

2022 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第一部分

Student Code :



注意事項：

1. 本部分試題共 8 頁(含封面)，共 100 分。
2. 請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
3. 作答時請確認試卷封面是否和你的考號相同。
4. 請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
5. 試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第一部分: (100 分)**一、 國際賽型題(共 50 分)****報導一：**

中樞神經系統因有血腦屏障 (blood brain barrier, BBB) 常被認為是免疫豁免區 (immunologically privileged site)，不會發生免疫反應。但許多神經退化性疾病如阿茲海默症 (Alzheimer's disease, AD) 及多發性硬化症 (multiple sclerosis, MS) 的發病進程都與發炎有關，發炎免疫機制如何運作？周邊血中的免疫細胞與中樞神經系統的發炎有何關係？科學家追查腦膜中免疫細胞的來源時，發現顱骨骨髓產生的骨髓細胞 (myeloid cells) 可由骨中的通道進入腦膜，又發現腦膜中有淋巴管 (meningeal lymphatics)，可將腦中淋巴液引流至頸部淋巴結，淋巴液中的抗原可被 T 細胞辨識。用 MS 的小鼠模型追蹤，發現腦損傷時骨髓細胞會大量進入中樞神經系統，其中來自腦膜的較多且能調節免疫反應，來自血液的骨髓細胞較少且與發炎有關。2021 年，科學家證實腦脊液 (cerebrospinal fluid, CSF) 可將中樞神經系統的抗原帶到硬腦膜竇 (dura sinus, DS) 靜脈匯流處，DS 中的抗原呈現細胞捕捉抗原後可呈現給 T 細胞。藉單細胞 RNA 定序技術 (single-cell RNA sequencing) 繪製年輕與老化的硬腦膜細胞與分子圖譜，結果指出兩者的細胞類型及基因表現均有顯著不同。硬腦膜內皮細胞缺乏緊密連接 (tight junction) 蛋白、細胞膜上有黏附分子 (adhesion molecules)，硬腦膜基質細胞能分泌趨化因子 CXCL12，吸引具 CXCR4 受體的 T 細胞。動物模式研究顯示免疫細胞在 DS 累積活化，引起免疫反應使神經細胞死亡可能是 MS 的成因。腦膜中 B 細胞多數起源於顱骨骨髓，並在該處辨識大腦的正常蛋白，來自血液循環的 B 細胞數量較少但會隨年齡而增加。

- 判斷下列七項敘述 (A-G) 是否正確，在答案表的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。本題全錯得 0 分，答對一、二、三、四、五、六、七項分別得 0.5、1、2、4、7、10.5、15 分。
- (A) 淋巴液可經腦膜淋巴管流入淋巴結，淋巴液中帶來的抗原可被淋巴結中的免疫細胞辨識，啟動大腦中的先天性免疫反應
- (B) 單細胞 RNA 定序可鑑別不同類細胞的差異，能準確繪出細胞種系的演化親緣圖，並可證明特定序列在基因體上密度是均勻分佈的
- (C) 大腦中的免疫細胞多數起源於顱骨骨髓，進入腦後可用於保護大腦不受傷害；少數來自血液循環，這些免疫細胞會引起發炎造成傷害
- (D) 根據硬腦膜細胞所表現的蛋白質推測，血液中的 T 細胞可被吸引至硬腦膜處並附著於內皮細胞表面，經黏附分子協助通過細胞間隙進入腦膜
- (E) 當病毒感染腦部時 BBB 通透性會增加，感染過後 BBB 會自行修復，但已進去的免疫細胞會留在腦中，能產生抗-大腦正常蛋白抗體的 B 細胞全都是從血液進入腦中的
- (F) 大腦本身有微膠細胞 (microglia) 可抵禦外來病原體、清除已死細胞與神經系統代謝廢物，並負責神經發育過程中突觸的修剪和重塑，血液中的免疫細胞不會出現在大腦中
- (G) MS 發炎過程中的 T 細胞都是由血液進入腦中的，會將髓鞘當作外來物進行攻擊，免疫細胞釋放的細胞素和抗體會擴大發炎反應，導致 BBB 瓦解而出現神經受損，阻滯正常神經信息的傳遞

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
答案							

報導二：

今年 2 月寒流發威，氣象報告說全台成了凍蕃薯，還說體感溫度會更低。環境中的氣溫是一個絕對值，會因動物體觸覺感受的體感 (somatosensation) 變成相對值嗎？人如何感知溫度或觸覺？2021 年諾貝爾生理醫學獎由美國學者 David Julius 與 Ardem Patapoutian 共同獲獎，得獎研究分別是神經系統對溫度與觸覺刺激的感知。外在環境刺激如何轉換成神經細胞的動作電位或其他人體可解讀的訊號？David Julius 在研究辣椒素 (capsaicin) 與痛覺感時建立數百萬個 DNA 片段的資料庫，某些基因能對應到神經細胞引發痛覺、觸覺、溫度感受等功能。其中一組基因會產生辣椒素受體 (TRPV1)。TRPV1 是鑲嵌在細胞膜上的離子通道，溫度高於攝氏 43 度時會被活化使離子通道開啟並轉換成引發痛覺感受的神經訊號，研究顯示 TRPV1 對本體感覺或機械力量也有反應。之後他延伸溫度受體研究，又發現以薄荷醇 (menthol) 刺激能感知冷的 TRPM8 受體，TRPM8 為對低溫敏感的離子通道。後來陸續確認其他與 TRPV1 和 TRPM8 相關的受體會對不同溫度產生反應，解釋了外在溫度刺激如何轉換成人體觸覺訊號。Ardem Patapoutian 則研究人體如何感知觸覺刺激。Ardem Patapoutian 找出一種細胞株，當受到微量吸管擠壓的刺激時會產生電訊號，於是篩選出 72 組產生相關離子通道的基因，利用基因靜默方式確認何者參與機械力訊號傳遞，發現機械力敏感離子通道 (mechanosensitive ion channel, MIC) Piezo1，再透過基因比對又發現與本體感有關的 Piezo2，Piezo1 及 Piezo2 均為鑲嵌於細胞膜上的鈣離子通道蛋白，具彈性結構，細胞膜受到一定張力時會由彎曲狀態伸直為扁平狀態，使鈣離子通道開啟，離子流入細胞使作用於細胞的機械力轉為改變細胞活性的電信號，在人體控制血壓、肺部呼吸、膀胱收縮上都扮演調節壓力的重要功能。

- 判斷下列六項 (A-F) 敘述是否正確，在下表的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。本題全錯得 0 分，答對一、二、三、四、五、六項分別得 0.5、1、2、4、7、10 分。

- (A) 在細胞膜上施加足夠的張力可直接激活 Piezo1 及 Piezo2 離子通道
 (B) 通過使用缺乏 TRPV1、Piezo1 等受體相關基因的小鼠，或以基因靜默方式，可在分子層次上發現與溫度或觸覺相關的對應受體
 (C) TRPV1 為熱敏受體在高溫活化，TRPM8 為冷敏受體在低溫活化，作用機制與 Piezo1 及 Piezo2 不同，不會對本體感覺或機械力量做反應
 (D) MIC 膜蛋白可參與機械力訊息的傳遞，受刺激後通道的構形改變是末梢神經產生電位變化的關鍵，在通道構形改變時流入的不一定是鈣離子，鉀離子、鈉離子、鎂離子也可以產生電位變化
 (E) MIC 膜蛋白也普遍存在於細菌、酵母、植物中，在高滲透壓環境或受到膜張力時，細菌以 Piezo2 感知機械力刺激打開離子通道，鈉離子內流將機械力信號轉為化學信號，再通過第二信使開啟其他信號通路
 (F) 體感是觸覺、壓覺、溫覺、痛覺、本體感覺的總稱，不同體感模式源自細胞膜上不同類型的 MIC，皮膚內臟的痛覺、骨骼生長痛、血壓、全身體感都有對應的通道，研究細胞膜上的不同通道有助於不同止痛藥的開發

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
答案						

3.

受體 (receptor) 和配體 (ligand) 有多種形式，但它們都有一個共同點：它們成對緊密匹配，受體僅識別一個（或幾個）特定配體，而配體僅與一個（或幾個）結合靶受體 (target receptor)。配體與受體的結合會改變其形狀或活性，使其能夠傳遞信號或直接在細胞內部產生變化。

- 請判斷下列七項有關受體和配體的敘述 (A-G) 是否正確，在答案表的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。本題全錯得 0 分，答對一、二、三、四、五、六、七項分別得 0.5、1、2、4、7、10.5、15 分。
- (A) 受體有多種類型，主要分為細胞內受體 (intracellular receptor)，存在於細胞內部（細胞質或細胞核中）；細胞表面受體 (cell surface receptor)，主要存在於細胞膜或內膜系統 (endomembrane system) 中
 - (B) 配體有許多不同的種類，但是必須要具有蛋白質（或短胜肽）作為主要的骨架結構 (backbone structure)；或是如固醇 (sterol) 類的疏水分子；其他小分子物質由於與受體的親和力 (affinity) 不足，無法與受體結合進而造成信息傳遞失敗
 - (C) 細胞內受體的配體主要是親水性 (hydrophilic) 分子，因為細胞質主要為親水性的環境
 - (D) 細胞表面受體必須與細胞外表面配體結合，因此結構上多為膜錨定蛋白 (membrane-anchored protein)，在這類型的信號傳導過程中，配體需要穿過細胞膜，進入細胞內誘導一連串的連鎖反應 (chain reaction)
 - (E) 配體門控離子通道 (ligand-gated ion channels) 必須要與配體結合後才能打開的離子通道；因此這類型的細胞表面受體的跨膜區域 (membrane-spanning region) 會形成一個親水通道 (hydrophilic channel)，離子會順利穿過細胞膜
 - (F) 酶聯受體 (enzyme-linked receptor) 是一種具有酶功能的細胞表面受體，受體酪氨酸激酶 (receptor tyrosine kinase, RTK) 是人類細胞上常見的酶聯受體，RTK 上的激酶 (kinase) 會將磷酸基團 (phosphate group) 轉移到配體上，進而放大訊息傳遞
 - (G) 肽配體 (peptide ligand) 屬於水溶性配體，以常見的神經傳遞物質 (neurotransmitter) 腦啡肽 (enkephalin) 為例，其分子長度可以達到超過百個氨基酸

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
答案							

4.

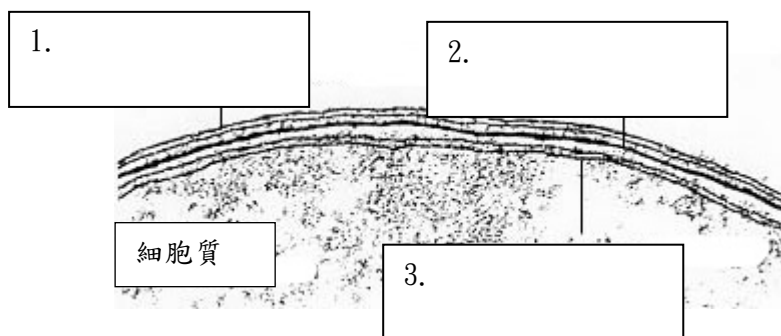
原核細胞（例如細菌）為一種具有簡單構造的生物體，由於沒有內膜系統 (endomembrane system)，常以一個沒有隔間的房間來形容。真核細胞內被層層的膜狀構造整齊地隔開，並讓每個隔間都保持獨立的條件，來執行其代謝工作所需的特殊條件。由於在單個細胞內維持不同環境的能力使真核細胞能夠進行比原核生物較複雜代謝反應，進而讓真核細胞體積比原核細胞大。

- 請判斷下列六項 (A-F) 有關真核細胞敘述是否正確，在下表的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。本題全錯得 0 分，答對一、二、三、四、五、六項分別得 0.5、1、2、4、7、10 分。

- (A) 遺傳物質會形成多條線性染色體構造，且具有特定數量
 (B) 核糖體游離於細胞質內，主要擔負蛋白質合成的功能
 (C) 光滑內質網 (smooth endoplasmic reticulum) 主要負責脂質和類固醇激素的合成
 (D) 中心粒是由九個微管三聯體組成的圓柱體，負擔細胞分裂過程中分離染色體的作用，因此一但缺乏此構造的細胞就無法完成細胞分裂
 (E) 植物有自己的支持性細胞外結構稱為「細胞壁」，係由葡萄糖單元組成的多醣有機分子「纖維素」 (cellulose)，屬於細胞分泌的大分子物質
 (F) 植物細胞被細胞壁包圍，不像動物細胞可以藉由細胞膜相互連結，僅能靠專門的連接點胞間連絲（或原生質絲，*plasmodesmata* (*pl.*)）進行細胞間的小分子物質擴散，蛋白質分子由於結構複雜無法順利通過，進而達成物質管制的目的

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
答案						

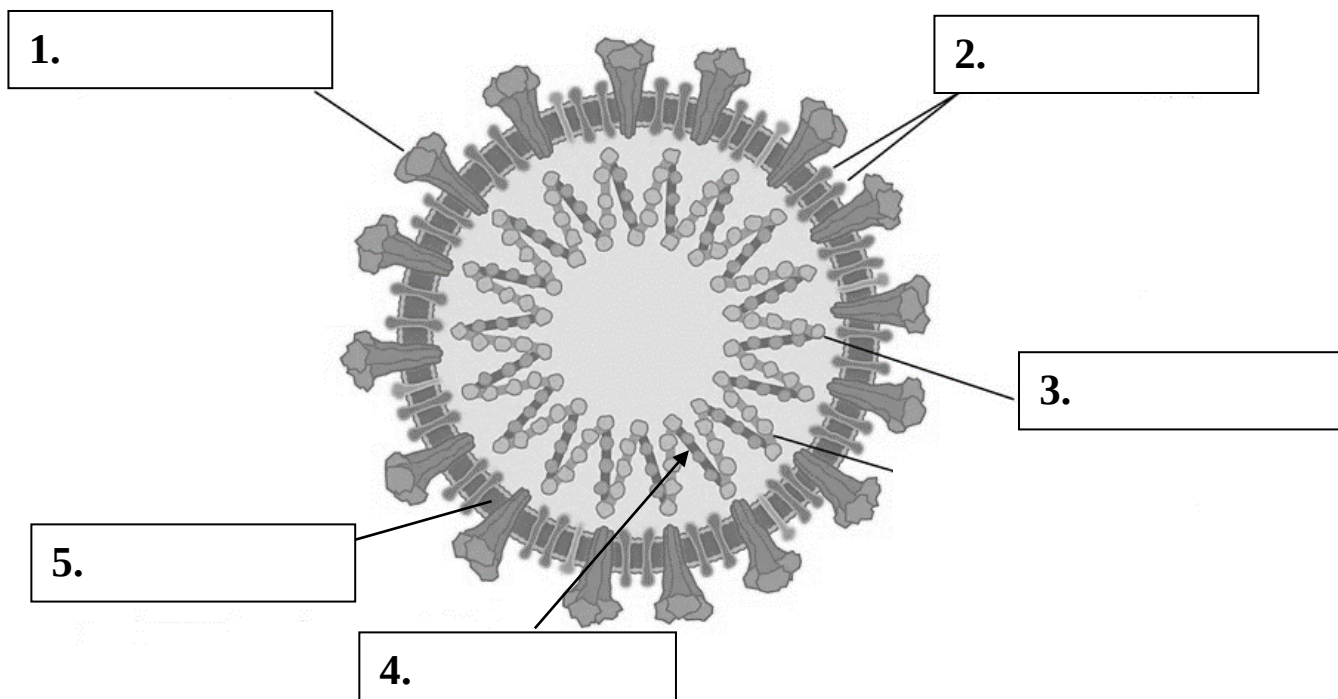
二、 下圖是一個格蘭氏陰性細菌細胞壁之電子顯微鏡攝影圖，請於空格中填入此構造的名稱。(每格 2 分，共 6 分)



三、 請比較原核細胞與真核細胞之核糖體在構造上的異同 (不涉及化學成分)。(4 分)

四、 請比較原核細胞與真核細胞之鞭毛在構造上與運動方式上的異同。(5 分)

五、 新冠肺炎疾病 (covid-19) 的病原是一種冠狀病毒 SARS-CoV-2 。下圖為一個 SARS-CoV-2 的模型圖，請填入各構造的名稱。(每格 2 分，共 10 分)

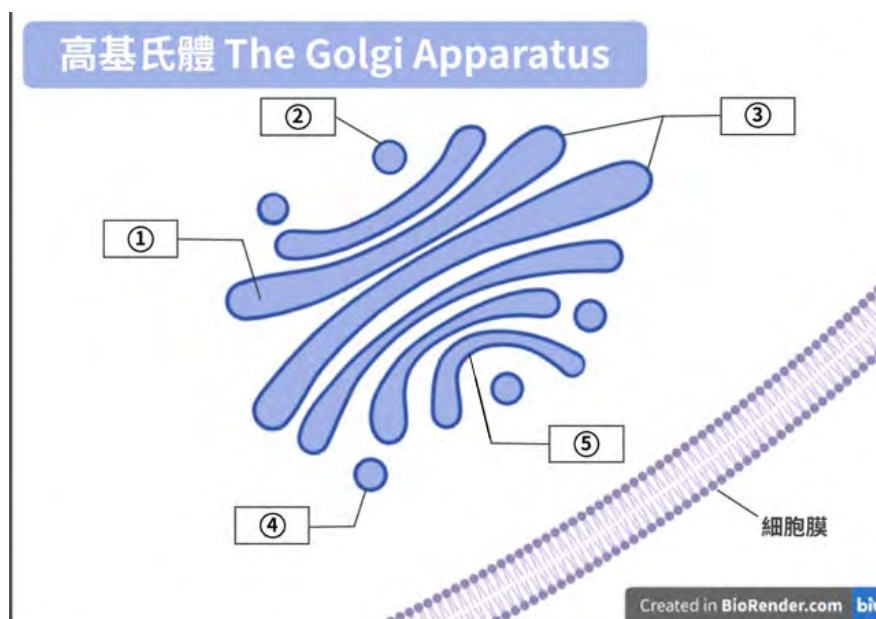


六、是非題(下列為細胞訊息傳導的敘述，請根據題意回答 O 或 X)

- _____ 1. G蛋白與鳥嘌呤核苷酸（guanine nucleotide）結合並受其調節。
- _____ 2. 當與GDP結合時，G蛋白會被活化。
- _____ 3. 所有G蛋白均須透過活化G蛋白偶聯受體（G Protein-Coupled Receptors, GPCRs），方得傳遞外界訊息。
- _____ 4. 多細胞生物的細胞會使用細胞外囊泡（vesicle）進行訊息傳導。
- _____ 5. 單細胞生物彼此可藉由揮發性化合物（Volatile Organic Compounds, VOCs）作為長距離訊息傳導分子。

**七、為什麼需要 cAMP 這類第二傳訊者（Second messenger），來進行細胞訊息傳導？
（申論題）**

八、 下圖為高基氏體（The Golgi Apparatus）



請將根據高基氏體的構造位置，填入名稱

① _____

② _____

③ _____

④ _____

⑤ _____

九、 高基氏體在植物細胞中，其功能為何？（申論題）

2022 年中華民國生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題

第二部分
Student Code :



注意事項：

1. 本部分試題共 9 頁(含封面)，共 100 分。
2. 請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
3. 作答時請在試題封面確定號碼是否和你的考號相同。
4. 請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
5. 試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第二部分: (100 分)

一、由選項中選出最適合答案，填入下方空格中(每小題 2 分，共 12 分)

(1) 何者是藍菌門(Cyanophyta)的特徵：

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| A. 真核的(Eukaryotic) | B. 異細胞(Heterocysts) |
| C. 單孢子 (Monospore) | D. 紅藻澱粉(Floridean starch) |
| E. 果孢子體(Carposporophyte) | F. 四分孢子(Tetraspores) |

(2) 何者是紫菜(*Porphyra*)的世代交替(alternation of generations)的構造或特徵：

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| A. 擬分枝(False Branching) | B. 芽胞(Gonidium) |
| C. 果孢子(Carpospores) | D. 多核體的(Coenocytic) |
| E. 生殖巢(Conceptacle) | F. 接合(Conjugation) |

(3) 何者是紅藻門(Rhodophyta)的物種或是產物：

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| A. 魚腥藻毒素(Anatoxins) | B. 螺旋藻(<i>Spirulina</i>) |
| C. 綠球藻(<i>Chlorella</i>) | D. 卡拉膠(Carrageenan) |
| E. 微囊藻毒素(Microcystins) | F. 藻素(Algin) |

(4) 下列何者為原核藻類：

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| A. 仙人掌藻(<i>Halimeda</i>) | B. 綠球藻(<i>Chlorella</i>) |
| C. 多管藻(<i>Polysiphonia</i>) | D. 單胞藻(<i>Chlamydomonas</i>) |
| E. 原綠絲藍細菌(<i>Prochlorothrix</i>) | F. 團藻(<i>Volvox</i>) |

(5) 何者是輪藻科(Charophyceae)的特徵：

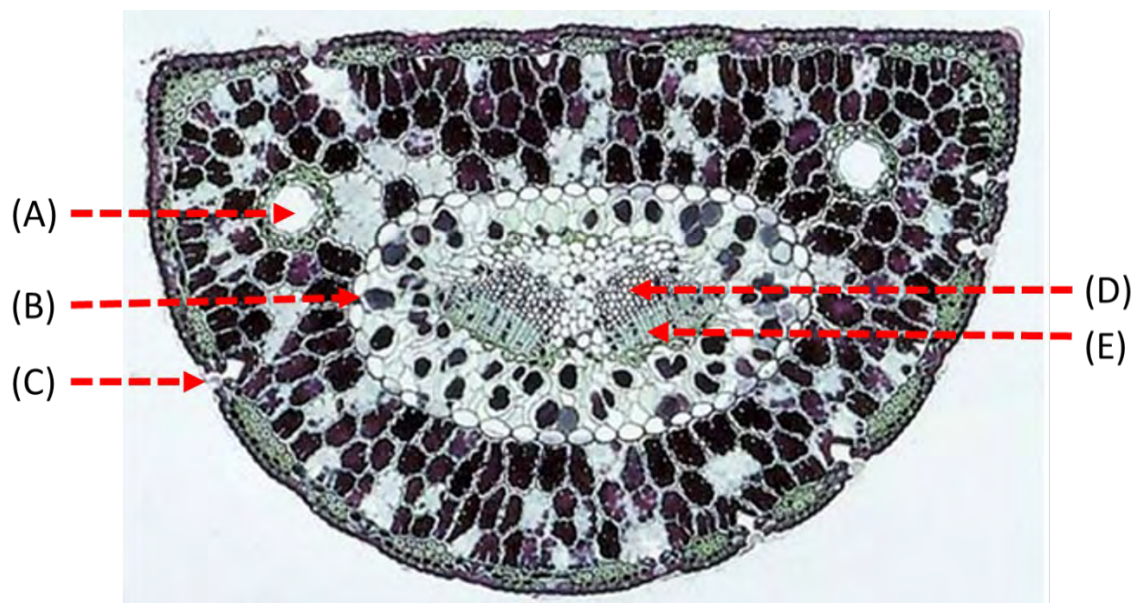
- | | |
|----------------------|-----------------------|
| A. 休眠孢子(Statospores) | B. 若布(Wakame) |
| C. 顆石藻片(Coccoliths) | D. 色素形成(Pigmentation) |
| E. 芽胞(Gonidium) | F. 成膜體(Phragmoplast) |

(6) 何者是石莖(*Ulva*)的世代交替(alternation of generations)特徵：

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| A. 同形配子(Isogametes) | B. 芽胞(Gonidium) |
| C. 擬分枝(False Branching) | D. 四分孢子(Tetraspores) |
| E. 接合(Conjugation) | F. 異形的(Heteromorphic) |

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

二、下面是松葉針葉的橫切片，請填寫出標註的(A)至(E)的構造(每小題 1 分，共 5 分)與簡述其功能(每小題 2 分，共 10 分)。



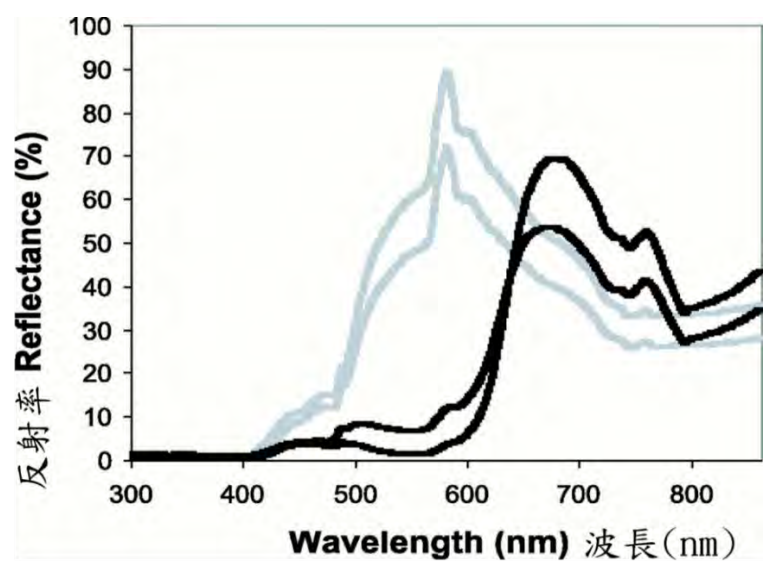
題目	構造的名稱	簡述功能
(A)		
(B)		
(C)		
(D)		
(E)		

三、植物花朵多型性對於演化上具有重大的意義，被子植物花冠所提供的訊號對於使其授粉者找到食物獎勵的來源是非常重要的。在許多蘭花物種記錄到高比例的花朵顏色多型性，此類花朵多型性物種不具有花蜜且花粉形成花粉塊，因此對其授粉者是無回報性的(沒有食物獎勵)。接骨木蘭花(*Dactylorhiza sambucina*)屬於這種類型的植物，它具有黃色花朵和紫色花朵的個體(圖 3-1)，這二種不同顏色的花朵皆無蜜腺，因此對授粉者而言屬於無回報性的蘭花物種。在整個歐洲族群都有黃色和紫色花朵的個體存在，而族群內黃色和紫色花朵的頻度會隨著不同年度而呈現動態變化，且一直維持此花朵顏色多型性。

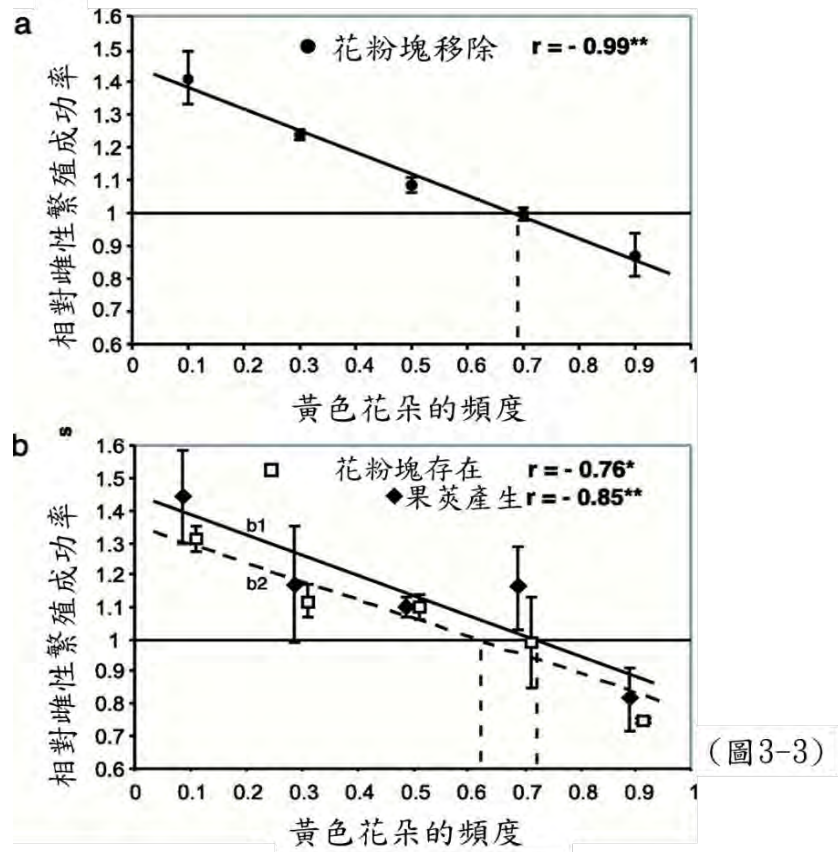


(圖3-1)自然族群的開花情形，顯示黃色和紫色花朵個體共存

為了確定維持花朵顏色多型性機制，研究者檢測其花色反射光譜。研究發現，此兩種花色的所測得的光譜波段包含了其昆蟲授粉者之視覺敏感範圍的波長反射光譜(圖3-2)，顯示其昆蟲授粉者對二種顏色花朵皆會受到其花朵顏色的吸引。



(圖3-2) 兩種花色的反射光譜作為波長的圖譜，黃色花朵為淺灰色，紫色花朵為黑色，圖上每種顏色(淺灰色和黑色)所給的兩個光譜線代表是10個個體所得到的光譜範圍。
研究者在自然族群構建了10個模擬分析，調查族群內的花朵顏色頻率與果莢產生的頻度，以測試花朵顏色頻率與相對繁殖成功率的相關聯性，經由針對黃色花朵個體進行花粉塊移除與存在(未移除)實驗，結果分別如(圖3-3 a)和(圖3-3 b)所示。



(圖3-3) 花色與結實成功率實驗。實線代表花粉塊(移除/存在)趨勢線，虛線代表果莢產生的趨勢線，讓昆蟲授粉者進行隨機訪問花朵與授粉，X軸是在自然族群的黃色花朵的頻度資訊，Y軸是相對雌性繁殖成功率

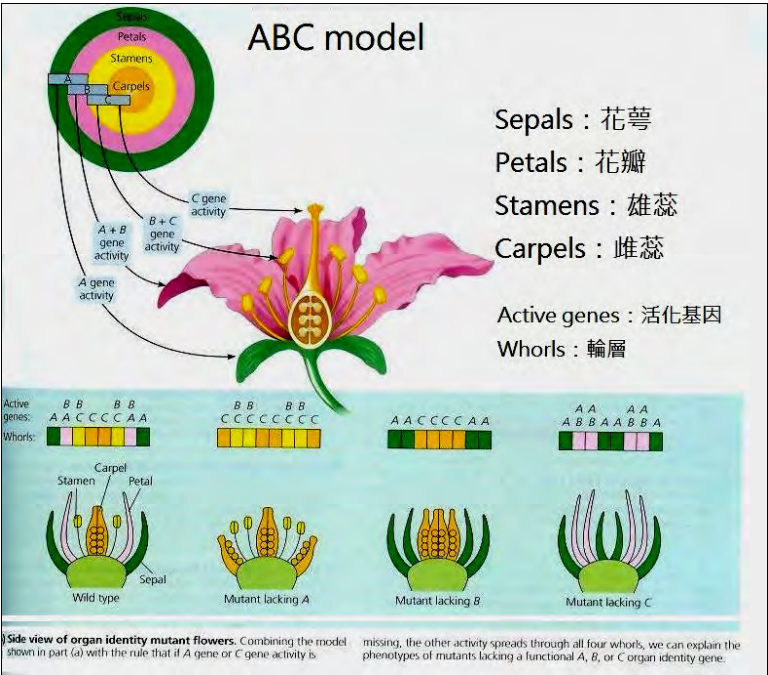
● 依據上述資訊，回答下列問題：

1.簡述圖 3-3 a，花粉塊移除後，可以說明的結果？(3 分)此設計在科學方法中代表的意義為何？(3 分)如何判斷是否合理？(2 分)

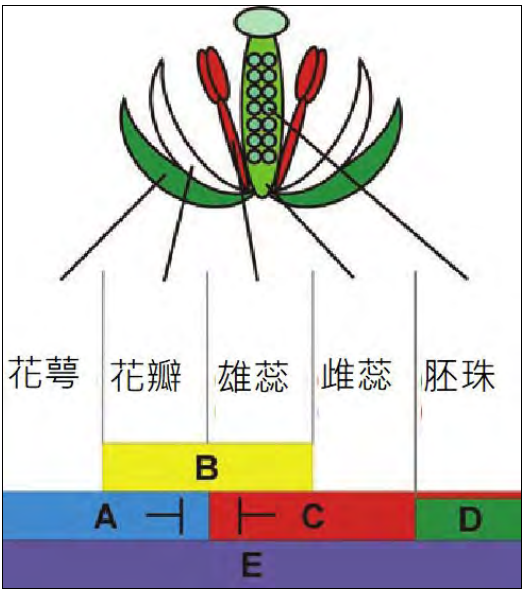
2.簡述圖 3-3 b，花粉塊存在情形下，實線和虛線比較後，可以說明的結果？(4 分)如何判斷是否合理？(4 分)

3.依據上述資訊，包含圖 3-2、圖 3-3 的結果，推測自然族群下，黃色和紫色花朵的頻度變動的情形為何？(3 分)對此研究結果的可能結論為何？(4 分)

四、 花器官本體基因-ABCDE 模式(Floral organ identity genes-ABCDE model)的探究：植物的繁殖器官的發育模式，學者(A. Kanno et al., 2003)過去提出 ABC model 如下圖 A。經典的 ABC 模式有效地利用 A、B、C 類基因解釋了花器官發育的分子機制，可以廣泛地解釋因同源異型基因的突變而引起的植物花器官變異。隨後，一些研究指出 D、E 類基因似乎也參與花器官形成，大量花器官特徵基因及蛋白特性的研究改善了 ABC 模式，形成了目前廣為接受的 ABCDE 模式。根據 Couto, Márcio & Amorim, Maria(2019)的研究，他們提出 ABCDE model 如下圖 B。下列有關於花器官本體基因的相關問題請依妳／你所學的植物學相關知識與下圖資料回答之（20 分）



圖A：ABC model



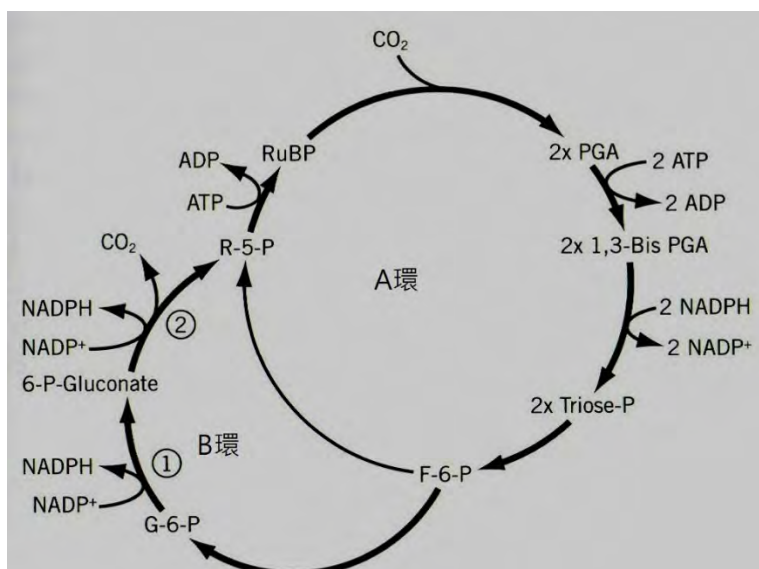
圖B：ABCDE model

1. 對應於ABC model圖，A+C的active genes所表現出花的外觀形態性狀為 _____，對應於ABCDE model圖，B+C+E的active genes表現的性狀則為 _____（5分）
2. 花器官本體基因中，表現為完全花（complete flower）的ABC model之active gene為 _____，ABCDE model之active genes為 _____（5分）
3. 下圖為常見的行道樹阿勃勒的花果，對應於ABCDE model圖，其active genes為 _____（5分）



4. 對應於ABCDE model圖，推測含有高量的生長素(auxins)之active genes為A,B,C,D,E的哪一個或哪幾個genes？其理由為何？（5分）

五、 氧化五碳糖磷酸循環 oxidative pentose phosphate cycle (OPPC)的探究：植物生長發育與環境調適過程中，能量、碳骨架以及相關的代謝反應均需進行整合與偶合，氧化五碳糖磷酸循環即為其中一個例子。下圖包括 A 環與 B 環，其中 B 環為 OPPC 循環 (PGA：磷酸甘油酸；Triose-P：磷酸三碳；F-6-P：6 磷酸果糖；R-5-P：5-磷酸核糖；RuBP：1,5- 二磷酸核酮糖；G-6-P：6 磷酸葡萄糖；gluconate：葡萄糖酸鹽)。有關於植物 OPPC 扮演角色的相關問題，請依妳／你所學的植物生理相關科學知識與下圖資料回答之（30 分）



1. 圖中A環與B環產生或消耗的ATP與NADPH有何差異？二氧化碳的部分又有何差異？（5分）

2. 圖中A環又稱為何種循環？功能為何？（5分）

3. NADPH的類似物NADH在細胞呼吸作用中扮演何者角色？兩者在生化合成中扮演什麼角色？（10分）

4. 圖中B環扮演何者角色？什麼情況下B環會大幅表現？（10分）

2022 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第三部分

Student Code :



注意事項：

1. 本部分試題共 11 頁(含封面)，共 100 分。
2. 請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員。
3. 作答時請確認試卷封面是否和你的考號相同。
4. 請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
5. 試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第三部分: (100 分)**一、複選題**

1. 長久以來，鳥蛋形態就一直為人所好奇。絕大多數鳥種的鳥蛋都介於球形、橢圓形、以及錐形此三種極端形狀之間。然而，人類對於鳥蛋形態的產生機制依然所知甚少。

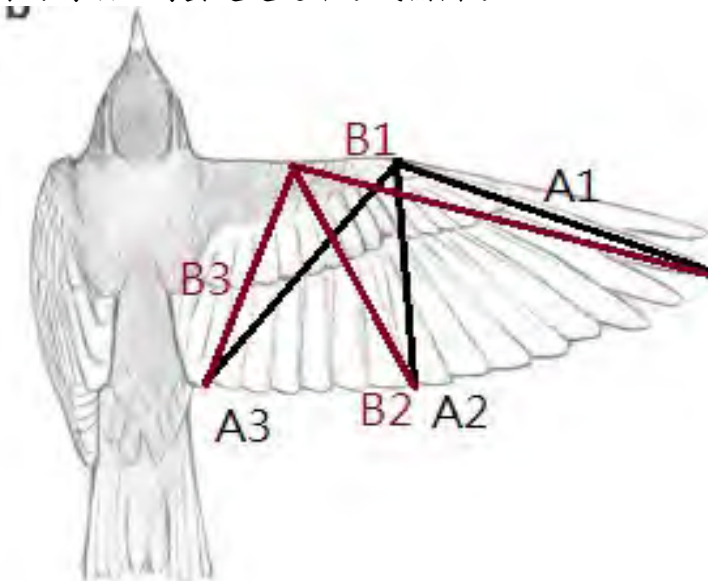
關於球形鳥蛋與錐形鳥蛋有許多假說，從下列選項中選出合理的描述（8分）

答案: _____ (填寫代號)

- (A) 球形鳥蛋表面積體積比最大，可增加胚胎呼吸效率
- (B) 球形鳥蛋各個方向的物理強度較一致，可減少破蛋風險
- (C) 同樣大小的球形鳥蛋所需的蛋殼份量最少，可節省產蛋所需投資
- (D) 球形鳥蛋氣孔密度最均勻，可能有利鳥蛋氣體交換
- (E) 同樣數量的球形鳥蛋可排列最緊密，可增加孵蛋效率
- (F) 錐形鳥蛋滾動時轉彎半徑最小，有助於減少鳥蛋滾落懸崖
- (G) 錐形鳥蛋鈍端的氣孔密度較高，可能有利於早熟雛鳥的神經發育
- (H) 錐形鳥蛋多顆聚集時接觸基底的部分較多，可能更抗衝擊

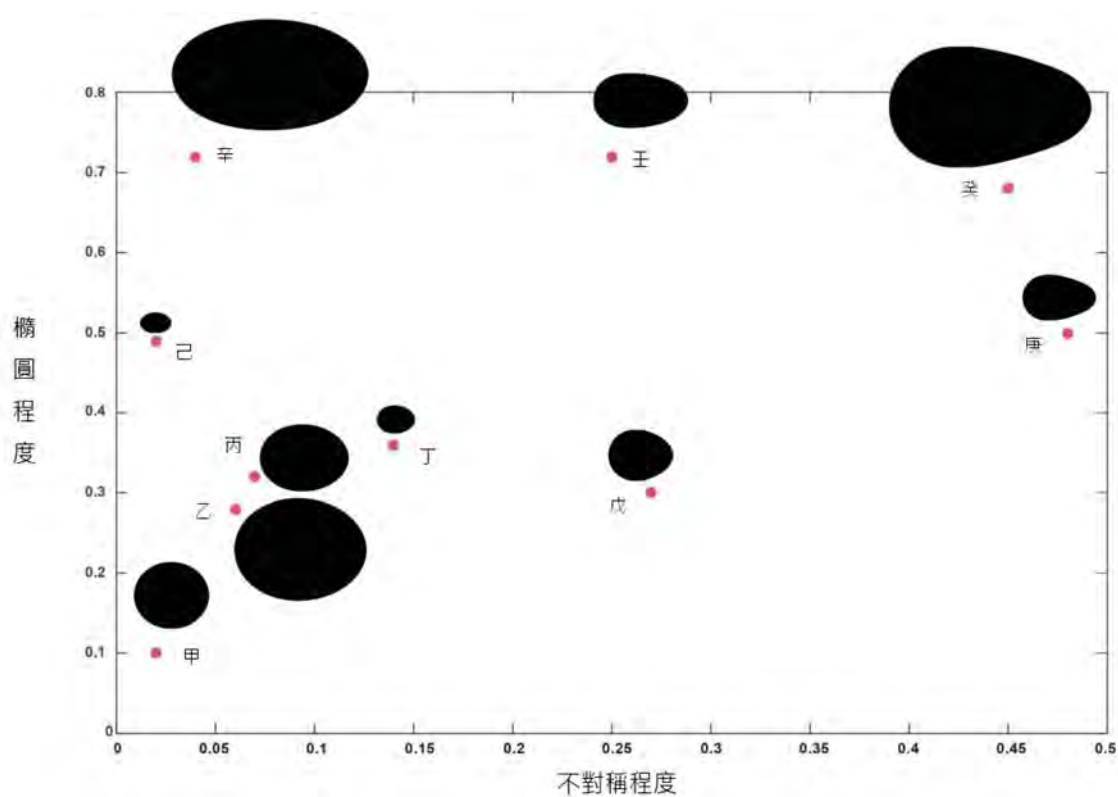
二、填充、問答題

1. 2017年一篇刊登在Science上的研究測量了超過1400種鳥類、近五萬顆的鳥蛋形態，比較不同鳥類譜系中的鳥蛋形狀，考量鳥類進食習慣、巢穴地點，體型大小及飛行能力等資料，成功以數學模型來解釋各類鳥蛋形狀的差異，找出鳥蛋形狀與不同鳥類關鍵特徵的關聯。研究結果顯示，鳥蛋的形狀最主要受到飛行能力（以手翼指數（腕關節到最長初級飛羽末端的距離 / 腕關節到第一根次級飛羽末端的距離）為指標）的影響，飛行能力越好、越需要長距離飛行的鳥類，鳥蛋越趨近錐形或橢圓形。



1. 根據上圖標示，手翼指數應量測的兩條線段分別為：

(_____ / _____) (2分)



上圖的黑色實心圓代表鳥蛋的剪影，注意實心圓的相對尺寸僅可大略反映、但無法線性對應原始鳥蛋的相對尺寸。

2. 請為下列鳥種選出最接近的鳥蛋剪影（5分）

- (1) 蜂 鳥：（_____）
- (2) 家 雞：（_____）
- (3) 黑冠麻鷺：（_____）
- (4) 金 斑 鴿：（_____）
- (5) 領 角 鴉：（_____）

3. 將上圖以 $X=0.25$ 和 $Y=0.4$ 畫出四個象限，根據研究結果推論，不會飛的鳥類如鴕鳥、食火雞、鸕鶿、企鵝，他們的蛋形狀會落在哪個象限？為什麼？（2分）

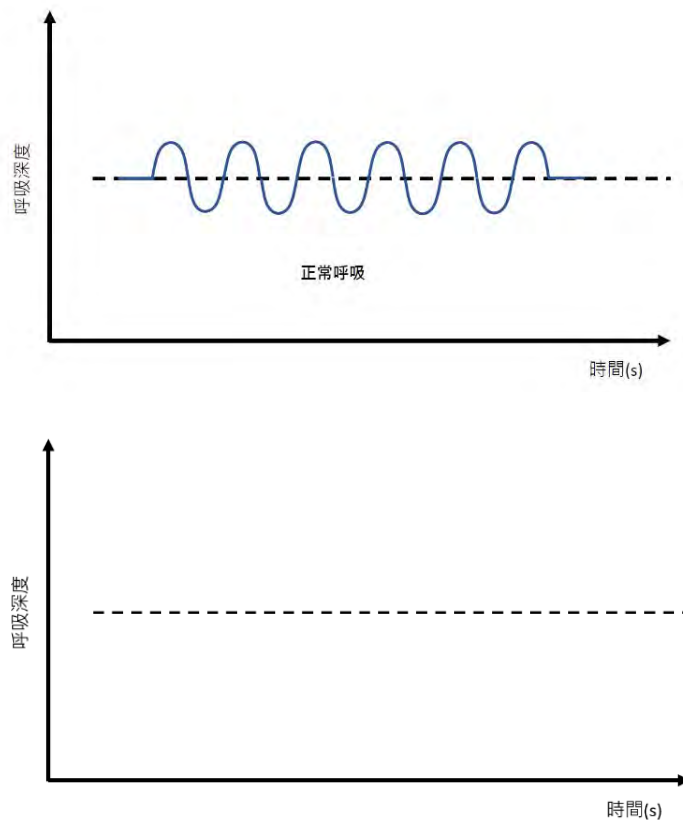
4. 相較於其他不會飛行的鳥類，企鵝蛋的形狀明顯較不對稱，為什麼？
(3分)

5. 相較於其他不會飛的鳥類，奇異鳥蛋的橢圓程度最高，為什麼？
(5分)

三、填充、問答題

酸鹼值與個體生理功能息息相關，人體血液正常酸鹼值大約維持在7.4，在調控血液酸鹼值上，肺臟以及腎臟扮演了重要的角色，當腎臟或肺臟出問題，導致體內酸鹼值失衡時，就可能引發一系列的症狀，例如代謝性酸中毒，代謝性鹼中毒，呼吸性酸中毒，及呼吸性鹼中毒。請回答下列問題。

1. 代謝性酸中毒可能會併發庫斯莫爾氏呼吸 (Kussmaul's breathing)，下圖為正常呼吸頻率及深度，請依據下圖繪出庫斯莫爾氏呼吸之呼吸頻率及深度的示意圖 (2分)，並請說明機制 (5分)



2. 機制說明：

3. 下列哪些因子會造成代謝性酸中毒，請選出正確選項(2分)並說明原因(3分)

- (A) 嚴重嘔吐
- (B) 嚴重腹瀉
- (C) 過度換氣
- (D) 換氣不足
- (E) 在高山旅行

選項	原因說明

4. 下列哪些因子會造成代謝性鹼中毒，請選出正確選項(2分)並說明原因(3分)

- (A) 嚴重嘔吐
- (B) 嚴重腹瀉
- (C) 過度換氣
- (D) 換氣不足
- (E) 劇烈運動

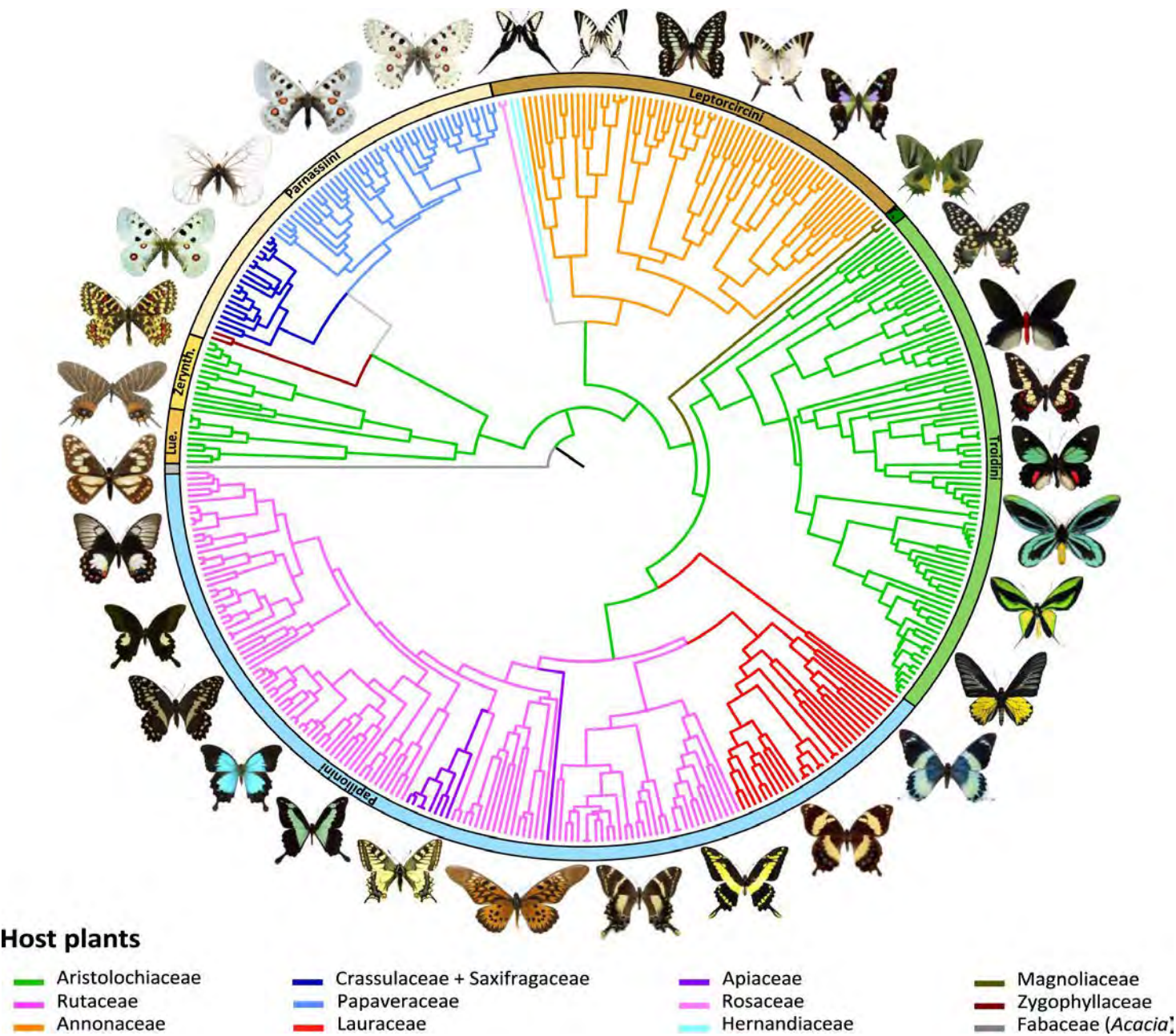
選項	原因說明

5. 阿丁阿花去爬南湖大山(海拔3,742公尺)，臨行前阿翠提醒他們爬山要注意高山症，高山症是因為登山時身體無法適應高海拔特殊的環境而造成的不適。一般而言，攀爬至高度超過2500公尺以上，就會出現高山症的症狀。隨著攀升高度上升，氧分壓越來越低，發生高山症的比例也會增加。依你的了解，高山症患者會出現以下哪種症狀(1分)，原因為何(1分)?
- (A) 代謝性酸中毒
(B) 代謝性鹼中毒
(C) 呼吸性酸中毒
(D) 呼吸性鹼中毒

選項	原因說明

6. 阿花聽阿翠的話，準備了預防高山症的藥: 丹木斯 (Diamox, Acetazolamide)，這是一種碳酸酐酶(Carbonic anhydrase, CA)抑制劑及利尿劑，請問丹木斯為何可用於治療高山症(4分)?可能的副作用為過度換氣或換氣不足(1分)為什麼(1分)?

四、選擇題：

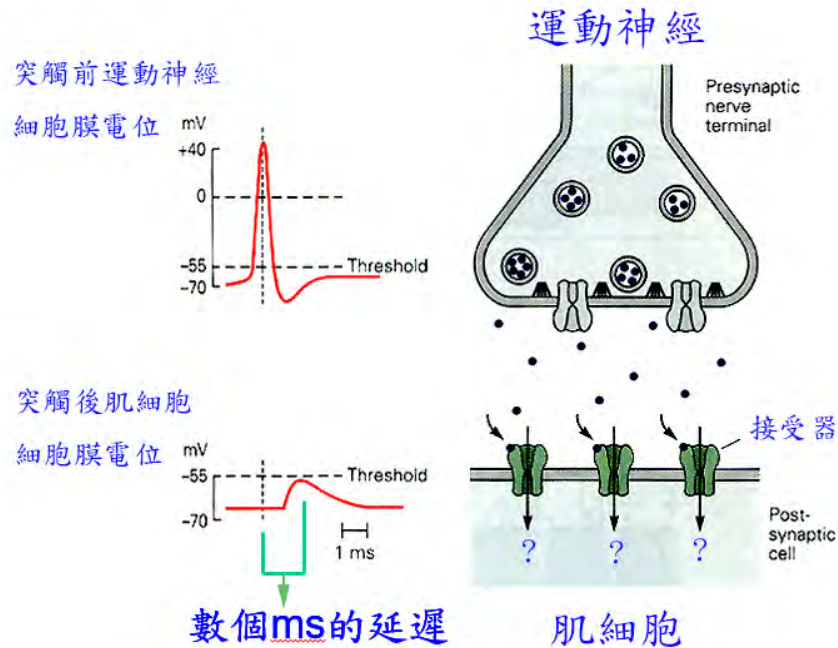


上圖為根據全基因體資訊所重建的全球部份鳳蝶科(Papilionidae)物種的演化樹。每一個族(tribe)都被標記上一個顏色，而每一個分支群(clade)的幼蟲寄主植物偏好也使用不同的顏色代表。請根據這個演化假說回答以下問題 (25分)：

1. 以下何者陳述正確？(5%)
 - (A) Troidini的姐妹群取食Magnoliaceae
 - (B) 鳳蝶科昆蟲利用Aristolochiaceae在鳳蝶科演化歷程中出現四次
 - (C) 由此圖看來鳳蝶科在Rutaceae科植物上演化最成功
 - (D) 顏色鮮豔的物種都取食Aristolochiaceae所以Aristolochiaceae可以提供色素合成的來源，尤其是綠色與藍色
 - (E) 「利用Apiaceae」在鳳蝶科演化歷程中出現了兩次，這代表第二次的成功拓殖是基於第一次拓殖的經驗
2. 在所有的植物中，Aristolochiaceae、Crassulaceae、Saxifragaceae、Papaveraceae的次級代謝物被認為可提供蝴蝶毒性防禦天敵。那麼以下的推測何者合理？(5%)
 - (A) Leptocircini的飛行速度遠高於Troidini
 - (B) Troidini的體型因取食Aristolochiaceae遠大於Parnassiini
 - (C) Parnassiini雖取食Crassulaceae與Papaveraceae，但因底色為白色，所以並非警戒色
 - (D) Leptocircini的物種在環境中的豐度必須少於Troidini才能獲得保護
 - (E) 由此假說可推測Fabaceae為所有被納入討論植物中最原始的類群
3. 已知Luedorfini (縮寫為Lue)分布於東亞與東北亞、Zerynthini (縮寫為Zerynth)分布於青藏高原海拔約2000公尺之河谷至南歐、Parnassiini分布於全北區(北美與歐亞大陸北半部及日本列島)、Leptocircini分布於東南亞與非洲、Troidini分布於北美、中美、南美、馬達加斯加、東亞、東南亞與大洋洲(含澳洲)、Papilionini廣布於全球各大陸。那麼以下推測何者合理？(10%)
 - (A) 鳳蝶科起源的時候就能適應非常寒冷的氣候
 - (B) Zerynthini分布於青藏高原意謂著牠們的分化可能受到青藏高原地層抬升的影響
 - (C) 若Parnassiini分布於全北區，那意謂著牠們的播遷可能經過白令海峽陸橋
 - (D) 取食Lauraceae的Papilionini成員分布於中美洲、北美洲與東亞，這意謂著東亞與勞亞大陸(Laurasia)曾經相連
 - (E) Troidini因分布於馬達加斯加、澳洲與南美洲，所以其分化必然涉及岡瓦納大陸(Gondwana)的分裂
4. 呈(3)之說明所提供之資訊，假設這個研究的物種取樣數目已囊括95%以上的已知鳳蝶科物種，以下何者推測合理？(5%)
 - (A) 氣候暖化是促進鳳蝶科物種多樣性增高的動力
 - (B) 寄主植物變換(shift)是促進鳳蝶科物種多樣性增高的動力
 - (C) 寄主植物的毒性是促進鳳蝶科物種多樣性增高的動力
 - (D) 飛行能力與翅膀形態的轉變是促進鳳蝶科物種多樣性增高的動力
 - (E) 體型大小的變換是促進鳳蝶科物種多樣性增高的動力

五、問答題

下圖為運動神經與肌細胞突觸的示意圖，當動作電位傳抵神經末梢經過幾個毫秒(ms)的延遲之後在突觸後肌細胞紀錄到細胞膜電位有興奮性的改變。請據此回答以下問題。



1. 為何神經的細胞膜電位(靜止膜電壓)在未受刺激的狀態下呈現的是負值(圖中為-70 mV)? (5%)
2. 神經細胞的動作電位再去極化的過程中為何不是停留在0 mV而是上升到大約+40mV的電壓值? (5%)
3. 神經細胞的動作電位去極化導因於細胞膜電壓上升超過電壓敏感型鈉離子通道的閾值(如圖中約-55 mV)而使通道打開鈉離子流入，為何在極化過程可以將細胞膜電壓(此時上升到接近+40mV)拉回到靜止膜電壓? (5%)
4. 動作電位傳抵運動神經末梢之後須經數個ms的延遲才在肌細胞紀錄到興奮型的突觸後膜電壓改變，造成延遲的原因有哪些? (10%)

2022 年中華民國生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題

第四部分

Student Code :



注意事項：

1. 本部分試題共 4 頁(含封面)，共100 分。
2. 請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員。
3. 作答時請確認試卷封面是否和你的考號相同。
4. 請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
5. 試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第四部分: (100 分)

1. 細胞分裂週期中，每一條染色體先在 S 期複製成為二條姊妹染色分體，然後在 M 期，每一對姊妹染色分體彼此分離至不同的子細胞核中。請問在此過程中，細胞藉由何種機制，確保每一對姊妹染色分體彼此正確分離？ (25%)

2. 減數分裂有二次分裂期，在減數分裂第一分裂期，一對同源染色體彼此分離至不同的子細胞中，請問確保一對同源染色體彼此正確分離的機制為何？ (25%)

3. 有一種動物的性別是由性染色體Z和W決定，雌性具ZW性染色體，雄性則為ZZ，而WW細胞無法存活。未受精的卵有時也可以藉孤雌生殖發育成為二倍體的子代。請就下列各種卵的發育模式，推論孤雌生子代的性別比例。

A. 卵母細胞未進行減數分裂，直接產生二倍體的卵。(5%)

雄性：雌性 = _____：

B. 卵母細胞卵只經過減數分裂第一分裂期，便產生二倍體的卵。(5%)

雄性：雌性 = _____：

C. 卵母細胞完成減數分裂後，染色體再複製一次而產生二倍體的卵。(5%)

雄性：雌性 = _____：

D. 卵母細胞完成減數分裂後產生卵，卵再與三個極體之一隨機融合成為二倍體。
(10%)

雄性：雌性 = _____：

4. 某種植物的花色有白色和紅色二種，由A和B二個非連鎖基因共同調控：A基因有二種等位基因，顯性A和隱性a；B基因也有二種等位基因，顯性B和隱性b。顯性A和顯性B可以分別表現出蛋白質A和蛋白質B，隱性a和隱性b皆為無效等位基因(null allele)。紅色花是因為細胞能產生紅色色素RED，無法產生RED則為白色花。RED可經由下列二種不同途徑之一合成：1. 無色的前驅物W1藉由蛋白質A和蛋白質B的共同作用產生RED；2. 無色的前驅物W2藉由其他蛋白質的作用產生RED，但蛋白質A或蛋白質B都可單獨抑制此合成過程。現有二開白花的純品系，雜交後的F₁子代皆開紅花。試問

A. 此二開白花純品系親本的基因型為何？(10%)

B. 此雜交子代F₁的基因型為何？(5%)

C. 若將F₁自交，則F₂子代中開紅花和白花的比例為何？(10%)

紅花：白花 = _____：

2022 年中華民國生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題

第五部分

Student Code :



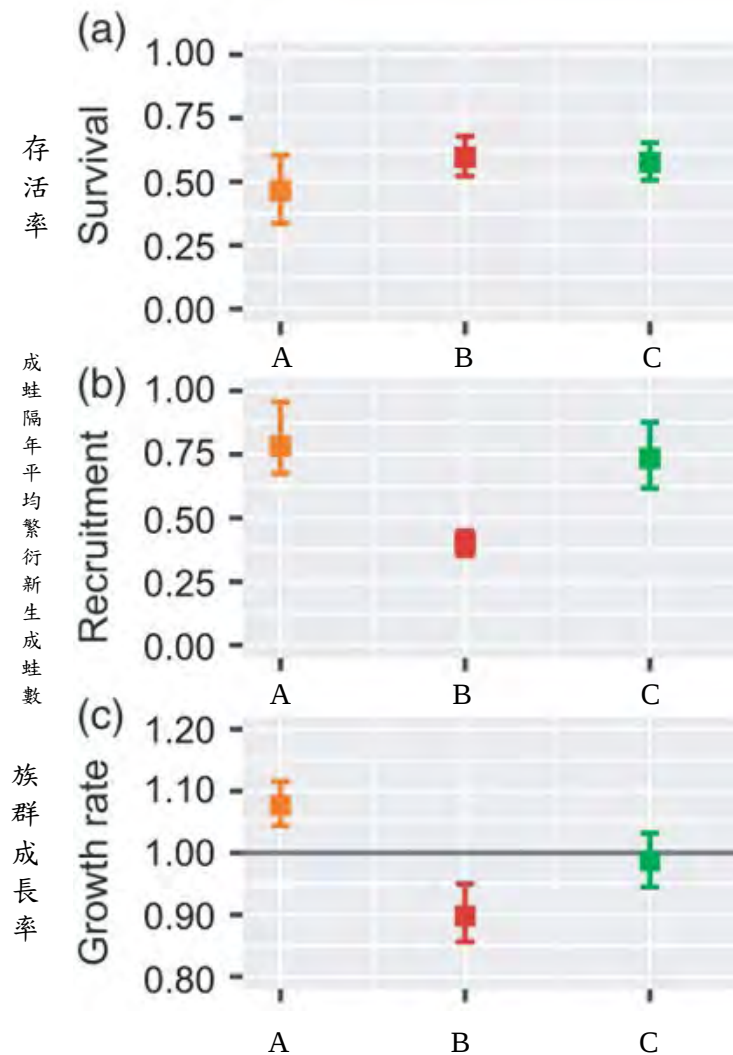
注意事項：

1. 本部分試題共 9 頁(含封面)，共 100 分。
2. 請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員。
3. 作答時請確認試卷封面是否和你的考號相同。
4. 請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
5. 試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第五部分: (100 分)

- 一、蛙壺菌(*Batrachochytrium dendrobatidis*)這種致命性的真菌，已經造成全球超過五百種兩棲類族群下降，包括分布在南美洲的南方達爾文蛙(*Rhinoderma darwini*)，其存活率也會受到蛙壺菌的負面影響。南方達爾文蛙的雄蛙有一特化的鳴囊(vocal sac)，可用來攜帶受精卵，直到蝌蚪發育為成蛙後，再從育幼成蛙的口中吐出回到野外。由於透過鳴囊可以看出每隻雄蛙攜帶了多少隻蝌蚪，因此便於研究人員在不殺害青蛙的狀況下，即能夠得知每隻雄蛙所繁衍的子代數量，且配合捕捉標放的方法，也能夠追蹤同一隻雄蛙在不同月份和年間的子代數量變化，和估算族群數量的波動狀況。研究人員於2014至2019年南方達爾文蛙的繁殖季節(每年一、二月)，在智利選擇三個樣點密集進行南方達爾文蛙的族群調查，這三個樣點包括蛙壺菌感染率高、蛙壺菌感染率低及沒有蛙壺菌感染各一個樣點，研究目的是想得知蛙壺菌感染程度對於該種青蛙族群的影響。(取自 Valenzuela-Sánchez et al., 2022, Journal of Animal Ecology)
1. 研究人員統計發現這三個樣點每隻雄蛙的平均子代數量分別為4.5，5和8.5隻，且根據這些資料，研究人員得出的結論為蛙壺菌感染率高的樣點，雄蛙的平均子代數量最高，蛙壺菌感染率低的樣點，雄蛙的平均子代數量則最低。綜合這兩項資訊，將蛙壺菌感染程度和雄蛙平均子代數量的研究結果以柱狀圖表示。(8分)

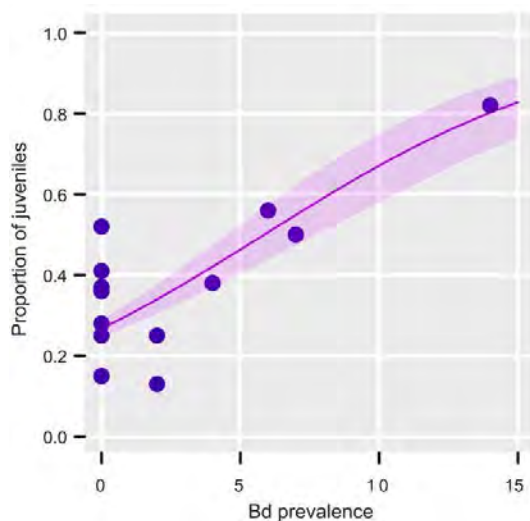
2. 接上題，研究人員根據所收集的資料，另外得出下列的結果，其中(a)為成蛙的存活率(假設僅考量蛙壺菌的影響)，(b)為每隻成蛙在隔年平均可以繁衍出多少隻新生成蛙，(c)為每年族群成長率。A、B、C分別為三個樣點。



根據以上結果，回答正確(O)或錯誤(X) (是非題，每題2分，答錯扣3分)

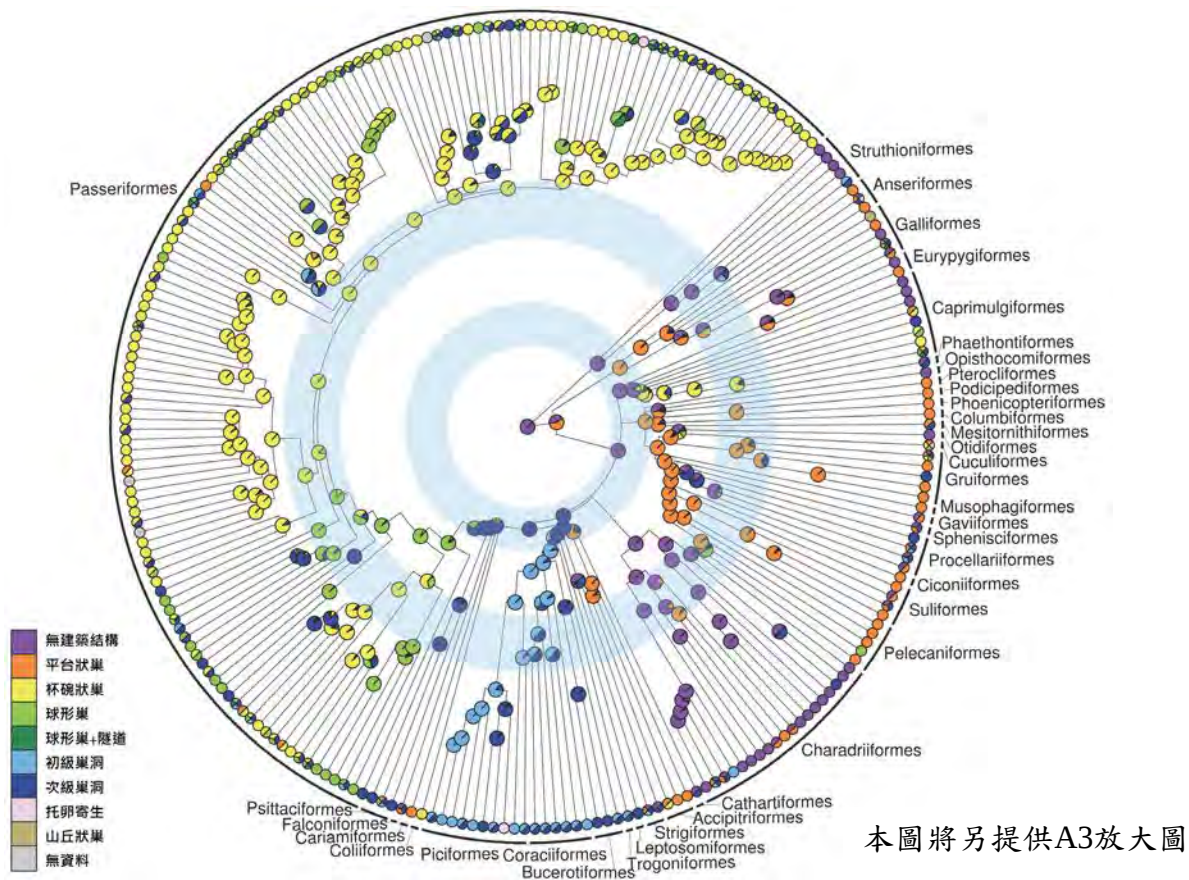
- (1) () B樣點最有可能是蛙壺菌感染率高的樣點。
- (2) () A樣點最有可能是沒有蛙壺菌感染的樣點。
- (3) () 蛙壺菌感染率高的樣點，族群數量會逐年增長。
- (4) () 沒有蛙壺菌感染的樣點，族群數量會逐年變少。
- (5) () 每年族群成長率，會受到成蛙存活率較大的影響。
- (6) () 成蛙存活率和隔年繁衍新生成蛙數量呈現負相關。
- (7) () 透過增加子代數量的方式，能讓成蛙在存活率即使不高的情況下，依然維持族群增長。
- (8) () 假設蛙壺菌感染率高和蛙壺菌感染率低的樣點有相同的成蛙族群密度，則兩樣點的族群成長率主要受到族群密度高低所控制(density-dependent)。
- (9) () 蛙壺菌感染可能導致成蛙將較多資源分配至生殖而非個體成長。

3. 接上題，研究人員另外調查了10個樣點內，南方達爾文蛙感染蛙壺菌的狀況(共13個樣點)，並將成蛙分為兩個年齡階層，包括一歲以下的亞成體和一歲以上的成體，得到的結果如下。其中橫軸為各樣點蛙壺菌感染率，縱軸為各樣點亞成體佔所有成蛙的比例。



- (1) 用一句話描述蛙壺菌感染率和亞成體佔成蛙比例的關係。(3分)
- (2) 推論造成這樣現象的可能原因。(5分)

二、下圖是鳥類的演化親緣關係樹與鳥巢外型結構間之關係(摘自 Fang et al. 2018)。該樹狀圖之各端點為242個鳥科(Family)，最中間的端點為鳥類之最近共祖。研究人員(Fang et al. 2018) 統整全世界242科超過5000種鳥類之鳥巢外型結構及築巢位置後，配合已知的鳥類親緣關係樹，以探討鳥巢的演化史。(Fang, YT, MN Tuanmu, & CM Hung. 2018. Asynchronous evolution of interdependent nest characters across the avian phylogeny. Nature Communication 9, 1863.)



- 這242個鳥科可以合併為36個鳥目(order)，請問哪個目應該具有最高的物種數？請將其目名寫於以下空格。(填充題)(3分)

- 以下哪種動物與黑冠麻鷺(屬於鵜形目 Pelecaniformes)的親緣關係最接近？(單選題)(3分)
 - 小環頸鴿(屬於鴿形目 Charadriiformes)
 - 鳳頭蒼鷹(屬於鷹形目 Accipitriformes)
 - 麻雀(屬於雀形目 Passeriformes)
 - 珠頸斑鳩(屬於鴿形目 Columbiformes)
 - 小水鴨(屬於雁形目 Anseriformes)
 - 東方白鸛(屬於鸛形目 Ciconiiformes)
 - 無法判斷

3. 以下哪種動物其所屬的目最早在地球上出現?(單選題)(3分)
- (A)小環頸鴿(屬於鴿形目 Charadriiformes)
 - (B)鳳頭蒼鷹(屬於鷹形目 Accipitriiformes)
 - (C)麻雀(屬於雀形目 Passeriformes)
 - (D)珠頸斑鳩(屬於鴿形目 Columbiformes)
 - (E)小水鴨(屬於雁形目 Anseriformes)
 - (F)東方白鸛(屬於鸛形目 Ciconiiformes)
 - (G)無法判斷
4. 以下哪種動物最晚在地球上完成種化?(單選題)(3分)
- (A)小環頸鴿(屬於鴿形目 Charadriiformes)
 - (B)鳳頭蒼鷹(屬於鷹形目 Accipitriiformes)
 - (C)麻雀(屬於雀形目 Passeriformes)
 - (D)珠頸斑鳩(屬於鴿形目 Columbiformes)
 - (E)小水鴨(屬於雁形目 Anseriformes)
 - (F)東方白鸛(屬於鸛形目 Ciconiiformes)
 - (G)無法判斷
5. 以下哪些鳥巢外型結構是趨同演化的結果?(複選題)(6分)
- (A)平台狀巢
 - (B)杯碗狀巢
 - (C)球形巢
 - (D)初級巢洞
 - (E)次級巢洞
 - (F)托卵寄生
6. 依據古生物學及鳥類生態學及此研究,請問以下敘述,何者正確?(複選題)(10分)
- (A)杯碗狀巢的鳥類比較多
 - (B)鳥的親緣關係愈近,築的巢型愈相似
 - (C)托卵寄生的鳥類,其所寄生的鳥巢具有不同的外型結構
 - (D)鳥類在中生代(2.51億年前至6600萬年前)便已發展出有建築結構的巢型
 - (E)鳥巢的多樣性與鳥類生態棲位多樣性是彼此獨立的
7. 請依據該圖,判斷(A)平台狀巢、(B)球形巢、(C)初級巢洞、(D)次級巢洞、(E)托卵寄生這些鳥巢外型結構的出現時間順序。請將其代號依序填入以下空格(填空題)(5分)

_____ 早於 _____ 早於 _____ 早於 _____ 早於 _____

三、植物與土壤微生物間的交互作用 (一般簡稱為植物-土壤反饋 plant-soil feedback, PSF) 會影響植物生長與存活、植物個體間的交互作用，進而影響植物群落與土壤微生物的物種組成。PSF可能會隨著時間而改變，進而影響植物與微生物的動態變化，為了瞭解這點，研究人員分析了加州博德加灣沙丘植群，4種主要優勢植物根部土壤的微生物組成隨著植株年紀之變化趨勢，並透過溫室實驗，檢視不同種植物根部土壤微生物對於植物生長的影響。

該研究中的4種植物分別為*Ammophila arenaria* (禾本科)、*Carpobrotus edulis* (番杏科)、*Baccharis pilularis* (菊科)、*Lupinus arboreus* (豆科)，其中前兩種是外來種植物，後兩種則是加州原生植物。在溫室實驗中，研究人員將這4種植物的幼苗栽種於來自這4種植物根部的土壤，共有16種組合(4種植物×4種土壤)，每一種植物與土壤的組合同時包含未滅菌與經過高溫滅菌的土壤，藉此了解土壤微生物對於植物生長的影響；此外，研究人員在採集植物根部的土壤時，亦有挑選不同植株年紀之土壤進行採樣，藉此了解隨植株成長，根部土壤微生物變化的情況，以及對植物的影響。

圖1為這4種植物根部土壤真菌物種數隨著植株年紀增加而改變的情況，圖2為土壤中不同功能群之真菌豐富度隨植株年紀增加之變化情形，圖3為這4種植物根部土壤對於植物生長之影響，圖4則進一步檢視不同年紀植株根部土壤對於植物生長之影響 (摘自Ke et al. 2021 New Phytologist)。請參考圖1-4之資訊，回答下列問題：

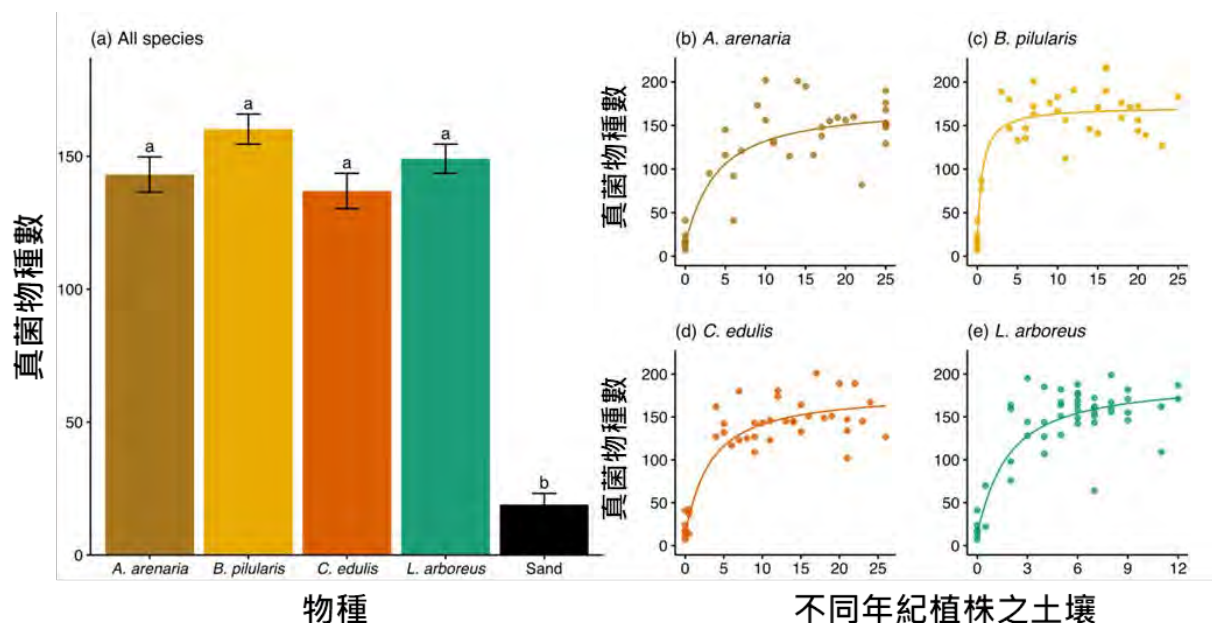


圖1. (a) *Ammophila arenaria*、*Baccharis pilularis*、*Carpobrotus edulis*、*Lupinus arboreus* 4種植物根部土壤真菌物種數，其中sand代表沒有植株生長之沙丘土壤；(b)-(e) 為這4種植物其根部土壤真菌物種數隨著植株年紀增加而改變的情況。圖(a)中之英文字母則表示統計檢定之結果，不同的英文字母表示其均值有顯著差異。

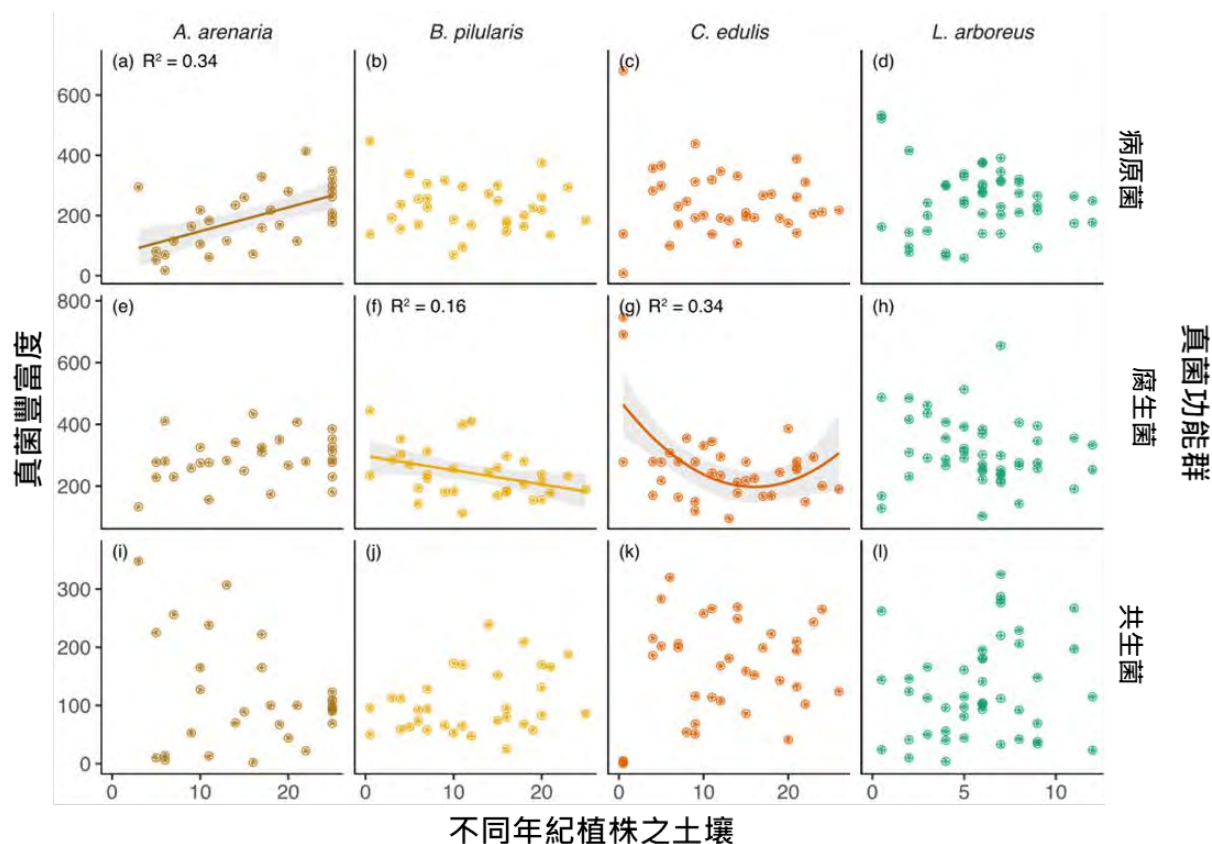


圖2.(上圖)植物根部土壤真菌不同功能群之豐富度隨植株年紀增加而改變的情況。(a)-(d)為病原菌、(e)-(h)為腐生菌、(i)-(l)為共生菌，第1欄(a, e, i)為*Ammophila arenaria*，第2欄(b, f, j)為*Baccharis pilularis*，第3欄(c, g, k)為*Carpobrotus edulis*，第4欄(d, h, l)為*Lupinus arboreus*。若有標示趨勢線者，代表該類群真菌豐富度會隨植株年紀增加而有顯著改變， R^2 表示該趨勢線對於資料變化之解釋力。

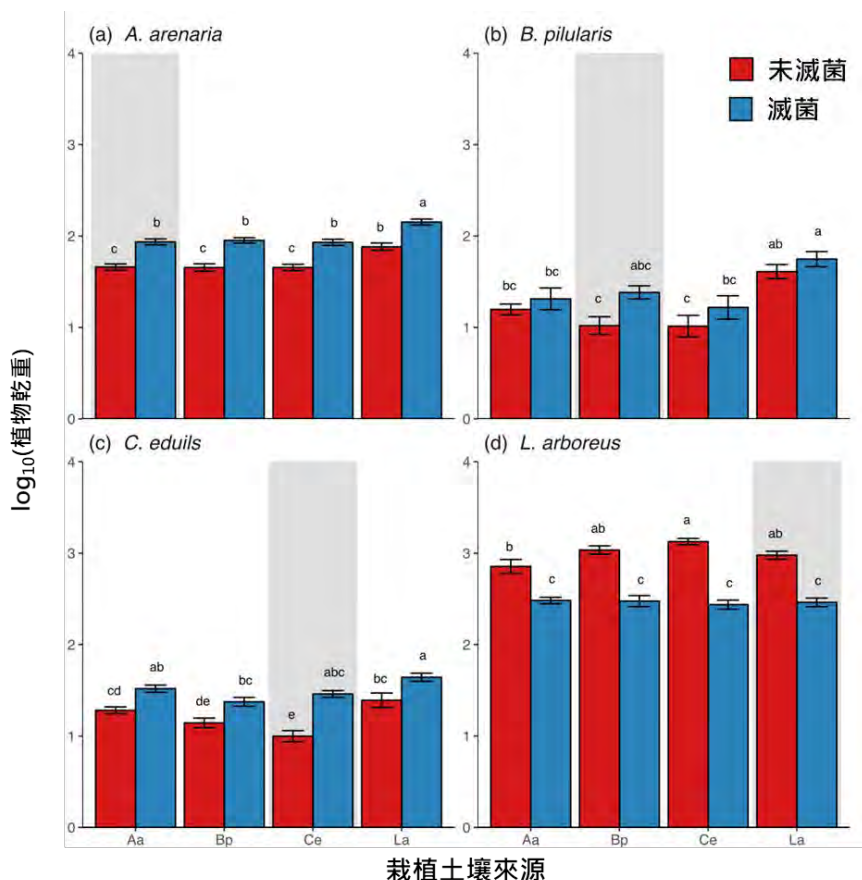


圖3. (左圖)栽植於不同種植物根部土壤之植物個體平均乾重。(a)-(d)之植物分別為*Ammophila arenaria* (Aa)、*Baccharis pilularis* (Bp)、*Carpobrotus edulis* (Ce)、*Lupinus arboreus* (La)，分別栽種於Aa、Bp、Ce、La根部土壤(紅色柱)、以及經過高溫滅菌之同種植物根部土壤(藍色柱)。柱狀圖中之誤差線為標準誤差(standard error)；英文字母則表示統計檢定之結果，不同的英文字母表示其均值有顯著差異。

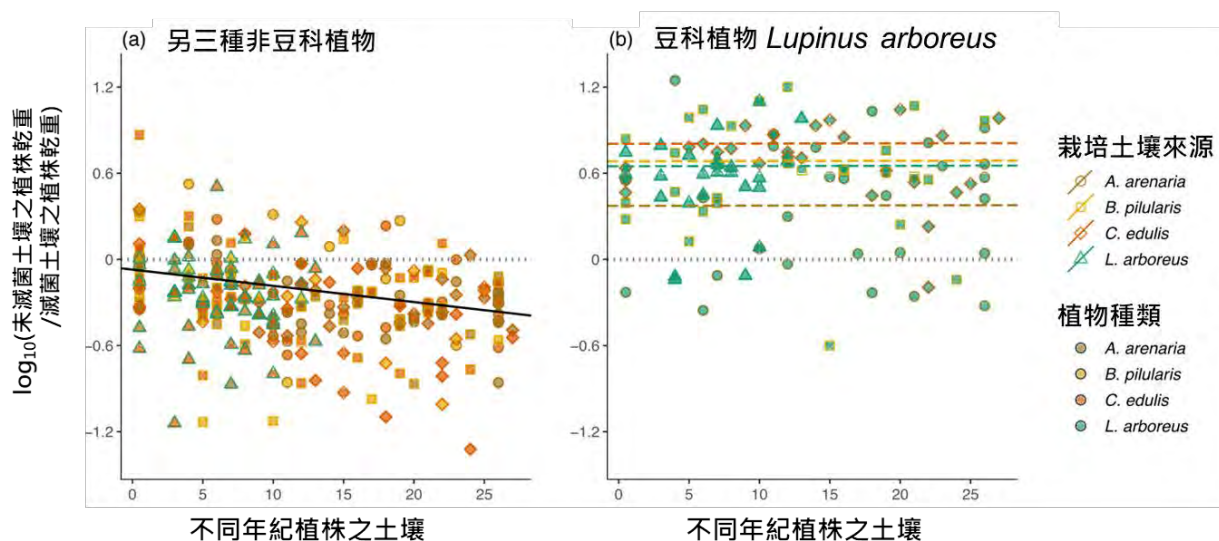


圖4. 不同年紀植株根部土壤對於(a) 非豆科植物與 (b) 豆科植物*Lupinus arboreus*個體生長之影響。圖中縱軸為生長於未滅菌土壤與滅菌土壤之植物乾重之比值，不同形狀之符號代表來自不同植物根部之土壤，每一點中的顏色則代表不同種植物。左圖中之實線為3種非豆科植物實驗結果合併分析之趨勢線，其斜率顯著不同於0；右圖中之長虛線則表示*L. arboreus*栽種於不同植物根部土壤之實驗結果，4條趨勢線之斜率均不顯著。

是非題：(33分，答錯一題扣5分)

請問以下陳述何者正確？正確請在題號前空格填○，不正確請填×。

- _____ 1. 隨著植株年紀增加，其根部土壤中真菌之物種數也逐漸增加，且植株年紀愈大，單位時間內增加的真菌物種數也愈多。
- _____ 2. 在4種植物之中，以菊科植物*Baccharis pilularis*根部之土壤有最高的真菌物種數，顯著高於另外3種植物。
- _____ 3. 大多數沙丘土壤中的真菌必須仰賴植物所提供的資源才能生長。
- _____ 4. 隨著植株年紀增加，不同功能群之真菌其豐富度均逐漸增加，和整體真菌物種數的變化趨勢一致。
- _____ 5. 隨著植株年紀增加，和豆科植物*Lupinus arboreus*共生的真菌豐富度也逐漸增加，進而促進該植物的生長表現。
- _____ 6. 對於禾本科植物*Ammophila arenaria*而言，栽植在與其同種之植物根部土壤(Aa)有最佳的生長表現。
- _____ 7. 對於番杏科植物*Carpobrotus edulis*而言，栽植在與其同種之植物根部土壤(Ce)有最差的生長表現。
- _____ 8. 滅菌過後的土壤因為缺乏與植物共生的菌根菌，並不利於菊科植物*Baccharis pilularis*的生長。
- _____ 9. 栽植於不同年紀的植株土壤中，非豆科植物的生長表現可能與土壤中病原菌豐富度的變化趨勢有關。
- _____ 10. 對於加州沙丘植群的兩種外來植物而言，隨著植物年紀增加，土壤中的微生物會抑制其生長，進而限制這兩種外來植物的擴張。
- _____ 11. 滅菌過後的土壤不利於豆科植物*Lupinus arboreus*的生長，可能是因為土壤中缺乏幫助其固氮的根瘤菌。