

2026 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔複賽

A 卷



1. 本卷皆為多重選擇題；共 50 題，每題 2 分，總計 100 分。
2. 多重選擇題：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 **100** 分鐘。

2. 本試題乙本共 **20** 頁（不含封面）及附件圖表乙張，共 2 頁。
3. 繳卷時必須繳回「答案卡」，考試結束後始可攜回。
4. 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。

1. 下列有關紅血球生成素 (erythropoietin, EPO) 的敘述，何者正確？
 - (A) 能刺激肝臟生成紅血球
 - (B) 主要由腎臟分泌至血液中
 - (C) 能刺激淋巴系幹細胞 (lymphoid stem cell) 的分化
 - (D) 注射合成的 EPO 可能提高運動員的成績，因此被列為某些單項競賽時的禁用藥品
 - (E) 能透過受體結合、訊號傳遞、基因調控、細胞分化的過程，促使細胞增殖並分化為成熟的紅血球
2. 病媒傳染病 (vector-borne infectious disease) 是由病媒生物為媒介所傳播的疾病，請判斷下列相關敘述，何者正確？
 - (A) 病媒生物能將病原體傳給人
 - (B) 蟲媒病毒 (arbovirus) 只能在吸血性昆蟲內繁殖
 - (C) 蟲媒病毒也能透過輸血、性行為或器官移植時傳播
 - (D) 登革熱 (Dengue fever) 是由一種正股 ssRNA 病毒所引起
 - (E) 黃熱病、屈公病及茲卡病毒、利什曼原蟲、淋巴絲蟲均以蚊子為病媒
3. 蓖麻毒蛋白 (ricin) 的 A 鏈為水解酶、B 鏈為凝集素，下列敘述何者正確？
 - (A) 可由蓖麻籽中萃取出來，對所有的細胞都具有毒性
 - (B) 經食物、飲水、呼吸等方式進入人體，可被用作生物戰劑
 - (C) 當 B 鏈與細胞表面的寡糖殘基結合，方能介導 A 鏈進入細胞
 - (D) 能降解真核細胞的核糖體 RNA 而阻止蛋白質合成，導致細胞死亡
 - (E) 能與單株抗體結合為免疫毒素 (immunotoxin)，用來治療多種類型的淋巴瘤與白血病
4. 2025 年諾貝爾生理學醫學獎頒給日本免疫學家坂口志文 (Shimon Sakaguchi) 及美國 Mary E. Brunkow 和 Fred Ramsdell，表揚他們在免疫耐受性上的發現。下列相關的敘述，何者正確？
 - (A) 坂口發現與自體免疫疾病相關的 Foxp3 基因
 - (B) Brunkow 和 Ramsdell 發現調節性 T 細胞 (regulatory T cell, Treg)
 - (C) Treg 能抑制免疫系統的過度反應，以避免攻擊自體組織中的細胞
 - (D) 癌細胞能吸引 Treg 的聚集，利用 Treg 來抑制免疫細胞 (如殺手 T 細胞) 的攻擊
 - (E) 坂口證明 Foxp3 基因是 Treg 發育和功能的關鍵，透過干預 Treg 細胞的數量或功能可為自體免疫疾病、癌症及器官移植開啟新的治療方向

5. 非洲豬瘟 (African swine fever, ASF) 由非洲豬瘟病毒 (ASFV) 引起，1921 年在肯亞發現，為高度接觸性急性傳染病，豬隻感染後死亡率可高達 100%。ASFV 為雙股 DNA (dsDNA) 病毒，分為 24 個基因型，所有基因型在非洲都有分布，但只有基因 I 型和 II 型傳播至非洲以外地區。ASF 與豬瘟 (classical swine fever, CSF) 一樣，均由病毒引起，均具高度傳染性，均為惡性豬隻疫病。一百多年來在非洲、亞洲、美洲、歐洲和大洋洲多次爆發，2007 年起在歐亞地區迅速擴散，被世界動物衛生組織列為需通報的動物重大傳染病。至今尚無有效疫苗和抗病毒藥物。以下對 ASFV 的敘述，何者正確？
- (A) 可感染不同年齡、品種與性別的豬
 - (B) 野豬或蜚蟲也可作為 ASFV 的媒介
 - (C) 屬於黃病毒科 (Flaviviridae) 的 DNA 病毒
 - (D) 當人類食用含有病毒的豬肉可成為帶原者，常由糞便散播病毒
 - (E) 可透過廚餘、豬血、排泄物、節肢動物、飼料、肉品、車輛、衣鞋傳播
6. 比較真核細胞溶酶體 (lysosome) 與植物細胞液泡 (vacuole) 的功能，下列敘述何者正確？
- (A) 植物液泡僅具有儲存功能，並不參與細胞內的降解反應
 - (B) 溶酶體中的水解酶最佳作用酸鹼值 (pH) 通常接近中性
 - (C) 溶酶體膜上的溶酶體相關膜蛋白 (lysosome-associated membrane protein, LAMP) 可保護膜免受內部水解酶降解
 - (D) 植物液泡的酸化主要由質子泵 V 型質子腺苷三磷酸酶 (V-type H^+ -ATPase) 與質子焦磷酸酶 (H^+ -pyrophosphatase, H^+ -PPase) 共同維持
 - (E) 溶酶體與自噬體 (autophagosome) 融合過程，需經由 SNARE 蛋白 (soluble NSF attachment protein receptor) 與 Rab 小型 GTP 酶 (Ras-related in brain GTPase) 調控
7. 粒線體在能量代謝中扮演關鍵角色，下列有關粒線體的結構與功能之敘述，何者正確？
- (A) 粒線體 DNA 缺乏啟動子區域，因此所有基因轉錄均由細胞核控制
 - (B) 粒線體內膜對質子 (H^+) 幾乎完全不可滲透，但含有專一載體能交換 ADP 與 ATP
 - (C) 心磷脂 (cardiolipin) 有助於維持內膜高曲率 (high membrane curvature) 與呼吸鏈複合體的穩定
 - (D) 某些粒線體在特定生理條件下可逆轉電子傳遞鏈 (electron transport chain, ETC) 方向，使其產生還原力而非 ATP
 - (E) 外膜上的粒線体外膜轉運複合體 (translocase of the outer membrane, TOM complex) 負責將新生蛋白直接導入粒線體基質中

8. 下列有關真核細胞肌動蛋白絲 (actin filament) 與微管 (microtubule) 之敘述，何者正確？
- (A) 神經細胞中的 Tau 蛋白可促進微管的解聚
 - (B) 肌動蛋白絲的生長具有極性，+ 端比 - 端聚合速率快
 - (C) Katanin 為一種去穩定蛋白 (destabilizing protein)，可切斷微管，促進微管重塑
 - (D) 肌動蛋白相關蛋白複合體 (actin-related protein complex) Arp2/3，可促進平行束狀纖維的形成
 - (E) 微管由含有 GTP 的 α/β -tubulin 二聚體組成，其中 β -tubulin 的 GTP 可水解，並調控微管的動態不穩定性 (dynamic instability)
9. 下列有關細胞膜跨膜運輸的敘述，何者正確？
- (A) 水通道蛋白 (aquaporin) 為主動運輸蛋白
 - (B) Na^+/K^+ -ATPase 每次循環可泵入 3 個 Na^+ 與泵出 2 個 K^+
 - (C) 胞吞作用 (endocytosis) 需依賴肌動蛋白 (actin) 之作用
 - (D) 離子通道具有選擇性，允許特定離子沿電化學梯度被動擴散，且不需要能量
 - (E) 當物質藉由葡萄糖轉運蛋白 (glucose transporter, GLUT) 之運輸，屬於促進性擴散 (facilitated diffusion)
10. 下列關於細菌細胞之間的水平基因轉移 (horizontal gene transfer) 的敘述，何者正確？
- (A) Hfr (high-frequency recombination) 菌株可將整個質體 DNA 轉入受體細胞
 - (B) 一般型轉導 (generalized transduction) 中，噬菌體可因錯誤包裝而隨機帶走宿主之 DNA 片段
 - (C) 細菌進行接合 (conjugation) 時，需 F 質體 (fertility plasmid) 與 tra 基因編碼的轉移蛋白
 - (D) 特殊型轉導 (specialized transduction) 中，因為溫和噬菌體脫離染色體時會發生不精確脫離，而帶走噬菌體插入位點的相鄰基因
 - (E) 轉形 (transformation) 可藉由同源重組 (homologous recombination) 將外源 DNA 穩定整併入勝任細胞 (competence cell) 之染色體中

(11-12 為題組)

利用現代基因體學與代謝體學研究顯示，植物代謝的起源並非單一起源，是經由多次共生與基因整合事件逐步形成的。早期的光合作用真核生物由異營性宿主吞噬藍菌所產生的初級內共生而來，此一事件促成質體的起源與光合作用的建立。其後，宿主的古菌型基因、粒線體祖先的 α -變形菌基因，以及藍菌來源基因共同形成植物代謝的「鑲嵌式基因網絡 (mosaic network)」。此多重來源導致細胞內出現多個代謝區室，包含質體、粒線體、細胞質，不同代謝途徑得以在各區室間分工與重複運作，伴隨植物登陸陸地，環境壓力促使代謝途徑持續擴張，特別是與防禦及訊息傳導相關的「特殊代謝 (specialized metabolism)」。這些新代謝路徑大多起源於基因複製 (duplication) 與功能分化 (differentiation)，顯示出天擇與中性演化共同推動的代謝創新歷程。

11. 研究亦指出，蔗糖合成酶與反轉酶等糖代謝酵素的基因序列顯示出原核共生起源的痕跡，顯示共生事件對能量代謝具有深遠影響。

根據以上資訊與植物代謝演化的相關概念，下列敘述何者正確？

- (A) 植物主要代謝路徑具多重演化起源，代表代謝基因的「鑲嵌式整合」是植物獨有的現象
- (B) 植物代謝多樣性主要源自持續的水平基因轉移，尤其在種子植物時期仍高度頻繁
- (C) 共生事件造成細胞內形成多個代謝區室，使相同代謝途徑在不同細胞器間能重複並分化運作
- (D) 植物特殊代謝的高度多樣性源於基因重複後的功能分化，反應適應性與中性演化的共同結果
- (E) 糖代謝關鍵酵素的原始共生起源顯示，原始共生事件對植物能量代謝具有深遠影響

12. 基因複製事件增加基因數量，也創造新功能出現的可能性。許多代謝酵素在基因重複後會發生「反應物偏好性 (substrate promiscuity)」的變化，使同一酵素家族成員能作用於不同分子，進而形成新的化學反應路徑。這些新功能有時是對環境壓力的如抗病或抗紫外線適應，同時也可能僅因中性突變積累而被保留下來。當基因重複、調控區變異與生態壓力共同作用時，植物逐漸發展出各類專屬的特殊代謝物，如生物鹼、酚類與萜類，成為陸地生態系中化學互動的關鍵因子。

根據以上資訊與植物代謝演化的相關概念，下列敘述何者正確？

- (A) 基因複製後的功能分化，是植物特殊代謝途徑多樣化的重要來源之一
- (B) 所有代謝創新皆需經過強烈的天擇才能固定於族群中
- (C) 植物代謝酵素的反應物偏好性之改變能促進新化學路徑的演化
- (D) 基因重複只會增加冗餘功能，與新代謝途徑的出現無關
- (E) 植物的化學多樣性主要來自外源基因轉移，而非內源基因演化

(13-14 為題組)

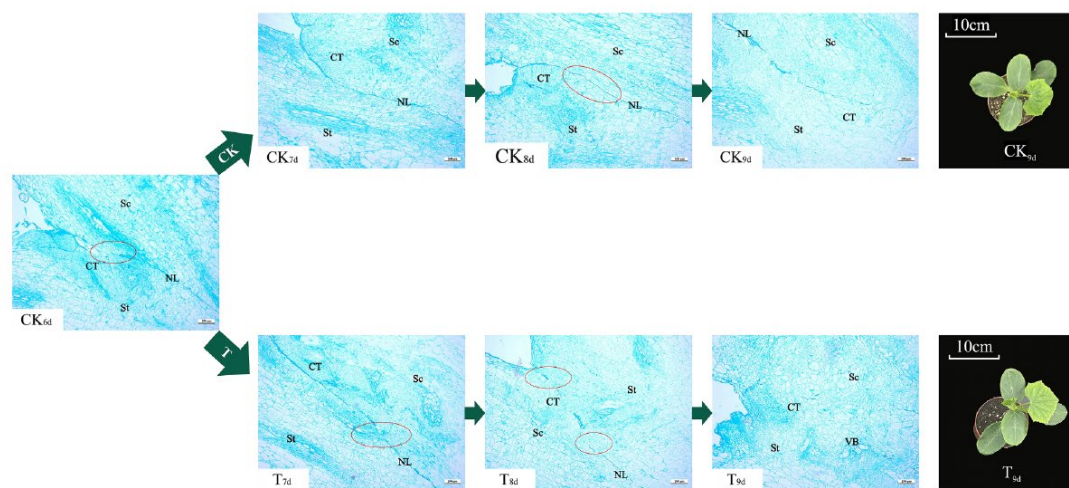
嫁接在園藝操作上很普遍，研究人員想了解瓜類幼苗嫁接的組織癒合情形，使用南瓜幼苗為砧木，黃瓜幼苗為接穗，以頂插固定嫁接法(top-insertion fixed grafting method) 將子葉平展的黃瓜接穗插入長出第一片真葉的南瓜砧木上。在組織癒合期間(grafted healing period)，對照組(CK)與實驗組(T)的光照強度(light intensity)如表一(Table 1)所示。從嫁接後第 6、7、8、9 天(d)分別採樣、進行後續組織石蠟切片操作，以觀察組織變化。

組織變化之觀察結果紀錄如下：

如圖一所示，嫁接後第 7 天(7d)，對照組的分離層開始消失，到了第 9 天(9d)已有一半的分離層不見了，然而沒有形成維管束橋相接。相較之下，實驗組在第 7 天即有較多分離層消失，第 8 天即達一半，第 9 天則完全消失，且有明顯的維管束橋。

Table 1
Light intensity modes during grafted healing period.

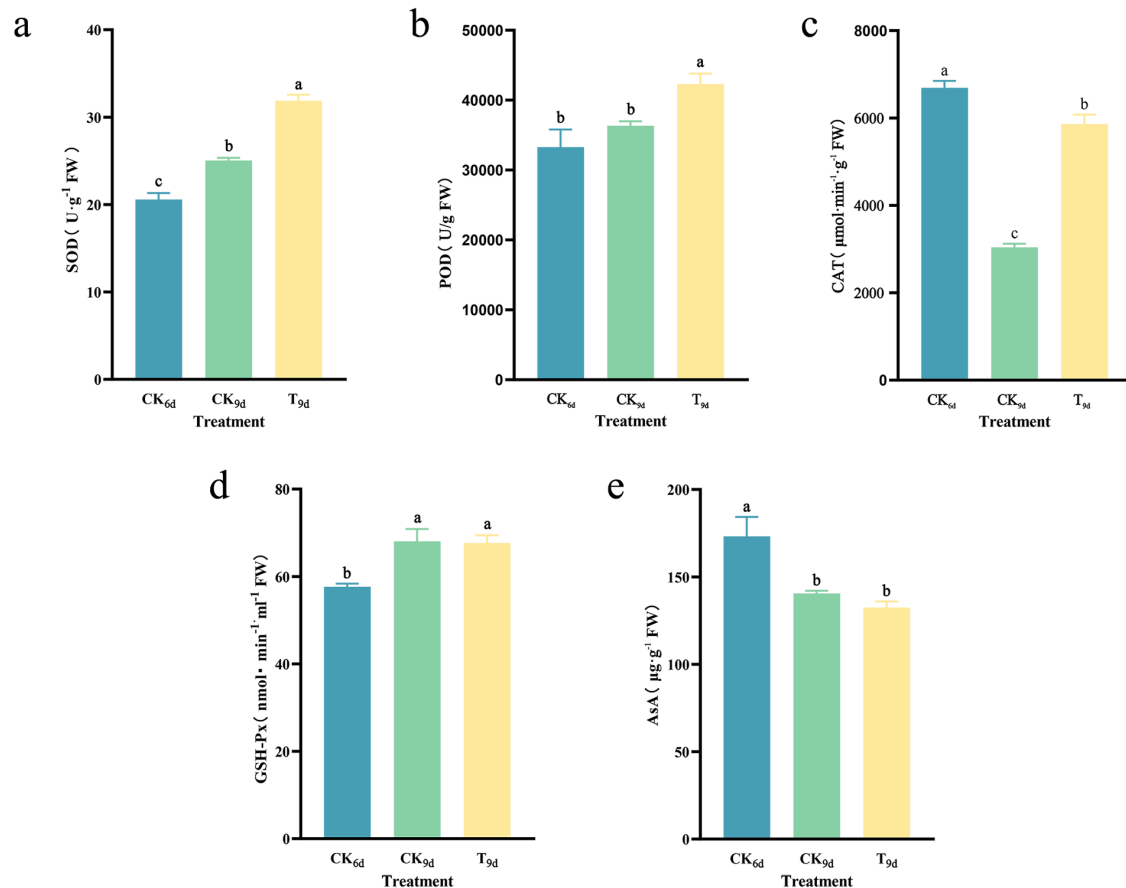
Mode	Light Intensity/ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$		
	1-3 d	4-6 d	7-9 d
CK	50	100	100
T	50	100	150



(本圖另提供放大版)

圖一、幼苗嫁接後的組織變化。各小圖分別是對照組(CK)與實驗組(T)在嫁接後不同天(以下標呈現)的採樣，以觀察組織變化。其中英文代號分別為: CT 胼脂質；NL 分離層(即砧木/接穗組織相接處)；Sc 接穗；St 砧木；VB 維管束橋。

進一步想探討在癒合處，一系列抗氧化系統相關酵素的活性以及抗壞血酸的含量是否有隨著癒合過程而改變，分別採取 CK_{6d}、CK_{9d}及 T_{9d} 的幼苗來進行分析，其結果如圖二所示。



圖二、抗氧化系統相關酵素：超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD), 過氧化氫酶(peroxidase, POD), 觸酶(catalase, CAT), 麩胱甘肽過氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px) 的活性以及抗壞血酸(ascorbic acid, AsA)含量的變化。

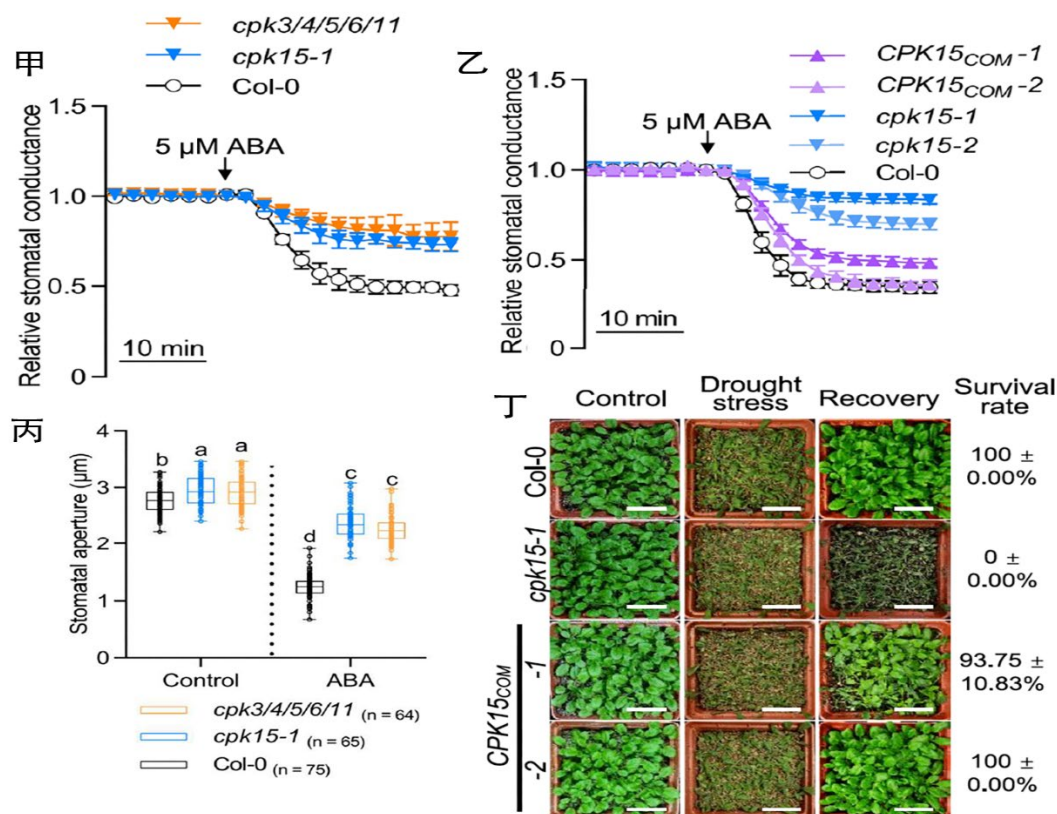
根據上述實驗結果，回答以下 13-14 問題。

13. 根據圖一的結果，下列有關嫁接後植株的生長與組織變化的敘述，何者正確？
 - (A) 本實驗的嫁接是南瓜的下胚軸組織和黃瓜的上胚軸組織相接
 - (B) 嫁接之後，南瓜和黃瓜接合處的組織會癒合，但不一定會產生胼胝質
 - (C) 分離層的消失顯示砧木和接穗二者的組織已經可以快速進行水分和養分的運輸
 - (D) 光照強度可促進嫁接之後維管束橋的形成
 - (E) 嫁接成功後，未來此南瓜的莖將不會再長出新葉

14. 根據圖二的結果，下列有關嫁接後植株的抗氧化系統變化的敘述，何者正確？
 - (A) 嫁接的黃瓜幼苗的觸酶活性及抗壞血酸的含量隨著時間下降
 - (B) 嫁接的黃瓜幼苗的超氧化物歧化酶及麩胱甘肽過氧化物酶的活性隨著時間上升
 - (C) 嫁接第九天之後，光照處理可促進超氧化物歧化酶、過氧化氫酶及麩胱甘肽過氧化物酶的活性
 - (D) 由於觸酶和過氧化氫酶的活性增加，進而減緩癒合區的氧化傷害
 - (E) 加速癒合區維管束的連接，有利於黃瓜幼苗的抗氧化能力

(15-17 為題組)

下圖是阿拉伯芥野生型 (Col-0)、*cpk15* 突變體 (*cpk15-1*, *cpk15-2*)，以及 *CPK15* 互補回復株 (*CPK15_{COM-1}*, *CPK15_{COM-2}*) 的幼苗，進行耐乾旱特性的實驗，結果如甲~丁所示：CPK：需要 Ca^{2+} 活化的蛋白質激酶 (Ca^{2+} -dependent Protein Kinase)



(本題圖片另提供放大版)

甲：ABA 影響氣體分子進出野生型、*cpk15-1* 突變體與 5 個 *CPK* 基因同時突變的突變體 (*cpk3/4/5/6/11*) 的氣孔的移動速率曲線圖 (氣孔相對傳導度 relative stomatal conductance)

乙：ABA 影響氣體分子進出野生型、*cpk15* 突變體 (*cpk15-1*, *cpk15-2*) 與 *CPK15* 互補回復株 (*CPK15_{COM-1}*, *CPK15_{COM-2}*) 的氣孔的移動速率曲線圖

丙：野生型、*cpk15-1* 突變體與 5 個 *CPK* 基因同時突變的突變體 (*cpk3/4/5/6/11*) 對於外加 ABA 後的氣孔大小 (氣孔孔徑 stomatal aperture)

丁：野生型、*cpk15* 突變體 (*cpk15-1*) 與 *CPK15* 互補回復株 (*CPK15_{COM-1}*, *CPK15_{COM-2}*) 進行乾旱 (drought stress) 試驗後與其恢復期 (recovery) 的存活率 (Survival rate)

根據上面的敘述，以及所習得的知識回答下列問題 15-17：

15. 植物含有各種不同的荷爾蒙，下列何者會造成氣孔關閉？
(A) 乙烯
(B) 離層酸
(C) 吉貝素
(D) 茉莉酸
(E) 細胞分裂素
16. 根據上文的敘述與試驗結果，下列相關的敘述或推論何者正確？
(A) *cpk15* 突變體較野生型對於 ABA 不敏感
(B) *cpk15* 突變體較野生型耐乾旱
(C) *CPK15* 互補回復株的氣孔比野生型大
(D) *CPK15* 互補回復株較其突變體耐乾旱
(E) Ca^{2+} 離子參與乾旱的反應
17. 有關 *CPK15* 功能的敘述或推論，下列何者正確？
(A) *CPK15* 未參與氣孔大小的調控
(B) *CPK15* 受 ABA 的調控，並且影響其功能
(C) *CPK15* 的功能未受其蛋白質激酶的影響
(D) *CPK15* 可以透過調節氣孔大小，以達耐旱的功能
(E) *CPK15* 的功能受生長素影響，以參與抗旱
18. 下列有關阿拉伯芥向光素(Phototropin)的敘述，何者正確？
(A) 是一種色素蛋白質
(B) 此光受體 (photoreceptor) 蛋白質位於核膜上
(C) 含有黃素單核苷酸 (FMN)，並具藍光誘導的蛋白激酶活性
(D) 與光敏素一樣，兩者受光刺激活化時均具磷酸化特性
(E) 植物莖部具正向光性，是因為生長素的轉運蛋白 PIN3 移到背光處造成生長素分布多所引起的
19. 下列有關植物春化作用的敘述，何者正確？
(A) 小麥、玉米、甘蔗等禾本科植物必須經過足夠連續低溫期才能刺激開花
(B) 需春化的植物經春化處理足夠時間後，只能維持數天開花的能力
(C) 春化作用感應的主要部位是在莖頂
(D) 溫、寒帶果樹種子常需經過此過程才能萌芽
(E) 抑制或降低負調控分子之產生是春化作用的主要分子機制

20. 比較石松綱的卷柏屬 (*Selaginella*) 與種子植物的生殖特徵後，觀察到下列現象：

- (1) 卷柏的同一孢子囊穗中，同時存在小孢子囊與大孢子囊
- (2) 卷柏的小孢子發育為雄配子體，大孢子發育為雌配子體，呈現異孢性 (heterospory)
- (3) 現生的種子植物皆為異孢植物
- (4) 卷柏的雌配子體可以在殘餘的大孢子壁內持續發育，而非完全脫離孢子壁獨立生活

根據以上觀察與植物演化相關知識，對於「卷柏的異孢性與種子起源之關係」的推論，下列何者正確？

- (A) 種子植物的異孢性是多次獨立演化的結果，與卷柏的異孢性在演化上沒有連續性
- (B) 卷柏與多數蕨類同為同孢植物，因此不適合作為種子起源的比較對象
- (C) 卷柏的異孢現象顯示，生殖細胞已開始在不同孢子間分工，代表植物生殖分化的早期階段，可能為種子演化的前驅路徑之一
- (D) 卷柏雌配子體在殘餘的大孢子壁中發育，顯示出功能上類似種子植物胚體受珠被 (integument) 保護的趨勢，可視為種子演化特性的雛形之一
- (E) 所有種子植物皆為異孢性，因此可推論所有維管植物（含蕨類與石松類）也是異孢性

21. 下列描述何者屬於快速動眼期 (rapid eye movement, REM) 睡眠的特徵？

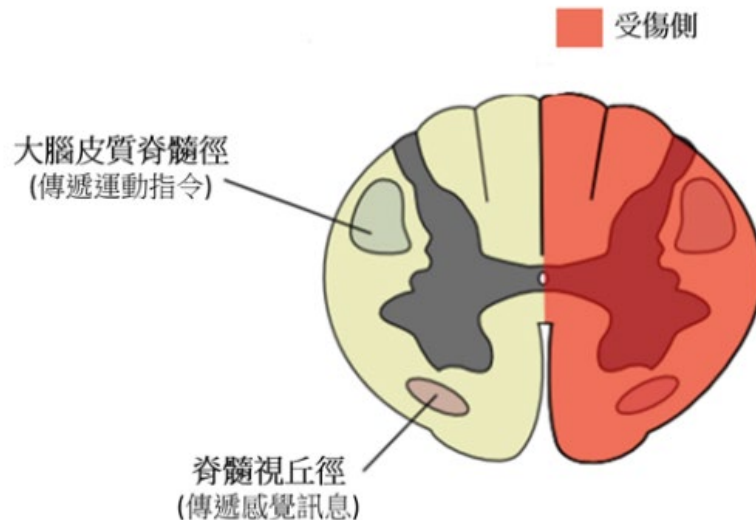
- (A) 主要呈現的腦波為 β 波，且可偵測到眼球運動，類似於一個人在追蹤空間中移動的物體、看電視等動作
- (B) 腦波呈現與清醒狀態類似之 β 波，故極易喚醒睡眠者
- (C) 與非快速動眼期 (non-rapid eye movement, NREM) 睡眠和清醒警戒狀態相比，氧氣消耗量減少
- (D) 佔一個人「睡眠時間」的 20–25%
- (E) 骨骼肌活動顯著降低，但眼外肌和呼吸肌除外

22. 下列有關心肌與骨骼肌「興奮-收縮耦合 (excitation-contraction coupling)」的比較，何者錯誤？

- (A) 細胞外鈣離子 (Ca^{2+}) 在兩者肌肉收縮過程中皆扮演主要角色
- (B) 兩種肌肉從肌漿網 (sarcoplasmic reticulum) 釋放鈣離子 (Ca^{2+}) 的機制相同
- (C) 在鈣離子 (Ca^{2+}) 釋放後，兩種肌肉中的肌鈣蛋白 (troponin) 結合位點都會立即完全飽和
- (D) 兩種肌肉的細胞內總鈣離子 (Ca^{2+}) 濃度會上升
- (E) 細胞內鈣離子 (Ca^{2+}) 儲存庫對於骨骼肌及心肌的收縮皆扮演相當重要的角色

23. 腎臟負責下列調節哪些物質在血漿中的濃度？
- (A) 水 (water)
 - (B) 鈉離子 (Na^+)
 - (C) 鉀離子 (K^+)
 - (D) 胺基酸 (amino acid)
 - (E) 葡萄糖 (glucose)
24. 菸鹼型受體 (Nicotinic receptors) 表現於骨骼肌細胞上。當大腦下達運動指令，神經衝動會沿著運動神經元傳遞至末梢，促使神經末梢將儲存的乙醯膽鹼 (Acetylcholine, ACh) 釋放到神經與肌肉間接合處 (Neuromuscular junction, NMJ)。這些釋出的 ACh 分子會迅速跨越 NMJ，與骨骼肌細胞膜上的菸鹼型受體 (Nicotinic receptor) 結合，結合後會導致細胞膜去極化。這個電訊號會瞬間傳遍整個肌肉纖維，最終引起肌絲滑動並產生肌肉收縮。而在訊號傳遞完成後，NMJ 接合處的乙醯膽鹼酶 (Acetylcholinesterase, AChE) 會迅速分解清除 ACh，使肌肉能夠放鬆並準備好迎接下一次的指令。下列何者可能是使用尼古丁 (Nicotine) 產生的副作用？
- (A) 肌肉放鬆 (muscle relaxation)
 - (B) 肌肉細胞抽搐 (收縮) (muscle cell twitches / contractions)
 - (C) 肌肉癱瘓 (muscle paralysis)
 - (D) 嗜睡 (drowsiness)
 - (E) 肌肉萎縮
25. 關於胃的蠕動，下列何者正確？
- (A) 無論是否有食物存在於胃中，胃平滑肌的基本電節律(每分鐘三次去極化)是固定的
 - (B) 胃的收縮在胃竇部 (antrum) 最強
 - (C) 胃泌素 (gastrin) 分泌會促進胃的蠕動
 - (D) 腸抑胃泌素 (enterogastrones) 分泌也可促進胃蠕動
 - (E) 當興奮波傳遞到幽門括約肌 (pyloric sphincter) 時，括約肌會打開以利食糜排進小腸
26. 阿芬進行肝移植手術後，需長期服用免疫抑制藥物 (immunosuppressive drugs)，這些藥物會抑制所有的適應性免疫反應 (adaptive immune responses)。儘管先天性免疫反應 (innate immune responses) 的部分反應強度降低，但仍具有一定功能。在服用此藥物期間，阿芬若受到感染，下列哪些~~不是~~體內免疫系統針對感染所產生的反應？
- (A) 抗原與淋巴細胞 (lymphocytes) 的相互作用
 - (B) 產生能與抗原結合的抗體 (antibodies)
 - (C) B 細胞 (B-cell) 分化為漿細胞 (plasma cells)
 - (D) 局部血管的擴張 (vasodilation)
 - (E) 淋巴細胞的活化 (activation)

27. 脊髓在體感覺訊息(somatosensory signals)(例如觸覺、痛覺、本體感覺等)的傳遞上，扮演著關鍵角色。附圖為單側脊髓損傷部位的示意圖，受傷的部位為胸椎第七節(簡稱 T7)；為單側局部的脊髓損傷(受傷側)，另一側脊髓的功能不受影響(對側)。試問下列選項中，對於單側局部脊髓受傷後，引發 T10 以下部位的體感覺障礙之敘述，哪一選項是完全正確的？



	痛覺	觸覺	壓覺	溫度覺
(A)	受傷側 (正常)	對側 (受損)	對側 (受損)	受傷側 (受損)
(B)	對側 (受損)	受傷側 (正常)	受傷側 (正常)	對側 (正常)
(C)	對側 (受損)	對側 (受損)	受傷側 (正常)	受傷側 (正常)
(D)	受傷側 (正常)	受傷側 (受損)	對側 (正常)	對側 (受損)
(E)	受傷側 (受損)	對側 (正常)	受傷側 (受損)	對側 (正常)

28. 下列選項中，有關造成人體酸中毒(acidosis)或鹼中毒(alkalosis)的原因之配對，哪些是正確的？

	造成酸或鹼中毒原因	中毒種類
(A)	焦慮症發作導致過度換氣	呼吸性鹼中毒
(B)	水楊酸中毒的急性期	呼吸性酸中毒
(C)	嚴重嘔吐	代謝性鹼中毒
(D)	嚴重腹瀉	代謝性酸中毒
(E)	過量使用利尿劑	代謝性酸中毒

(第 29、30 為題組)

透過腦中芳香化酶 (aromatase) 的作用，把雄性素和雌激素進行轉換，此過程對腦部的性別分化 (brain sexual differentiation) 至關重要。

試根據背景知識，以及參閱以下的實驗結果後，回答後方問題。

實驗結果—a: 對新生雄鼠投予芳香化酶的抑制劑，會抑制其腦部雄性化。

實驗結果—b: 對新生雌鼠投予芳香化酶的抑制劑，不會影響其腦部雌性化。

實驗結果—c: 對新生雄鼠施打雌激素，不會干擾其腦部雄性化。

實驗結果—d: 對新生雌鼠施打雌激素，會干擾其腦部雌性化。

29. 經過芳香化酶轉化後，造成腦部性別分化的激素為何？你/妳是根據上述哪兩項實驗結果得出的結論？

- (A) 雌激素
- (B) 雄性素
- (C) 實驗結果 a & b
- (D) 實驗結果 a & c
- (E) 實驗結果 a & d

30. 根據以上實驗結果，下列哪些實驗處理後的新生鼠之腦部會出現雄性化？

- (A) 出生後即移除卵巢的雌性幼鼠
- (B) 出生後即移除睪丸，並注入大量雌激素的雄鼠
- (C) 出生後即移除睪丸，並注入大量雄性素的雄鼠
- (D) 出生後即移除卵巢，並注入大量雄性素的雌鼠
- (E) 出生後即移除卵巢，並注入大量雌激素的雌鼠

31. 下列有關雙股 DNA 中 4 種鹼基含量的關係，何者正確？

- (A) $A + G = C + T$
- (B) $A + T = G + C$
- (C) $A + C = G + T$
- (D) $A / C = G / T$
- (E) $A / G = T / C$

32. 某比較基因體研究發現，智人的基因甲與黑猩猩的基因甲相似度達 99%，但與老鼠的基因甲僅有 85% 相似度，則下列何者為合理的推論？

- (A) 該基因在靈長類中演化緩慢
- (B) 該基因在哺乳類中已喪失功能
- (C) 該基因可能與靈長類的某特有功能有關
- (D) 該基因在智人與黑猩猩的控制的代謝途徑完全相同
- (E) 智人與黑猩猩演化分歧時間較短

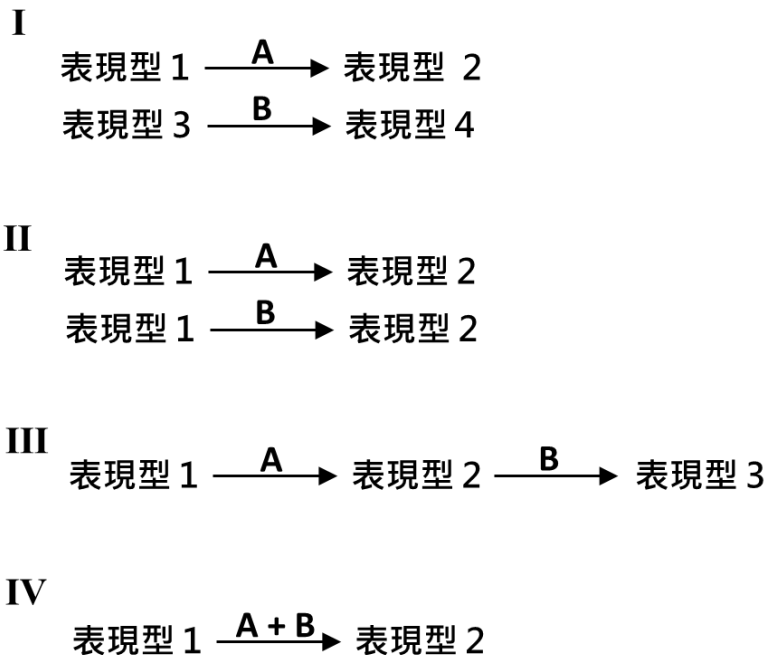
第 33~34 題為題組

33. 在一研究果蠅染色體互換的實驗中，將一隻具有三個性狀隱性表徵 (a、b、c) 的雌果蠅 P1 與一隻對此三個性狀皆為顯性表徵 (A、B、C) 的雄果蠅 P2 交配，其所有的 F1 子代，無論雌雄，都具顯性表徵，將 F1 雌果蠅與一隻此三個性狀皆為隱性表徵的雄果蠅試交，子代中共有 8 種表現型，各種表現型的個體數如下表。這三個性狀的顯隱性表徵對應的等位基因分別為：A (a+)、a (a)；B (b+)、b (b)；C (c+)、c (c)。請依據以上資訊推定下列各敘述，何者正確？

表現型	個體數
a b c	1648
A B C	1627
A b c	223
a B C	232
A b C	126
a B c	119
a b C	14
A B c	11

- (A) P2 為控制此三性狀基因的異型合子
 (B) 控制此三性狀的基因位於體染色體上
 (C) a+和 b+間的圖譜距離為 16.75 m.u.
 (D) a+和 c+間的圖譜距離為 12.0 m.u.
 (E) b+和 c+間的圖譜距離為 6.75 m.u.
34. 承上題，下列有關此實驗的敘述，何者正確？
 (A) 控制此三性狀的基因在染色體上的排列順序為 b+-c+-a+
 (B) 16.75 m.u. 代表在 F1 雌果蠅進行減數分裂的細胞中有 16.75% 發生染色體互換
 (C) 12.0 m.u. 代表在 F1 雌果蠅進行減數分裂的細胞中有 12% 在 a+b+c+ 的染色體發生互換
 (D) 6.75 m.u. 代表在 F1 雌果蠅進行減數分裂的細胞中有 6.75% 在 c+基因座發生互換
 (E) 若考慮雙互換 (double crossover) 的數量，a+和 b+ 間的圖譜距離應為 18.75 m.u.

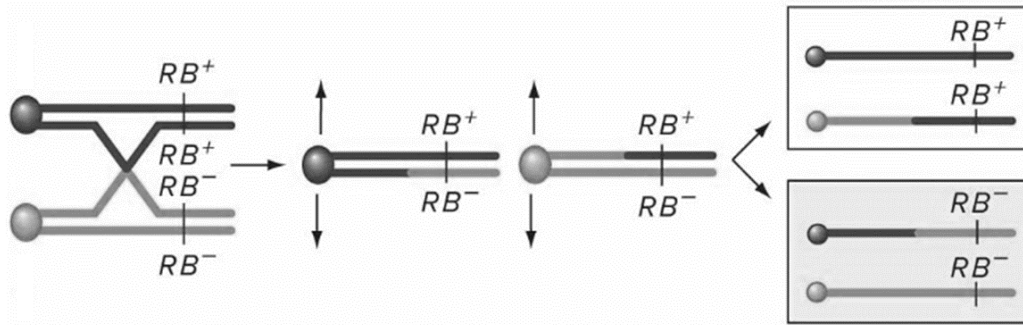
35. 許多性狀是由二個基因間的交互作用控制，這二個基因表現後的產物分別設為 A 和 B，則 A 和 B 的作用模式大致可分為以下 4 種：



若此二基因的遺傳模式符合孟德爾的獨立分配律，則研究 A 和 B 之間的交互作用關係，通常會先將不同的純品系雜交，依據 F1 子代的表現型和 F2 子代中各種表現型的比例做推論。下列有關 F2 表現型比例和交互作用模式的推論，何者正確？

- (A) 9 : 3 : 3 : 1 可能為模式 I
 (B) 9 : 3 : 4 可能為模式 II
 (C) 9 : 3 : 4 可能為模式 III
 (D) 9 : 7 可能為模式 IV
 (E) 15 : 1 可能為模式 IV
36. 基因微陣列 (DNA microarray) 是基因體學研究的重要工具。此工具將數千到數萬個探針 (對應已知基因的 DNA 序列) 固定在玻璃片或矽晶片上，將欲研究之 DNA、cDNA 或 mRNA 螢光樣本與探針結合後，偵測螢光信號，可一次分析大量序列資訊。研究團隊使用 mRNA 樣本以基因微陣列研究比較健康細胞與乳癌細胞的基因表現。他們觀察到探針 Y 上的螢光信號在癌細胞樣本顯著增加。依據此結果，下列推論何者合理？
- (A) 探針 Y 對應的基因在癌細胞中轉錄量增加
 (B) 探針 Y 與癌細胞樣本的 mRNA 結合效率較低
 (C) 癌細胞中對應探針 Y 的 mRNA 穩定性較健康細胞高
 (D) 該對應的基因在健康細胞中的表達被抑制
 (E) 探針序列被癌細胞 mRNA 引發突變

37. 視網膜母細胞瘤 (retinoblastoma) 是一種罕見的兒童癌症，原因是位於第 13 對染色體上的 RB 基因發生突變，正常的 RB^+ 等位基因表現的蛋白質控制了視網膜的生長和發育，但突變的隱性 RB^- 等位基因失去功能，無法控制細胞分裂。大約 40% 的患者屬於遺傳性，在胚胎時的基因型是 RB^+/RB^- 異型合子，原本可以正常控制細胞分裂，但若在視網膜母細胞中發生第 13 對染色體的互換，如下圖所示，就有可能產生 RB^-/RB^- 同型合子細胞，導致視網膜母細胞瘤。下列有關視網膜母細胞瘤和 RB 基因的相關敘述，何者正確？



- (A) RB^+ 等位基因的功能為抑瘤基因 (tumor suppressor gene)
 (B) 圖中視網膜母細胞的染色體互換發生於減數分裂 I 的前期 (meiotic prophase I)
 (C) RB^+/RB^- 細胞在發生第 13 對同源染色體互換後產生的子細胞中有 50% 為 RB^-/RB^-
 (D) 遺傳性的視網膜母細胞瘤會呈現不同「表現度」(expressivity) 的現象
 (E) 遺傳性的視網膜母細胞瘤會呈現不同「表現率」(penetrance) 的現象
38. Ishikawa 等進行的人類全基因體關聯性分析 (Genome-Wide Association Study; GWAS) 研究顯示，單核苷酸多型性 (single nucleotide polymorphism; SNP) 位點 rs5029949 與一免疫系統疾病——硬皮症 (systemic sclerosis) 有顯著相關，但該 SNP 只解釋了表現型變異 (phenotypic variance V_p) 的 2%。表現型變異指某性狀的表現型在同一物種或同一族群的個體間的差異。依據上述 Ishikawa 等人的研究結果，下列何者為合理的推論？
- (A) 該 SNP 只貢獻了硬皮症發病的小部分原因
 (B) 硬皮症屬多基因遺傳疾病
 (C) 該 SNP 的顯著相關是偽陽性
 (D) 全基因體關聯性分析不適用於此研究，應改使用總體基因體學 (metagenomics) 方法
 (E) 環境因素可能參與硬皮症之發病

39. BLAST (basic local alignment search tool) 演算法是常用的生物資訊工具，可以快速找出目標核苷酸或胺基酸序列與資料庫中已知序列相似的區域與相似程度。依據不同的功能，BLAST 又分為 BLASTn, BLASTp, BLASTx, tBLASTn, 及 tBLASTx。甲生使用 BLASTn 和 BLASTx 對一段核苷酸序列 A 進行比對分析，結果顯示 BLASTx 比 BLASTn 找到更多同源蛋白。以下敘述或推論何者正確或合理？
- (A) BLASTx 轉譯核苷酸序列 A 為胺基酸序列，而後與胺基酸序列資料庫比對，因此可找到更多潛在的同源蛋白
- (B) BLASTn 只比對核苷酸序列，因此同義密碼子 (synonymous codons) 可能會被忽略
- (C) BLASTx 可找出非編碼區功能，因此可找到更多同源蛋白
- (D) BLASTn 不適合用來做核苷酸序列比對，因此甲生的結果不可信
- (E) BLASTx 適合找親緣關係較遠的物種保守序列區域
40. 小謝與老張對臺灣發生的非洲豬瘟病毒 (African Swine Fever Virus, ASFV) 進行比較基因體研究。該研究收集了五個臺灣豬隻族群的 ASFV，分別為無症狀/輕症族群 A1 及 A2，重症族群 B1, B2, 及 B3，各族群分別隨機採集了四至六個病毒樣本 (A1-1~A1-6, A2-1~A2-4, B1-1~B1-6, B2-1~B2-6, 及 B3-1~B3-6)，各樣本進行全基因體定序後，進行序列比對 (alignment)。下圖為 ASFV 全基因體序列比對結果。參考序列為來自南非的無症狀 ASFV 的 DNA 序列。依據下圖，下列推論或描述何者合理或正確？

參考序列	TATATACATATCGGCCGAGGAATATACCTACGGATCTTACACACTCCAGAGACATGAAACATCGGAGTCCTACTACTATTACAGTAATAGCTACCGCATTTATGGGTTATGCTTACCAT
Sample A 1-1	T.....
Sample A 1-2	T.....
Sample A 1-3	T.....
Sample A 1-4	A.....
Sample A 1-5	T.....
Sample A 1-6	T.....
Sample A 2-1	T.....
Sample A 2-2	T.....
Sample A 2-3	T.....
Sample A 2-4	T.....
Sample B 1-1	T.....
Sample B 1-2	T.....
Sample B 1-3	T.....
Sample B 1-4	T.....
Sample B 1-5	T.....
Sample B 1-6	T.....
Sample B 2-1	T.....
Sample B 2-2	T.....
Sample B 2-3	T.....
Sample B 2-4	T.....
Sample B 2-5	C.....
Sample B 2-6	T.....
Sample B 3-1	T.....
Sample B 3-2	T.....
Sample B 3-3	T.....
Sample B 3-4	T.....
Sample B 3-5	T.....
Sample B 3-6	T.....

註：圓點・表示與參考序列相同

- (A) 這五個臺灣非洲豬瘟豬隻族群病毒均由南非直接引入
- (B) 這五個臺灣非洲豬瘟豬隻族群病毒共有九個單核苷酸多型性(single nucleotide polymorphism; SNP) 位點
- (C) B3 族群的特有 SNP 可能與非洲豬瘟發病有關
- (D) Sample B1-2 的特有 SNP 屬於點突變
- (E) 依據族群 A1 及 A2 的 SNP 進行研究，可以開發針對非洲豬瘟重症病毒之疫苗

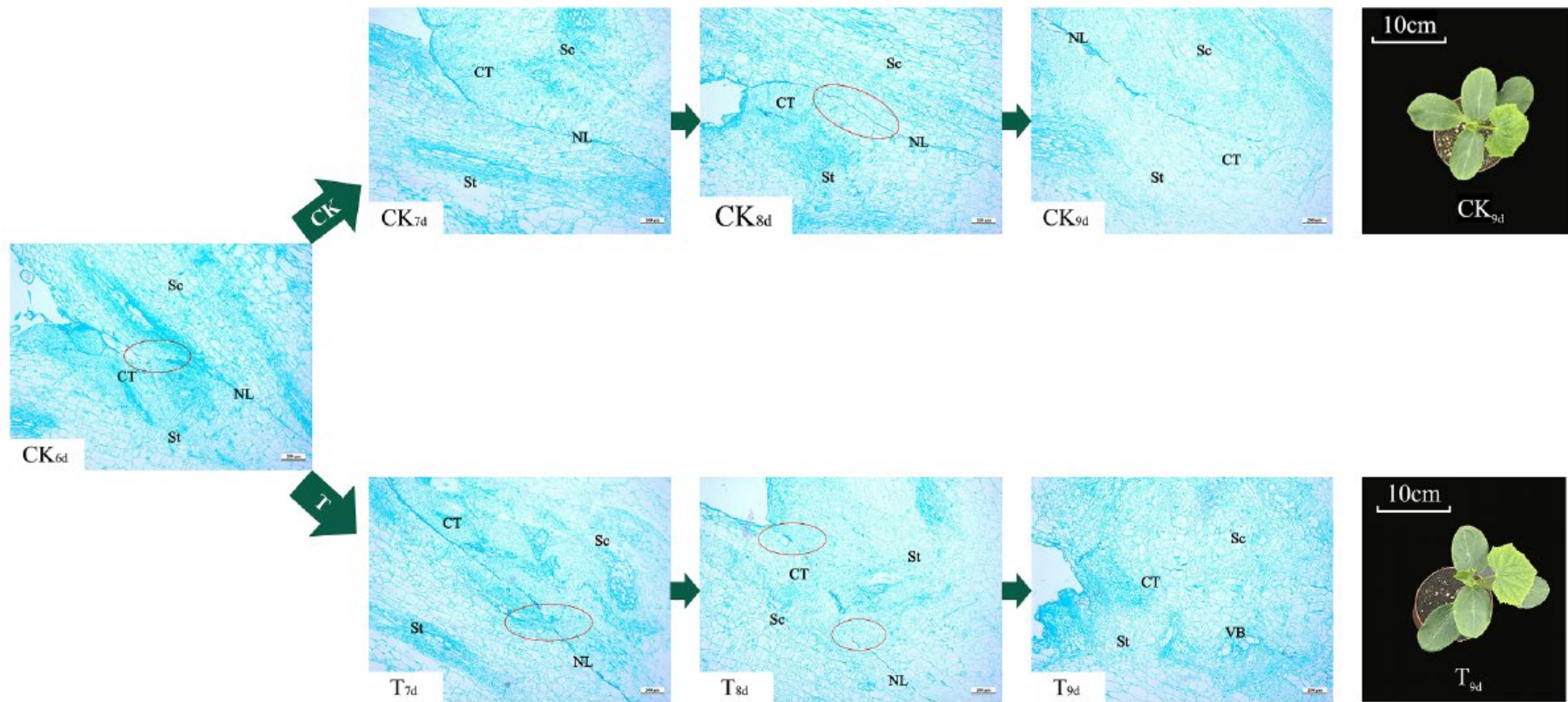
41. 關於食物網結構與生態金字塔 (ecological pyramids)，下列敘述何者正確？
- (A) 食物鏈的長度主要受限於能量沿鏈傳遞的效率低下，這稱為能量假說
 - (B) 在生態系統的能量傳遞中，從一個營養階層傳遞到下一個營養階層的能量皆只有 10% 被吸收，其餘的 90% 能量都會在傳遞過程中以熱能散失
 - (C) 由於能量轉換效率低下，較低營養階層的總生產率一定低於較高營養階層的總生產率
 - (D) 由於能量轉換效率低下，較高營養階層的總生物量一定低於較低營養階層的總生物量
 - (E) 較高營養階層生物，體內累積的水溶性毒物濃度，都高於較低的營養階層，此現象稱為生物放大作用 (biological magnification)
42. 以下生物類群皆是臺灣原生生物，請就學名格式，判斷哪些類群是動物？
- (A) *Melia azedarach* L.
 - (B) *Nycticorax nycticorax*
 - (C) *Ficus pumila* var. *awkeotsang*
 - (D) *Coptotermes formosanus* Shiraki, 1909
 - (E) *Acer pectinatum* subsp. *formosanum*
43. 根據生態學的理论，何種情況下，兩個彼此競爭的物種－物種甲和物種乙－較有可能共存在同一個地方？
- (A) 物種甲和物種乙有相同的生態棲位
 - (B) 物種甲和物種乙兩物種其種內競爭程度低於種間競爭程度
 - (C) 物種甲和物種乙分別在不同的微棲地有較高的適存度
 - (D) 物種甲和物種乙個體死亡與出現在某地區的機率完全隨機
 - (E) 當地捕食者偏好取食物種甲或物種乙中個體數量較多的物種
44. 下列有關島嶼生物地理學平衡理論 (Equilibrium Theory of Island Biogeography) 的敘述或推論，何者正確？
- (A) 一個島嶼上面的物種數量，取決於物種的遷出率和滅絕率
 - (B) 面積較大的島嶼，有較低的物種滅絕率，因此物種數量會較多
 - (C) 面積較大、距離大陸較近的島嶼，其物種的更迭速率 (turnover rate) 較快
 - (D) 該理論假設所有島嶼有相同的氣候狀況
 - (E) 該理論假設物種的遷入率和滅絕率彼此之間獨立

45. 萊姆病是一種經由感染伯氏疏螺旋菌的硬蜱所傳播的疾病。硬蜱生活史分為幼蜱、若蜱、成蜱三個均為寄生的時期，剛孵化的幼蜱不帶有伯氏疏螺旋菌，但當幼蜱吸食感染有伯氏疏螺旋菌的哺乳動物宿主後，便會被感染，並能將病菌傳遞給接續的若蜱和成蜱階段。在北美洲東北部的森林，感染伯氏疏螺旋菌的感染率在不同哺乳動物種類間有顯著差異，其中以常出現在破碎化棲地的白足鼠感染率最高。因此，當幼蜱的宿主為白足鼠時，幼蜱轉變為帶菌若蜱的機率會大幅增加，人類被帶菌若蜱叮咬，因此感染萊姆病的風險也隨之增加。值得注意的是，若某地區的哺乳動物多樣性高，幼蜱叮咬到白足鼠的機會相對減少，這有助於降低伯氏疏螺旋菌在硬蜱族群中的傳播率。根據以上資訊，下列敘述或推論何者正確？
- (A) 伯氏疏螺旋菌會經由雌性成蜱垂直傳遞給幼蜱
 - (B) 硬蜱和哺乳動物間，以及硬蜱和伯氏疏螺旋菌間，兩者均屬於寄生關係
 - (C) 在大面積的森林內部較容易觀察到白足鼠
 - (D) 當某地區的白足鼠因為捕食者存在而數量稀少時，該地區可能出現較少的萊姆病病例
 - (E) 預期一地區的哺乳動物多樣性會與萊姆病病例呈現正相關
46. 網絡分析 (Network Analysis) 是生態學中用來量化群落結構和物種關係的重要工具，在食物網分析中，物種被視為網絡中的節點 (nodes)，而物種間的食性關係被視為連結 (links)。通過計算網絡指數，例如一個物種的連結數 (degree)、介數中心性 (betweenness centrality) 或緊密度中心性 (closeness centrality)，我們可以量化每個物種在食物網中扮演的角色。連結數代表與一個物種直接連接的物種數量，代表其互動廣度；介數中心性為一個物種位於其他兩個物種間最短路徑上的次數，代表其作為食物網中資訊/能量傳輸橋樑的重要性；緊密度中心性則是一個物種到網絡中所有其他物種的最短路徑長度的平均值，代表其在食物網中的影響力。請根據網絡分析的原理，判斷下列關於食物網中不同類群的物種敘述何者正確？
- (A) 在食物網的網絡分析中，我們可以藉由移除各個物種來檢視其對於網絡結構穩定性與節點連通性的影響，藉此判斷其是否為基石物種 (key stone species)
 - (B) 基石物種通常展現出較低的介數中心性，意味著它們在食物網中扮演著連結許多不同營養階層或功能群的橋樑角色
 - (C) 優勢物種 (dominant species) 雖然生物量高，但在網絡分析中，其移除造成的群落結構影響可能遠小於基石物種
 - (D) 旗艦物種 (flagship species) 為緊密度中心性量化指標上具有最高數值的物種，故其在生物多樣性保育中具有重要性
 - (E) 在網絡分析中，基石物種的連結數最高，且其所連結的獵物物種多樣性亦高，顯示其能藉由捕食行為來防止單一物種壟斷資源

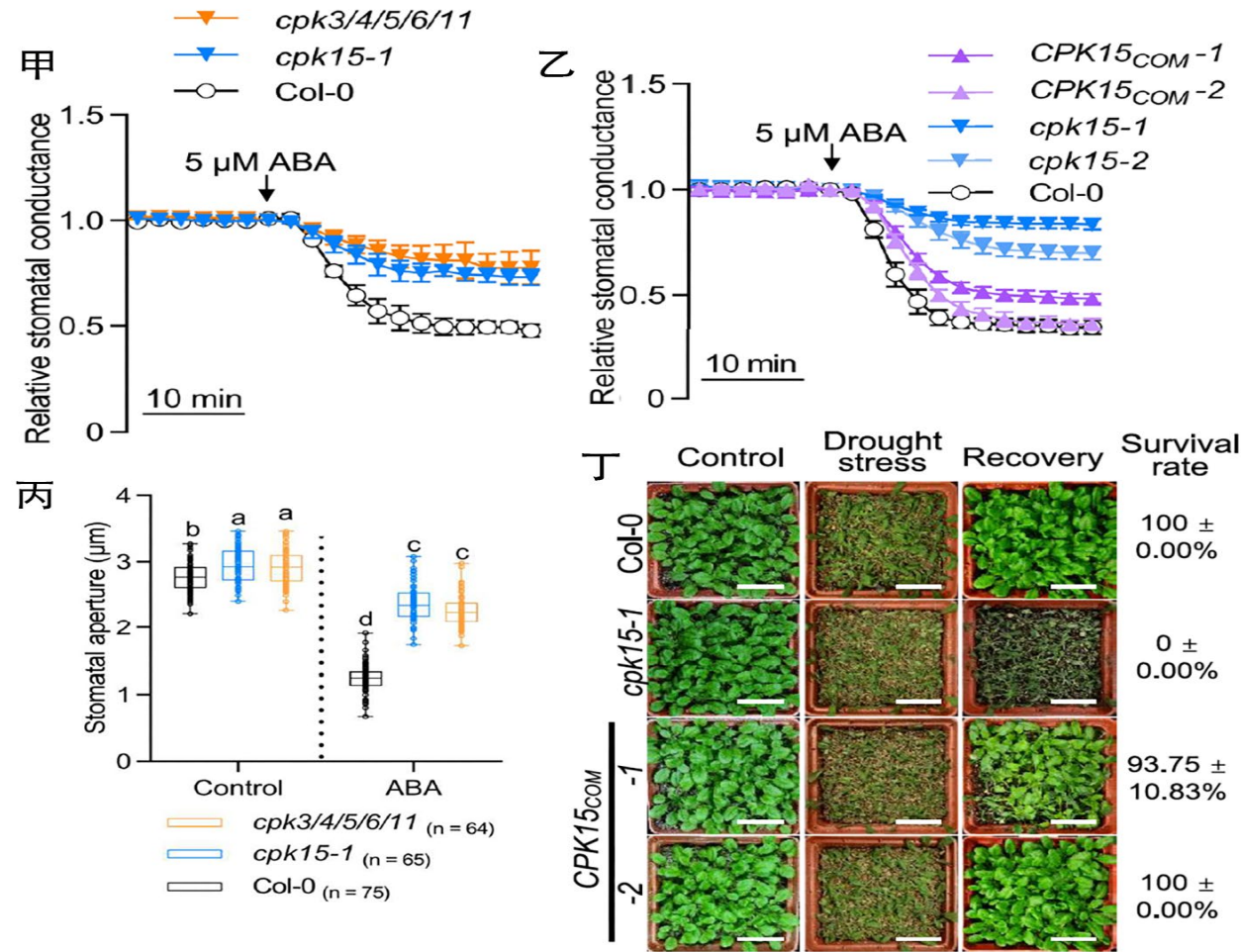
47. 在生態學中，生物的空間分佈模式 (spatial distribution pattern) 主要可分為三種類型：聚集分佈 (clumped/aggregated)、隨機分佈 (random) 和均勻分佈 (uniform/regular)。生態學家通常試圖從觀察到的分佈模式 (pattern) 來推測該模式的潛在生態過程 (process)。然而，由於生態系統的複雜性，相同的空間分佈模式可能由多種不同的生物或非生物因子所形塑。請判斷下列關於植物空間分佈模式及其潛在機制的敘述何者正確？
- (A) 聚集分佈是最常見的類型，它可能由種子傳播限制所導致，但也可能由棲地的環境異質性或不同植物間的促進作用(facilitation)所驅動
 - (B) 均勻分佈通常是植物族群中強烈同種競爭的結果，個體間對於環境資源的競爭導致個體間距離趨於一致
 - (C) 隨機分佈多半與非生物因子主導的生態過程有關，因為生物間的交互關係(競爭或促進)會導致聚集或均勻分佈
 - (D) 優先效應 (priority effect) 在植物群落中，會傾向於塑造均勻分佈的模式。這是因為先定殖的個體壟斷了資源或改變了微環境，限制後續定殖者無法在其周邊的特定區域建立
 - (E) 在不同空間尺度下，同一種植物可能會展現出不同的空間分佈模式，這表示在分析空間模式時，必須清楚界定研究的尺度，才能有效推論潛在的機制
48. 在陸域生態系中，萊比錫最少量律 (Liebig's Law of Minimum) 指出，初級生產力往往受到環境中最稀少的單一必要資源所限制，即所謂的限制因子。常見的限制性養分為氮 (N) 和磷 (P)。土壤氮和磷的有效性差異，會導致植物在資源分配 (resource allocation) 上產生取捨，進而決定了不同樹種的競爭優勢與群落結構。請判斷下列關於土壤養分限制、微生物互動及其對植物群落組成影響的敘述何者正確？
- (A) 在高度風化的古老土壤中，磷常與礦物形成難溶的複合物。為了有效獲取磷，植物必須將更多的碳水化合物資源投入於製造與分泌有機酸，這種資源分配策略可能會犧牲其地上部的生長速率
 - (B) 在溫帶森林中，地表通常累積大量的枯枝落葉，若凋落物中碳氮比 (C:N ratio) 過高，則預期土壤中的微生物會吸收更多土壤中的無機氮，以分解凋落物中的碳源，進而提高了樹木生長的氮限制
 - (C) 叢枝菌根菌由於能夠分泌胞外酶分解有機質，因此在富含有機氮的森林土壤中，比主要促進磷吸收的外生菌根菌更具備競爭優勢，進而讓與叢枝菌根菌共生的樹種成為該群落的優勢類群
 - (D) 當植物群落普遍受到磷限制時，物種會傾向於減少葉片內的磷含量。這種生理調適會導致光合作用所需的核酸和磷脂合成受限，最終對群落整體初級生產力造成限制
 - (E) 在氮限制生態系統中，能夠與固氮菌共生的豆科植物，因為能獲得不受土壤限制的氮源而具有強大的競爭優勢，進而排除群落中其他非固氮樹種，導致群落的物種多樣性下降

49. 隨著都會發展，光害及噪音對鳥類鳴唱會產生相當的影響，例如光害會影響鳥類一天開始鳴唱的時間。又如在噪音背景下，鳥類鳴唱會調節其音頻，以利傳遞等。試問下列有關日行性鳥類清晨的鳴唱敘述何者正確？
- (A) 預期機場鳥類晨唱，受人為光害的影響較噪音大
 - (B) 對於溫帶鳥類而言，人為光害對晨唱的影響大於熱帶鳥類
 - (C) 人為光害對於既有較早鳴唱的鳥類所產生的影響，大於既有較晚鳴唱的鳥類
 - (D) 都會天空有雲時，人為光害對於鳥類清晨鳴唱的影響大於無雲時
 - (E) 在都會環境鳥類晨唱可能呈現曲目中更多的低音部分，以利傳播
50. 地棲性繁殖鵲鴿科的鳥種，在繁殖時會藉蛋外觀型色及巢的偽裝做為其主要禦敵策略。已知這類鳥種有些在孵卵後期時，胚胎會發出鳴聲，透過蛋殼與親鳥溝通，而鳴聲會暴露其行蹤。故當有潛在威脅的信號接近這些鳥種巢位時，胚胎可能會停止或減少鳴叫。試問下列有關胚胎會停止或減少鳴叫的時機之敘述何者正確？
- (A) 預期當親鳥發出警戒聲時
 - (B) 預期當親鳥的心跳速率突然增加時
 - (C) 預期外界的光及溫度突然改變時
 - (D) 預期附近有烏鴉發出鳴聲時
 - (E) 預期附近有蛇在活動時

第 13-14 題組圖



圖一、幼苗嫁接後的組織變化。各小圖分別是對照組(CK)與實驗組(T)在嫁接後不同天(以下標呈現)的採樣，以觀察組織變化。其中英文代號分別為: CT 胼胝質；NL 分離層(即砧木/接穗組織相接處)；Sc 接穗；St 砧木；VB 維管束橋。



甲：ABA 影響氣體分子進出野生型、*cpk15-1* 突變體與 5 個 *CPK* 基因同時突變的突變體 (*cpk3/4/5/6/11*) 的氣孔的移動速率曲線圖 (氣孔相對傳導度 relative stomatal conductance)

乙：ABA 影響氣體分子進出野生型、*cpk15* 突變體 (*cpk15-1*, *cpk15-2*)與 *CPK15* 互補回復株 (*CPK15_{COM-1}*, *CPK15_{COM-2}*) 的氣孔的移動速率曲線圖

丙：野生型、*cpk15-1* 突變體與 5 個 *cpk* 基因同時突變的突變體 (*cpk3/4/5/6/11*) 對於外加 ABA 後的氣孔大小 (氣孔孔徑 stomatal aperture)

丁：野生型、*cpk15* 突變體 (*cpk15-1*) 與 *CPK15* 互補回復株 (*CPK15_{COM-1}*, *CPK15_{COM-2}*) 進行乾旱 (drought stress) 試驗後與其恢復期 (recovery) 的存活率(Survival rate)