) 甲族群與丙族群的承載量(carrying capacity)為 100 隻個體
- (C) 丁族群的承載量為 20 隻個體
- (D) 丙族群與丁族群受到阿里效應(Allee effect)的影響
- (E) 丁族群的最小可存續族群量一定大於 20 隻個體

二、配合題：(請作答於答案卷)

1. 請從下列選項(A-G)中，選出以下酵素(甲－丁)的正確功能。(4 分)

甲：激酶(kinase)：_____

乙：磷酸二酯酶(phosphodiesterase)：_____

丙：GTP 酶(GTPase)：_____

丁：腺苷酸環化酶(adenylyl cyclase)：_____

(A) 水解 GTP

(B) 水解 ATP

(C) 將 ATP 轉換為 cAMP

(D) 將 cAMP 轉換為 AMP

(E) 將 GTP 轉換成 cGMP

(F) 添加磷酸基(PO_4^{3-})到其他分子上(G) 添加肌醇三磷酸(IP_3)到其他分子上

2. 與細胞分裂週期相關基因的編碼蛋白，有些參與 DNA 複製或是染色體分離等各步驟，有些則具有檢控點(checkpoint)的功能。檢控點確認細胞分裂週期過程中前一步驟正確完成後，才讓下一步驟開始，在各步驟的轉換間有不同的檢控點控制。在一研究細胞分裂週期的實驗中，找到了 4 個基因，其功能分別為 M1：DNA 複製期與染色體分離期之間的檢控點；M2：染色體分離期的進行；M3：DNA 複製期進行；M4：染色體分離期與細胞質分裂期之間的檢控點。這四個基因的高溫敏感突變體分別為：m1、m2、m3、m4。請依據 M1~M4 的功能，推測下表空格中各對應的單突變體和雙突變體在高溫下的表現型。(請作答於答案卷)

在空格中以「+」代表可以進行；「-」代表無法進行。(4 分)

基因型	DNA 複製期	染色體分離期	細胞質分裂期
野生型 (wild type)	+	+	+
m1	+	+	+
m2	+	-	-
m3			
m4	+	+	+
m1m2			
m1m3			
m1m4	+	+	+
m2m3	-	-	-
m2m4			
m3m4	-	-	+

*每一突變體各一分，單一突變體三格全對才得分