

1.研究團隊想確認新型化合物 A 是否會使癌細胞凋亡。他們選用同一株癌細胞，分成三組：未處理對照組、化合物 A 處理組、以及陽性對照組(利用已知凋亡誘導劑處理)。所有細胞皆在相同培養條件下處理 24 小時。為了從不同層面評估細胞死亡型態，研究人員同時採用「酵素活性」與「流式細胞儀」兩種讀出方式。第一，使用比色法測定 Caspase-3 活性，作為凋亡執行階段的指標。第二，進行 annexin V/PI 雙染流式分析，以區分早期凋亡、晚期凋亡(或次級壞死)與原發性壞死。實驗結果整理如下表 1。請根據表中資料與實驗設計，判斷下列敘述何者正確？

(表 1)處理 24 小時後的凋亡與酵素活性結果

組別	Caspase-3 活性 (相對對照倍數)	Annexin V-/PI-(存活)	Annexin V+/PI-(早期凋 亡)	Annexin V+/PI+(晚期凋 亡/次級壞死)	Annexin V-/PI+(原發性 壞死)
對照組	1.0	90%	5%	3%	2%
化合物 A 組	3.2	55%	20%	22%	3%
陽性對照組	3.6	50%	18%	29%	3%

(A)Caspase-3 活明顯升高支持細胞進入凋亡程序，但僅憑此指標仍不足以排除非典型死亡或訊號交叉活化的可能(B)由表中 annexin V/PI 分布可推知：化合物 A 組同時增加早期與晚期凋亡族群，且原發性壞死比例未明顯上升(C)目前的設計只能證實化合物 A 對此癌細胞株能誘導凋亡；若要主張其具「癌細胞選擇性」，應加入正常細胞株作比較(D)若研究者懷疑化合物 A 影響胞週期，後續以流式分析 DNA 含量時應選用 PI、DAPI 或 7-ADD 等 DNA 結合染劑，而非 Pyronin Y(E)因化合物 A 組的凋亡比例與 Caspase-3 活性接近陽性對照組，可直接推論主要透過粒線體內在路徑(intrinsic pathway)誘導凋亡

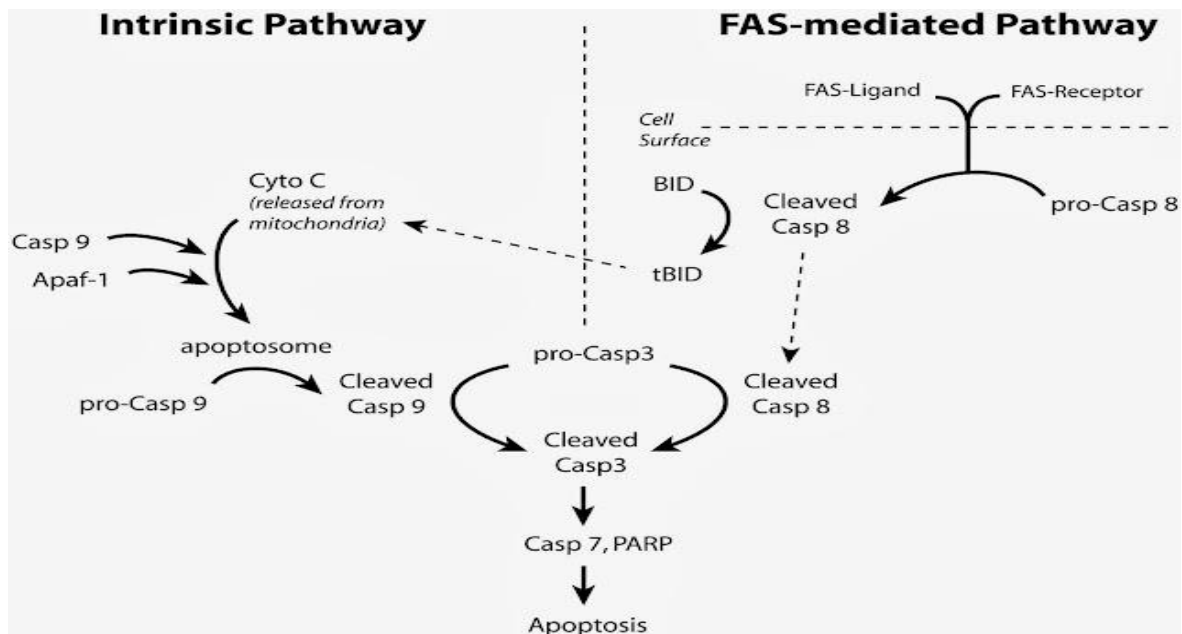
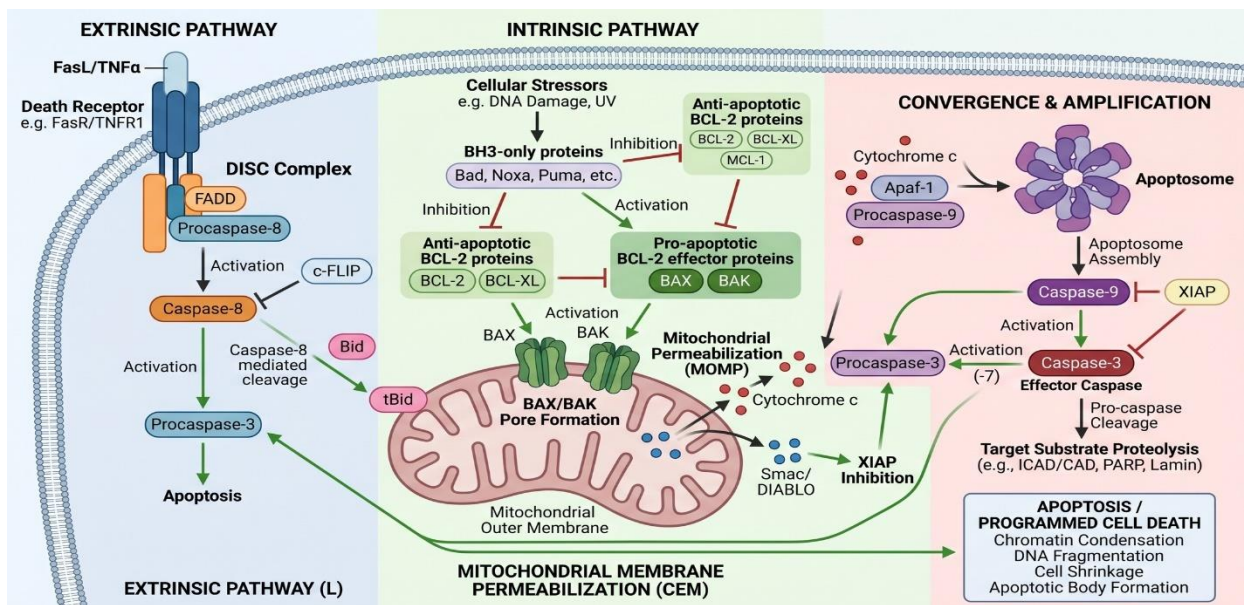
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(E)Caspase-3 是細胞凋亡的「執行者」，無論是粒線體內在路徑(透過 Caspase-9 活化)還是細胞膜外在路徑(透過 Caspase-8 活化)，最終都會匯聚於 Caspase-3 的活化。單看 Caspase-3 無法區分啟動途徑。

Pyronin Y(又稱 Pyronin G 或派洛寧 Y)是一種螢光核酸染劑，常與 **Hoechst 33342** 搭配使用。它主要用於區分處於靜止期(G_0)與活躍分裂期(G_1)的細胞，以及分析細胞在經歷細胞凋亡(Apoptosis)時的核酸變化。科學家可利用 Pyronin Y 標定 RNA。

细胞核染色	颜色	最大激发及发射波长 Ex/Em	应用
Hoechst 33342	蓝色	Ex=350nm; Em=461nm	可透过完整细胞膜，染色活细胞及固定细胞
DAPI	蓝色	Ex=364nm; Em=454nm	具半透膜性，染色死细胞对活细胞染色效率低
PI	红色	Ex=540nm; Em=608nm	染色死细胞，用于区分活细胞和死细胞
7-AAD	红色	Ex=488nm; Em=650nm	染色死细胞，可用于区分活细胞和死细胞



類似試題：

2.下列何者植物荷爾蒙可能參與「細胞伸長」或「生長促進」？(A)乙烯(ethylene)(B)生長素(auxin)(C)吉貝素(gibberellin)(D)茉莉酸(JA)(E)油菜素類固醇(brassinosteroid)

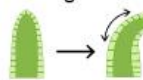
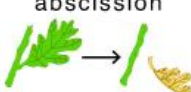
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(C)(E)或(A)(B)(C)(E)

解析：

1979 年，科學家在植物首度發現一類近似於動物類固醇的植物激素「菜籽類固醇」。菜籽類固醇在植物生長發育上扮演重要角色，包含：莖部、花粉管的生長，木質部分化、葉部開展、限制根的發育等等。菜籽類固醇還能有效幫助植物對抗病毒、細菌、真菌及卵菌等病原菌！

茉莉酸(JA)主要在**防禦機制啟動**：當植物遭受昆蟲啃食、機械損傷或病原菌感染時，JA的合成會迅速增加，誘發植物產生具有毒性或防禦性的化學物質，甚至吸引天敵來協助保護植物。另外在**生長發育調控**：協助植物調節開花時間、促進雄蕊發育、塊莖形成，以及影響根毛與葉片表皮毛的發育。還有在**果實與種子作用**：能夠調控果實發育與成熟。會抑制根部的生長。

Functions	Hormones				
	Auxin	Gibberelin	Cytokinin	Ethylene	Abscisic acid
Promotes cell elongation 	✓	✓	✗	✗	✗
Helps in cell division & growth 	✓	✓	✓	✗	✗
Promotes seed germination 	✗	✓	✗	✗	✗
Aids in fruit ripening 	✗	✗	✗	✓	✗
Maintains seed dormancy 	✗	✗	✗	✗	✓
Promotes abscission 	✗	✗	✗	✗	✓

類似試題：

3.囊腫性纖維化(cystic fibrosis, CF)是一種體染色體隱性遺傳疾病，與 CFTR(cystic fibrosis transmembrane conductance regulator，囊性纖維化跨膜傳導調節器)蛋白功能異常有關。CFTR 是位於肺部氣道上皮細胞頂端膜(apical membrane)的氯離子通道，同時具有 ATP 結合區的門控(gating)特性。在正常上皮細胞中，CFTR 允許氯離子由細胞內沿電化學梯度流向細胞外。此氯離子外流會改變細胞外滲透壓，進而牽動水分移動，使氣道表面的黏液維持適當含水量與流動性。研究者比較正常細胞與 CF 患者細胞後，整理出下表 1 中的現象。請根據蛋白質合成與運輸、離子通道運作、以及滲透壓與黏液性質的關係，下列敘述何者正確？

(表 1)正常與 CF 患者氣道上皮細胞的比較

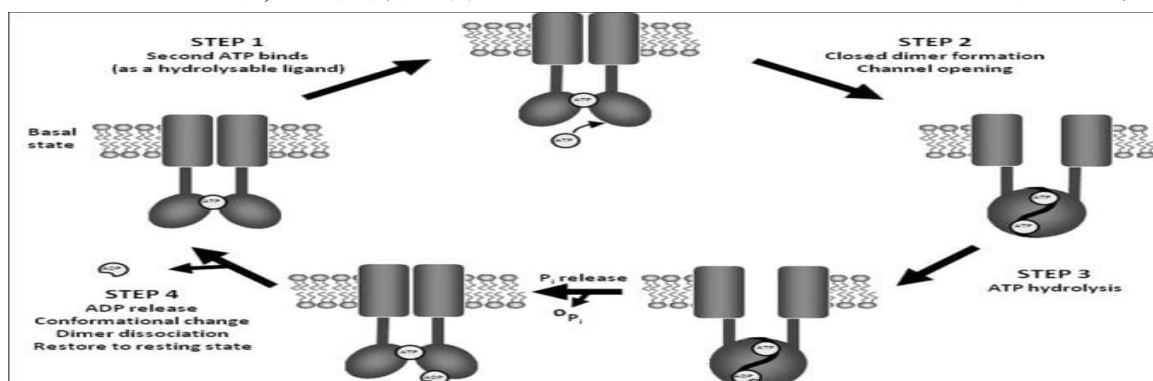
比較項目	正常細胞	CF 患者細胞(典型 CFTR 功能缺損)
CFTR 生成與定位	膜蛋白於粗糙內質網合成，經高基氏體修飾後送至頂端膜	依突變型態不同：可能摺疊錯誤被降解、或到膜上但通道開啟/導通能力下降
氯離子跨膜移動	Cl ⁻ 經 CFTR 由內→外，沿電化學梯度外流	Cl ⁻ 外流減少或無法外流
細胞外滲透壓與水分	細胞外滲透壓較高，有助水分留在黏液層	細胞外滲透壓降低，水分較少、黏液脫水
氣道黏液特性	稀薄、易被纖毛清除	濃稠、清除困難，易感染
其他離子/訊號	離子平衡穩定	Na ⁺ 、Cl ⁻ 、水分等平衡改變，可能牽動其他離子穩態與訊號

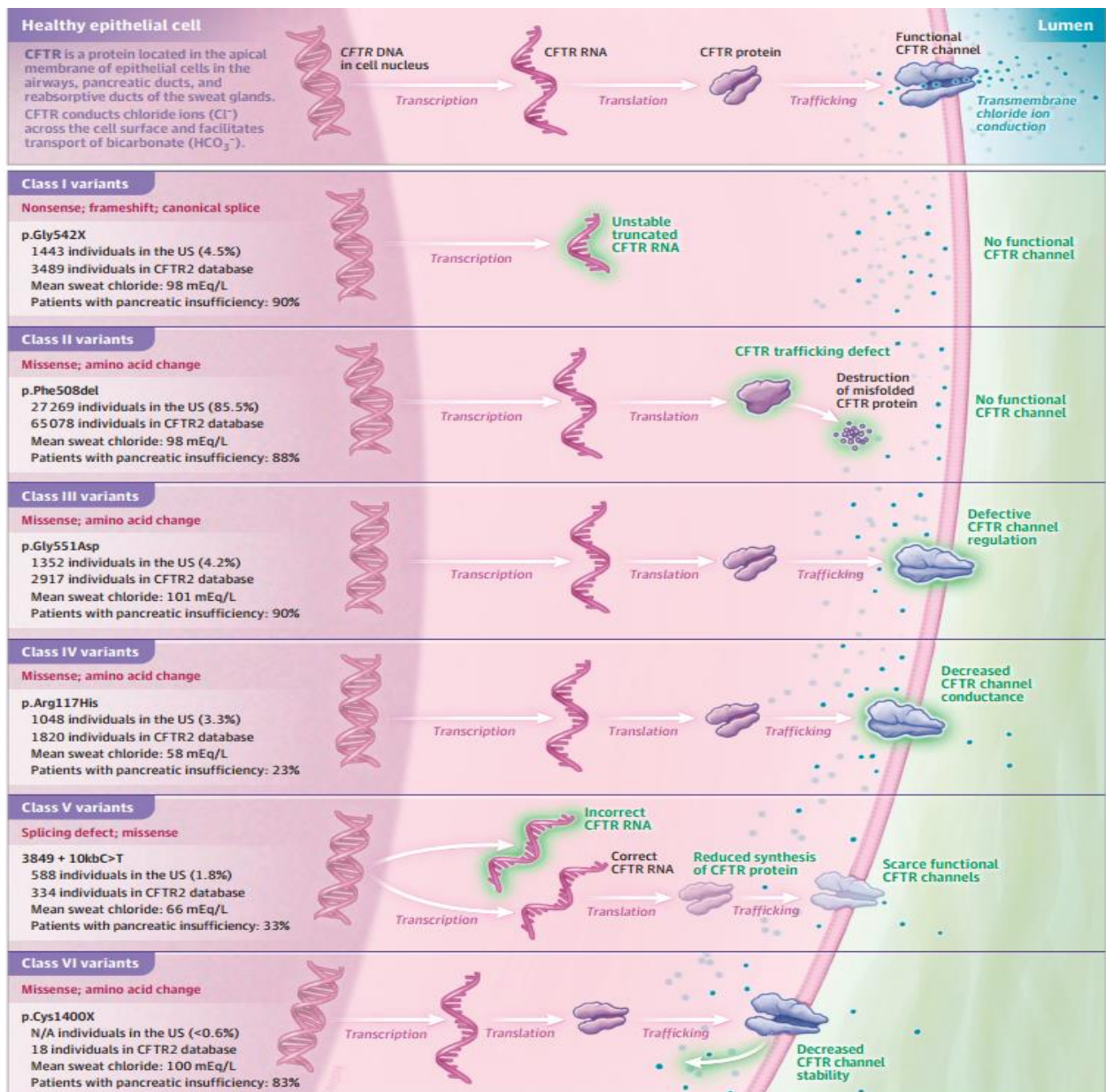
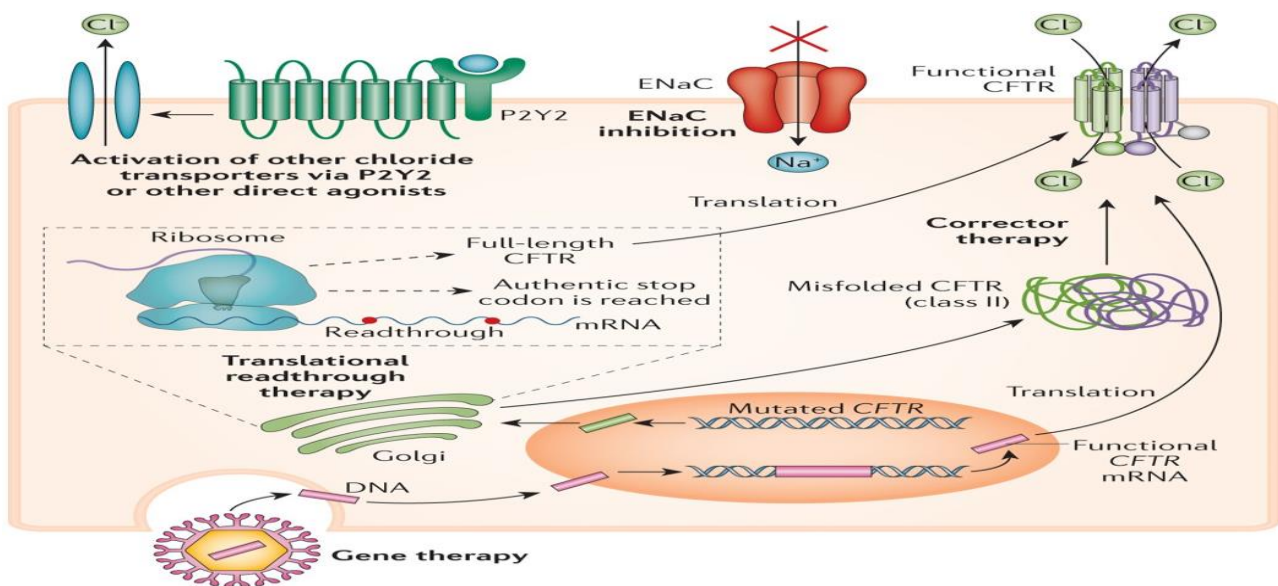
(A)CFTR 蛋白的合成場所位於粗糙內質網，成熟後會經由囊泡運送到細胞膜上(B)CFTR 基因發生突變，就會導致該蛋白完全無法合成，因此患者細胞膜上完全不會有 CFTR(C)CF 患者的氣道黏液變得黏稠，主要原因是氯離子外流受阻，使細胞外滲透壓下降、外層水分減少(D)CFTR 異常可能間接影響 Ca²⁺訊號，因為離子與水分的穩態變化會牽動細胞內多個調控系統(E)在正常情況下，氯離子透過 CFTR 通道運出細胞的「跨膜移動」屬被動運輸，但通道開啟的門控仍涉及 ATP 的結合或水解

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(B)雖然某些類型的突變(如無義突變)會導致 CFTR 蛋白完全無法合成，但 CFTR 基因突變有超過 2,000 種，細胞表現出的情況也因突變類別而異。患者細胞膜上的 CFTR 蛋白狀態，取決於基因突變的種類，例如細胞可以合成 CFTR 蛋白，但蛋白質在傳送至細胞膜的過程中遭到系統破壞，或是送到細胞膜上後結構有缺陷(如氯離子通道無法開啟，或通道過窄)。或是數量不足，細胞膜上有 CFTR 蛋白，但數量遠低於正常人。





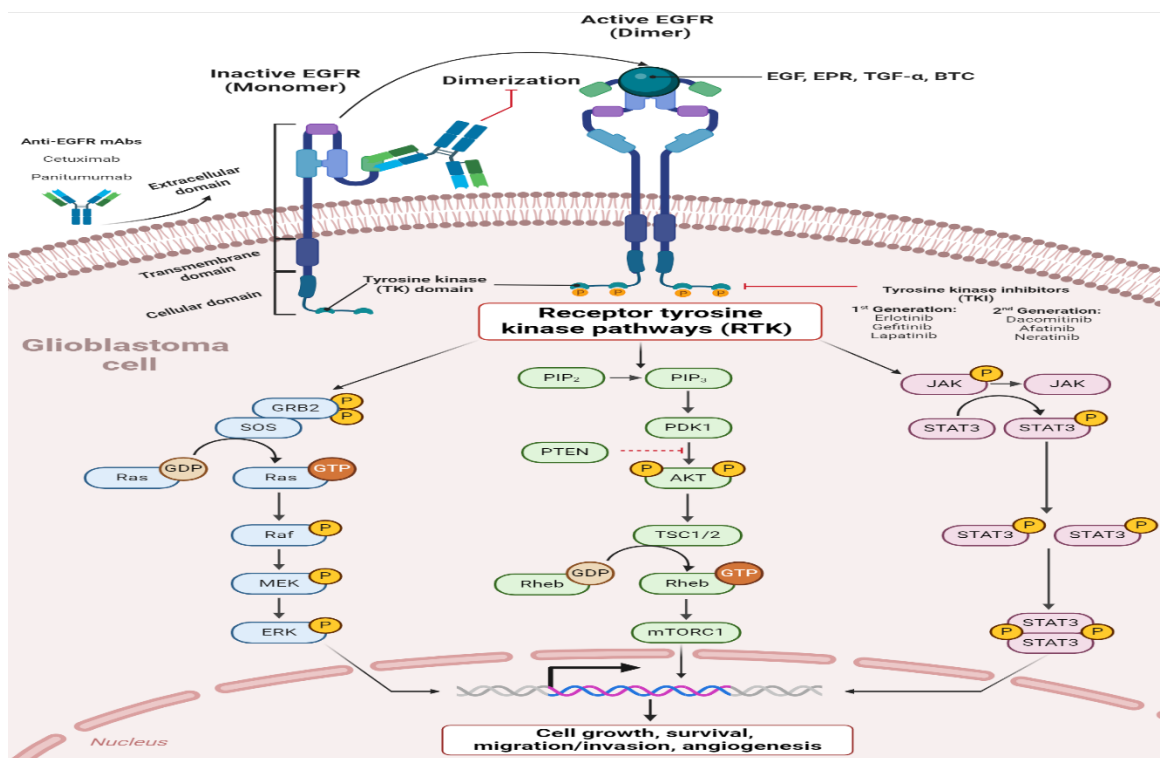
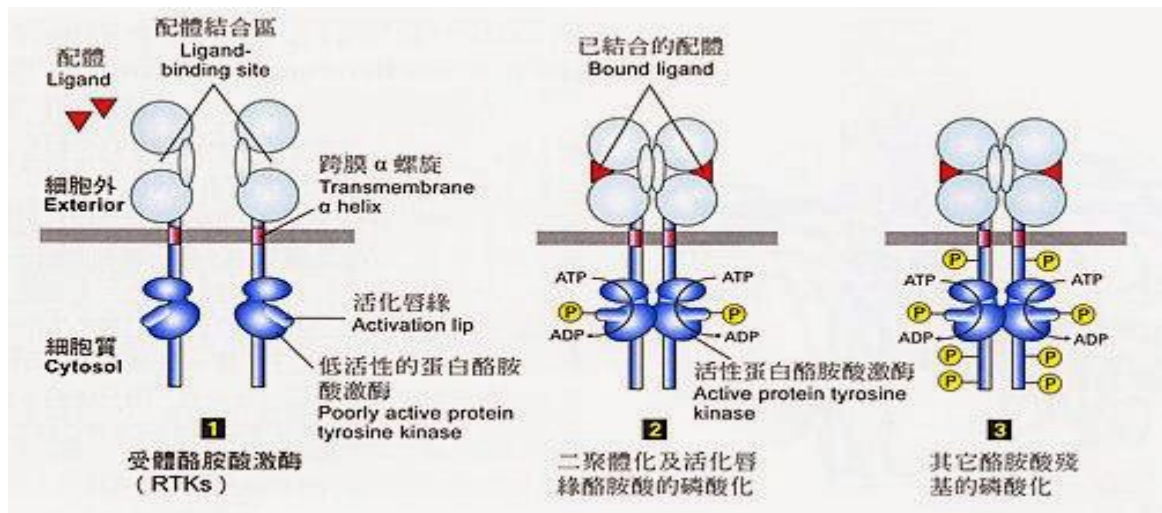
類似試題：

4. 下列何者屬於受體酪胺酸激酶(receptor tyrosine kinase, RTK)活化後的現象？(A)Ras 蛋白活化(B)MAPK(mitogen-activated protein kinase)訊息傳遞啟動(C)二聚體化(dimerization)(D)自我磷酸化(auto-phosphorylation)(E)G 蛋白 α 次單元使用 GTP

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

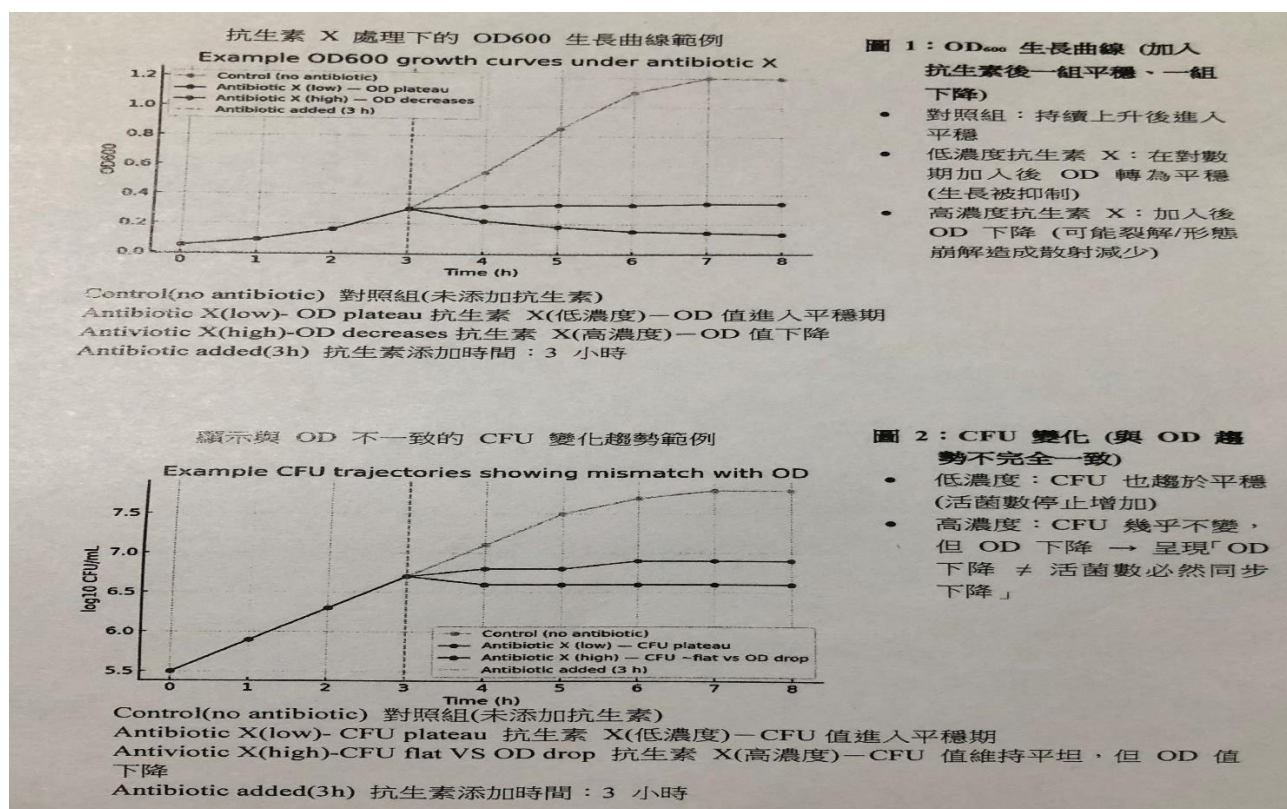
參考答案：(A)(B)(C)(D)

解析：有 1.配體結合與二聚化：細胞外配體結合使兩個單體受體結合形成二聚體。2.自我磷酸化。3.訊息傳遞：啟動多條下游路徑(如 Ras-MAPK、PI3K-Akt)，調節基因表現。(E)G 蛋白 α 次單元使用 GTP 為 G 蛋白耦合受體作用。



類似試題：

5. 研究室培養大腸桿菌(*E. coli*)於液體培養基中，並在 0-8 小時每隔一段時間量測培養液的吸光度(OD_{600})以繪製生長曲線。當細菌進入對數生長期時，研究者加入不同濃度的抗生素 X，並持續追蹤 OD_{600} 變化。同時，他們在加入抗生素後 0 小時與 2 小時取樣，進行稀釋塗布平板，以估算菌落形成單位(CFU)。結果顯示：部分濃度下， OD_{600} 在加入抗生素後趨於平穩；另一些濃度下 OD_{600} 下降，但 CFU 的變化並不完全與 OD_{600} 的趨勢一致。下列對於此實驗設計與資料判讀的敘述，何者正確？(A)若加入抗生素後 OD_{600} 不再上升，就可直接判定抗生素 X 為殺菌型(bactericidal)(B) OD_{600} 的上升代表培養液濁度增加，因此在未改變細胞形態與聚集狀態的前提下，作為細菌總生物量的近似指標(C)在理想對數生長期內，細菌的世代時間(generation time)可視為常數，且可由 OD_{600} 對時間作 $\ln$ 轉換後的斜率推得(D)若要確認抗生素是否為殺菌型，可靠策略之一是在抗生素處理後洗去藥物並重新培養，觀察是否恢復生長(recovery assay)(E)若某濃度下 OD_{600} 明顯下降，但平皮金 CFU 幾乎不變，最合理的解釋是抗生素造成細胞裂解或形態崩解，導致散射降低，但不一定代表活菌數同步下降

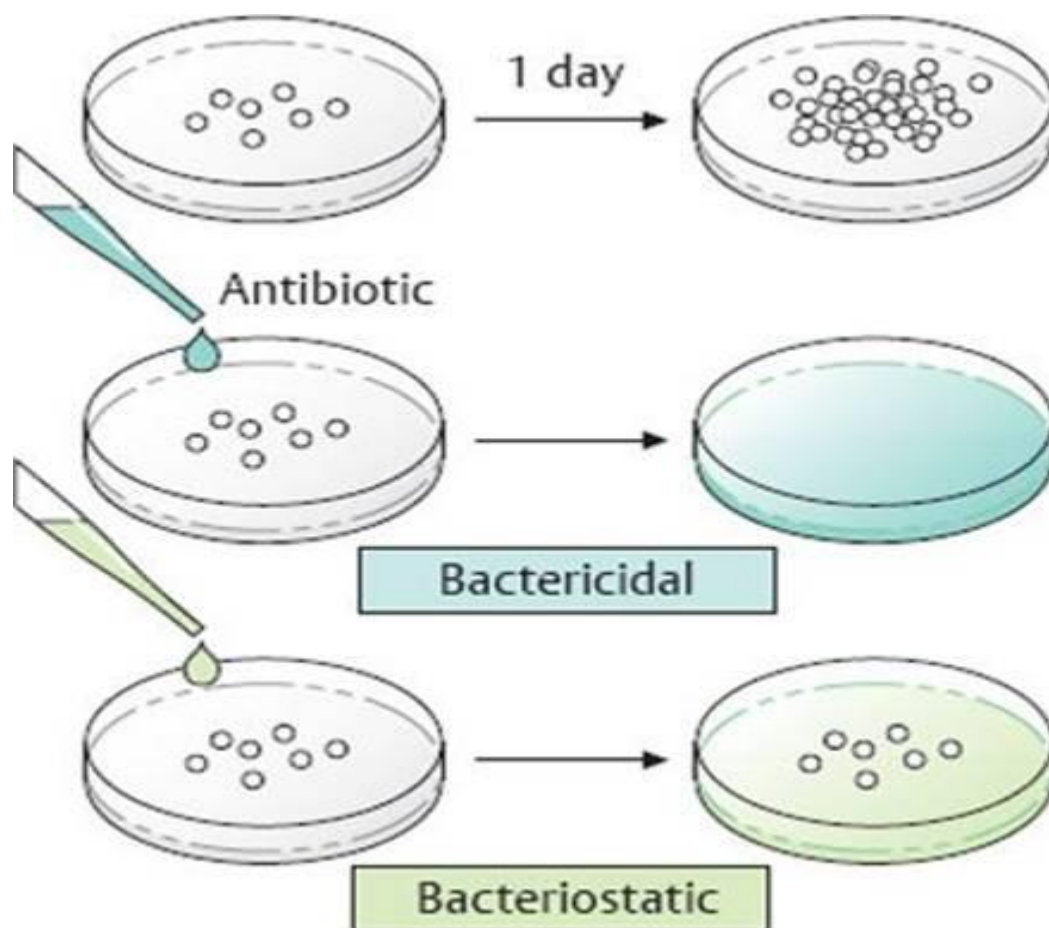
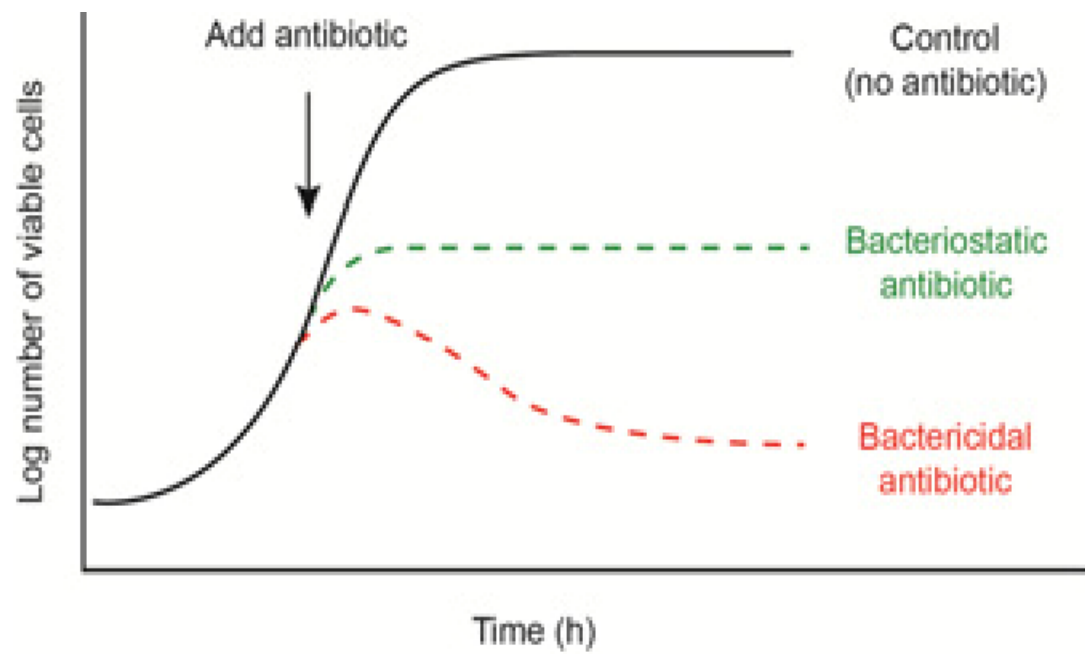


2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(C)(D)(E)

解析：(A)抑菌型抗生素會阻止細菌繼續繁殖(例如抑制蛋白質合成或核酸代謝)。當細菌停止分裂，培養液中的細胞數量不再增加，此時測量出來的 OD_{600} 就會呈現停滯或平穩狀態。因此，單看 OD_{600} 無法區分抗生素是完全殺死了細菌，還是單純讓細菌「凍結」在原有數量。

OD_{600} 測量的是微生物懸浮液的光散射程度(濁度)。即使抗生素確實能殺死細胞，死掉的細菌細胞若未裂解，依然會懸浮在培養液中並散射光線，導致 OD_{600} 數值維持在一定高度，而不一定會下降。



類似試題：

6.研究者想探討一個名為 NeuroD1 的基因是否參與神經元的早期分化。他們利用可定向切割基因組的 CRISOR/Cas9 系統，在多能性幹細胞中製造 NeuroD1 基因剔除株(knockout, KO)，再將 KO 野生型(WT)細胞一同放入神經分化誘導條件中，比較兩者在分化早期的神經元表型。

研究者預計的實驗流程與判讀重點如下表 1。下列敘述何者正確？

(表 1)CRISPR/Cas9 敲除 NeuroD1 與分化結果的設計重點

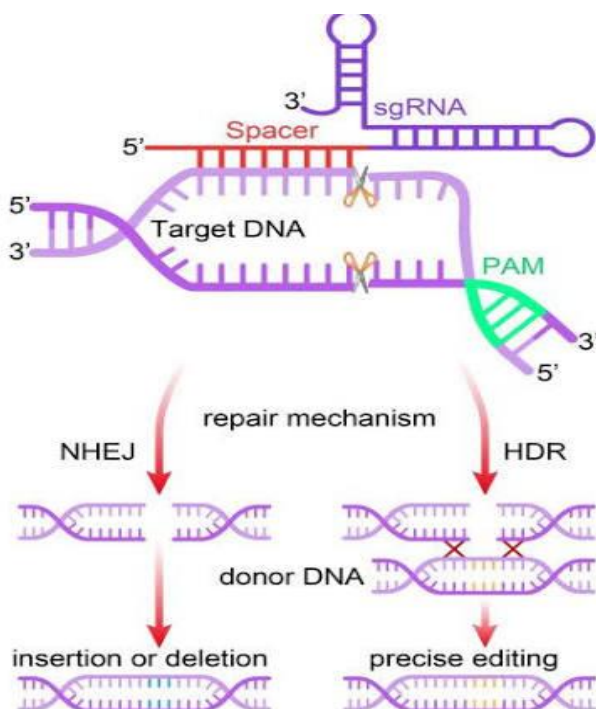
步驟/概念	目的	可能觀察
Cas9 ⁺ gRNA 定點切割 NeuroD1	製造雙股 DNA 斷裂	斷裂位置由 guide RNA (gRNA)決定
NHEJ 修復造成 indel	造成移框突變或提早終止→基因失活	NeuroD1 蛋白量下降/缺失
分化誘導(WT vs KO)	檢驗 NeuroD1 是否影響早期神經生成	若 NeuroD1 必要→神經元標記減少或延遲
基因型鑑定	確認 KO 是否成功	PCR、測序、Western blot 等

(A)為確認基因剔除成功，需要進行基因型鑑定，例如 PCR 片段分析或定序(B)CRISPR/Cas9 系統中的 Cas9 蛋白具有核酸內切酶活性，能切割 DNA 雙股螺旋(C)需設計特定的 guide RNA (gRNA)來引導 Cas9 精確定位到 NeuroD1 的基因組位點(D) NeuroD1 基因被剔除的幹細胞在分化誘導後，預期其神經元標記物(如 Tuj1)表現顯著升高，代表早期神經分化被促進(E)此敲除策略的常見機制是利用細胞自身的非同源末端連接(NHEJ)修復，發生(基因插入或缺失)，進而使基因失活

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(E)

解析：(D) NeuroD1 基因被剔除的幹細胞在分化誘導後，預期其神經元標記物(如 Tuj1)表現延遲或減少。



類似試題：

7. 深海熱泉生態系位於無光環境，初級生產不依賴光合作用，而是由化學自營細菌(chemoautotrophs)完成。這些細菌能氧化硫化氫(H_2S)取得高能電子，經由電子傳遞鏈建立質子梯度，驅動 ATP 合成；再利用產生的能量將 CO_2 固定為有機物，支持整個熱泉食物網。下表 1 整理了此類細菌與有氧呼吸/光合作用在能量代謝上的「角色對應」。下列敘述何者正確？

(表 1) 能量代謝中「電子來源與受體」的角色對照

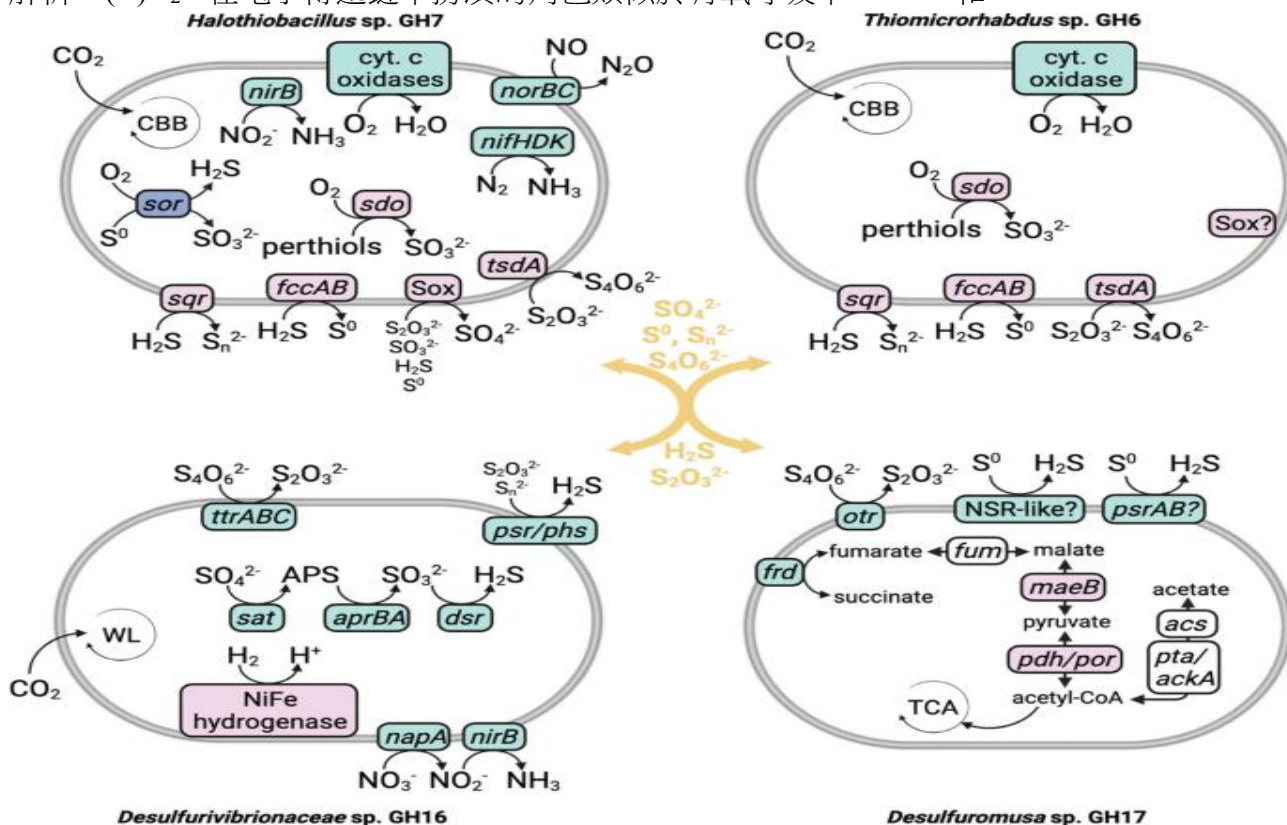
代謝類型	主要電子供體(提供高能電子)	最終電子受體	是否碳固定
硫化氫化學合成 (深海熱泉細菌)	H_2S (被氧化)	O_2 或其他無機受體(依環境而定)	是
有氧呼吸	NADH/ FADH_2 (來自葡萄糖等有機物分解)	O_2	否
植物光合作用(光反應)	H_2O (被氧化)	NADP^+ (形成 NADPH)	之後在 Calvin cycle 進行

(A) 它們同樣依賴跨膜的質子梯度與 ATP 合酶來合成 ATP (B) H_2S 在電子傳遞鏈中扮演的角色類似於有氧呼吸中的葡萄糖 (C) 這類代謝在能量轉換效率上通常低於有氧呼吸，但仍足以支撐深海熱泉生態系的基礎生產 (D) 在低氧或無氧條件下，這些細菌可能改用硫酸鹽、硝酸鹽等分子作為最終電子接受者以維持呼吸鏈運作 (E) 它們的化學合成作用與植物的光合作在「生態角色」上相似，核心皆為把無機碳轉成有機物以供食物網利用

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(B) H_2S 在電子傳遞鏈中扮演的角色類似於有氧呼吸中 NADH 和 FADH_2 。



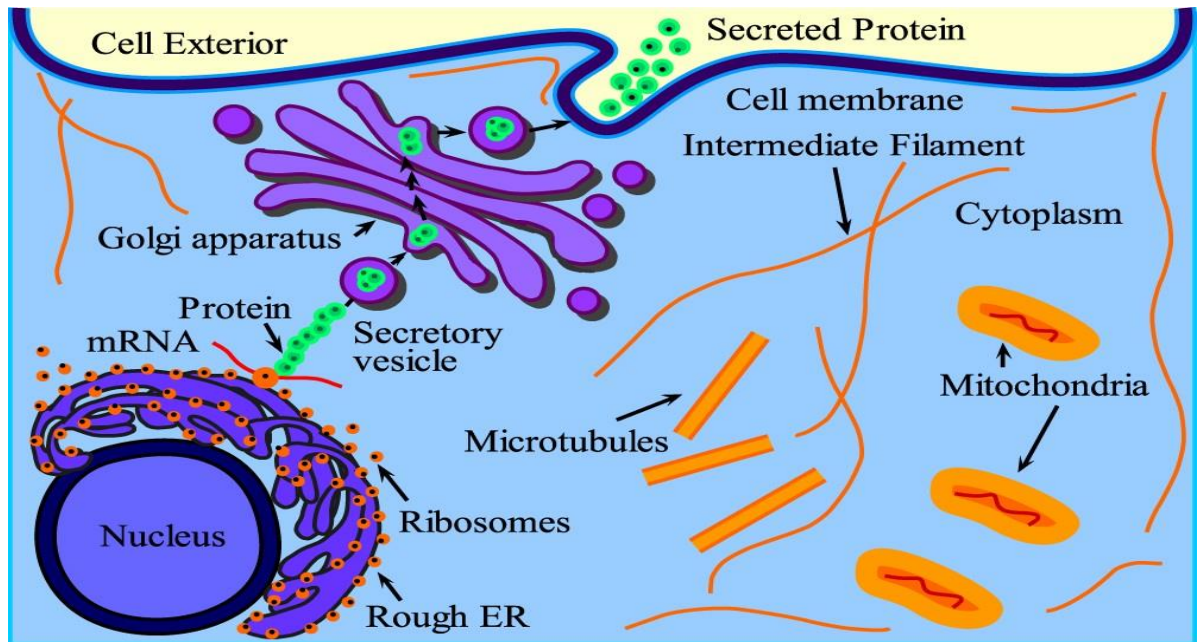
類似試題：

- 8.下列何者會參與植物體中，成熟胜肽荷爾蒙由訊息胜肽的產生區運送至作用區的過程？(A)直接穿越質膜進入細胞質(B)通過內質網與高基氏體修飾(C)分泌路徑(secretory patyway)(D)透過細胞壁質外體(apoplast)擴散(E)利用韌皮部(phloem)進行長距離運輸

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(C)(E)

解析：



植物胜肽是指植物內部生成的短鏈胺基酸序列。這些胜肽能執行各種不同的功能，例如作為訊號傳遞、抗菌劑或蛋白酶抑制劑等。在植物的生長發育過程和防禦反應中，胜肽扮演著重要的調控角色。根據不同功能，胜肽的序列長短和胺基酸組成都有所不同，從而產生多樣化的排列組合。這些胺基酸序列的特性使得胜肽能夠與不同的物質產生專一的親和性。例如，作為溝通訊號的胜肽，(A)通常能夠與特定的膜蛋白受體產生親和性的結合，並且專一的啟動下游訊息傳遞路徑，進而調控特定的植物生理反應。胜肽在植物體內可分為短距離或是長距離移動。短距離移動的通常是為了鄰近細胞或組織的溝通，(D)短距離移動的途徑有兩種：原生質體內途徑(symplastic pathway)或是質外體途徑(apoplastic pathway)。而長距離移動通常是以距離較遠的組織和組織、器官和器官之間的系統性溝通為主，而(E)長距離移動對於胜肽這種無法穿過細胞膜的水溶性物質來說，唯一可能的路徑就是透過維管束汁液運輸。植物的維管束汁液系統(vascular sap system)，包含木質部汁液(xylem sap)和韌皮部汁液(phloem sap)，此系統在植物體內是唯一能夠長距離運輸水溶性物質的通道。此系統不僅運輸水分和養分，還可以作為胜肽和其他訊號分子的運輸通道，實現從一個部位到另一個部位的快速而有效的傳遞。

類似試題：

9.下列何者會影響蛋白質折疊？(A)pH(B)溫度(C)鹽濃度(D)tRNA 的種類(E)伴護蛋白(chaperone)

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(E)

解析：蛋白質折疊(Protein Folding)的過程極易受到**胺基酸序列**、**環境物理化學條件**、**伴護蛋白(Chaperone)**的協助。

細胞內外的微環境變化會直接干擾蛋白質分子間的氫鍵、離子鍵及疏水性交互作用，進而影響折疊：例如**溫度**：極端的溫度會破壞維持結構的微弱鍵結，導致蛋白質變性(Denaturation)或無法正確折疊。**酸鹼值(pH)**值會改變胺基酸側鏈的解離狀態，進而破壞蛋白質內部的離子鍵和電荷平衡。**離子濃度**：特定離子(如金屬離子)的存在有助於維持蛋白質的穩定與特定結構。細胞內部充滿了各種大分子，這種擁擠的環境會加速蛋白質折疊，但也可能增加錯誤聚集的風險。

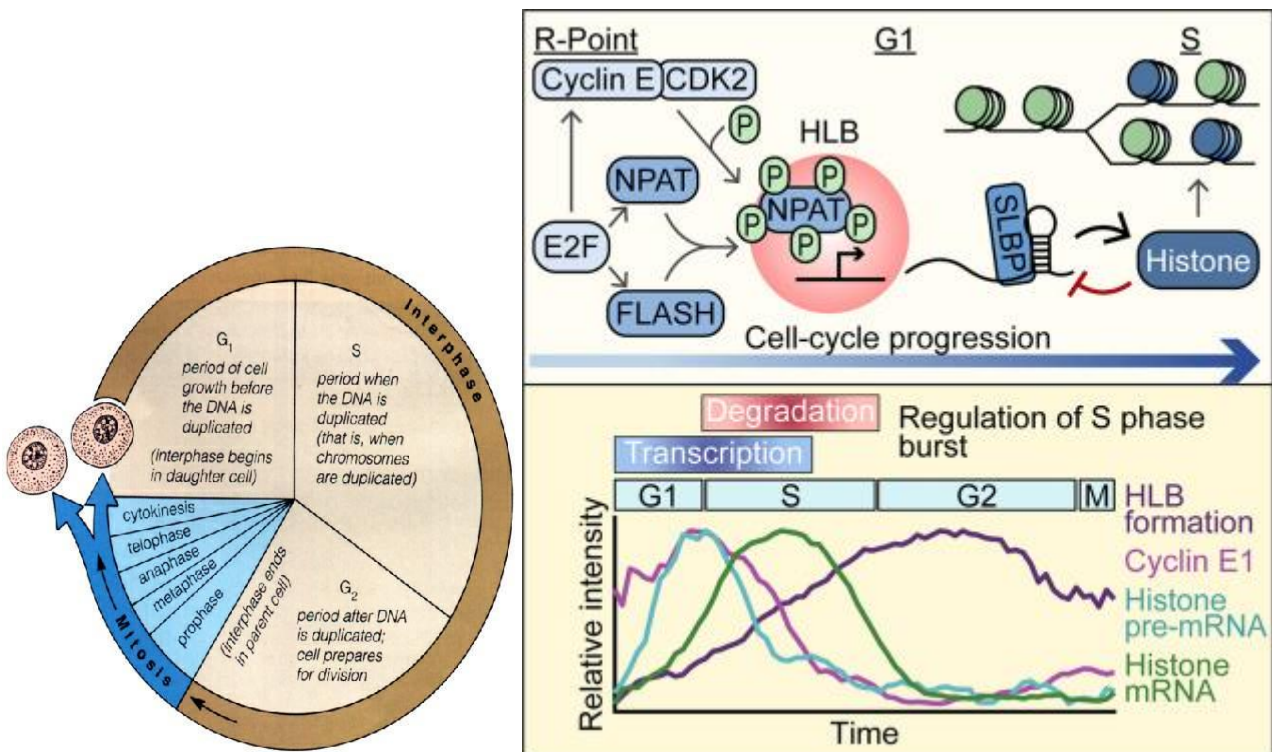
類似試題：

10.下列有關細胞週期 S 期現象的敘述，何者正確？(A)DNA 複製(B)細胞質分裂(C)染色體分離(D)染色質濃縮成染色體(E)組蛋白合成

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(E)

解析：(B)細胞質分裂(C)染色體分離(D)染色質濃縮成染色體等發生在分裂期。



類似試題：

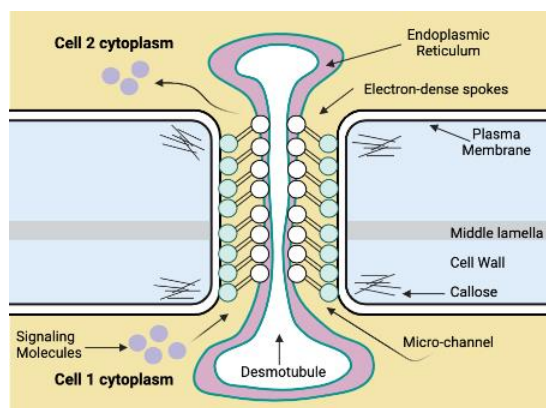
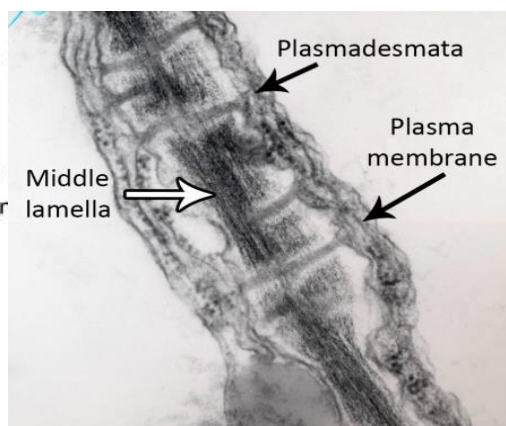
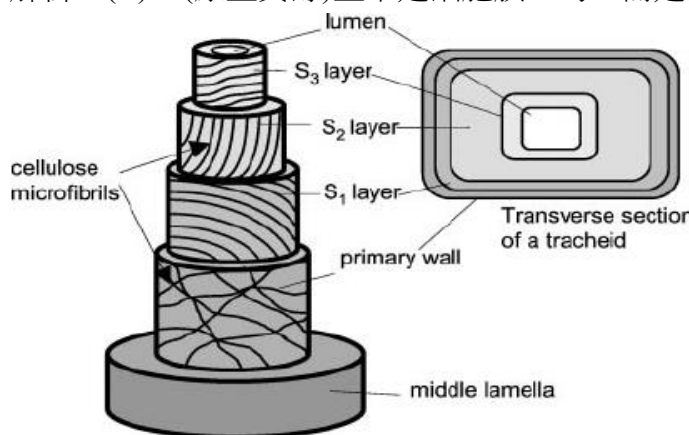
11. 下圖為梨果肉石細胞的穿透式電子顯微照片，據此判斷下列敘述何者正確？(A)圖中所指的CW1比CW2早形成(B)右上角的小圖顯示簡單壁孔對(simple pit pair)(C)右上角小圖中所指的Pd是細胞膜上的原生質絲(D)Pd是兩個細胞間的通道(E)此石細胞是活細胞



2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

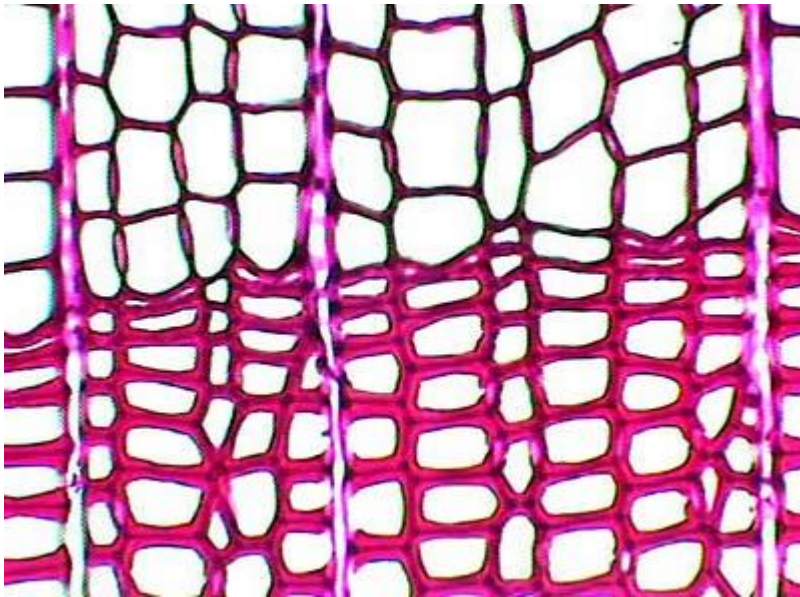
參考答案：(A)(B)(D)(E)

解析：(C)Pd(原生質絲)並不是細胞膜上的，而是兩細胞間的溝通通道。



類似試題：

12. 下圖為裸子植物雪松木材的橫切面照片，據此判斷下列敘述何者正確？(A)圖中所見皆為輸送水分的管胞(B)圖中包含纖維細胞、管胞及導管細胞(C)圖中下半部的細胞多為厚壁纖維(D)圖中細胞的生成時間是下方較早形成(E)圖中大、小細胞相鄰處顯示生長季的起始



2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(D)(E)

解析：(A)圖中所見為輸送水分的管胞還有射髓細胞等薄壁細胞。(B)裸子植物通常不具有導管細胞。(C)圖中下半部的細胞多為管胞(假導管)。

類似試題：

13. 被子植物的演化過程，雌雄異株性(dioecy)的出現，通常是由**雌雄同株或兩性花的祖先經過基因突變與重組所導致**。依據過往研究顯示，當在某被子植物的染色體上出現兩個緊密連鎖的基因，若其中一個突變會導致植物喪失雄性生殖功能(male-sterility)，而另一個突變則會促進雄性發育並抑制雌性功能，會導致族群中可能逐漸形成特殊的雌株與雄株。隨著時間推移，這兩個性別決定相關基因之間的重組逐漸被抑制，形成非重組區域。依據基因組比較顯示，在該區域的雄性等位基因(Y 連鎖)逐漸與雌性等位基因(X 連鎖)產生差異；然而有些雄株仍偶爾能形成部分具雌蕊的花朵，被稱為「不穩定雄株」(inconstant males)。根據上述敘述進行判斷，下列何者正確？(A)抑制重組的形成，將有助於避免同時帶有雄性不育與雌性抑制突變的中性個體出現(B)由於非重組區域內的等位基因無法與其他染色體交換，長期造成此區域的基因可能難以排除有害突變，導致部分基因功能或表現逐漸下降(C)雌雄異株通常起源於「雄性先出現」的族群，即雄性功能突變先演化，再出現雌性突變(D)在性染色體演化的早期階段，X 與 Y 間的基因差異通常很小，仍可藉由 RNA-定序或限制酶點位核酸定序法(RAD-seq)等分子方法偵測到性別特異的序列標誌(E)若性別決定基因僅由單一基因控制，仍可出現雄株與雌株兩性個體，但重組抑制機制將不再出現

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

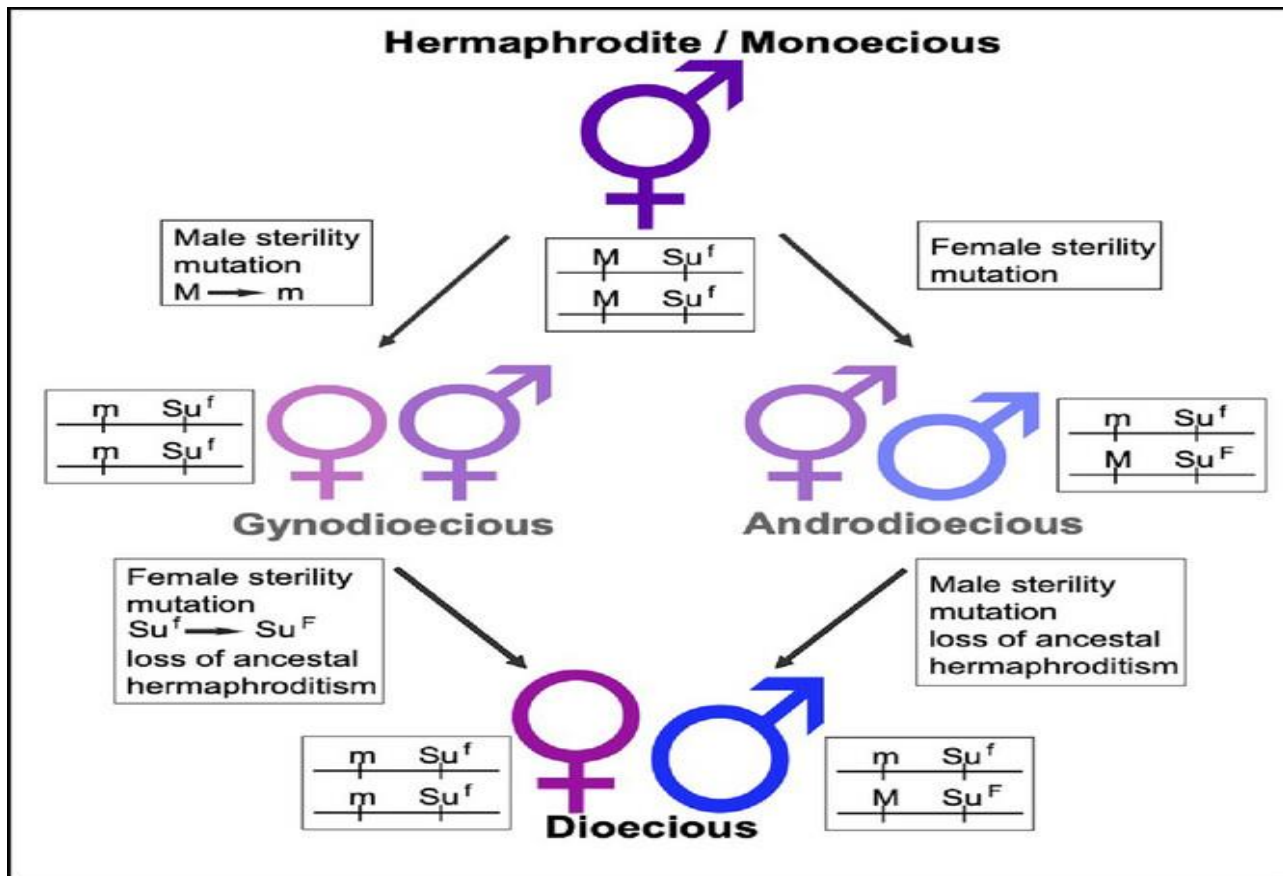
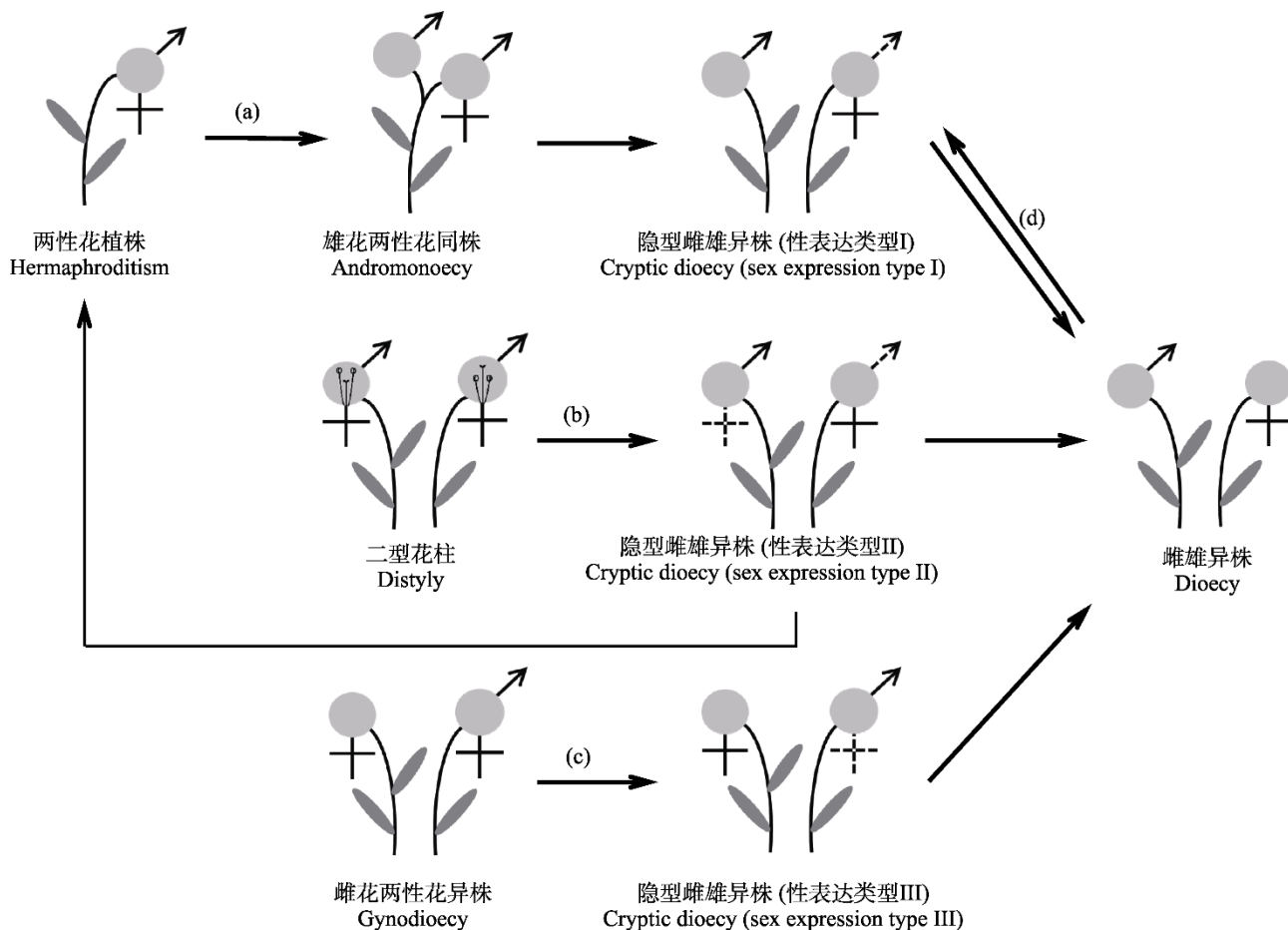
參考答案：(A)(B)(D)

解析：(C)雌雄異株植物性染色體的出現被認為是由雌雄同花植物產生雌不稔或雄不稔變異，經由細胞核染色體重組，分別產生雄性特異序列及雌性特異序列，再進一步形成雄性及雌性個體。(E)若性別決定基因僅由單一基因控制，仍可出現雄株與雌株兩性個體，但重組抑制機制將仍會出現。

植物性別決定通常由單一基因座、不連鎖多基因座及性染色體等 3 種機制調控。由單一基因控制性別表現的植物種類非常少，最具代表性的植物是一種野生瓜類植物 *Ecballium elaterium*，其性別僅由單一基因座決定形成雌花、雄花或兩性花。不連鎖多基因座的性別決定是由多個基因座共同控制性別表現，例如胡瓜由 7 段不同基因座調控，其中有 2 段是主效基因(major gene)及 5 個微效基因(microgene)共同決定花性的發展。由性染色體所控制者，其基因中許多與性別決定有關的基因座已結合成為「性染色體」，均為雌雄異株植物，但特別的是在已知的雌雄異株物種中僅有少部分發展出性染色體。

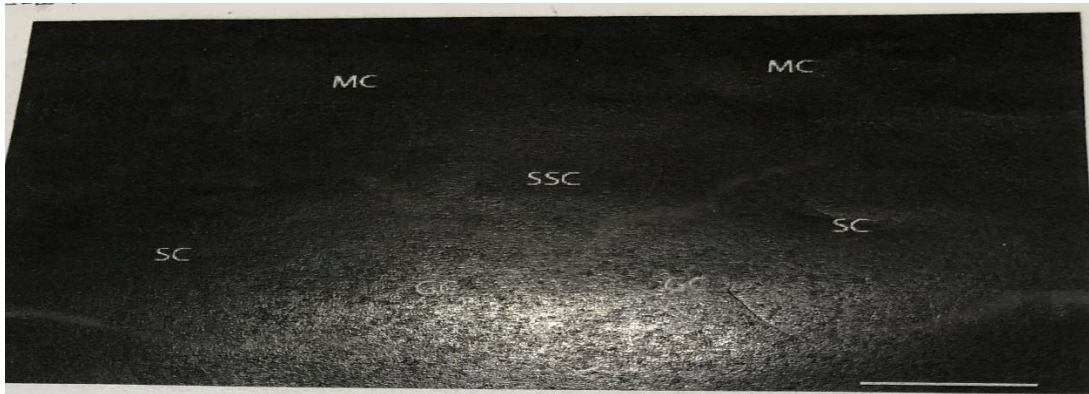
植物性染色體的出現被認為是由雌雄同花植物產生雌不稔或雄不稔變異，經由細胞核染色體重組，分別產生雄性特異序列及雌性特異序列，再進一步形成雄性及雌性個體。而整個雌雄異株植物間的演化關係在 white campion 被觀察到，其兩性花具顯性的雄性表現基因 M/M 或 M/m 的組合，但它會受到一對隱性雌性修飾基因 Suf/Suf 的影響而改變花性表現，當 Su^f 產生變異(Su^F)時會使雌性表現受抑制。但是雌雄異株型的植株亦有可能回復變異回原來兩性株的型態。

雌性先出現(經由「雌性建立」途徑，G-D Pathway)，演化順序：雙性花族群首先發生**雄不稔突變**(即雄蕊失去功能)，族群中出現「純雌株」，與原本的雙性株並存(此狀態稱為雌性同株，gynodioecy)，再來為了平衡花粉產量，雙性株的雄性功能必須增強，最後雙性株演化出**雌不稔突變**，完全退化成「純雄株」，形成雌雄異株。**雄性先出現(經由「雌花退化」途徑)，演化順序：**雙性花族群先出現抑制雌蕊發育的突變演化出「純雄株」，族群呈現雌雄同株(單性同株，monoecy，如玉米、黃瓜)，隨後某些植株上的雄花發育受阻，演化出「純雌株」，最終走向雌雄異株。

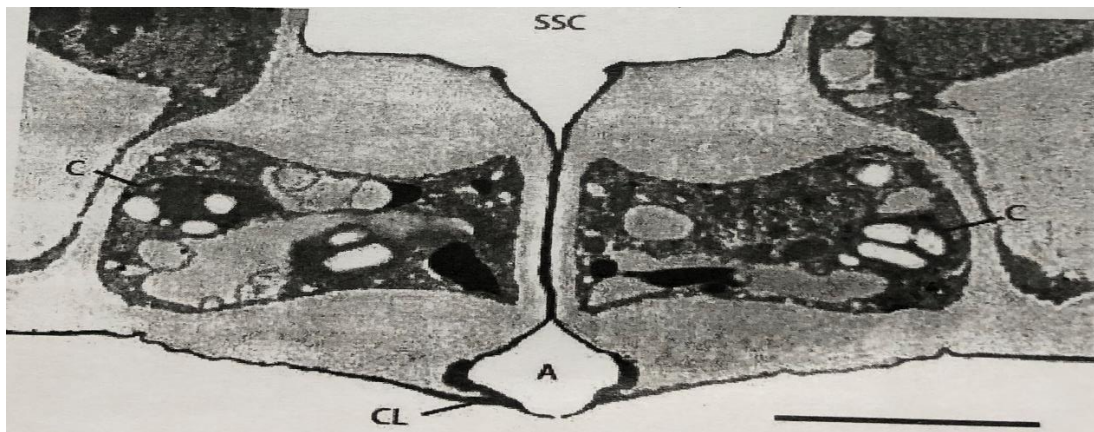


類似試題：

14.以下兩圖為棉花葉片上的成對保衛細胞之橫切面照片，據此判斷下列敘述何者正確？



圖一、棉花葉片上的成對保衛細胞之共軛焦雷射掃描顯微照片。此材料經由特殊螢光染色以顯示角質層的分布。



圖二、棉花葉片上的成對保衛細胞之穿透式電子顯微鏡照片。

註：兩圖中的英文標示分別為 A 氣孔前腔；C 葉綠體；CL 角質層邊緣；GC 保衛細胞；MC 葉肉細胞；SC 副衛細胞；SSC 氣孔下腔

(A)從圖一所示，角質增厚的現象在常暴露於乾燥環境的細胞周圍較為明顯(B)從圖二所示，保衛細胞已經具有增厚的次生細胞壁(C)從圖二所示，保衛細胞的葉綠體中所呈現的白色圓形或橢圓形部分應是澱粉粒(D)副衛細胞具有大型液泡，而保衛細胞的液泡較小(E)圖中的角質層邊緣有利於避免氣孔散失過多水分

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(B)從圖二所示，保衛細胞不具有次生細胞壁。

類似試題：

15.植物從水域進入陸域，是經由一連串適應乾燥、產生支撐結構與世代交替改變的演化歷程。

比較陸生植物與綠藻類的主要群組，可得到下列相關資訊

(1)綠藻(*Chlorophyta*)多數生活在水中，其孢子或配子外壁通常不含典型的孢粉素(sporopollenin)，多半缺乏適應長期乾燥環境的構造。

(2)輪藻(*Charophyta*)與陸生植物的某些階段如合子或孢子時期，外壁常具有孢粉素，可提高對乾燥與紫外線的抵抗，此特徵被視為陸生化的重要前提之一。

(3)苔蘚植物(*Bryophyta*)的孢子體沒有真正的維管束系統與典型木質部，缺乏大量具傳導功能的木質素沉積；其孢子體一生都固定在配子體上，營養高度仰賴配子體供給。

(4)早期維管植物如化石屬頂囊蕨(*Cooksonia*)，在志留紀晚期已出現，具有簡單的軸狀莖與具少量木質素沉積的原始導管或支撐組織，孢子體可以行光合作用並逐漸在營養上獨立。

(5)在細胞分裂方式上，輪藻與所有陸生植物共同具有以成膜體(phragmoplast)形成新細胞壁的特徵，而多數綠藻則不具此一機制。

研究者在英國威爾斯某地層發現一種古老植物化石，經由形態、解剖、化學成分與分子數據分析，整理出下列結果：

(1)化石的孢子外壁含有孢粉素(sporopollenin)，顯示其孢子對乾燥與紫外線具有一定的抵抗力。

(2)化石莖部薄片，可見少量木質素沉積於內部組織，推測具有早期的水分傳導與支撐功能。

(3)從分子資料推論，其細胞分裂以成膜體(phragmoplast)方式完成新細胞壁的形成。

(4)根據其生活史推演，孢子體能進行光合作用，幼孢子體在初期發育時短暫依附於配子體基部，之後逐漸變得較為獨立。

(5)年代測定結果顯示，此化石形成於志留紀晚期(約 420Mya)，且產地位於英國威爾斯地區。根據上述資訊與植物演化相關知識，下列敘述何者正確？(A)此化石不可能是苔蘚類，因為苔蘚缺乏真正木質素沉積與具傳導功能的維管組織(B)孢粉素的存在顯示此化石的演化年代已較綠藻(*Chlorophyta*)晚，接近輪藻與陸生植物的形態(C)存在成膜體的特徵，推測此化石的演化階段更接近被子植物，而遠離輪藻(D)幼孢子體仍依附於配子體，顯示此化石應屬於苔蘚植物，孢子體終生依賴配子體供養(E)年代與產地皆符合已知的早期維管植物化石紀錄，因此此化石可能屬於類似 *Cooksonia* 的早期維管植物

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

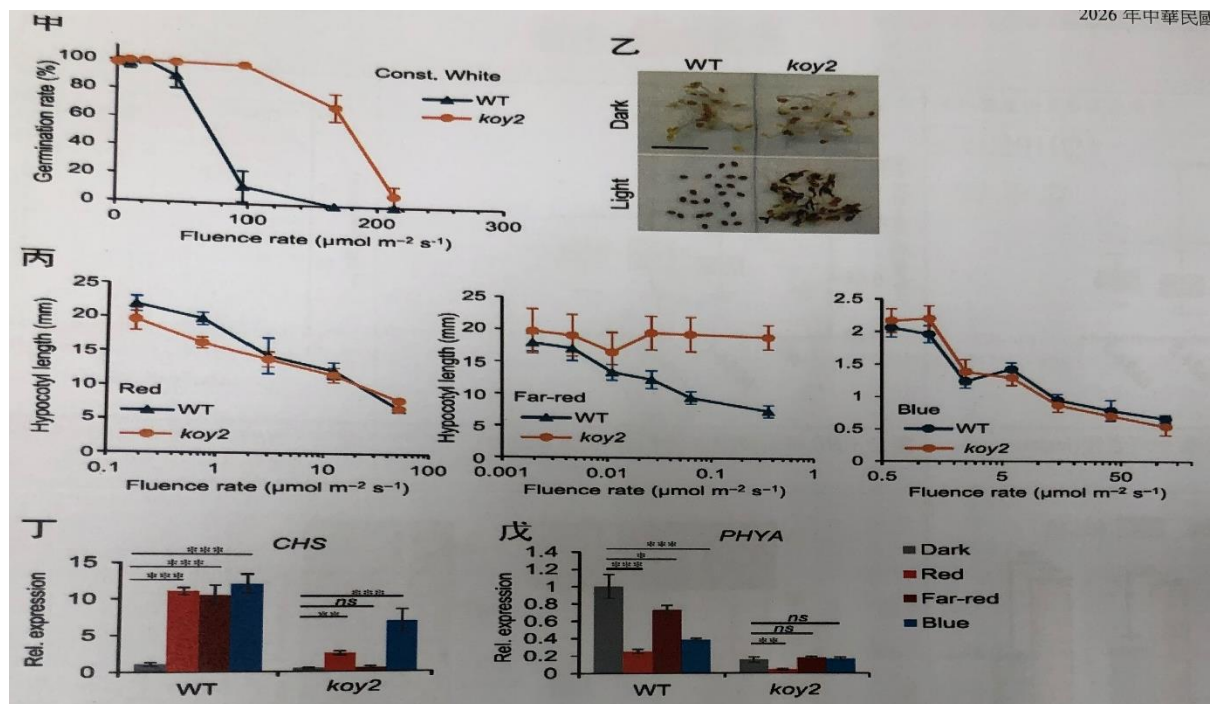
參考答案：(A)(B)(E)

解析：(C)輪藻也存在成膜體的特徵，而綠藻不具有。推測此化石的演化階段更接近被子植物，而遠離綠藻。(D)幼孢子體仍依附於配子體，顯示此化石應屬於苔蘚植物，孢子體之後逐漸變得較為獨立。

類似試題：

(16-17 為題組)

李生對於種子的發芽深感興趣，因此針對阿拉伯石竹的野生型(WT)、突變體(*koy2*)進行一系列發芽、幼苗外表型，以及基因表現的分析，結果如下圖(甲~戊)。



甲：野生型(WT)、突變體(*koy2*)在黑暗中與不同白光強度的發芽率曲線圖

乙：野生型(WT)、突變體(*koy2*)在黑暗中與白光強度 $96 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的發芽率圖

丙：野生型(WT)、突變體(*koy2*)在黑暗中發芽 2 天後，再移至不同光強度的紅光、遠紅光與藍光中生長 5 天後的下胚軸(hypocotyl length)長度變化圖

丁：調查野生型(WT)、突變體(*koy2*)生長在黑暗與不同光(紅光、遠紅光與藍光)中 24 小時後，來測 *CHS*(花青素合成的上游關鍵基因)基因的表現

戊：調查野生型(WT)、突變體(*koy2*)生長在黑暗與不同光(紅光、遠紅光與藍光)中 24 小時後，檢測光敏素 A(*PHYA*)基因的表現

根據上面的敘述，以及所習得的知識回答下列相關(16-17)

16. 有關阿拉伯石竹野生型、突變體(*koy2*)的相關敘述，下列何者正確？(A)突變體(*koy2*)在黑暗中與白光中皆可發芽(B)在超過 $200 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的白光中發芽不受影響(C)石竹野生型與阿拉伯芥野生型皆是受光誘導發芽(D) *koy2* 突變體只在遠紅光中具有增長下胚軸的外表型(E) *CHS* 是受光誘導的基因

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(D)(E)

解析：(B)在超過 $200 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的白光中發芽受影響。(C)圖中無阿拉伯芥野生型的數據。

negative photoblastic germination in *Aethionema arabicum* that grows in semi-arid natural habitats. In a forward genetic screen, we identified a mutant – *koyash2* (*koy2*) – that is defective in negative photoblastic germination. There is a nonsense mutation in the gene encoding the phytochrome A photoreceptor in the *koy2* mutant.

類似試題：

- 17.有關阿拉伯石竹發芽的相關敘述與推論，下列何者正確？(A)會受光照射而抑制其發芽
(B)*PHYA* 基因無法在黑暗中表現(C) *koy2* 突變體可能因 *PHYA* 基因突變的緣故(D)受光誘導的基因無法在 *koy2* 突變體中表現(E) *koy2* 突變體乃因 *CHS* 基因突變所引起

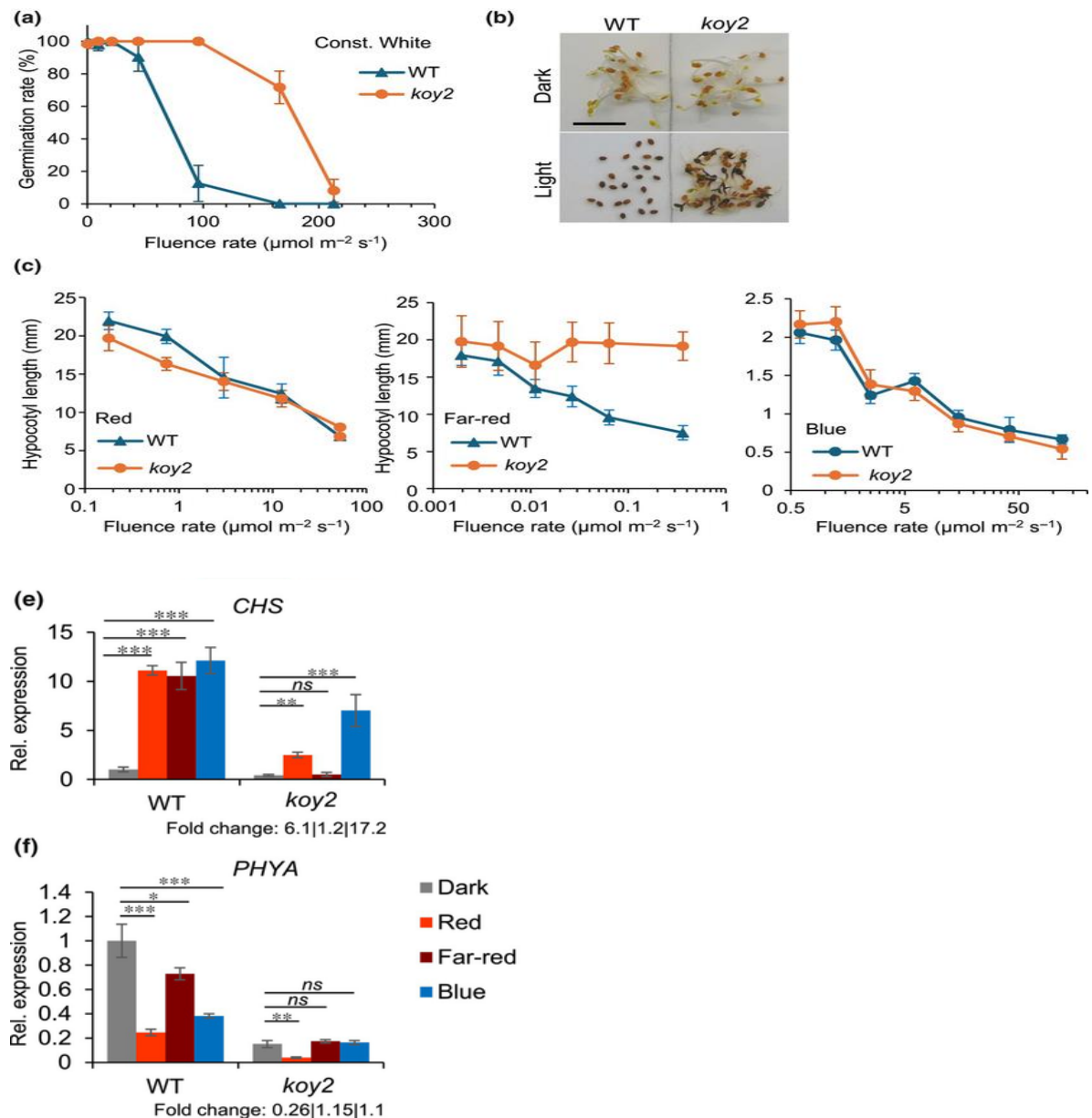
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)

解析：(B)*PHYA* 基因能在黑暗中表現。(D)受光誘導的基因可在 *koy2* 突變體中表現。(E) *koy2* 突變體乃因 *PHYA* 基因突變所引起。

PHYA 基因不僅可以在黑暗中表現，而且其轉錄和蛋白質的累積在黑暗或白化組織 (etiolated tissue) 中反而非常旺盛，會在黑暗中大量合成並累積不具活性的光敏素分部 (Pr 型)。當植物見光後，*PHYA* 基因的表現反而會受到光的抑制。植物的 ***koy2*** (*koyash2*) 突變體是因為編碼 *PHYA* 受體的基因發生無義突變(nonsense mutation)所引起，並非由 *CHS* (查耳酮合成酶，chalcone synthase) 基因突變所造成。

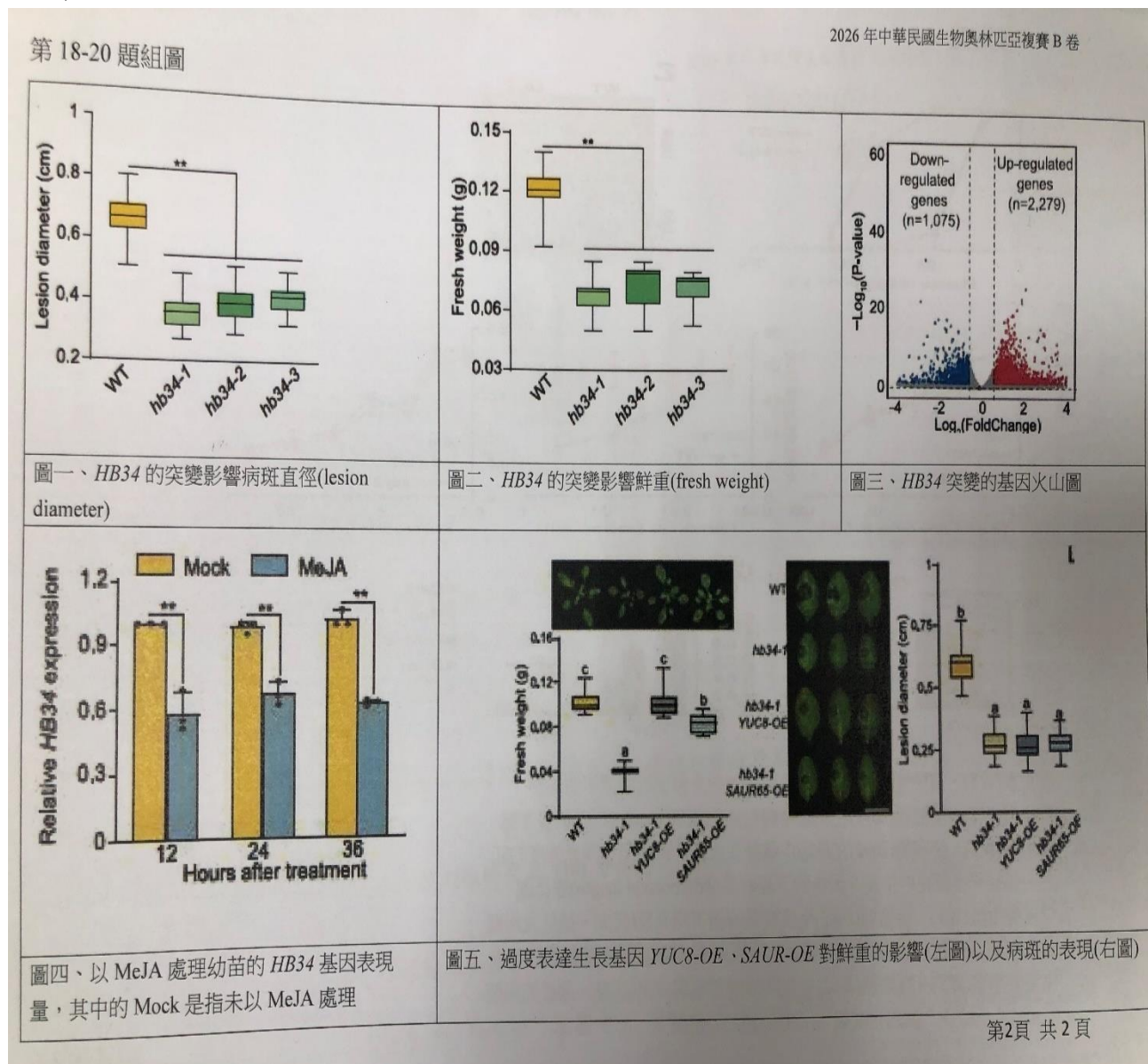
Phytochrome A is required for light-inhibited germination of *Aethionema arabicum* seed(2025)



類似試題：

(18-20 為題組)

同源盒(homeobox)是某些影響動物、真菌及植物發育的基因所擁有的一段 DNA 序列，擁有此序列者稱作 homeobox 基因，統稱 homeobox 基因家族。同源盒基因編碼的轉錄因子通常會開啟一系列其他基因的表現。*HB34* 是同源盒轉錄因子(homeobox transcription factor)家族的一員，媒介了植物生長與植物免疫的表現。*Li* 等學者發現 *HB34* 基因的突變影響了阿拉伯芥的抗病能力與生長發育能力，如圖一圖二，並下調(down-regulated)與上調(up-regulated)了某些基因的表現(圖三)。上調基因包括水楊酸(salicylic acid, SA)與茉莉酸(jasmonic acid, JA)的生合成等，下調基因包括吉貝素(GAs)與生長素(auxin)相關基因等，*HB34* 蛋白質結合的上調與下調基因數有千餘個(結果圖未呈現)。以 $100\ \mu\text{M}$ 甲基茉莉酸(MeJA)處理的阿拉伯芥幼苗中 *HB34* 基因表現量如圖四，此表現與以病原體感染阿拉伯芥幼苗中的 *HB34* 基因表現量十分相似(結果圖未呈現)。圖五為過度表達(OE)生長素誘導的基因如 *YUC8*、*SAUR* 對鮮重的影響(左圖)，以及病斑的表現(右圖)。*HB34* 的突變與病原體(*B. cinerea*)感染的 JA 含量，均顯著增加(結果圖未呈現)。



經由這些實驗結果與其相關知識，回答 18-20 題：

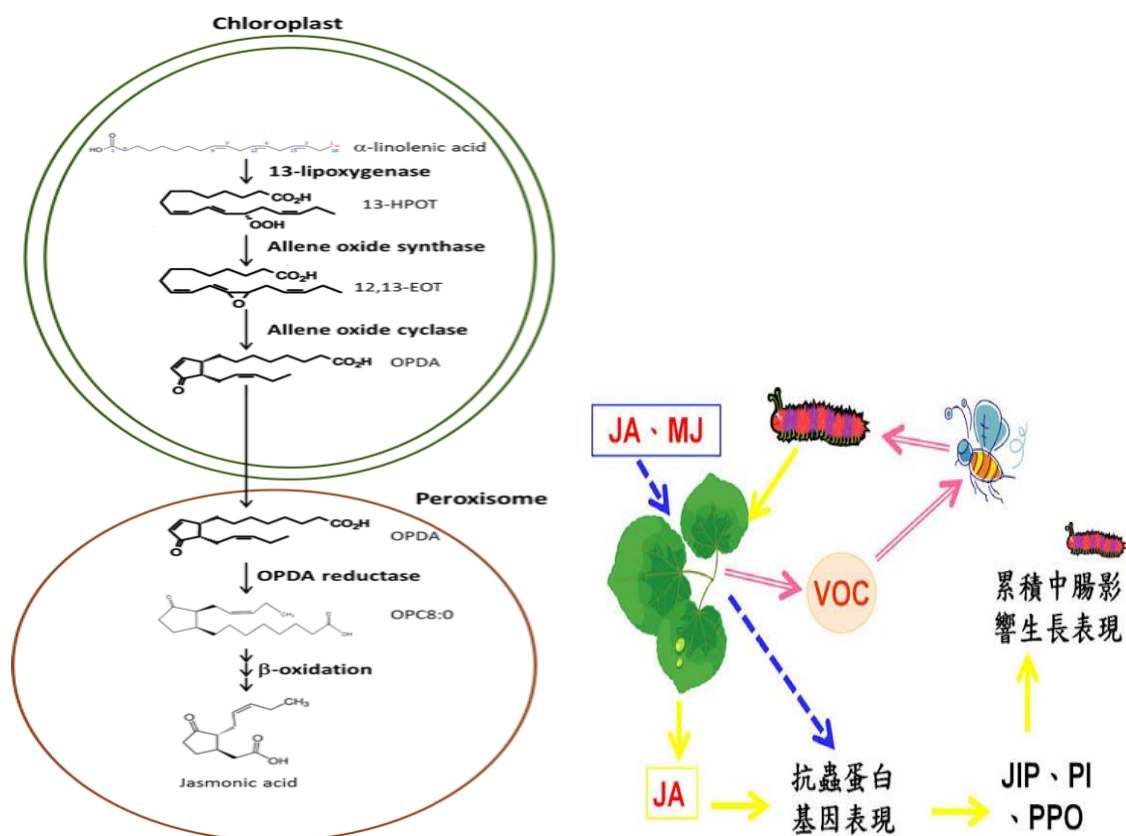
18. 下列有關茉莉酸之敘述何者正確？(A)為一種脂質衍生的植物激素(B)合成途徑發生在植物細胞葉綠體和過氧化體中(C)茉莉酸是揮發性化合物，可以從植物的氣孔進入植物體內誘導防禦反應(D)茉莉酸甲酯可以從外界進入植物體內，在細胞質中被酯酶水解為茉莉酸(E)茉莉酸甲酯處理的植物常降低了植食動物的死亡率，並排斥捕食性和寄生性天敵

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(D)

解析：(C)帶有甲基的茉莉酸甲酯，具有揮發性。而茉莉酸本身揮發性低。(E)茉莉酸甲酯處理的植物，實際上會**提高植食性昆蟲的死亡率**或**降低其生長速率**(直接防禦)，並釋放揮發性有機物來**吸引**(而非排斥)捕食性與寄生性天敵(間接防禦)。

茉莉酮酸的來源，為葉綠體膜的一種脂質，亞麻酸(linolenic acid)。亞麻酸是具有 18 個碳的長鏈狀脂質，經氧化後形成具有五元環的結構，12-oxo-phytodienoic acid (OPDA)；在運送出葉綠體後，OPDA 會進入過氧化體中，並進行三次的 beta 氧化(beta-oxidation；beta 氧化，是指脂肪酸因為氧化作用，產生乙醯輔酶 A (Acetyl-CoA) 的過程)。每經過一次 beta 氧化，原有的脂肪酸便會脫下兩個碳原子，用以形成乙醯輔酶 A。而 OPDA 在經過了三次 beta 氧化後，最終形成具有十二個碳的茉莉酸。JAs 所引起的訊息傳遞，會與植物本身的水楊酸(salicylic acid, SA)訊息傳遞產生拮抗；而水楊酸所引起的系統性防禦，主要是用於抵禦細菌性病原的感染。換言之，過度的茉莉酸反應，反而使植物容易受細菌性病原的侵害。



類似試題：

19.下列有關 *HB34* 之敘述何者正確？(A)為一合成茉莉酸的基因(B)可參與植物免疫但與植物生長無關的基因(C)*HB34* 突變株可促進茉莉酸的合成途徑並降低病斑直徑(D)*HB34* 突變株可促進生長素的合成途徑並增進植物鮮重(E)以 MeJA 處理幼苗會抑制 *HB34* 基因的表現量
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(C)(E)

解析：(A)*HB34* 為一轉錄因子。(B)可參與植物免疫也能促進植物生長有關的基因表現。

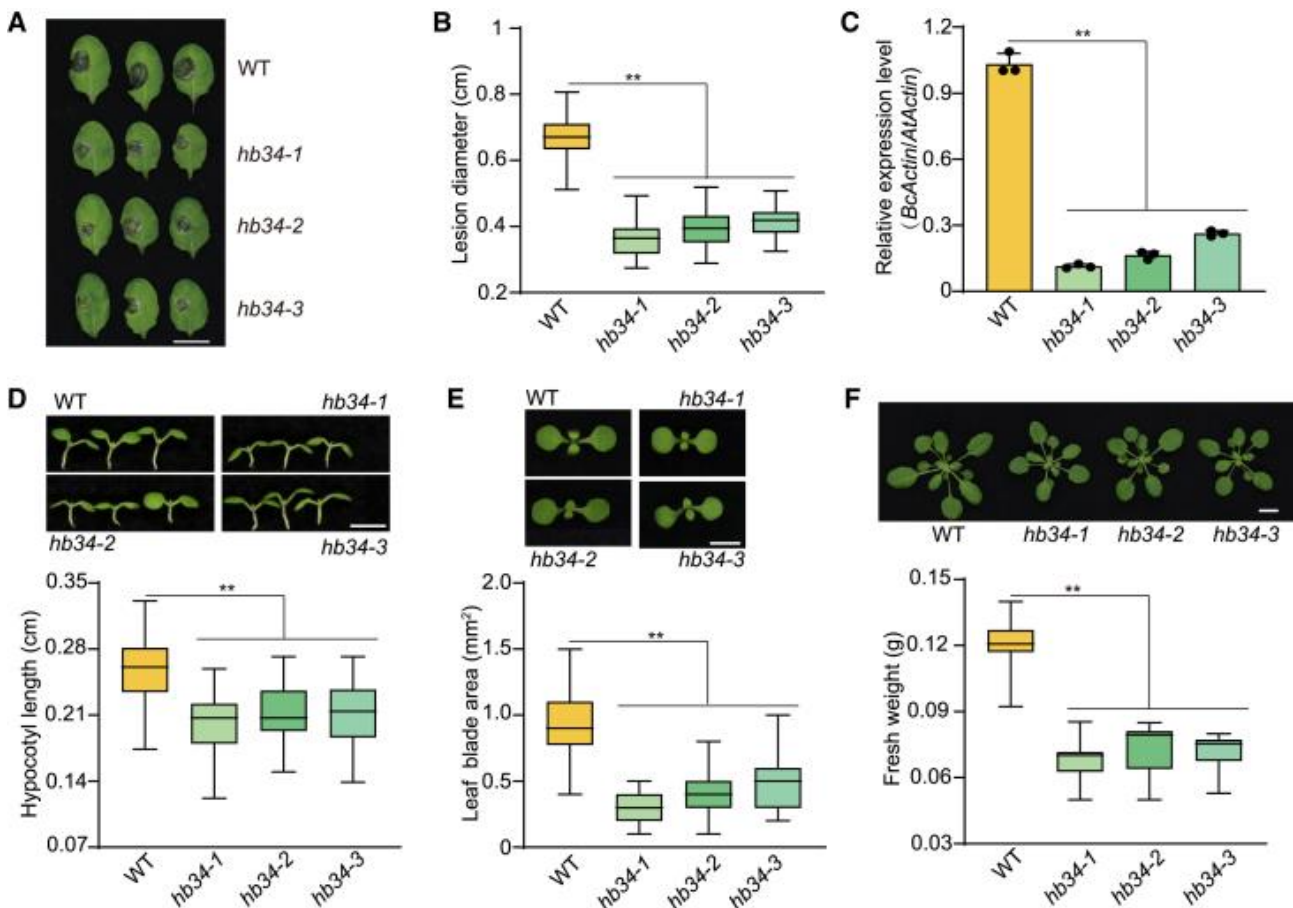
(D)*HB34* 突變株可減少生長素的合成途徑並減少植物鮮重。

HB34 會負向調控茉莉酸生物合成基因，減少 JA 的累積，從而促進正常的營養生長。

另外促進生長：它能提高生長相關基因的轉錄活性。還有病原菌抗性：當遭受灰黴病菌(*Botrytis cinerea*)等病原體侵染時，*HB34* 的表現會下降，藉此解除對 JA 的抑制、快速啟動免疫反應，但代價是犧牲部分生長發育。*HB34* 還能活化 UDP-糖基轉移酶(如 UGT73C3 和 UGT73C4)，促進松脂素(pinoresinol)糖基化，進一步增強植物的防禦力。

A homeobox transcription factor *HB34* suppresses jasmonic acid biosynthesis but promotes the expression of growth-related genes to balance plant immunity and growth in *Arabidopsis*(2025)

Loss of *HB34* enhances resistance to *Botrytis cinerea* but suppresses plant growth



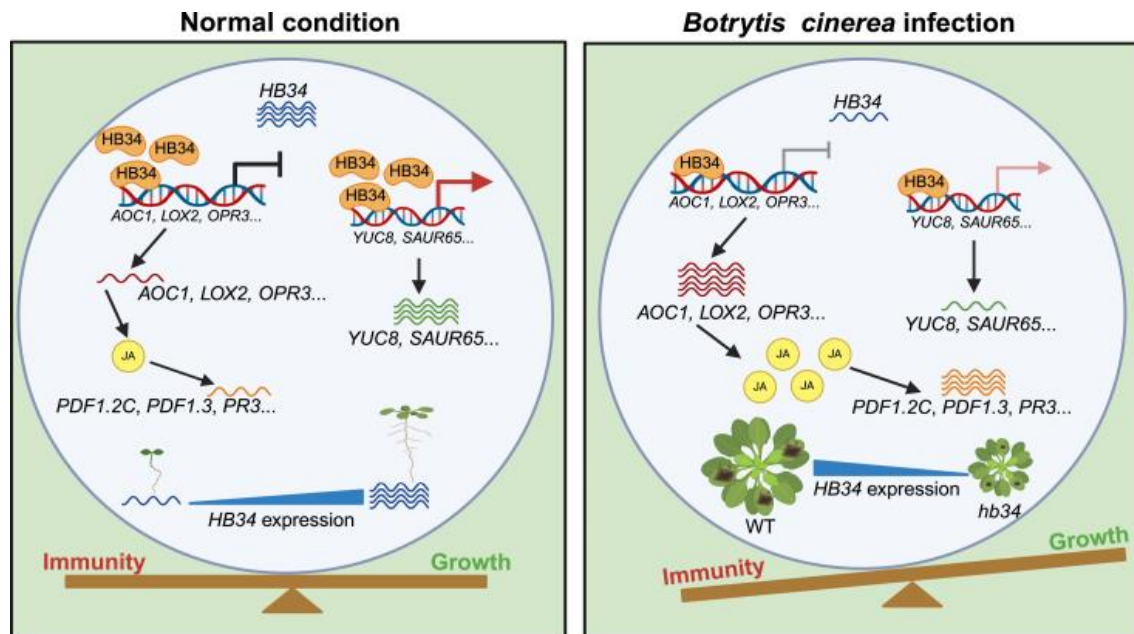
類似試題：

20.病原體感染阿拉伯芥幼苗時，推測下列何者正確？(A)可促進 *HB34* 的表現量並增加茉莉酸含量(B)可下調 *YUC8* 與 *SAUR*，並上調茉莉酸合成相關基因(C)未感染病原體的過度表達 *YUC8* 與 *SAUR* 植株中，可增加鮮重並降低病斑直徑(D)由上述各實驗結果可得知 *HB34* 正確調控 JA 合成基因的表現，並負調控生長相關基因的表現(E)由上述各實驗結果可得知利用同源盒啟動子的 *HB34* 差異調節 JA 合成和生長相關基因，來獲致植物生長和免疫力之間的權衡

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(C)(E)

解析：(A)野生型植物中的 *HB34* 會促進生長，其機制包含活化生長素合成與訊息傳遞相關基因(例如 *YUC8* 與 *SAUR65*)抑制茉莉酸的含量。(A)(B)當遭受灰黴病菌(*Botrytis cinerea*)等病原體侵染時，*HB34* 的表現會下降，藉此解除對 JA 的抑制、快速啟動免疫反應，但代價是犧牲部分生長發育。(D)由上述各實驗結果可得知 *HB34* 負調控 JA 合成基因的表現，並正調控生長相關基因的表現。



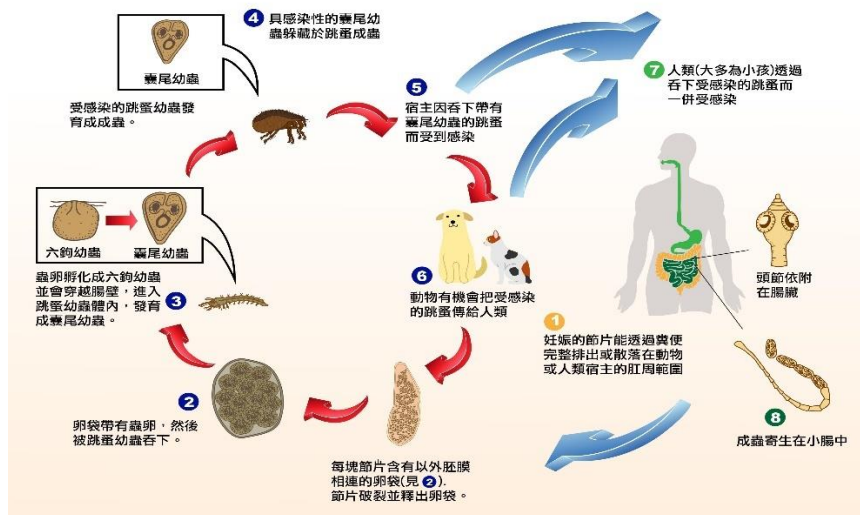
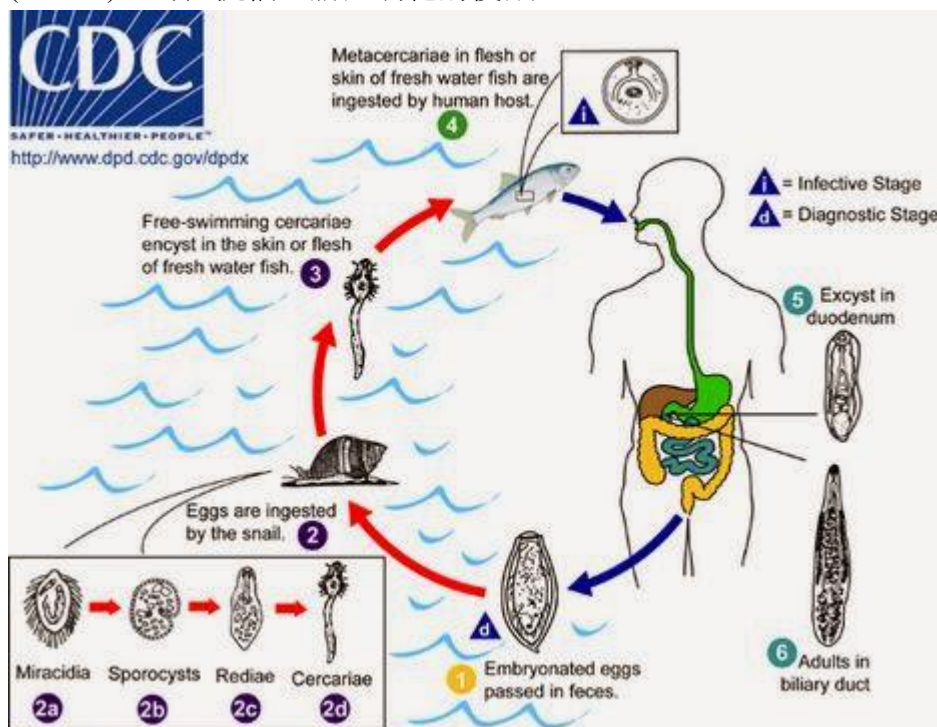
類似試題：

21. 下列關於寄生性的圓形動物門(Nematoda)與寄生性的扁形動物門(Platyhelminthes)的敘述，何者正確？(A)扁形動物門的寄生蟲通常具有退化的消化系統或無消化系統，主要吸附在宿主身體器官吸收養分(B)蛔蟲屬於圓形動物是真體腔(coelom)，具有完整的 3 個胚層(germ layers)(C)扁形動物門的寄生蟲包含吸蟲(trematodes)與條蟲(tapeworms)等，其生命周期常涉及多個宿主，且部分階段需經由中間宿主完成(D)圓形動物門的寄生蟲具有完整消化道(口—腸—肛門)，能在宿主腸道中有效攝食與排泄(E)扁形動物門的寄生蟲具有角質層(cuticle)，可抵抗宿主腸道消化酶侵蝕

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)(D)

解析：蛔蟲屬於線蟲動物門，具備外、中、內完整 3 個胚層，但體腔屬於假體腔。其體腔由中胚層與內胚層之間隔開，缺乏完整的腹膜包覆。(E)圓形動物門的寄生蟲具有角質層(cuticle)，可抵抗宿主腸道消化酶侵蝕。



類似試題：

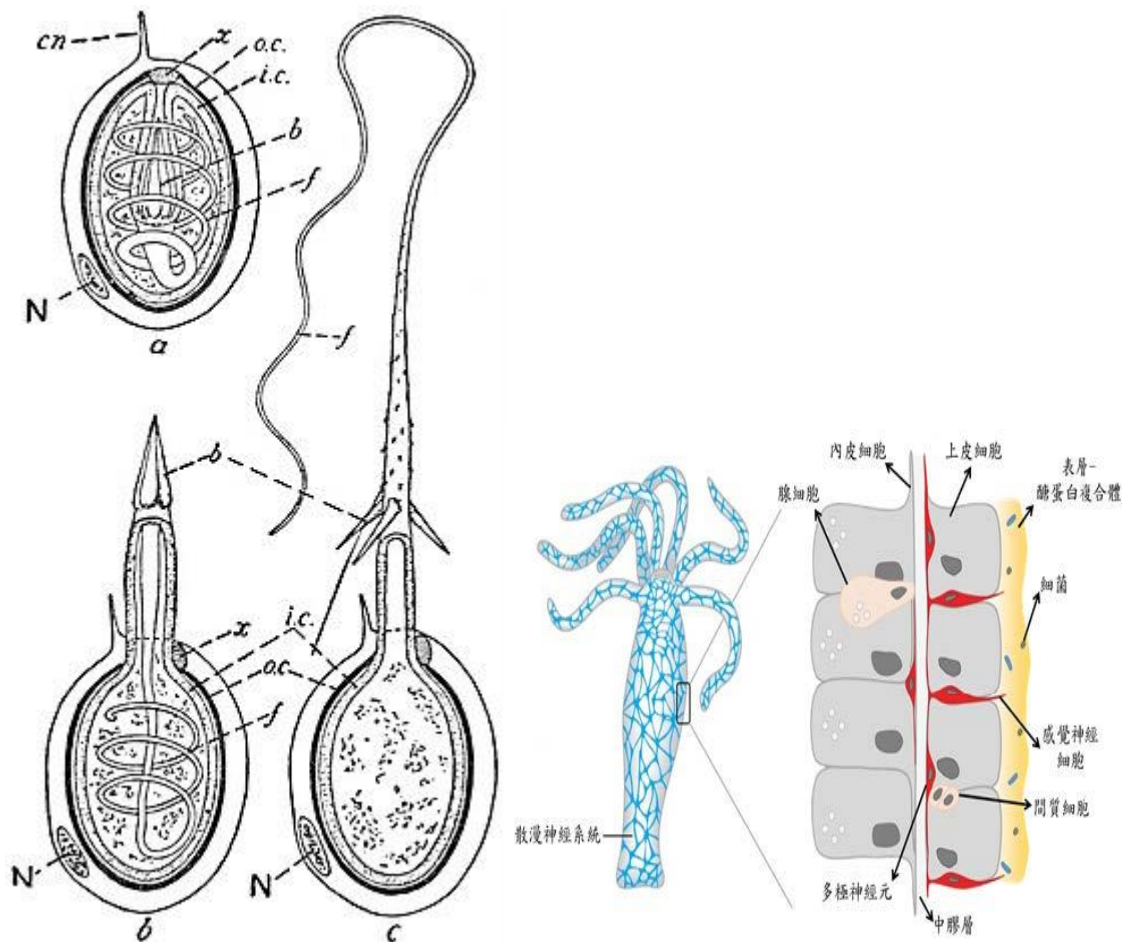
22. 下列關於刺絲胞動物門(Cnidaria)的敘述，何者正確？(A)刺絲胞動物具有二胚層(diploblastic)構造，其外胚層與內胚層之間由中膠層(mesoglea)填充(B)刺絲胞動物的神經系統呈現網狀，稱神經網(nerve net)，缺乏集中化的神經節(C)刺絲胞在靜止狀態下會持續主動射出刺絲，與外界刺激無關(D)刺絲胞動物的生命週期通常包含水螅型(polyp)與水母型(medusa)，但不同類群中兩者比例與是否存在可能差異極大(E)刺絲胞動物的消化構造為完整的消化道(具有口與肛門)，使其能有效進行細胞外消化與排泄

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(D)

解析：(C)刺絲胞在靜止狀態不會持續主動射出刺絲。(E)刺絲胞動物的消化構造為不完整的消化道(不具有肛門)。

刺絲動物門包括：1. 其軀幹呈輻射對稱，水生，大多固著生活。2. 體壁由兩層細胞組成，表皮和腸表皮，兩者之間有一層凝膠狀的中膠層。3. 有腸腔。有超過 20 種的刺細胞又稱刺絲胞，其中含有刺絲囊。刺絲囊一端的鬚樣突起的刺針，受刺激時，激起刺絲囊排空。刺絲胞的表面有突出，胞體內有棍狀結構。刺胞內在壓力作用下會釋放。在腸腔中進行胞外消化。4. 彌散的神經系統，呈網狀，稱神經網。水母體有感覺器官，能感受光和重力。有雌雄同體或異體。



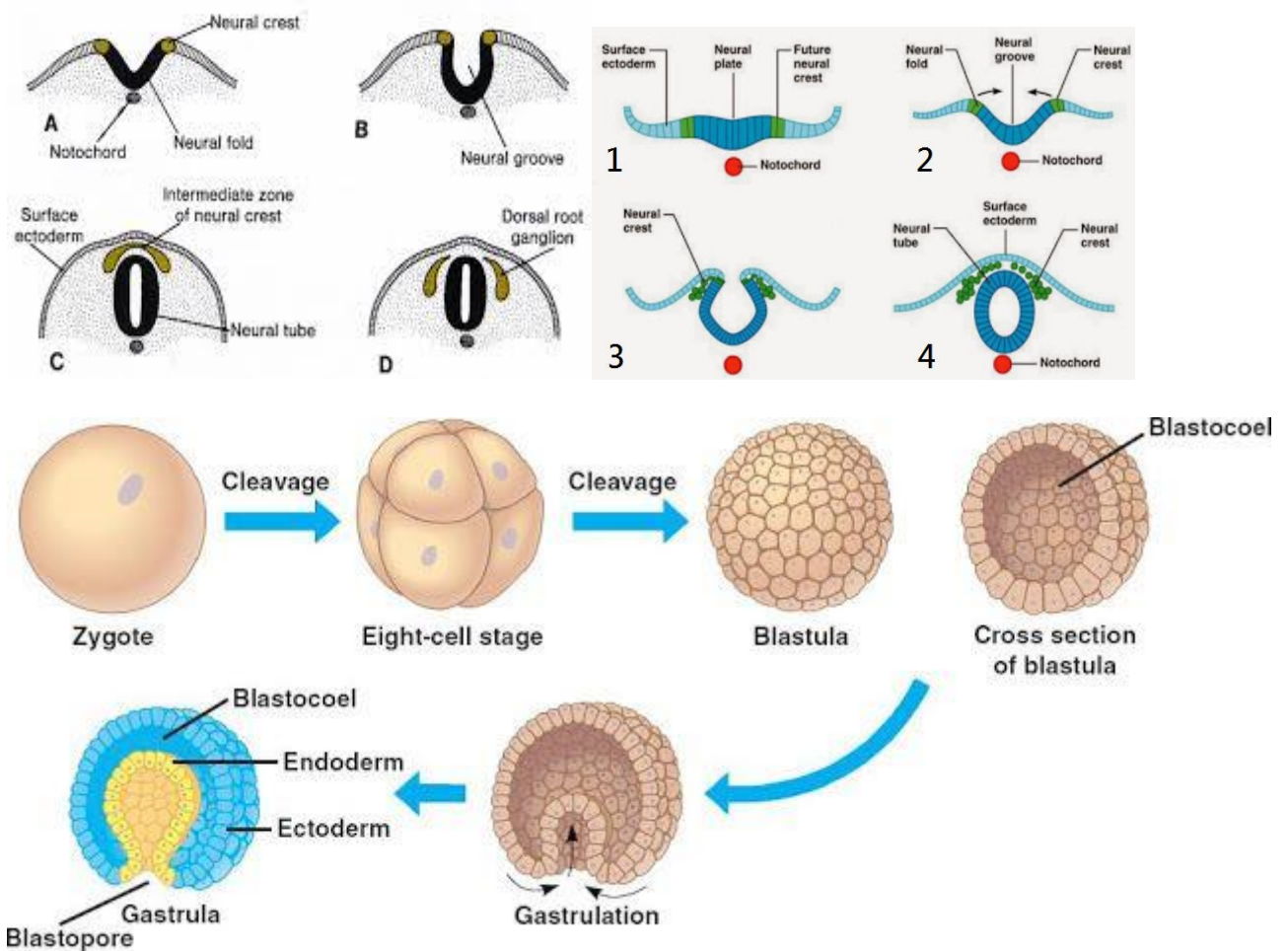
類似試題：

23.關於脊椎動物的胚胎發育與器官形成，下列敘述何者正確？(A)脊索(notochord)位於神經管的腹側，是由內胚層(endoderm)細胞聚集形成的支撐構造(B)原腸胚形成(gastrulation)是胚胎細胞進行大規模遷移與重排的過程，此時期會形成三個胚層(germ layers)(C)神經管(neural tube)的形成是由於脊索(notochord)誘導上方的外胚層細胞向內凹陷(invagination)並捲曲閉合而成(D)體節(somite)是由位於神經管兩側，由中胚層發育而來，將會分化成脊椎骨、椎間盤與骨骼肌(E)胚胎發育過程中，先形成神經管，隨後才出現脊索，因為神經系必須最先發育以控制其他器官

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

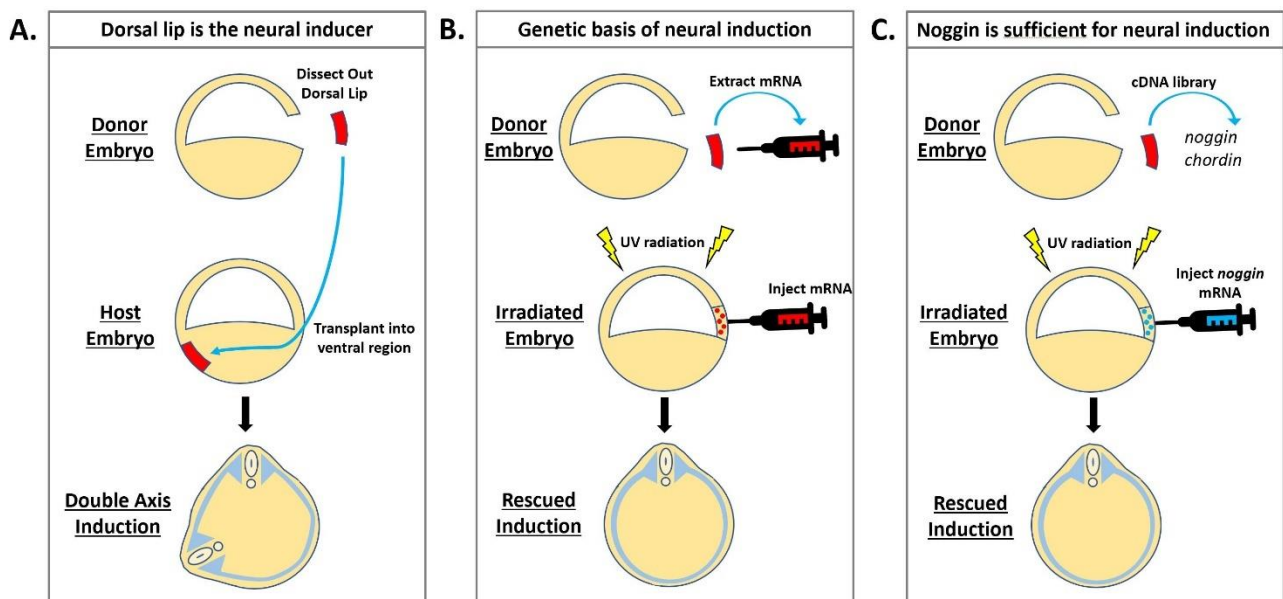
參考答案：(B)(C)(D)或(B)(C)

解析：(A)脊索(notochord)位於神經管的腹側，是由中胚層(endoderm)細胞聚集形成的支撐構造。(E)脊索的形成其實早於或同時於神經管，且脊索會釋放信號誘導上方外胚層增厚並凹陷形成神經管，並不是因為神經系必須最先發育來控制器官。



類似試題：

24. 這是 Spemann-Mangold 在蝾螈(*Triturus cristatus* and *Triturus taeniatus*)的胚胎發育的實驗，他們利用兩種顏色不同的蝾螈胚胎，作為「供體」與「受體」，*Triturus cristatus* 顏色透明(供體)(A)，將其背唇切下後，移植到有顏色的 *Triturus taeniatus* 的腹側(受體)，可以觀察細胞的移動及發育狀況，實驗發現受體胚胎可以長出兩個脊索和神經索，且都具有顏色(圖甲)。後續有其他學者進一步萃取背唇的 mRNA 注射到被輻射傷害的受體胚胎的背唇部位，也稱為形成體(organizer)，發現脊索和神經索可以形成(圖乙)，之後發現 *noggin* and *chordin* 會在這區域有高度表現，因此注射 *noggin* and *chordin* 也可以誘發脊索和神經索形成(圖丙)，而原本在胚胎高表現的 BMP-4/Wnt 訊號會下降。請根據本圖描述回答下列問題？(A)移植的背唇組織直接在宿主體內分化，形成一個完整的、與主軸對稱的第二個體軸(B)這個現象證明背唇的一群細胞(即 Spemann-Mangold organizer)可以發出信號而改變相鄰細胞的行為，使其分化為原本不會形成的組織，稱為胚胎誘導(embryonic induction)(C)第二個體軸的主要組織來源多半來自供體移植組織，而非受體自身(D)此實驗中 *Noggin* 和 *Chordin* 基因對體軸的發育扮演重要的角色(E)從實驗結果推論形成體的誘導功能主要透過增加 *Noggin* 和 *Chordin* 表現，並且抑制 BMP/Wnt 訊號來促使外胚層分化成神經組織



2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(D)(E)

解析：(A)將兩棲類早期原腸胚的原口背唇移植到另一胚胎的腹側，背唇會自主分化並誘導宿主周圍細胞，共同組織出一個具備完整體軸的次級胚胎(第二個體軸)。

第二個體軸並非全由移植的背唇細胞獨自形成。移植的背唇主要分化成中胚層組織(如脊索)，而大部分的神經板與神經管是由宿主原本要發育為腹側表皮的細胞，受背唇訊號誘導而轉變命運分化出來的。背唇因具有這種啟動和統籌整個身體藍圖的能力，被稱為胚胎的「組織者」。

A Implantation method



B Sandwich method



C Animal cap assay method (tissue culture method)

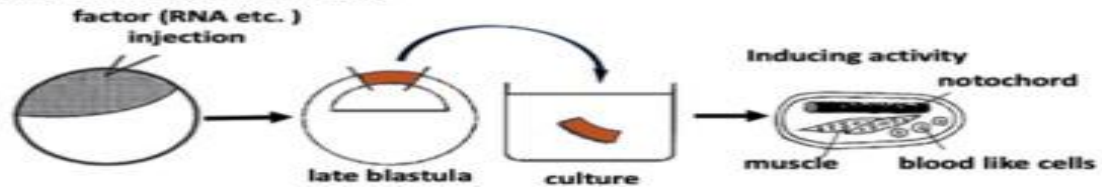


D Injection assay method

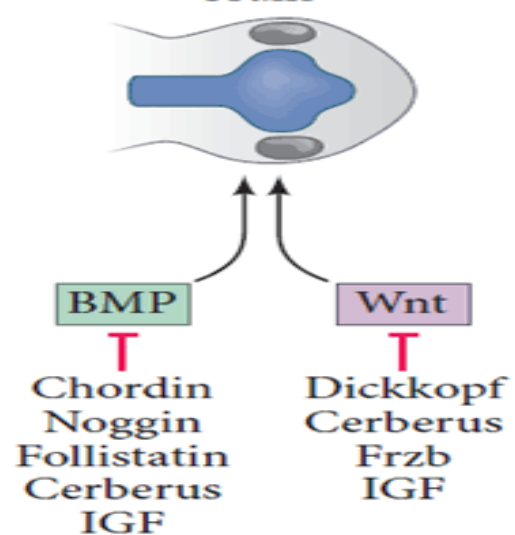
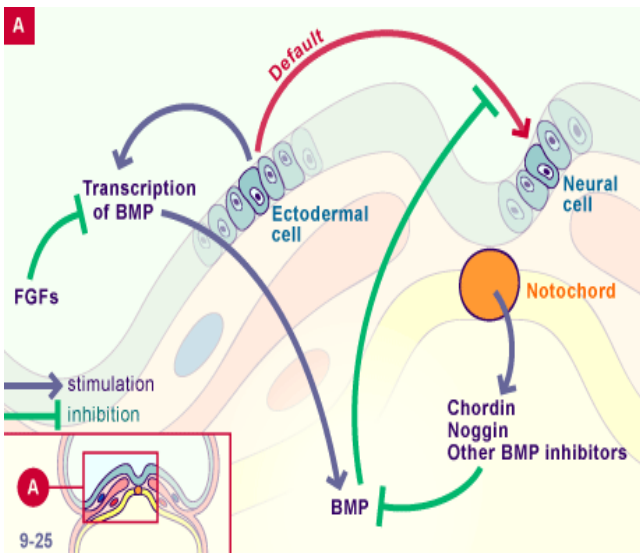
(a) effect of whole embryo



(b) differentiation of animal cap

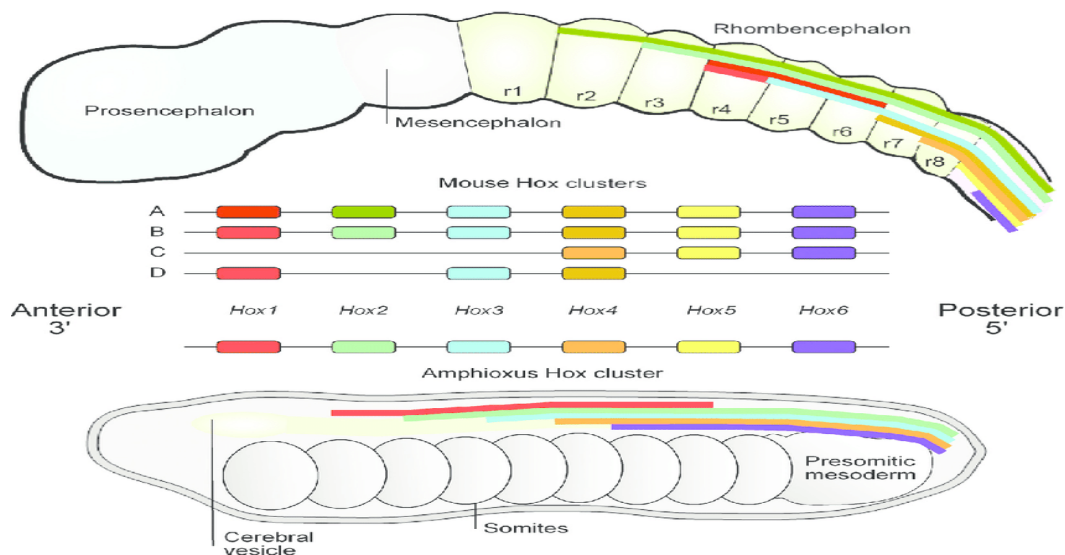


Head and brain



類似試題：

25.科學家發現，在許多動物的基因組中存中土著一組稱為「同源異形基因緣 Hox genes)」的基因群。這群基因在染色體上的排列順序(由 3'端到 5'端)，與其在胚胎發育時沿著身體前後軸(anterior-posterior axis)的表現區域順序呈現高度對應，此現象稱為「共線性(colinearity)」如下圖所示。下列關於 Hox 基因的敘述何者正確？(A)位於染色體 5'端的 Hox 基因，通常調控胚胎頭部或前端構造的發育；而位於 3'端的基因則調控尾部或後端構造的發育(B)Hox 基因轉譯出的蛋白質屬於「結構蛋白」，可以直接構成動物體的骨骼、肌肉或皮膚組織(C)若這基因發生突變或異位表現(ectopic expression)，可能導致「同源轉形(homeosis)」，例如在果蠅頭部原本長觸角的位置長出腳(D)Hox 基因的主要功能是決定胚胎的「背腹軸(dorsal-ventral axis)」，即區分背部與腹部的發育(E)Hox 基因序列在演化上高度保守(conserved)，無論是果蠅或人類，都擁有相似的同源序列，且排列模式相似，顯示動物界在身體藍圖發育機制上有共同起源



2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(C)(E)

解析：(A)位於染色體 3'端的 Hox 基因，通常調控胚胎頭部或前端構造的發育；而位於 5'端的基因則調控尾部或後端構造的發育。(B)Hox 基因轉譯出的蛋白質屬於「轉錄因子」(regulatory transcription factors)，它們會進入細胞核去調控下游其他跟形狀、結構有關的基因表現，而不是直接充當骨骼、肌肉的結構蛋白。(D) Hox 基因的主要功能是決定胚胎的前後軸(anterior-posterior axis，或稱頭尾軸)，用以規範各個體節的身份與前後方向的構造(例如哪裡長頭、哪裡長胸、哪裡長足或翅膀)，而不是決定背腹軸。

From the American to the European amphioxus: towards experimental Evo-Devo at the origin of chordates(2008)

類似試題：

26.在農業害蟲管理中，表現 *Bacillus thuringiensis*(Bt)毒素轉殖作物(如 Bt 棉)被廣泛用來控制鱗翅目害蟲。然而，演化生物學早已指出：族群對新環境壓力的快速適應，往往來自族群原本即存在的遺傳變異(standing genetic variation)，而非由環境「誘發」新的突變。此外，若抗性性狀主要由隱性或近隱性等位基因所決定，這些等位基因即使對抗 Bt 有利，也可能在未施用 Bt 的環境中，因多存在於雜合子而不表現於表型上，從而長期維持於族群中而不易被自然選擇清除。Gould 等人以菸草夜蛾 *Heliothis virescens*(鱗翅目：夜蛾科)為研究對象，從美國四州的田間族群採集雄蛾，並將其分別與一條已知對 Bt 毒素具抗性的實驗室品系進行單對交配。透過後代對 Bt 毒素反應的篩檢，研究者得以估計田間族群中抗性等位基因在施用 Bt 作物之前的初始頻率，結果約為 1.5×10^{-3} 。根據上述理論背景與研究設計，下列何者敘述在演化生物學上是合理的推論？(A)該研究支持「Bt 抗性主要源自族群既有的遺傳變異」，而非由 Bt 作物的施用定向誘發新的抗性突變(B)若抗性等位基因為隱性，則在未施用 Bt 的環境中，其多以雜合子形式存在，使自然選擇較難將其從族群中移除(C)抗性等位基因在施用前即有約 10^{-3} 的頻率，表示任何抗性管理策略在理論上都注定失敗(D)若抗性性狀在沒有 Bt 壓力的環境下會降低個體適存度，則在停止或降低 Bt 使用後，抗性等位基因的頻率可能隨時間下降(E)透過與抗性品系進行單對交配並檢測後代表型，可增加隱性抗性等位基因被偵測到的機率

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(D)(E)

解析：(C)抗性管理的核心目的不是「永遠消滅」或「完全不讓」抗性基因存在，而是透過科學策略延緩抗性基因在族群中成為優勢的速度，並維持藥劑的有效性。

抗藥性管理計畫的目標是為了減緩族群中的抗性基因被篩選出來，規劃可預防及管理特定害物對農藥產生抗藥性的一些策略及手段。此策略應該被設計成藉由減少農藥對害物的選汰壓力，維持害物族群中具有高比例的感性基因及低比例的抗性基因，同時又可提供所需的害物防治效果。這些策略會因防治害物的不同而有差異，但基本原則適用於所有的抗藥性管理計畫。

類似試題：

27. 漁業常以網目或尺寸選擇性捕撈，長期下來會對生活史造成方向性天擇(directional selection)：快速生長、晚熟、體型大的基因型更容易被移除，留下慢生長、早熟、小型的個體。這種在野外由人為選擇驅動的遺傳改變常被稱為漁業誘發演化(fisheries-induced evolution)。Han 等人利用東波羅的海鱈魚 *Gadus morhua* 的一個時間序列族群(Eastern Baltic cod population lineage)，結合 1996-2019 年(Bornholm Basin)耳石推估的生長資訊與基因體資料，指出族群體型(漸近體長)顯著下降，且與生長相關的基因區域出現方向性天擇的基因頻率變化，提供「表型變小具有基因體基礎」的證據。依據天擇理論與這個「東波羅的海族群支系」的案例，下列敘述何者正確？(A)尺寸選性捕撈可視為對體型/成長速率相關表型的方向性選擇(B)觀察到體型變小就足以斷言一定是遺傳演化；完全不需要排除表型可塑性或環境變動(C)若與成長相關的等位基因多樣性被長期削減，族群在環境變動下的適應潛力可能下降(D)即使停止捕撈，若體型小、早熟表型在新環境中仍具有相對適存優勢或已喪失關鍵變異，回復也可能緩慢或不完全(E)這類研究若僅用「平均成熟年齡」或「平均體長」而不控制成長條件，通常無法區分塑性與遺傳改變，因此常需結合反應範數/基因體證據

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(B)觀察到體型變小不足以斷言一定是遺傳演化；需要排除表型可塑性或環境變動。

同一種基因型的生物，在不同的環境(如溫度高、食物少)下會長成不同的外貌或大小，這屬於個體對環境的直接生理反應，基因本身並未改變屬於**表型可塑性影響**。另外**環境變動干擾**，例如短期的氣候異常或資源短缺，會導致當代個體發育不良而體型變小，這屬於暫時的**環境變動**，過幾代環境恢復後可能就會改變。真正的遺傳演化必須是族群的**基因頻率**在代代相傳中發生了永久性的改變，而不只是後天的生理調整。

類似試題：

28.高海拔低氧對動物造成強烈選擇壓力。演化生理學強調：相同的功能結果(例如提高血紅素氧親和力)可能由不同分子路徑達成；而在蛋白質結構受限的情況下，不同譜系也可能出現平行「趨同的分子替換」McCracken 等人(Molecular Phylogenetics and Evolution)比較兩個高海拔水禽支系，也就是斑頭雁 *Anser indicus* (以跨喜馬拉雅飛行著名)，以及安地斯雁 *Chloephaga melanoptera*(產於南美洲)，並納入近緣的灰雁 *Anser anser* 作為低海拔物種的參照。研究指出兩個高海拔物種皆呈現較高的血液/血紅素氧親和力，但其分子替換與譜系背景需用親緣關係研究檢驗「是否真為獨立起源」。依據此「*Anser* 支系 vs *Chloephaga* 支系」案例與一般演化生理推論，下列敘述何者正確？(A)若兩個高海拔物種的相同功能(高人 O₂ 親和力)來自不同位點或不同機制，仍可視為對同一環境壓力的趨同適應(B)在比較 *Anser indicus* 與 *A. anser* 時，若只看到序列差異就直接宣稱「那個差異必然是適應」，忽略祖先狀態重建與功能驗證，推論通常不夠嚴謹(C)若某個胺基酸替換在不同譜系(例如 *Anser* 與 *Chloephaga*)獨立出現且與功能增益一致，可視為「平行分子演化」的候選證據(D)高氧親和力的演化必然沒有生理代價；因此不需要考慮在低海拔環境的潛在權衡(trade-offs)(E)此類研究常需要把「分子變異→蛋白功能→整體生理表現」串起來，才能把機制與適存度連接起來

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(E)

解析：(D)高氧親和力的演化必然有生理代價；因此需要考慮在低海拔環境的潛在權衡(trade-offs)。

高氧親和力的演化**具有生理代價**，在低海拔環境中會造成組織釋氧困難的潛在權衡，因此必須被考慮。高親和力的血紅素在抵達身體組織時，不容易將氧氣釋放出來供給細胞利用。在低海拔(氧氣充足)環境下，高氧親和力反而會妨礙組織獲得足夠的氧氣，形成明顯的生理與演化權衡。

類似試題：

29. 社會性昆蟲中，工蟻/工蜂等不繁殖個體的利他行為可用 Hamilton 的包容適存度(inclusive fitness)/親緣選擇框架理解。進一步的族群遺傳模型預測：若某類基因主要影響「工蟻表型」(其適存度效應多為間接)，在特定社會結構下可能表現出與「直接繁殖表型」不同的分子演化模式(例如有效選擇強度被稀釋)。Warner 等人以法老蟻 *Monomorium pharaonis* (一種多后、群內親緣度偏低的支系/族群結構) 為模型，分析工蟻與繁殖蟻(后、雄)不同表現基因的分子演化訊號，提出與理論一致的「親緣選擇之基因體答名」：工蟻相關基因相對呈現較弱的選擇訊號。依據此「*M. pharaonis* 多后、低親緣度社會結構支系」案例與社會演化理論，下列敘述何者正確？(A)若群內親緣度較低(例如多后制)，工蟻行為對自身基因傳遞的「間接效應」平均會更被稀釋，理論上可能改變工蟻相關基因的有效選擇強度(B)只要觀察到工蟻相關基因的選擇較弱，就能直接證明「親緣選擇是唯一原因」；不需要考慮表型選擇強度差異或基因功能限制(C)以工蟻與繁殖蟻的差異表現基因(worker-upregulated vs reproductive-upregulated)比較其分子演化速率，是把社會演化理論連到基因體資料的一種操作化方式(D)若某些工蟻特徵對殖群生存極其重要，仍可能在工蟻相關基因上看到強烈正向選擇，並不與「多數工蟻基因選擇較弱」的整體趨勢矛盾(E)這類研究能把「行為/社會結構」變成可檢驗的分子演化預測，但解釋時仍需嚴格對照替代假說不定例如生理組織表現差異造成的背景效應)

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(B)只要觀察到工蟻相關基因的選擇較弱，不能直接證明「親緣選擇是唯一原因」；需要考慮表型選擇強度差異或基因功能限制。

在演化生物學中，單憑觀察到基因選擇較弱，**無法**直接證明親緣選擇是唯一的驅動原因，因為研究時必須同時排除或考量表型選擇強度的差異、基因功能的 pleiotropy(多效性)或基因與發育上的限制等其他干擾因素。個體成功傳遞基因不只靠自己生小孩，還包括幫助有血緣的親屬繁殖，這兩者合計稱為廣義適合度。**漢彌爾頓法則**：當親緣關係(r)乘以親屬獲得的利益(B)大於個體自身的犧牲成本(C ，即 $r \times B > C$)時，利他行為就會在演化中被保留。親緣關係越近(如父母與子女、兄弟姊妹 $r = 0.5$)，個體越容易表現出利他或自我犧牲的行為。

類似試題：

30.在演化發育生物學中，一個關鍵議題是：當某形態在自然界中反覆、獨立地出現(repeated evolution)，其遺傳基礎是否也會反覆命中同一基因或同一類調控區？若某基因座具有結構特性使其特別容易產生特定形態的突變(例如調控區易發生缺失)，則可能導致平行形態演化(parallel phenotypic evolution)的「偏好路徑」。Chan 等人研究三刺棘魚 *Gasterosteus aculeatus*(棘魚科 Gasterosteidae)在不同淡水族群中反覆出現的腹鰭(pelvic)縮減。他們認為多個地理上彼此獨立的淡水族群支系，常出現 *Pitx1* 基因上游的組織特異性增強子(pelvic enhancer)反覆缺失，造成腹鰭構造發育受抑制，並討論該區域結構特性可能提高缺失突變的發生率。依據此「多個獨立淡水族群支系的 *G. aculeatus*」案例，下列敘述何者正確？(A)多個族群出現相同表型(腹鰭縮減)且共享同一種調控區缺失，必然表示這些族群最近才彼此基因交流而非獨立演化(B)若形態演化主要來自調控區(enhancer)缺失，而非蛋白質編碼區的失能突變，常可降低多效性(pleiotropy)帶來的致死或強負效應風險(C)此案例支持「平行形態演化」可以由「同一基因座的反覆突變」促成，而不是每次需要不同基因的新突變(D)即使 *Pitx1* 的功能缺失在許多脊椎動物中可能高度有害，組織特異性調控區的變異仍可讓「局部形態」改變而不造成整體致死(E)若某基因座的序列結構使其更容產生缺失，則演化路徑可能呈現偏向性(constraint/bias)，不是所有基因位點被命中的機率都相同

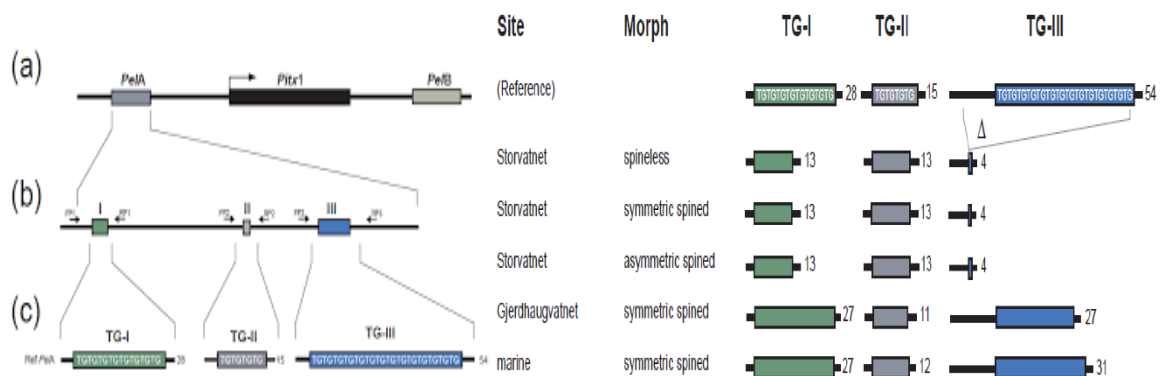
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(C)(D)(E)

解析：(A)多個族群出現相同的表型與相同的調控區缺失，**不必然**代表它們最近才發生基因交流(即基因流動)，也有可能是透過平行演化(Parallel evolution)或獨立的相同突變事件在各自環境中受到相似的天擇壓力而獨立發生。

平行演化：不同族群面臨相似的環境或天擇壓力(例如從海洋進入淡水環境)，由於生物體內可用的發育機轉或基因庫限制(例如著名的 *Pitx1* 基因與其腹鰭調控區)，獨立且重複地發生了相同的刪除突變或選擇固定。另外該項調控區缺失可能在這些族群分家之前(祖先種群中)就已經存在，隨後被不同的分支各自繼承下來，而不是近期才互相交配傳遞。某些特定的基因組區域特別容易發生斷裂或缺失，因此在沒有基因交流的狀況下，不同的族群也可能各自高頻率地發生完全相同的突變。

三刺棘魚的 **PITX1** 基因是演化生物學中的明星基因，主要掌控脊椎動物的**腹鰭與骨骼發育**。當這個基因或其特定的加強子(enhancer)發生突變或缺失時，會直接導致淡水三刺棘魚失去腹鰭與骨刺，成為研究生物平行演化與基因調控的經典範例。



類似試題：

31.下列技術皆與抗體—抗原結合應用相關，何者敘述正確？(A)流式細胞分析儀技術(flow cytometry)可利用螢光標記抗體定量細胞表面抗原(B)免疫螢光(immunofluorescence, IF)通常需要細胞固定，使抗體得以穿透細胞膜(C)免疫組織化學(immunohistochemistry, IHC)與免疫螢光染色的主要差異是訊號來源為酵素沉澱(3,3'-diaminobenzidine, DAB)或螢光(D)流式細胞分析技術不適用於活細胞分析(E)免疫螢光可提供細胞內在蛋白質之細胞定位

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(E)

解析：(D)流式細胞分析技術適用於活細胞分析。

流式細胞分析技術起源於 1950 年代，是一種用於表徵異質細胞群中單個細胞的表型和功能的技術。通過流式細胞分析，研究人員可以測量細胞的大小和顆粒度，並調查包括細胞活性、細胞週期和蛋白質表現等多種因素。在典型的流式細胞實驗中，樣本會使用帶有螢光標記的抗體進行染色，這些抗體能識別並結合特定的細胞表面或細胞內標誌，亦可使用各種螢光化學探針，探究細胞的生理功能。與傳統的群體分析方法(如蛋白質印跡法和酵素聯結免疫吸附測定，ELISA)不同，流式細胞分析和顯微鏡技術能夠分析單個細胞。流式細胞分析的獨特之處在於其高通量能力，使其在多種研究應用中發揮重要作用，包括細胞週期分析、藥物篩選以及幾乎無限的表型研究。

免疫螢光染色技術用於檢測和定位細胞或組織中的特定蛋白質。這項技術利用抗體結合螢光染料，當抗體與目標蛋白質結合後，可以通過螢光顯微鏡觀察螢光信號，以確定蛋白質在細胞內的位置和數量。免疫螢光實驗的標準操作包含**樣品處理、固定、通透、封閉、抗體孵育與封片觀察**六大核心步驟，透過抗原抗體專一性結合與螢光定位細胞內目標蛋白。

酵素呈色法(Chromogenic Detection)— 透過抗體上標定的酵素將可溶性呈色劑(substrates, chromogens)轉化為不溶性的色素沉澱物，進而產生訊號。最為常用的酵素包括能將 DAB 轉化為棕色產物的 HRP (horseradish peroxidase) 酵素，以及能將 BCIP/NBT 呈色劑轉化為藍色產物的 AP (alkaline phosphatase) 酵素。與螢光染劑不同，酵素呈色法所生成的色素沉澱物具有光穩定性，這使得使用此方法的染色切片能夠穩定保存多年。

類似試題：

32. 下列關於酵素結合免疫吸附分析法(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)之敘述何者正確？(A)可利用抗體或抗原固著於固相，以檢測未知抗原或抗體(B)Sandwich ELISA 通常需要兩株辨識不同抗原決定位(epitope)的抗體(C)Competitive ELISA 中，訊號強度通常與待測物濃度成正比(D)Direct ELISA 的非特異性背景通常較 high sensitivity ELISA 高(E)ELISA 可藉由酵素標定進行訊號放大

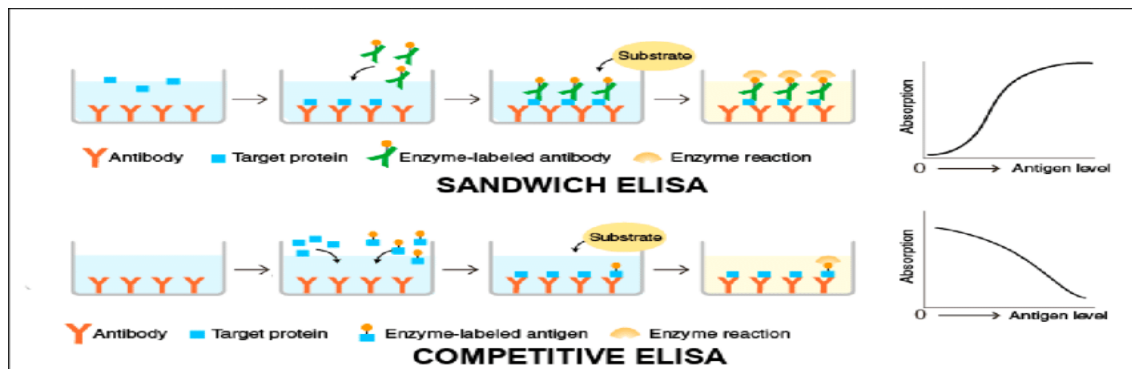
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(D)(E)

解析：(C)Competitive ELISA 中，訊號強度通常與待測物濃度成反比。

在競爭型酵素連結免疫吸附分析法(**Competitive ELISA**)中，訊號強度(如顯色深淺)與待測物濃度通常成反比，而不是正比。

是利用抗原抗體之間專一性鍵結之特性，對檢體進行檢測的分析方法；由於結合於**固體承載物(一般為塑膠孔盤)**上的**抗原或抗體仍可具有免疫活性**，因此設計其鍵結機制後，配合酵素呈色反應，即可顯示特定抗原或抗體是否存在，並可利用呈色的深淺進行定量分析。根據待測樣品與鍵結機制的不同，ELISA 可設計出各種不同類型的檢測方式，主要以**三明治法(sandwich)**、**直接法**、**間接法(indirect)**、以及**競爭法(competitive)**為主。



 Medical Lab Scientist - MLS -								
 KNOW THE DIFFERENCE. MASTER THE RESULT! TWO POWERFUL ELISA TECHNIQUES. TWO DIFFERENT OUTCOMES!								
SANDWICH ELISA			VS	COMPETITIVE ELISA				
1	PLATE COATING Plate is coated with capture antibody.		1		PLATE COATING Plate is coated with antigen or antibody.			
2	SAMPLE ADDED Sample antigen binds to capture antibody.		2		SAMPLE ADDED Sample antigen competes with labeled antigen.			
3	WASHING Unbound material removed.		3		WASHING Unbound material removed.			
4	DETECTION REAGENT Detection antibody added.		4		DETECTION REAGENT Enzyme-labeled antigen or antibody added.			
5	BINDING REACTION Detection antibody forms "sandwich" around antigen.		5		BINDING REACTION Competition occurs for limited binding sites.			
6	ENZYME ATTACHMENT Enzyme-linked secondary antibody binds.		6		ENZYME ATTACHMENT Bound labeled complex remains after washing.			
7	SUBSTRATE ADDED Substrate reacts with enzyme.		7		SUBSTRATE ADDED Substrate reacts with enzyme.			
8	RESULT INTERPRETATION MORE COLOR = MORE ANTIGEN PRESENT		8		RESULT INTERPRETATION LESS COLOR = MORE ANTIGEN PRESENT			
 KEY DIFFERENCE SANDWICH ELISA - Signal increases with antigen concentration - Used for larger antigens with multiple epitopes - High sensitivity and specificity  COMPETITIVE ELISA - Signal decreases with antigen concentration - Best for small antigens or hormones - Useful when antigen has single epitope 			 EASY MEMORY TRICK SANDWICH ELISA MORE ANTIGEN = MORE COLOR  COMPETITIVE ELISA MORE ANTIGEN = LESS COLOR 			 COMMON EXAMPLES SANDWICH ELISA - TSH - HIV antigen - Cytokines  COMPETITIVE ELISA - Steroid hormones - Cortisol - Drug testing assays 		
 DIFFERENT PRINCIPLE. DIFFERENT RESULT. SAME GOAL - ACCURATE DIAGNOSIS!								

類似試題：

33. 抗體與抗原結合所發展出許多生物技術，下列關於抗體—抗原結合的分子結構基礎，何者正確？(A) 抗體與抗原的主要接觸界面由互補決定區(complementarity-determining region, CDR)組成，包括 CDR1、CDR2、CDR3，其中 CDR3 對抗原特異性的貢獻最大(B) 抗原決定位(epitope)可以是連續性或不連續性，由三維結構決定(C) 抗原與抗體之間的結合主要由共價鍵穩定以維持高親和力(D) 抗體構架區域(framework region, FR)對抗原結合沒有任何影響(E) 抗體—抗原結合中，疏水作用、凡得瓦力(van der Waals force)、偶極—偶極作用及氫鍵均可能參與

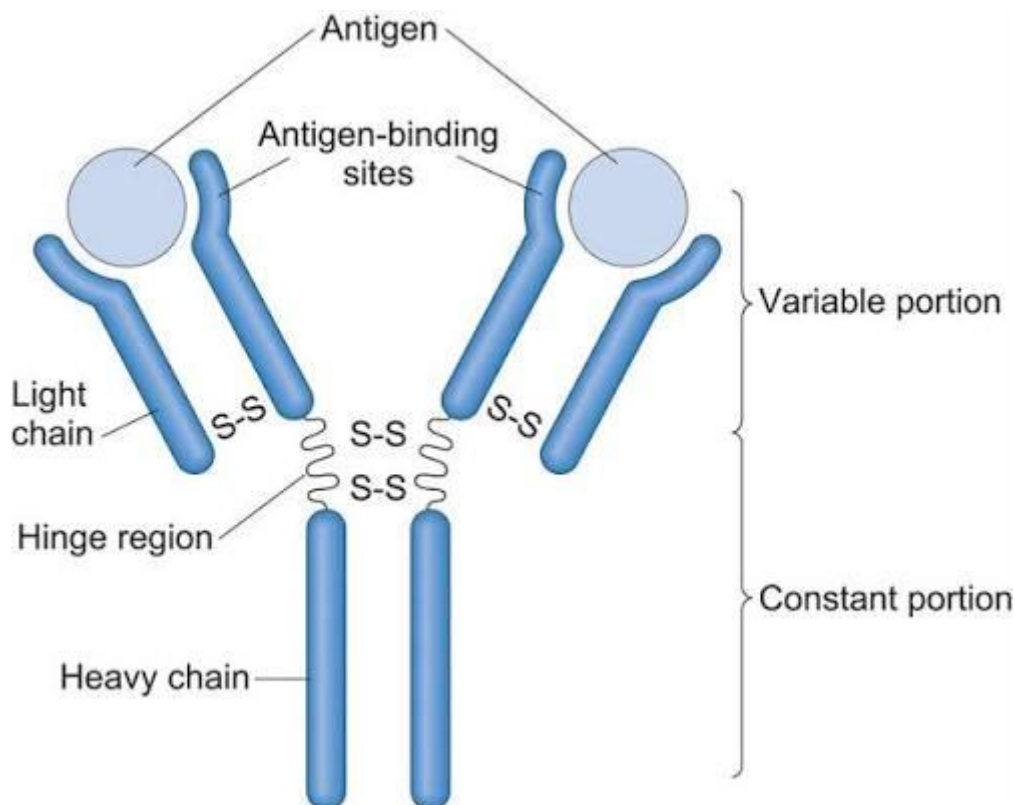
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(E)

解析：(C)(E) 抗體—抗原結合中，疏水作用、凡得瓦力(van der Waals force)、偶極—偶極作用及氫鍵均可能參與。(D) FR 區的微小改變仍可能間接影響抗原結合的親和力與空間構形。

抗體與抗原的結合基礎建立在 Y 型蛋白質的可變區(Variable region)三維立體結構上。抗體分子的頂端含有互補決定區(CDRs)，能透過氫鍵、疏水性交互作用、靜電引力與凡得瓦力等**非共價鍵**，和抗原表位進行高特異性的**緊密契合**。重鏈與輕鏈各含有 3 個 CDR(CDR1、CDR2、CDR3)，其中重鏈的 CDR3 變異性最高、接觸面積最大。

蛋白質抗原的表位根據它們的結構以及與互補位的交互作用，被分為構型表位和線性表位這兩種類型。連續性抗原決定位(Linear/Continuous Epitope)，由一段排在一起的胺基酸組成(一級結構)。就算蛋白質稍微變形，抗體還是可能認得出來。不連續性抗原決定位(Discontinuous/Conformational Epitope)，由分開的胺基酸在蛋白質摺疊後靠在一起組成(三維結構)。大部分的天然蛋白質抗原都屬於這種。



類似試題：

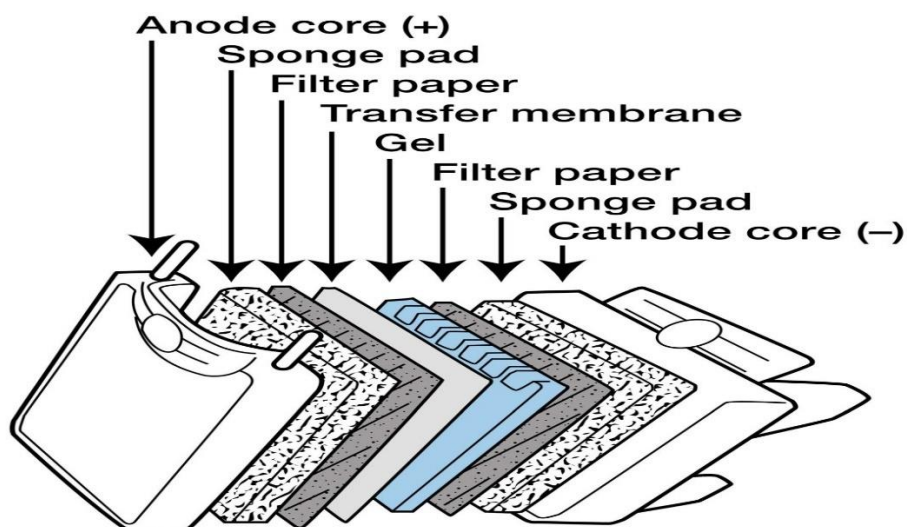
34. 下列關於西方印漬術(Western blotting)的蛋白轉漬時與膜材質的敘述，何者正確？(A)聚偏二氟乙烯膜(PVDF membrane)需要先以甲醇(methanol)活化，以提高蛋白結合效率(B)硝化纖維膜(nitrocellulose membrane)對疏水蛋白之吸附能力通常高於聚偏二氟乙烯膜(PVDF membrane) (C)半乾式轉漬法(semi-dry transfer)通常比濕式轉漬法(wet transfer)更適合高分子量蛋白(>150kDa)(D)梯度膠(gradient gel)可以改善高分子蛋白轉膜的效率(E)轉膜時使用低離子強度(ionic strength)的緩衝液(buffer)可增加高分子量蛋白轉移效率

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(D)(E)

解析：(B)硝化纖維膜(nitrocellulose membrane)對疏水蛋白之吸附能力通常低於聚偏二氟乙烯膜(PVDF membrane)。(C)濕式轉漬法通常比半乾式轉漬法更適合，因為濕式系統提供的緩衝液充足且電流穩定，能更有效地將大分子蛋白質從膠中完整轉移至膜上。硝化纖維膜本身帶有較高的親水與靜電／疏水綜合吸附特性，對一般及疏水性蛋白質的初始結合能力極佳；而 PVDF 膜雖具高度疏水性，但兩者在具體實驗中的蛋白質結合總量與特性會因原文書或題庫標準而異，整體而言硝化纖維膜對多數蛋白質的親和力表現非常優異。材質本身親水，使用前**不需**使用甲醇預先活化。聚偏二氟乙烯膜極度疏水，使用前**必須**先以甲醇或乙醇進行活化。**低分子量蛋白(<100 kDa)**，**半乾式轉漬法**，速度快、省試劑，非常適合小分子蛋白質。

膜的選擇對 Western Blot 的結果至關重要：NC 膜：疏水性結合蛋白質，不需活化，操作方便、價格低廉，成本低，但操作需小心以防破損，且對小分子蛋白結合力較弱，易在洗滌過程中遺失。PVDF 膜：與蛋白質親和力高，需在甲醇中活化，適合高靈敏度檢測與多次重用，但成本較高。具有高結合力與低背景的特性，能在保持清晰蛋白條帶的同時，降低非特異性吸附。其均一孔洞結構可確保大、小分子蛋白均能順利轉移，特別適合高靈敏度的免疫檢測。膜材質兼具高機械強度與柔軟性，不易破裂，並支援再次剝離與再檢測，是兼顧穩定性與重現性的理想選擇。



類似試題：

35.下列有關西方印漬術(Western blotting)的技術問題，何者正確？(A)若高分子量蛋白轉移不完全，可增加十二烷基硫酸鈉(sodium dodecyl-sulfate; SDS)濃度或延長轉膜時間(B)若背景過高，可增加阻斷(blocking)時間或因換阻斷緩衝液(blocking buffer)(C)若共價交聯(cross-linking)造成蛋白無法轉膜，可在緩衝液中加入二硫蘇糖醇(dithiothreitol,DTT)或 2-巰基乙醇(β -Mercaptoethanol, β -ME)(D)若抗體出現 ghost band 或白影，可能因為辣根過氧化物酶(horseradish peroxidase, HRP)能力耗盡(E)若低分子量蛋白顯示擴散(smearing)，可增加膠濃度或調整轉膜條件

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(E)

解析：(D)HRP 或抗體濃度過高，酶活性太強，在曝光瞬間(Flash)把反應物全部消耗光。蛋白上樣量過多，目標蛋白在膜上太集中，反應過於劇烈。反應物本身的容量或涵蓋量無法負荷當下的酶濃度。

在西方墨點法中進行蛋白質轉膜時，針對大分子量(通常大於 100 kDa)的蛋白質，可以透過在轉膜緩衝液中加入微量 SDS(終濃度約 0.05% 至 0.1%)來增加蛋白質的負電荷並助其離開膠體，同時延長轉膜時間(或改用低溫濕式轉印過夜)來改善轉移效率。

若遭遇背景過高的問題，延長阻斷時間(如從 1 小時延長至 2 小時或過夜)或更換阻斷緩衝液(例如從脫脂牛奶改用 BSA 或高效能純化蛋白)，確實是改善非專一性結合的標準有效策略。

西方墨點法(Western Blot, 以下簡稱 WB) 是最常使用的實驗技術之一，實驗流程主要包含樣本製備(Sample Preparation)、電泳分離(Electrophoresis)、轉漬(Transfer)、阻斷(Blocking)、抗體反應(Antibody Incubation)與訊號偵測(Signal Detection)。

類似試題：

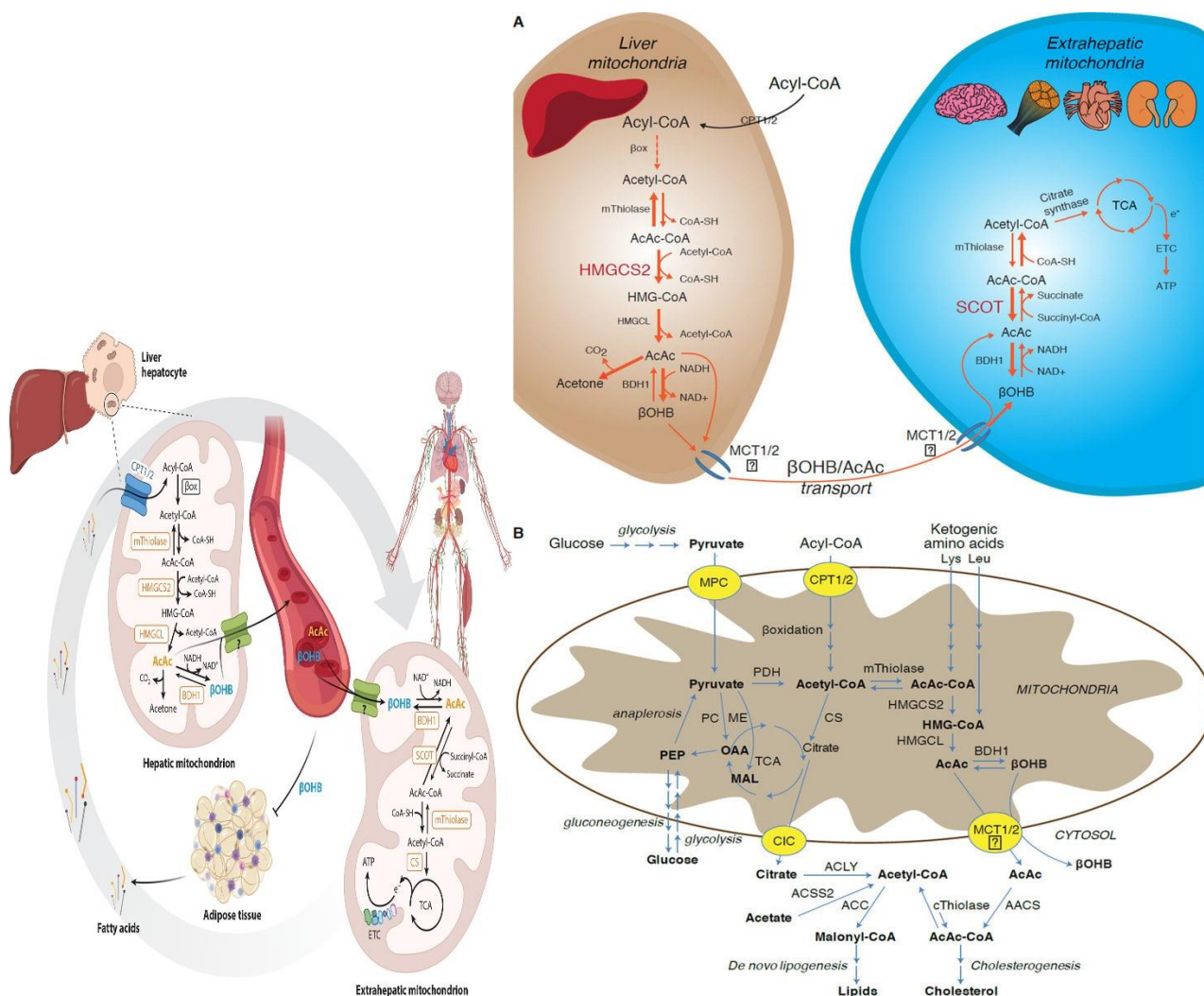
36.研究人員比較「禁食 24 小時」與「剛吃完一餐高碳水餐」兩種狀態下，肝臟的代謝情形。他們發現：禁食狀態下，脂肪組織釋放更多脂肪酸到血液中。肝臟將大量脂肪酸送入 β -氧化，產生比平常更多的 acetyl-CoA。同時測得肝臟中 oxaloacetate(草醯乙酸)濃度下降，TCA 循環速率減慢。研究人員注意到禁食狀態下血液出現某些水溶性分子，能被肌肉與大腦利用作能量來源。根據上述資訊，以下描述何者正確？(A)因為 TCA 循環下降，多餘的 acetyl-CoA 會被肝臟轉換成其他能量分子供全身使用(B)上述的水溶性分子可能是酮體(ketone bodies)(C)酮體的產生與脂肪酸 β -氧化速率增加有關(D)當減少時，acetyl-CoA 難以進入 TCA 循環，因此會促進酮體生成(E)酮體通常在進食後大量生成，因為那時候葡萄糖充足、TCA 循環快速

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(E)酮體通常飢餓、禁食或碳水化合物嚴重不足時才會大量生成，而不是在進食後。

酮體生成時機：當身體沒有足夠的葡萄糖(如飢餓、極低碳水飲食或糖尿病胰島素缺乏)時，肝臟才會被迫大量分解脂肪，產生大量乙醯輔酶 A。此時因為缺乏葡萄糖代謝產生的草醯乙酸(被調去進行糖質新生)，導致 TCA 循環(檸檬酸循環)減緩或受阻，多餘的乙醯輔酶 A 才會轉而合成酮體。



類似試題：

37.沙門氏菌(*Salmonella* spp.)是國內外食安檢測的重點病原。攝食被沙門氏菌污染的蛋品、肉品或生鮮食暑，可能造成腸胃炎、發燒、腹瀉、敗血症等嚴重健康風險。為了確定食品中是否含有沙門氏菌，實驗室常常使用選擇性培養基，其特殊配方只允許特定微生物生長，而且還會設計一些特殊的生化代謝反應，增加特殊菌種的辨識度。例如 XLD(Xylose Lysine Deoxycholate agar)培養基，可辨識沙門氏菌、志賀氏菌以及腸桿菌。在 XLD 培養基長出之菌落如果是黃色，代表腸桿菌、紅色為志賀氏菌、而紅色中心帶有黑色則為沙門氏菌。已知培養基中含有下表所列成分，請問以下描述何者正確？(A)志賀菌呈現紅色是因為無法使用木糖而維持在原本培養基的 pH 值(B)腸桿菌可以使用木糖作為碳源，所以菌落呈現黃色(C)沙門氏菌的黑色是因為氧化硫化硫酸鹽而產生 H_2S ，然後與醋酸銨鐵作用所致(D)如果 XLD 培養基中少了離胺酸，沙門氏菌菌落將變成黃色中心帶有黑色(E)志賀菌具有厚而多層的肽聚醣細胞壁

培養基成分	功效
木糖 Xylose	沙門氏菌和腸桿菌可以使用的碳源，使用後會產生酸
離胺酸 Lysine	沙門氏菌的離胺酸脫羧酶可作用，使得 pH 回升
去氧膽酸 deoxycholate	讓革蘭氏陽性菌無法生長
硫代硫酸鹽 Sodium thiosulfate	作為 H_2S 的前驅物質
醋酸銨鐵 Ferric ammonium citrate	與 H_2S 接觸後會產生黑色的 FeS 沉澱
Phenol red 指示劑	$pH < 6.8 \rightarrow$ 黃色， $pH > 7.4 \rightarrow$ 紅色

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

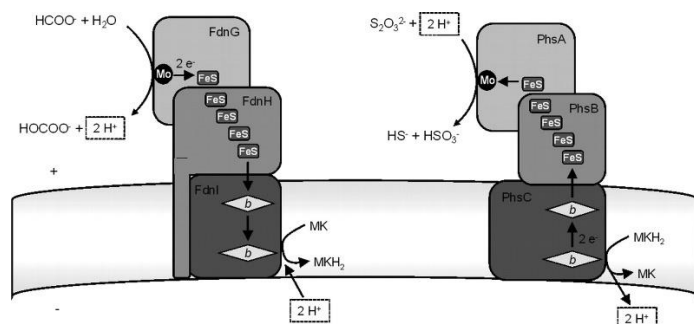
參考答案：(A)(B)(D)

解析：(C)沙門氏菌的菌落黑色是因為氧化硫化硫酸鹽而產生 H_2S ，然後與醋酸銨鐵作用所致。

(E)志賀菌為陰性細菌不具有厚而多層的肽聚醣細胞壁。

沙門氏菌是一種常見的**革蘭氏陰性桿菌**，屬於腸內細菌科。志賀氏菌屬通稱志賀菌或者痢疾桿菌，為腸桿菌目腸桿菌科的一屬，是一類革蘭氏陰性、不活動、不產生孢子的桿狀細菌。

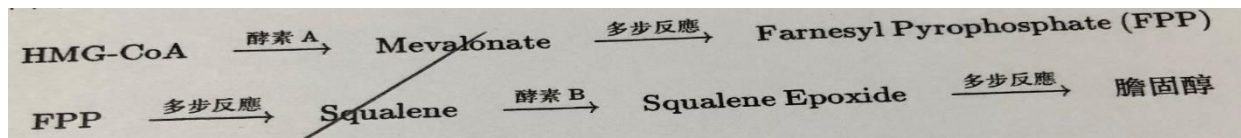
培養基不含蛋白胨，而是使用酵母提取物作為碳源、氮源和維生素源，而木糖、乳糖和蔗糖是可發酵的碳水化合物。沙門氏菌能夠發酵木糖產生酸，但不能發酵乳糖或蔗糖。當木糖耗盡時，沙門氏菌會使離胺酸脫羧，使 pH 值回到中性。在接近中性的 pH 值下，沙門氏菌可以還原硫代硫酸鈉，產生硫化氫，硫化氫與檸檬酸鐵銨形成絡合物，產生黑色或黑色中心的菌落。其他生物體能夠使離胺酸脫羧，但乳糖和蔗糖發酵產生的酸會使 pH 值偏高而無法產生 H_2S 。選擇性是通過加入脫氧膽酸鈉和酚紅作為 pH 指示劑來實現的。



類似試題：

(38-39 為題組)

38.研究人員希望找出膽固醇生合成途徑中最適合作為降膽固醇藥物的標靶。下圖簡化過的膽固醇合成流程(僅示意，非完整路徑)：



研究者觀察到以下的現象：

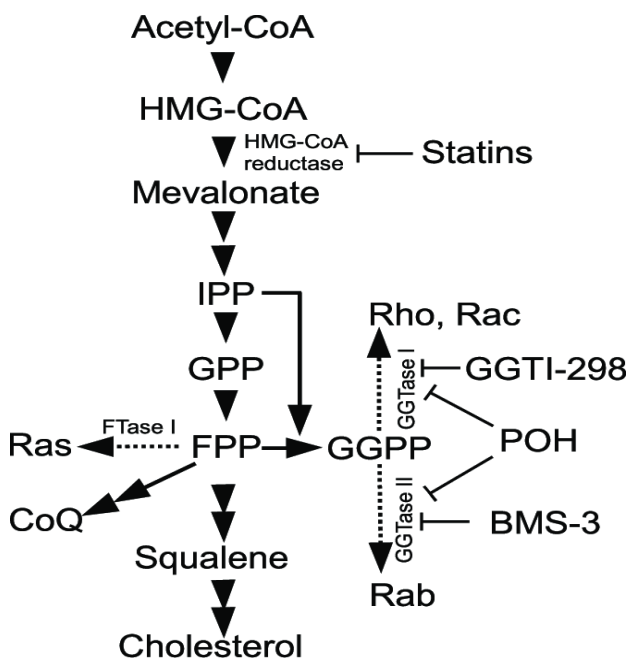
- (1) 酵素 A(HMG-CoA 還原酶)催化 HMG-CoA 生成 Mevalonate，是所有步驟中反應速率最低的
 - (2) 酵素 A 是唯一明顯受到細胞內膽固醇濃度回饋抑制的酵素
 - (3) 當酵素 A 的活性下降時，整條路徑的產物通量(flux)明顯下降
 - (4) 抑制酵素 A 會使肝細胞增加低密度脂蛋白(LDL)受體的表現，以吸收更多血中 LDL-膽固醇
 - (5) 酵素 B(角鯊烯環氧酶)催化 Squalene 轉變為 Squalene epoxide，是將非甾醇結構轉變為甾醇結構的關鍵步驟，但其反應速率遠高於酵素 A，且其活性不受膽固醇濃度回饋抑制
- 以下有關酵素 A 與 B 的描述何者正確？(A)細胞感受到膽固醇濃度高時，會降低酵素 A 的表現(B)抑制酵素 A 會造成 Mevalonate 累積，而抑制酵素 B 會造成 Squalene 累積。因為 Squalene 比 Mevalonate 具有肝臟毒性，因此抑制酵素 A 是比較好的選擇(C)抑制酵素 A 會增加 LDL 受體，因此血中的 LDL-膽固醇會變多(D)酵素 B 的反應速率最高，所以是抑制膽固醇合成最好的選擇(E)可以用血液中的 LDL 濃度變化作為酵素 B 活性的指標

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)

解析：由(1)酵素 A(HMG-CoA 還原酶)催化 HMG-CoA 生成 Mevalonate，是所有步驟中反應速率最低的。及(2)酵素 A 是唯一明顯受到細胞內膽固醇濃度回饋抑制的酵素，可知(A)是正確的。(B)抑制酵素 A 不會造成 Mevalonate 累積，而是減少其生成速度。而抑制酵素 B 會造成 Squalene 累積。(C)由(4)抑制酵素 A 會使肝細胞增加低密度脂蛋白(LDL)受體的表現，以吸收更多血中 LDL-膽固醇，因此血中的 LDL-膽固醇會變少。(D)酵素 A 是抑制膽固醇合成最好的選擇。(E)可以用血液中的 LDL 濃度變化作為酵素 A 活性的指標。HMG-CoA reductase 是膽固醇合成途徑中最主要的調節酵素。

膽固醇合成可分：第一階段(C2 轉為 C6)：兩分子 Acetyl-CoA 縮合成 HMG-CoA，再經關鍵限速酶還原成甲羟戊酸(Mevalonate)。第二階段(C6 轉為 C30)：甲羟戊酸經過多次脫羧與縮合，形成異戊二烯單位，最終頭頭縮合轉化為鯊烯(Squalene)。第三階段(C30 轉為 C27)：鯊烯經環氧化與重排反應，環化形成羊毛固醇，最終脫去三個碳原子生成膽固醇。



類似試題：

39.延續上題，藥廠研究人員已經鎖定膽固醇合成的關鍵酵素，並以此酵素為標的篩選新型降膽固醇藥物「化合物 X」。為評估此化合物對膽固醇合成的關鍵酵素的作用方式，研究人員測量了該酵素在不同基質濃度【S】下的初速率，分別在條件 1(未加入化合物 X)以及條件 2(加入化合物 X)，測得結果如下表(單位： $\mu\text{M}/\text{min}$)

【S】(μM)	條件 1 反應速率($\mu\text{M}/\text{min}$)	條件 2 反應速率($\mu\text{M}/\text{min}$)
10	12	6
20	20	12
40	30	20
80	40	32
160	48	46

以下描述何者正確？(A)化合物 X 是一種競爭抑制劑(competitive inhibitor)(B)在 Lineweaver-Burk 雙倒數作圖上，加入化合物 X 後，直線的 x 軸截距($-1/K_m$)會更靠近 y 軸(C)化合物 X 最可能與酵素活性中心的基質結合位點競爭結合(D)若持續使用化合物 X 抑制此酵素，預期可以觀察到病患血液中的 LDL-膽固醇濃度下降(E)化合物 X 會導致酵素的 $V_{\max}$ 明顯下降，且其 K_m 值不變

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(C)(D)

解析：競爭性抑制劑會讓值 K_m 上升(受質親和力下降)，但最大反應速率 $V_{\max}$ 維持不變。會導致 $V_{\max}$ 下降且 K_m 不變的抑制劑，其實是非競爭性抑制劑。

	▶ Competitive	▣ Non-competitive	▢ Uncompetitive
圖解			
抑制基理及說明	$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$ $+ I \downarrow$ EI 【I】只與自由的【E】結合，會與【S】競爭； 【S】↑可克服【I】的抑制。	$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$ $+ I \downarrow$ $EI + S \rightarrow EIS$ 【I】可與自由的【E】或已佔據有【S】的【ES】結合， 【S】↑不能克服【I】的抑制。	$E + S \rightleftharpoons ES \rightarrow E + P$ $+ I \downarrow$ EIS 【I】只能與【ES】結合， 【S】↑反而有利【I】的抑制。
直接作圖			
雙倒數作圖			

類似試題：

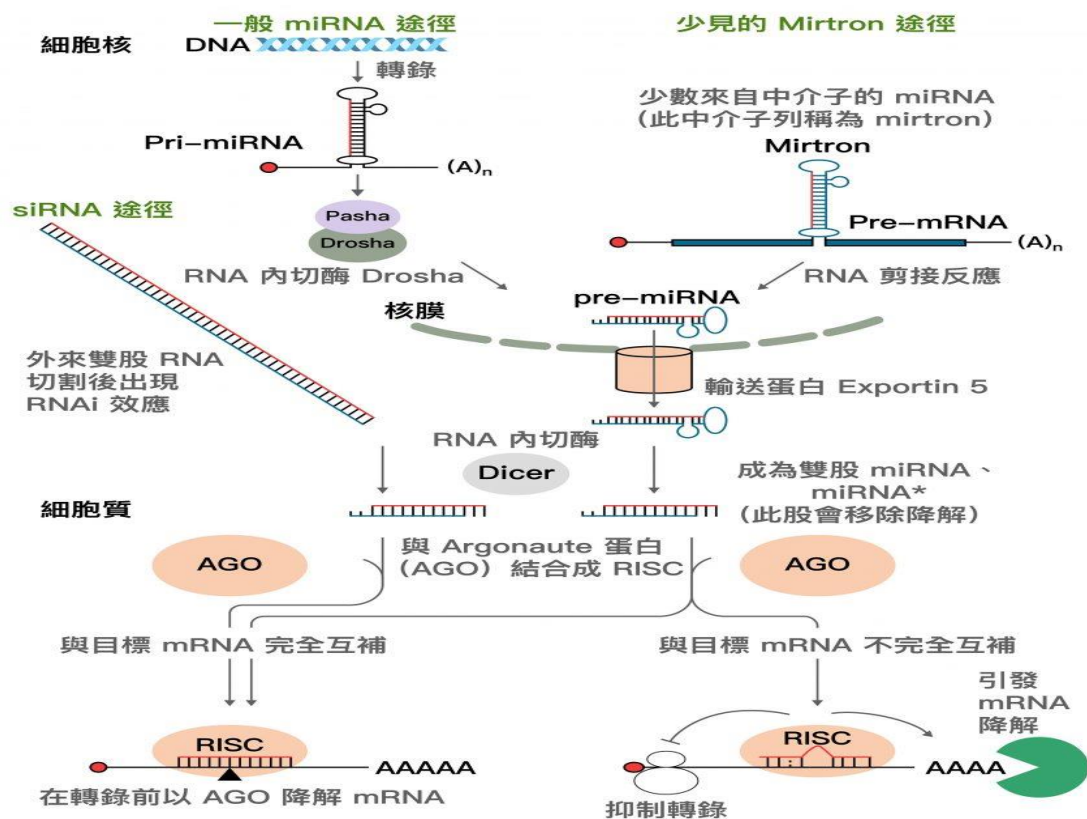
40.藥廠人員正在設計一種新的基因靜默療法。他們鎖定了 miRNA 的作用機制。miRNA 在細胞核內，首先由 Drosha 酵素對「初級 miRNA」(pri-miRNA)進行切割，形成「前體 miRNA」(pre-miRNA)。隨後，這個 pre-miRNA 會被運出細胞核到細胞質中，並被細胞質內的 Dicer 酵素進一步加工成成熟的 miRNA。成熟的 miRNA 會與 RISC 複合體結合，並透過與目標 mRNA 的 3'非轉譯區結合，來抑制特定基因的表達。根據 miRNA 的生成與作用機制，下列敘述何者正確？(A)研究人員可將此合成的 pre-miRNA 直接注射到細胞核內，它仍能被 Dicer 酵素加工成有活性的(B)該療法的作用效果是降低目標基因所編碼蛋白質的總量，但不影響目標 mRNA 的總數量(C)若該合成 pre-miRNA 在細胞質內被 Dicer 切割後，它將成為 RISC 複合體的組成部分(D)若該 miRNA 與目標 mRNA 的結合是完全互補(如 siRNA 模式)，則 RISC 複合體最可能執行 mRNA 切割(E)如果 miRNA 的 RISC 複合體無法運作，細胞可透過 Drosha 酵素的活性來彌補基因靜默功能的不足

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(C)(D)

解析：(A)細胞質中的 **Dicer** 酵素負責加工 pre-miRNA，若直接注射至細胞核內，它會先被核內的 **Drosha** 或其他機制處理(不能被 Dicer 酵素加工成有活性的)。(B)該療法的作用效果是降低目標基因所編碼蛋白質的總量，也能影響目標 mRNA 的總數量。(E)Drosha 酵素負責在細胞核內將初級 miRNA(pri-miRNA)剪切成前驅 miRNA(pre-miRNA)，無法在細胞質中取代或彌補基因靜默核心執行者——**RNA 誘導沉默複合體(RISC)**的功能。

miRNA 的作用機制：miRNA 與目標 mRNA 互補配對。若配對不完全，會直接阻止 mRNA 轉譯成蛋白質。若配對完美，會誘導酵素切割並降解 mRNA。



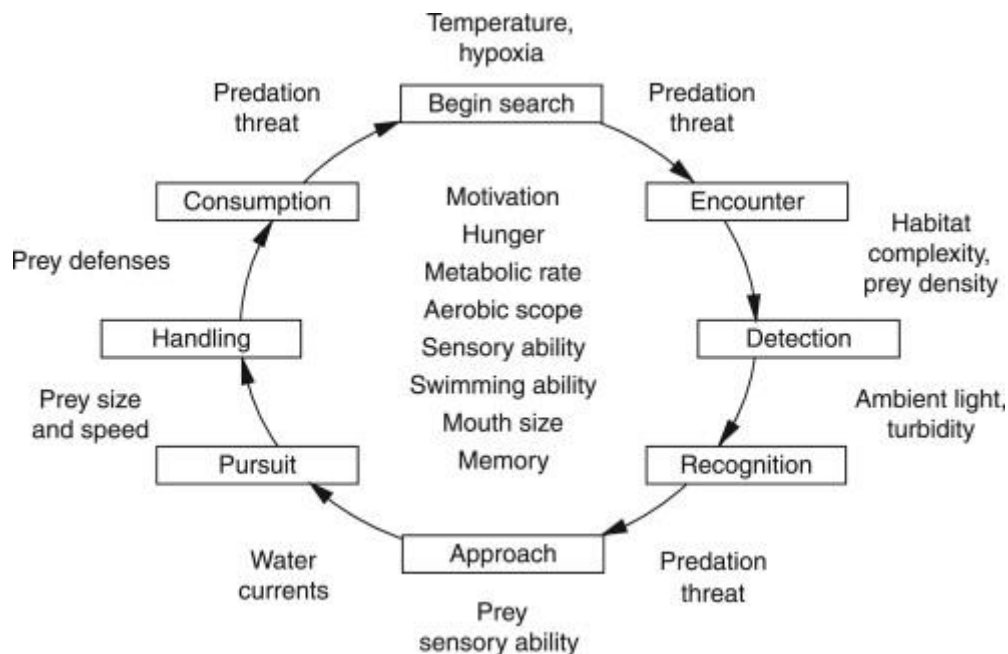
類似試題：

41. 根據漢彌爾頓法則(Hamilton's rule, $rB > C$)與演化賽局理論，下列關於利他行為與社會性演化的敘述，何者正確？(A)在膜翅目昆蟲(如蜜蜂、螞蟻)的單套染色體系統(haplodiploidy)中，姊妹之間的平均遺傳關聯度(r)為 0.5，與人類姊妹相同(B)互惠利他行為(reciprocal altruism)的演化前提，通常需要個體具備辨識對方與記憶過往互動的能力，且族群個體間需有重複互動的機會(C)漢彌爾頓法則的 B 代表受惠者的繁殖利益， C 代表施惠者的繁殖代價，為兩者間的遺傳關聯度。當 rB 大於 C 時，利他基頻率才會增加(D)根據最適覓食理論(optimal foraging theory)，動物的行為決策僅考量熱量攝取的最大化，不需考量捕食風險或處理食物的時間(E)真社會性(eusociality)動物通常具有世代重疊、合作育女大以及生殖階級分工等特徵

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(C)(E)

解析：(A)在膜翅目昆蟲的單倍二倍體系統中，全親姊妹(full sisters)之間的平均遺傳關聯度(r)是 0.75，並非人類姊妹的 0.5。(D)根據最適覓食理論(optimal foraging theory)的**核心概念權衡效益與成本**：動物會追求單位時間內的淨收益最大化，而非單純的總熱量攝取。**處理時間(Handling Time)**：模型(如獵物選擇模型)會將尋找、追捕及處理食物所花費的時間和精力計算在內。風險敏感覓食(Risk-sensitive foraging)顯示，當面臨天敵威脅時，動物常會犧牲部分熱量獲取，轉而選擇安全隱蔽的地點。



類似試題：

根據「最適覓食理論」，當食物充足時，動物只吃最好的食物(通常是能量較高的食物)。現有一種動物，在食物充足時，除了吃最好的食物，仍會吃一些較差的食物，可能的原因包括：(A)特殊養分需求(B)年齡(經驗)不同(C)競爭弱勢者(D)被捕食壓力大(E)以上皆是【2000 生奧複試 A 卷】

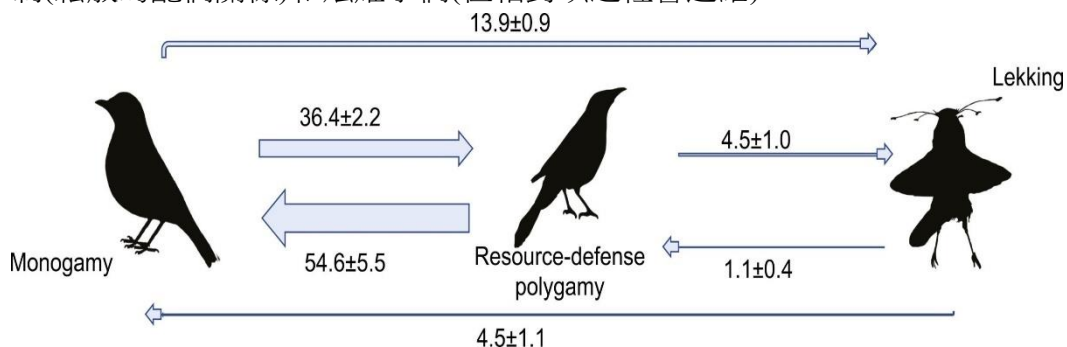
42.鳥類的婚配制度多樣，根據性擇與親代投資理論，下列敘述何者正確？(A)在多樣化的雄鳥飾羽或求偶展示中，根據性擇的「障礙原理」，雄鳥必須發展出可能會降低生存率(如顯眼易被捕食、飛行笨重)的特徵，才能誠實地向雌鳥訊號顯示其優良基因(B)一夫一妻制是鳥類最普遍的婚配制度，主要原因是大多數雛鳥為早熟型(precocial)，需要雙親共同育雛才能提高後代存活率(C)根據「一夫一妻門檻模型」(polygyny threshold model)，當環境資源分布極不均勻、且超過一定門檻時，雌鳥選擇已有配偶的雄鳥(並成為其第二配偶)，其繁殖成功率並不會高於選擇在貧瘠領域、尚未配對的雄鳥(D)雖然許多鳥類維持社會性一夫一妻(social monogamy)，但分子生物學證據顯示，「偶外交配」(extra-pair copulation)在鳥類極為常見。雌鳥進行偶外交配的主要動機，通常是為了獲得更多的直接利益(如雄鳥提供的食物或巢材)(E)托鳥寄生(brood parasitism)行為(如杜鵑科)是宿主與寄生者之間的共演化競賽。寄生者通常會演化出擬態宿主卵的顏色，而宿主則會演化出更強的辨識與排斥異物能力

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(E)

解析：(A)多數需要雙親共同照顧的鳥類其實屬於**晚熟型(altricial)**雛鳥，而非早熟型。約有九成鳥類採行社會性一夫一妻制，主因正是因為照顧幼鳥極度耗費精力，雙親合作才能大幅提高後代的存活率。(C)根據「一夫一妻門檻模型」(polygyny threshold model)，當環境資源分布極不均勻、且超過一定門檻時，雌鳥選擇已有配偶的雄鳥(並成為其第二配偶)，其**繁殖成功率反而會高於(或至少等於)**選擇在貧瘠領域、尚未配對的雄鳥。(D)雖然許多鳥類維持社會性一夫一妻(social monogamy)，但分子生物學證據顯示，「偶外交配」(extra-pair copulation)在鳥類極為常見。雌鳥進行偶外交配的主要動機，通常是為了獲得**間接利益**(獲得優良基因、增加後代基因多樣性、提高子代對疾病或環境變化的抵抗力)。

研究分析了約 6,620 種鳥類(全球物種的 60%)，這是同類研究中規模最大的一次。他們將鳥類的繁殖行為分為三類：單配偶制(穩固的社會性和性行為連結)、資源防禦多配偶制(鬆散的配偶關係)和炫耀求偶(但相對缺乏社會連結)。



類似試題：

43.關生物地球化學循環及其受人類活動之影響，下列敘述何者正確？(A)氮循環中的固氮作用(nitrogen fixation)是將大氣中的氮氣轉化為植物可以利用的含氮化合物，這個過程主要由某些細菌完成(B)磷循環(phosphorus cycle)不像碳、氧或氮循環一樣，其元素在地表上不會以氣態形式存在，因此其循環模式更為局部化(C)砍伐森林會導致該流域的徑流量降低，並顯著提高溪流中硝酸鹽的濃度(D)優養化會促進藻類生長，藻類的光合作用，進而使優養化水域的溶氧量保持在相當高的狀態(E)生物修復(bioremediation)是一種利用生物(如微生物或植物)從受污染的生態系統中移除有害物質的策略，是一種比物理(如焚化、換土)或化學處理法速度更快的整治技術

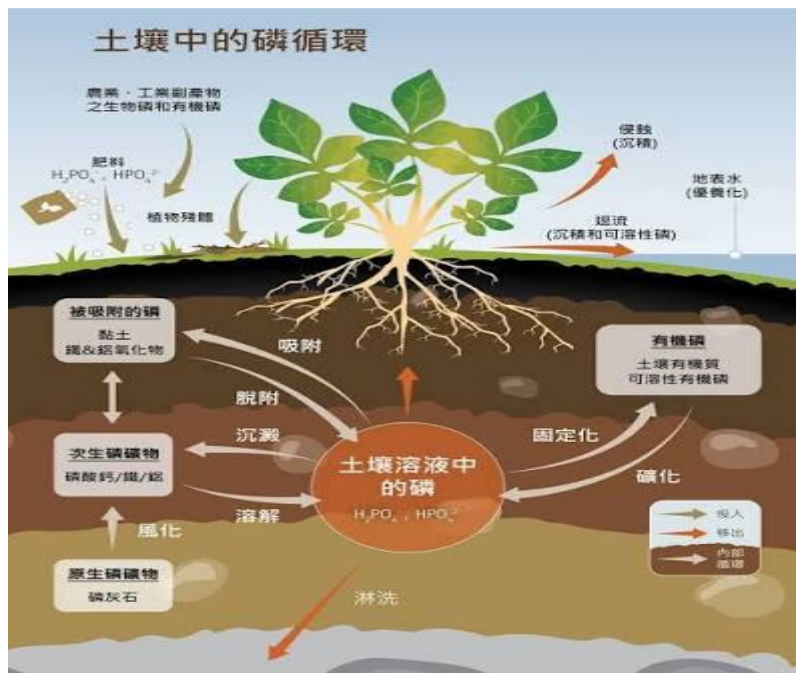
2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)

解析：(C)砍伐森林會導致該流域的徑流量**提高**，並顯著提高溪流中硝酸鹽的濃度。(D)優養化會使水中溶氧量耗盡。(E)生物修復(bioremediation)是一種利用生物(如微生物或植物)從受污染的生態系統中移除有害物質的策略，是一種比物理(如焚化、換土)或化學處理法速度**更慢**的整治技術。

雖然藻類光合作用會在白天增加溶氧，但優養化導致大量藻類死亡後，分解者會耗費大量氧氣，且夜間藻類也只呼吸不光合作用，整體會使水域的**溶氧量急遽下降**，甚至形成缺氧狀態。

生物修復：成本較低、破壞性小、產生的二次污染少，但速度受環境條件(溫度、營養鹽、含氧量)影響，耗時較長。可利用**微生物分解**：細菌或真菌將有機污染物(如石油、農藥)當作食物來源，分解成二氧化碳和水等無害物質。利用**植生復育**：透過特定植物的根系吸收、累積或轉化土壤與水體中的重金屬或化學毒素。可**原地與異地處理**：可分為直接在污染現場處理的「原地生物修復」，以及挖出土壤至別處處理的「異地生物修復」。



類似試題：

44.已知昆蟲為防禦天敵，減少被其捕食的機會，會有穆氏及貝氏擬態。鳥類亦經常會藉著明顯的羽色或表現特殊的行為，減少或避免其遭受天敵攻擊。其中也有一些穆氏及貝氏擬態的案例。試問下列敘述何者正確？(A)某些托卵寄生的杜鵑鳥，其胸部羽色與飛行方式與雀鷹相似，有利其產卵時，減少或避色被寄生鳥的糾纏，屬於貝氏擬態(B)有些鳥類的幼鳥在巢時，會發出似蜜蜂的嗡嗡聲嚇退天敵。今有甲乙丙3種鳥，分別在樹上、樹洞及地面築巢，推測在地面築巢的丙鳥，其幼鳥是上述最有可能會發出蜜蜂嗡嗡聲的鳥種，而此行為屬於貝氏擬態(C)穴鴉幼鳥發出似響尾蛇尾節擺動聲，來嚇退要進入洞穴的野兔，屬貝氏擬態(D)三種有毒的鳥皆有類似型色的鮮艷羽毛，屬於穆氏擬態(E)羽色與飛行方式與禿鷹相似的某株猛禽，藉機混在禿鷹中接近獵物而進行捕食，屬於貝氏擬態

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(D)

解析：有些鳥類的幼鳥在巢時，會發出似蜜蜂的嗡嗡聲嚇退天敵。今有甲乙丙3種鳥，分別在樹上、樹洞及地面築巢，推測在樹洞築巢的乙鳥，其幼鳥是上述最有可能會發出蜜蜂嗡嗡聲的鳥種，而此行為屬於貝氏擬態。(C)穴鴉幼鳥發出似響尾蛇尾節擺動聲，來嚇退要進入洞穴的**天敵捕食者而非野兔**，屬貝氏擬態。(E)羽色與飛行方式與禿鷹相似的某株猛禽，藉機混在禿鷹中接近獵物而進行捕食，屬於攻擊性擬態。

貝氏擬態(Batesian mimicry)：有些生物無毒無害，但是外表卻長得像是一些有毒的生物，以嚇阻捕食者。例如有些蛇的外觀也具有黃黑色的條紋，乍看之下常讓人誤以為是胡蜂。有些無毒蛇類也會模仿有毒蛇的花紋和色彩，例如擬龜殼花和白梅花蛇，外觀就非常類似劇毒的龜殼花和雨傘節。而鳳蝶科的青斑鳳蝶在外觀上也非常類似有毒的青斑蝶類。

穆氏擬態(Mullerian mimicry)：一些具有毒性或是難吃的生物會具有相似的警戒色，如此一旦捕食者捕食了其中一種而導致不愉快的經驗後，以後就會避免捕食這群具有相似警戒色的生物。例如台灣產的幾種青斑蝶在外觀上非常類似，由於青斑蝶帶有毒性，捕食者只要吃過其中一種且產生不適感之後，便不敢再捕食其他幾種外表相似的青斑蝶。人類飼養的義大利蜂、中國蜂、非洲蜂和大蜜蜂等由於具有類似的警戒特徵，可加強捕食者的印象，因此也減少了被捕食的危機。

幼鳥會發出類似蜜蜂嗡嗡聲(buzzing sound)的最著名鳥種是**北撲翅鵲**(Northern Flicker，一種北美洲的啄木鳥)。當牠們的樹洞巢穴變暗、有親鳥回來餵食或遇到威脅時，巢中的幼鳥會集體發出像是一群生氣的蜜蜂或大黃蜂般的嗡嗡合唱，藉此嚇退天敵。

科學家曾發現如蜂鳥幼鳥在遭遇危險時會晃動身體模仿有毒毛毛蟲；而許多地面幼鳥(如鴿科、夜鷹等)則透過靜止不動與斑駁羽毛融入地面，躲避掠食者。白頸蜂鳥的小鳥寶寶竟然能夠模仿當地毒毛毛蟲的動作，來嚇跑天敵。

類似試題：

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

【2022 生奧複試 B 卷，答案：(C)(E)】

下列有關貝氏擬態 (Batesian mimicry)的敘述，何者正確？(A)鱷龜(snapping turtle)將其舌頭擬態為蟲以吸引魚類(B)幼鹿以毛皮的顏色作為在森林中的偽裝(C)蝴蝶偽裝成樹葉(D)無毒的蛇擬態為有毒的蛇(E)看起來像嫩枝的昆蟲

【答案：(D)】

45.紅外線自動照相機的原理是藉由偵測動物的體溫熱輻射所發出紅外線，觸發相機拍攝，來得知當地出現的野生動物種類。某生在一個禮拜期間，利用紅外線自動照相機比較甲、乙兩地區的動物種類組成，結果如下表，其中所列數值為甲、乙兩地區分別拍攝到不同動物種類的照片張數。

	物種一	物種二	物種三	物種四	物種五
甲地區	12	11	14	13	17
乙地區	20	12	9	5	1

根據以上資訊，下列敘述或推論何者正確？(A)平均而言，紅外線自動照相機拍攝到爬蟲類動物的機率會高於拍攝到哺乳類動物的機率(B)活動範圍較大的物種通常較不易被拍攝到(C)甲、乙兩地區均只有五種動物存在(D)甲地區的動物個體數較乙地區多(E)甲地區的動物物種多樣性較乙地區高

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)

解析：(A)平均而言，紅外線自動照相機拍攝到爬蟲類動物的機率會低於拍攝到哺乳類動物的機率。(C)甲、乙兩地區可能不只有五種動物存在。(D)甲地區的動物個體數不一定較乙地區多。(E)甲地區的動物物種多樣性不一定較乙地區高。

紅外線自動照相機的運作原理，主要是利用被動式紅外線感應器(PIR)來偵測前方移動物體所產生的溫度變化。當內溫動物(如哺乳類或鳥類)走進偵測範圍時，其體溫散發的熱輻射會使環境中的紅外線強度產生差異，進而觸發相機進行拍攝。

紅外線自動相機調查可歸納出下列幾項優點：

第一、延長野外調查工作時間，突破人力調查工作時數之有限。第二、紀錄資料型態為影像，為直接證據且可受第三方檢驗。第三、半自動化調查工具監測相較人為調查對動物的干擾較低。第四、自動相機調查短時間可掌握調查區域棲息的普遍物種，長時間監測調查則可能記錄到稀有或過境穿越物種。第五、可同時監測多種共域物種，能較完整瞭解調查區域中大型哺乳類與走禽類的生物資源現況。第六、近 10 年來發展數位型紅外線自動相機，相較早期使用之底片型紅外線自動相機，不僅紀錄資料量大幅提升外，野外可運作時間較長，錄影功能可獲得物種行為資料，可更為瞭解野生動物生態習性。透過紅外線自動相機不僅可獲得大量的野生動物資料建置地理分布資訊、彙整分析後能了解地區性物種組成結構、目標物種的活動模式和其動物生態行為、季節性的族群變動趨勢，以及探討共域野生動物的交互關係，提供更充足資訊來進行後續物種保育或相關評估規劃。

類似試題：

46.熊為食肉性的大型猛獸，具有敏銳的感官，強健軀體及靈活的身手，使其成為某些地區最具代表性的猛獸。熊食性廣泛，雖屬食肉動物，但許多時候以各種植性食物為主，在北溫帶莓果生長期間，林道旁開闊地的莓果尤其豐富，是熊喜食的食物，個體常不分晝夜大量進食以為冬眠前儲存足夠的脂肪過冬。熊壽命長，幼體發育及跟隨母親學習的階段亦長，有利於幼熊生存及對環境的因應。生活在北美的黑熊及棕熊，因數量眾多、分布廣泛，且傳統上是北美居民定期狩獵的對象，基於安全，合法狩獵必須在白晝時間進行，另對狩獵個體亦有所限制，禁止狩獵照顧小熊的母熊。研究人員長期對熊進行監測及研究，其中針對共域的黑熊與棕熊間的關聯有相當深入的了解。共域環境多屬較荒蕪地段，各種人為探索活動(包括狩獵等)常藉林道進入。棕熊體型大於黑熊，除對黑熊造成相當程度資源利用的競爭外，有時亦會攻擊黑熊造成其傷亡，甚有將其啃食的案例。而體型過大過重的棕熊個體往往不利於其攀爬，限制了一些牠可能探索的空間。針對共域的黑熊及棕熊，下列敘述何者正確？(A)預期黑熊常預先會避開棕熊的活動空間，靠其敏銳的感官，尤其是視覺(B)預期莓果結實期間黑熊白晝常出現於林道旁的環境，而棕熊則遠離林道旁的環境(C)預期在此結果期間，兩種熊的全天作息模式是相似的(D)預期育幼的黑熊選擇在樹多地方活動的機會大於其他熊隻個體(E)預期在北美國家公園內生活的棕熊，於莓果結實期間全天皆可能出現在林道旁的環境

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

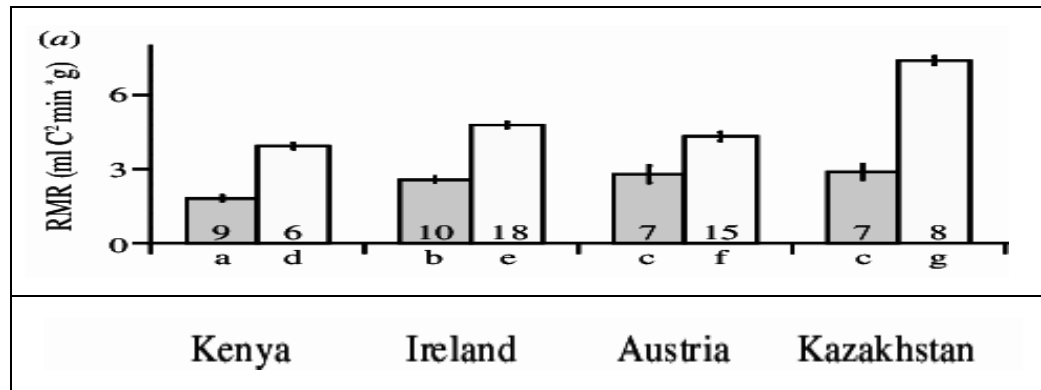
參考答案：(B)(C)(D)(E)

解析：(A)黑熊主要依賴其**嗅覺和聽覺**來偵測周遭環境與避開危險(如大型掠食者或人類)，而非敏銳的「視覺」，因為多數熊類的視力相對較差。

類似試題：

47.科學家將由肯亞、愛爾蘭、奧地利以及哈薩克這四個地區所捕捉到的一種屬於鵲科的鳥類，在相同的溫度日照長度條件下飼養在德國同一個地方的鳥舍中，並在冬天和夏天分別測量這些鳥類的代謝率(以 RMR 當作指標)，所得的結果如下圖，其中灰色和白色柱狀圖分別代表於冬天和夏天的檢測結果，柱狀圖內的數字則為樣本數。(取自 Wikelski et al, 2003)

根據以上資訊，下列敘述或推論何者正確？(A)冬天時以來自肯亞的鳥類個體其基礎代謝率最低(B)四個地區均以夏天的基礎代謝率較冬天高(C)四個地區中，來自肯亞的鳥類個體其壽命最短(D)四個地區中，來自哈薩克的鳥類個體其生活史最接近 K 選擇物種(E)本研究證實四個地區基礎代謝率的差異有受到遺傳因子的影響



2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(A)(B)(E)

解析：(C)四個地區中，來自肯亞的鳥類個體其壽命不一定最短，有可能比較長。(D)四個地區中，來自肯亞的鳥類個體其生活史最接近 K 選擇物種。

Slow pace of life in tropical sedentary birds: A common-garden experiment on four stonechat populations from different latitudes(2003)

Overall, RMR was lower in resident Kenyan birds than in the predominantly resident birds from Ireland, and the RMR of both these stationary populations were lower than those for migratory birds from Austria and Kazakhstan. African birds compared with that of the other subspecies is compelling evidence of their intrinsically slow pace of life. RMR was lowest in the resident Kenyan birds, higher in mostly sedentary Irish birds, and highest in migratory Austrian and Kazakhstan birds. the 'pace of life', as indicated by metabolic turnover, is lower in sedentary tropical than in north-temperate migratory individuals of the same species. Such intrinsically low energy expenditure in sedentary tropical birds may have important implications for slow development, delayed senescence and high longevity in many tropical organisms.

研究發現，生活在赤道肯亞等熱帶地區的定居鳥類，其演化出的生理機能與生活史策略，呈現出明顯的「慢步調」特徵。肯亞等熱帶留鳥的基礎代謝率(BMR)與靜止代謝率(RMR)顯著低於溫帶或候鳥品種。牠們將較少能量消耗在劇烈活動或高頻率繁殖上，轉而重視長期的身體修護與自我維持。相比於高緯度地區代謝快、壽命短的鳥類，肯亞的熱帶鳥類擁有更高的成鳥與幼鳥存活率，壽命普遍較長。低生育率：產卵數較少(例如每窩僅產兩顆蛋)，幼鳥發育與性成熟的時間也較慢。這種低能量消耗的緩慢生活步調，讓牠們能維持穩固的免疫功能，達到延緩衰老的效果。

類似試題：

48.在保育生物學中，物種的稀有度(rarity)是一個多維度的概念，通常由三個主要因子決定：地理分佈範圍、棲地專一性，以及族群密度(local population density)。物種在這三個因子上的不同組合，形成了七種稀有等級，其中最稀有的物種是「地理分佈狹隘、棲地專一、密度低」。在擬定保育策略時，必須針對不同的稀有度類型進行策略上的權衡。下列關於不同物種稀有度的保育策略，何者正確？(A)對於地理分佈廣泛、但族群密度極低的稀有物種(如某些大型猛禽)，最重要的保育策略應著重於建立多個小型保護區來涵蓋其廣大分佈範圍，以避免單一地區的風險(B)對於地理分佈狹隘，但密度相對高的物種(如某些特有種植物或洞穴物種)，除了棲地內保育(in-situ conservation)外，也應該同時考慮建立衛星族群或進行異地保育(ex-situ conservation)(C)旗艦物種通常為地理分佈廣泛、密度極低的物種，在擬定保育策略時，應優先投入資源於這些物種，因為它們通常需要更大的棲地來維持基因交流(D)對於地理分佈狹隘、密度極低的物種，保育策略必須採取棲地內保育搭配積極的人為輔助，例如人工授粉或減少基因流失的遺傳管理(E)地理分佈極廣泛，但族群密度低的稀有物種，該物種低密度可能反應其環境乘載量(carrying capacity)本來就低，擴大棲地面積或增加棲地的連通性，對其族群數量的提升效果有限

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(B)(D)

解析：(A)對於地理分佈廣泛、但族群密度極低的稀有物種(如某些大型猛禽)，最重要的保育策略，因為小型保護區無法滿足其大領域需求，且容易導致族群碎片化與邊緣效應。正確策略應為建立**大型核心保護區**並搭配**保育廊道**。(C)旗艦物種通(Flagship species)，在於其**社會吸引力與公眾號召力**，用以促進大眾對保育的關注與資金捐助，而非取決於其族群密度或基因交流需求。(E)地理分佈極廣泛，但族群密度低的稀有物種，該物種低密度可能反應其環境乘載量(carrying capacity)本來就低，擴大棲地面積或增加棲地的連通性，對其族群數量的提升有幫助。

針對地理分佈狹隘、棲地專一、密度低，精準劃設微型保護區：針對狹隘分佈區建立小型、高效能的保護地，避免因傳統只保護大型森林而漏掉特有種。棲地專一性維護：分析該物種賴以生存的單一環境因子(如特定食草、水質或共生菌)，進行針對性維護。嚴格控制干擾與緩衝帶：設立邊緣緩衝區，阻絕人為開發、外來種入侵與污染，降低邊緣效應。移地保育與人工繁育：在野外族群過低時，於植物園或動物園建立保種中心，保留最後的基因存活脈絡。族群監測與基因交流：定期追蹤個體數量，必要時透過人工移殖增加基因多樣性，防止近親繁殖衰竭。

針對地理分佈廣泛但族群密度低的稀有物種，傳統「劃定單一核心保護區」的策略往往效果有限。核心策略應著重於**全域景觀連結**、**公民科學監測**、與**跨區域聯防**，透過維護棲地連通性及大範圍族群數據收集，來維持物種的最低有效族群量。

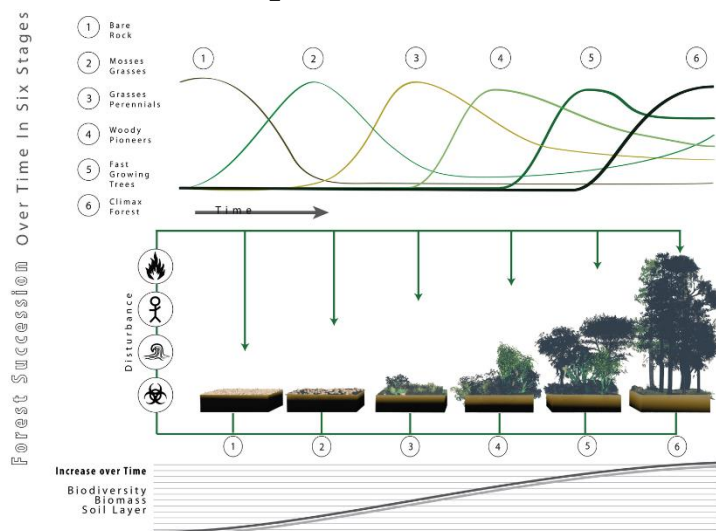
類似試題：

49.經典的植群演替理論認為，在沒有外部干擾的情況下，一地區的植被最終會趨向於該地區氣候條件下唯一穩定的極盛相(climax community)。然而，許多研究也指出，受到干擾、物種傳播限制、氣候變遷與外來種入侵等因子的影響，植被的實際變化路徑往往偏離單一極盛相的預測。下列關於決定植物群落物種組成和動態主要機制的說明，何者正確？(A)植被群落的組成最終由該地區的氣候條件決定，干擾和物種入侵僅在短期內影響演替的快慢，但不會改變極盛相的物種組合(B)物種間的競爭是決定群落結構的主要生物因子，因此在移除外來入侵生物後，就能使群落向預測的極盛相逐漸恢復(C)植群的物種組成由區域尺度的物種庫(species pool)所調控，只要保持各群落間的聯通性，一物種在該地的定殖與否，取決於當地非生物因子是否合適(D)決定群落動態的因子是多重且彼此互相用的，涵蓋了區域尺度的氣候與傳播限制、群落尺度的土壤頻率，以及目前群落內物種間的交互關係(E)由於氣候變遷和外來入侵種導致的環境變化，使得過去的演替模式已不再適用，未來的植被群落組成基本上無法預測

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

參考答案：(D)

解析：(A)植被群落的組成最終由該地區的氣候條件決定，干擾和物種入侵僅在短期內影響演替的快慢，會改變極盛相的物種組合。(B)物種間的競爭是決定群落結構的主要生物因子，因此在移除外來入侵生物後，不一定能使群落向預測的極盛相逐漸恢復。(C)植群的物種組成由區域尺度的物種庫(species pool)所調控，只要保持各群落間的聯通性，一物種在該地的定殖與否，取決於當地非生物因子和生物因子是否合適。(E)由於氣候變遷和外來入侵種導致的環境變化，未來的植被群落組成基本上仍有可能預測。干擾和物種入侵不只影響短期速度，嚴重或長期的干擾與持續入侵可能會導致生態系發生「狀態轉變」(regime shift)，改變極盛相的物種組合。群落結構不僅受生物間競爭影響，還受非生物因子、歷史偶發性及干擾等影響；且移除外來種後，環境可能已經過度受損或存在優先效應，不一定能自動恢復至預期的原始極盛相。定殖與否除了當地非生物因子，還受到物種間競爭、干擾及優先效應等生物與微環境因子的強烈限制，不單單只看非生物因子與聯通性。科學家仍透過動態模型與機制來預測未來趨勢，並非「完全無法預測」。



類似試題：

50.許多鳥類針對天敵，會發出警戒聲，除警告同類躲避天敵外，有些鳥所發出的警戒聲會吸引在附近活動的同類及其他鳥類共同前來驅趕天敵。澳洲學者研究托卵寄生鳥種的結果發現，全球有 21 種鳥會對寄生鳥種如杜鵑發出警戒聲。這些鳥類中，有些是共域且有相近的親緣關係，但也有些鳥是在 5 千萬年前有共同的祖先，現今則生活在不同的大陸。學者發現會發出此種叫聲的鳥類，推測是牠們皆生活在有較多被托卵寄生案例的地區。研究者利用被杜鵑寄生的兩種當地鳥種(華麗細尾鸚鵡及白眉刺絲鵲)進行實驗。他們提供了杜鵑標本，分別呈現在兩種鳥的面前，兩種鳥會發出相似的警戒叫聲，並出現有攻擊行為。而當研究者呈現其牠天敵的模型時，則幾乎不曾記錄此種警戒叫聲。另當研究者只播放警戒叫聲時，此兩種鳥也會產生強烈的反應。他們用澳洲被寄生鳥類的警戒聲，播放給中國的被寄生鳥類聽時，以及播放中國的被寄生鳥類的警戒聲給澳洲被寄生的鳥類聽時，這些聽眾都有相同的反應，表現出有托卵寄生的威脅存在。根據研究者以往的研究顯示，這兩種鳥的個體如從未見過杜鵑，聽到警戒聲音後會有趕到聲源的驅趕行動，但不會發出警戒叫聲；但當這些鳥類觀察到有其牠鳥在杜鵑附近發出警戒叫聲後，牠們才會發出警戒叫聲。試問下列敘述何者正確？(A)此結果顯示，全球受到杜鵑寄生的不同鳥種有共同的語言來顯示杜鵑的威脅(B)澳洲此兩種鳥的警戒叫聲來自學習(C)澳洲此兩種鳥的警戒叫聲屬於本能(D)預期全球暖化對於北半球生活的杜鵑(夏候鳥，其遷移時間主要取決於光照周期)繁殖所造成的影響，可能小於在地的被寄生鳥種(E)此種各地針對杜鵑的警戒叫聲，屬於趨同演化

2026 生物奧林匹亞複試 B 卷

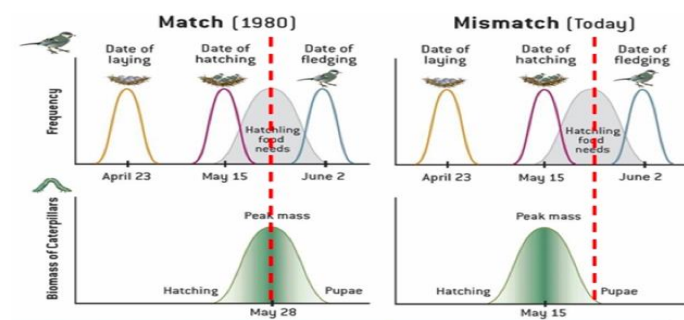
參考答案：(A)(E)或(A)(B)(E)

解析：(B)(C)澳洲此兩種鳥的警戒叫聲屬於本能及學習。(D)預期全球暖化對於北半球生活的杜鵑(夏候鳥，其遷移時間主要取決於光照周期)繁殖所造成的影響，可能大於在地的被寄生鳥種。

由於杜鵑的遷移和繁殖時間主要取決於光照週期(day length / photoperiod)，而非溫度，因此全球暖化不會讓牠們跟著提早遷徙；但當地的被寄生鳥種(多為留鳥或早回的候鳥)會受氣溫升高影響而**提早開始繁殖**。這會導致杜鵑抵達時，寄主的繁殖期已過或幼鳥太大，使杜鵑面臨嚴重的**物候不匹配(mismatch)**，因此受到的負面影響反而大於在地鳥種。面對巢寄生威脅時，跨物種間常會共享相似的防禦性訊號，其受光照周期或繁殖季的生理影響，往往小於來自在地巢寄生鳥種(如杜鵑)所帶來的生存壓力與天擇作用。

宿主的演化反制：聲音密碼(胎教)：華麗細尾鸚鵡母鳥在孵蛋期間會反覆對蛋唱歌，教導未出殼的寶寶獨特旋律。破殼後的小鸚鵡會以類似的音調乞食，而外來的杜鵑幼鳥因無法在卵中學到這組密碼，會因乞食聲不符而被親鳥識破並拒絕餵養。

Shared Acoustic Structure 和 Cross-Species Communication。



類似試題：