

2024 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 9 頁(不含封面)，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。

第一部分：(100 分)

一、國際賽型題：不等距給分。每題六項敘述者(第 1、2 題)，答對一、二、三、四、五、六項分別得 0.5、1、2、3.5、6、10 分；每題四項敘述者(第 3 題)，答對一、二、三、四項分別得 0.5、1、2.5、5 分。(共 25 分)

1.

再生不良性貧血 (aplastic anemia) 多見於 10-25 歲及 60 歲以上的族群，患者體內紅血球、白血球、血小板的數量都明顯降低，因而造許成多不同症狀。缺乏紅血球使人臉色蒼白、心跳加速、呼吸急促、體力變差、容易疲倦，長期嚴重貧血更可能造成心臟衰竭。缺乏白血球則使抵抗力下降，易受感染而經常發燒。缺乏血小板容易發生流鼻血、牙齦出血、傷口流血不止、皮膚經常出現出血點或瘀青、月經過多，若發生內出血更可能有性命危險。患者做骨髓檢查時，常會發現造血細胞被脂肪組織取代。輕度再生不良性貧血患者需持續追蹤觀察，嚴重及非常嚴重的患者必須積極介入治療，非常嚴重再生不良性貧血患者，若不治療，一年內死亡率高達 60-70%。治療的方式包括骨髓移植、免疫療法、及血小板生成藥物治療等。

- 判斷以下各敘述是否正確，在下表對應欄位中填入 T(正確) 或 F(錯誤)
- (A) 適度補充鐵質給患者，即可治療輕度再生不良性貧血
- (B) 病毒感染、基因遺傳、免疫失調、接觸過量的毒性化學物質或輻射線，均可能造成再生不良性貧血
- (C) 骨髓移植的主要目的是為了要取得具有功能的造血幹細胞，骨髓移植的捐贈者一定要是患者在遺傳上的近親
- (D) 為了找到最合適的捐贈者，骨髓移植之前必須先做主要組織相容複體 (major histocompatibility complex, MHC) 的配對
- (E) 人類的 MHC 又稱人類白血球抗原 (human leukocyte antigen, HLA)，負責抗原呈現，但因可與異體抗體起反應，對不同的人反成了外來抗原
- (F) 免疫療法使用抗胸腺細胞球蛋白 (antithymocyte globulin, ATG) 加免疫抑制劑，或用促血小板生成素 (thrombopoietin, TPO)，接受免疫療法的 3 個月期間，患者仍受感染及出血的威脅。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
T 或 F						

2.

病原相關分子模式 (pathogen-associated molecular patterns, PAMP) 是與病原體相關的一些小分子序列，如細菌的脂多醣或內毒素 (lipopolysaccharides, LPS or endotoxin)、細菌鞭毛蛋白 (flagellin)、革蘭氏陽性菌的脂磷壁酸 (lipoteichoic acid, LTA)、肽聚糖 (peptidoglycan)、病毒的核酸 (如雙股 RNA) 等，可以被類鐸受體 (toll-like receptor, TLR) 或其他模式識別受體 (pattern recognition receptors, PRR) 所識別，在先天性免疫反應 (innate immunity) 辨識外來病原體時扮演重要的角色。

- 判斷以下各敘述是否正確，在表中對應欄位填入 T (正確) 或 F (錯誤)
- (A) PAMP 的受體都位於免疫細胞的細胞膜表面
- (B) 在人體已發現 11 個不同的 TLR (TLR1 - TLR11)，可辨識不同的 PAMP
- (C) TLR2 可與 TLR1 形成二聚體 (dimer) TLR2/1，以辨識細菌外膜上之脂蛋白 (lipoprotein)
- (D) TLR4 位於細胞膜表面，可辨識細菌的 LPS 及鞭毛蛋白，TLR5 也位於細胞膜表面，可辨識病毒的膜蛋白
- (E) TLR3 在細胞質的囊泡中，能識別雙股 RNA (double-stranded RNA, dsRNA)，TLR9 也在細胞質的囊泡中，能識別單股 RNA (single-stranded RNA, ssRNA)
- (F) 類鐸受體屬於穿膜型受體，含細胞膜外由大量亮氨酸 (leucine-rich repeat, LRR) 組成的馬蹄型構造、穿膜區 (transmembrane domain) 及細胞內負責訊號傳遞的區域 (Toll/IL-1 receptor domain, TIR domain) 三個部分

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
T 或 F						

3.

在所有懷孕的母體中，自然流產的發生率約為 15%，且大約有 80~90% 的流產是發生在妊娠小於 12 週的早期階段，早期流產的主要原因，是遺傳基因有缺陷，最多的是胎兒的染色體數目或結構異常。影響生殖功能的外界因素也可能對胚胎或胎兒造成損害而流產，如使用藥物、酒精及其他有害的化學物質或輻射線，還有一些母體遇到的情況，也可能導致懷孕中的胎兒流產。

● 判斷下列情況中何者可導致流產，在下表對應欄位中填入 T (正確) 或 F (錯誤)

- (A) 原蟲如弓蟲 (*Toxoplasma gondii*) 感染
- (B) 細菌如李斯特菌 (*Listeria monocytogenes*) 感染
- (C) 病毒如德國麻疹 (rubella) 病毒或巨細胞病毒 (cytomegalovirus) 感染
- (D) 孕婦的體內已有抗 D 抗原的 IgG 抗體，懷孕卻懷了血型為 Rh + 的胎兒

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

二、簡答題：

1. 請說明動物細胞內溶小體(lysosome)是如何形成的? (2 分) 其功能為何? (3 分)

2. 何謂蛋白質的四級結構(quaternary structure)? 請舉一例說明之。(5 分)

3. 經由有氧呼吸，原核細胞可將一分子的葡萄糖製造出 38 個 ATP 分子，而真核細胞則只能製造出 36 個分子的 ATP。請問是何原因造成 2 分子 ATP 的差異? (2 分)

4. 請簡要說明 *p53* 基因與癌症的關係。(8 分)

5. 請說明何謂「聚核糖體(polyribosomes)」? (5 分)

三：是非題：

在接下來的考試中，您將面對一系列題目，每個題目均提供五個答案選項。請仔細閱讀每個問題，並基於題目的描述，準確地評估每個選項的正確性或錯誤性。在答題紙上，找到與每個選項相對應的位置，正確的選項標記「T」或錯誤的選項標記「F」以表示您的選擇。評分標準如下：如果您全部答對，將獲得 5 分；答對四個選項，得 3 分；答對三個，得 1 分；兩個以下正確的，將不予計分。（共 25 分）

題號 / 選項	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

1. 在微生物學研究中，特別是在探究病原體如何與宿主細胞交互的過程中，整合素（Integrin，又稱整聯蛋白、接合蛋白，是一種介導細胞和其外環境：如細胞外基質，Extra Cellular Matrix, ECM 之間的連接的跨膜受體）普遍存在於脊椎動物的細胞表面，對於多種生物學過程至關重要。扮演著關鍵角色。這些蛋白不僅僅是細胞與細胞外基質（ECM）之間的橋梁，而且它們在傳遞環境信號至細胞內部，以及維持細胞內穩態方面具有至關重要的作用。考慮到這一點，整合素在病原體識別、入侵以及宿主細胞對感染的響應中起到了不可或缺的作用。關於以下選項，分別判斷整合素在微生物與宿主相互作用中所扮演角色的陳述是正確或錯誤。
 - A. 整合素作為宿主細胞獲取能量的直接來源，支持對抗微生物入侵
 - B. 整合素將 ECM 的信號傳遞到細胞內，促進宿主細胞對微生物的識別和反應
 - C. 整合素直接介入細胞核的遺傳物質交換，調控宿主細胞的免疫反應基因表達
 - D. 整合素促進細胞與 ECM 之間的緊密粘附，增強細胞對病原體侵襲的物理阻隔
 - E. 整合素通過調節細胞內 pH 值，影響宿主細胞的生存環境，從而抵禦微生物感染

2. 在微生物學的研究中，瞭解微生物如何利用宿主細胞的結構和功能對病原體的入侵和傳播至關重要。微管作為宿主真核細胞骨架的關鍵組成部分，不僅維持細胞的結構穩定性，還參與細胞內部的物質運輸和細胞分裂等多種生命活動。特別是在病原體感染過程中，微管的功能可能被病原體操控以促進其複製和傳播。請基於以下選項，分別判斷以下針對在病原體感染宿主細胞的過程中，微管的作用的陳述是正確或錯誤。
 - A. 形成病原體與宿主細胞間的專一性通訊橋梁
 - B. 直接合成和分解病原體所需的胞內物質
 - C. 提供平台支持病原體或其成分的胞內運輸
 - D. 促進病原體誘導的細胞質中物質的有向運動
 - E. 調控宿主細胞外信號的接收和傳遞，以響應病原體感染

3. 幹細胞技術的應用正在開啓新的研究方向和治療策略。幹細胞，包括胚胎幹細胞（ES 細胞）、成體幹細胞及通過重編程獲得的誘導多能幹細胞（iPS 細胞），具有在適當條件下分化成特定細胞類型的能力。請基於以下選項，分別判斷以下針對幹細胞技術的潛在應用的陳述是正確或錯誤。
- A. 幹細胞技術能直接消滅體內所有類型的微生物
 - B. 利用幹細胞技術，可直接製造抗生素對抗特定的病原體
 - C. 通過幹細胞重編程，開發新的疫苗策略對抗微生物感染
 - D. 幹細胞可作為研究微生物誘導的細胞變化和疾病機制的平台
 - E. 幹細胞可用於模擬微生物感染過程，研究其對宿主細胞的影響
4. 在哺乳動物中，受精和早期胚胎發展是生命起始的關鍵步驟，包括精卵的相遇、精子的活化、精卵融合，以及隨後的胚胎早期分裂過程。這一系列複雜的生物學事件為胚胎的正常發育奠定了基礎。理解這些過程對於微生物學及相關領域的研究生來說至關重要，尤其是在研究生殖生物學、胚胎學和再生醫學等方面。請基於以下選項，分別判斷以下針對在哺乳動物受精及早期胚胎發展的描述中，有關卵裂的陳述是正確或錯誤。
- A. 精子與卵子結合後，立即開始胚胎的體積增大過程
 - B. 早期胚胎發展的卵裂階段主要包括 DNA 的合成和有絲分裂
 - C. 早期胚胎發展結果是形成一個包含內部空腔（囊胚腔）的囊胚
 - D. 卵裂階段的主要功能是將胚胎細胞數量增加，而非胚胎體積的增加
 - E. 精子進入女性生殖道後需經歷精蟲致能化(capacitation)過程才能獲得與卵子融合的能力

5. 細胞膜的結構使其具有選擇性滲透性，這是生物膜的一個重要特性，允許細胞調控跨膜運輸，維持內外環境的穩定。細胞膜由磷脂雙層構成，其中嵌入有多種蛋白質，這些蛋白質在調節細胞的分子通行中起著關鍵作用。請基於以下選項，分別判斷以下在細胞膜跨膜運輸的描述中的陳述是正確或錯誤。
- A. 所有分子都可以通過細胞膜的運輸蛋白自由穿越
 - B. 載體蛋白通過改變形狀來促進特定分子穿越細胞膜
 - C. 通道蛋白為提供特定分子或離子通過細胞膜的通道
 - D. 極性分子和離子由於其親水性無法穿過磷脂雙層的疏水內部
 - E. 非極性分子如氧氣和二氧化碳可以輕易穿過磷脂雙層進入或離開細胞

四、多重選題(每題2分) 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。

_____1.下列哪些步驟是腎上腺素-cAMP途徑中訊號放大的步驟？

- (A) 細胞膜受體活化G蛋白
- (B) G蛋白活化腺苷酸環化酶
- (C) 腺苷酸環化酶產生cAMP
- (D) 蛋白激酶A對目標蛋白進行磷酸化
- (E) 蛋白激酶G對目標蛋白進行磷酸化

_____2.雙硫鍵通常用來穩定哪一層次的蛋白質結構？

- (A) 一級結構
- (B) 二級結構
- (C) 三級結構
- (D) 一、二級和三級結構
- (E) 這些結構都不涉及雙硫鍵

_____3.下列對植物細胞壁合成的正確順序是？

- (A) 中膜；原生細胞壁；次生細胞壁
- (B) 原生細胞壁；中膜；次生細胞壁
- (C) 次生細胞壁；原生細胞壁；中膜
- (D) 中膜；次生細胞壁；原生細胞壁
- (E) 原生細胞壁；次生細胞壁；中膜

_____4.胞壁擴張酶(Expansin)是一種能鬆動細胞壁以使細胞伸長的蛋白質。生長素被認為通過以下哪種方式活化expansin？

- (A) 排列纖維素微纖維
- (B) 啟動質子幫浦以降低細胞壁某區域的酸鹼度
- (C) 在纖維素纖維之間累積木質素
- (D) 增加膨壓
- (E) 增加果膠水合作用

_____5.下列選項何者並非細胞配體的去敏感化(cellular ligand desensitization)步驟？

- (A) 配體降解
- (B) 減少受體活化細胞內信號途徑的能力
- (C) 受體降解
- (D) 受體胞吞作用
- (E) 受體對配體的親和力降低

五、配合題(每題3分)

- | | | |
|----------|-----------------|---------|
| A. 基因體編輯 | B. 全基因組關聯分析 | C. 生物資訊 |
| D. 基因工程 | E. 散彈槍定序或全基因體定序 | |

- (1) _____是結合電腦科學、統計學和生物學之學門，主要用來研究生物基因組、轉錄體和蛋白質體變化。
- (2) _____主要用於分析多個體基因序列變化，目的在找出特定基因與其相關疾病或外表型之調控關係。
- (3) _____是利用特定序列來標記目標片段並直接修改基因組DNA。
- (4) _____是將短片段DNA進行分析和組裝成形成長而連續的序列。
- (5) _____是應用重組 DNA 技術解決相關領域的問題，包含醫學、能源生產、廢物回收和農業等領域。

2024 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 :



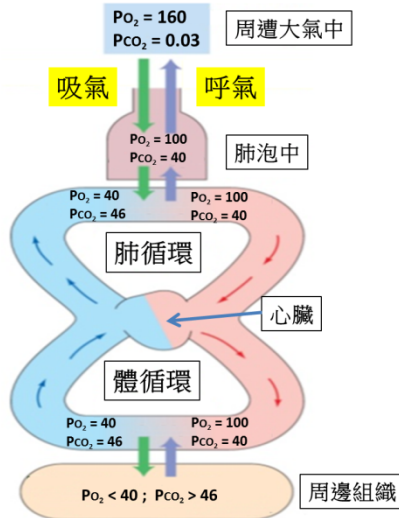
注意事項：

1. 本部分試題共 14 頁(不含封面)，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。
6. 本題將另外提供A4圖一張，試場結束後將與本試題一起收回。

第二部分：(100 分)

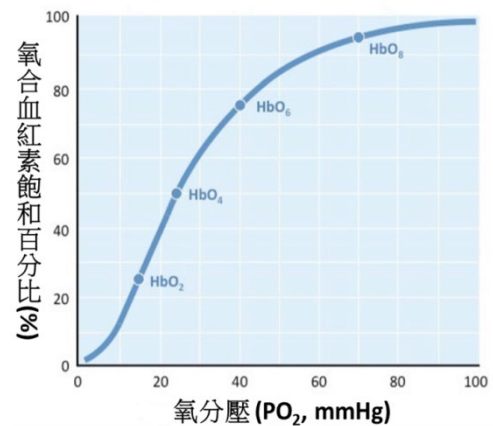
一、非選擇題：

1. 參考附圖A及附圖B，並詳細閱讀圖說及題目，選出關鍵資訊及數值後，進行計算及回答問題。(血紅素與氧氣結合的異位性調節，以及心臟本身對氧氣的消耗均可以忽略不算)



附圖A:

人體不同部位中，氧分壓 (PO_2)及二氧化碳分壓 (PCO_2) 的數值變化示意圖。
(例如在周遭大氣中 PO_2 為160 mmHg)



附圖B：

在不同的氧分壓下，血液中與氧結合血紅素(氧合血紅素)的百分比。(例如在 PO_2 為20 mmHg時，有40%的血紅素與氧結合)

若每公升血液內含200公克的血紅素，每公克血紅素可結合1.5 mL氧氣；小明的平均心跳次數約為70次/每分鐘，而每次心搏(跳)時，約有80 mL血液自左心室注入動脈血管中。

- (1) 試算出1小時中，組織可以獲得多少氧氣？(8分)

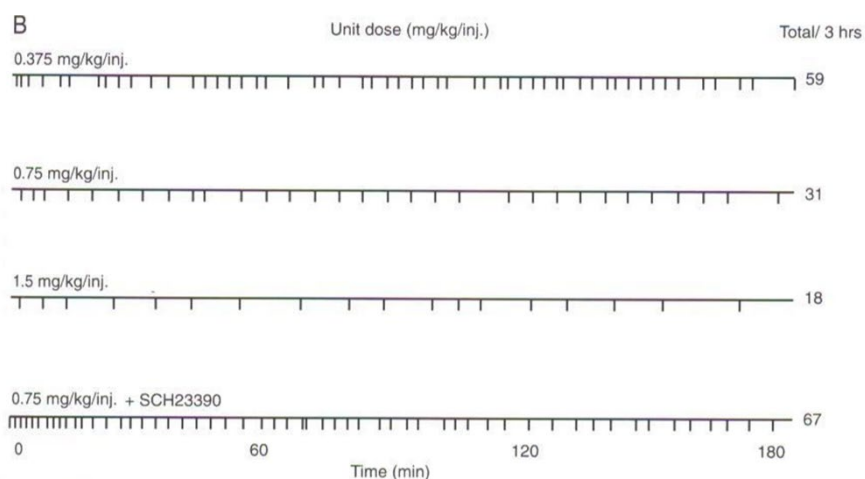
(注意: 必需寫出算式及計算步驟，否則不予評分)

答案：

2. 測試古柯鹼(cocaine)成癮反應的實驗結果如附圖。實驗動物完成 10 次壓桿的動作後，會獲得單一次的古柯鹼注射，每次注射的劑量如左上角所示(例如 0.375mg/kg/inj. 代表單次注射的劑量為每公斤體重 0.375 毫克)；橫軸為紀錄時間總共 3 小時，橫線上的每一小段垂直線，代表單一次的古柯鹼注射。SCH23390 為多巴胺第一型受體拮抗劑 (type-1 dopamine receptor antagonist)，溶解於 20%酒精後，再進行注射；而古柯鹼則是溶解於生理食鹽水後再進行注射。試據以回答下列問題。

(1) 利用40字以內，說明實驗結果。(6分)

(標點符號不算字數；英文字、數字或簡寫以一個單字計算。需註明字數，未註明字數、字數標示不實或字數超過，則本題不計分)

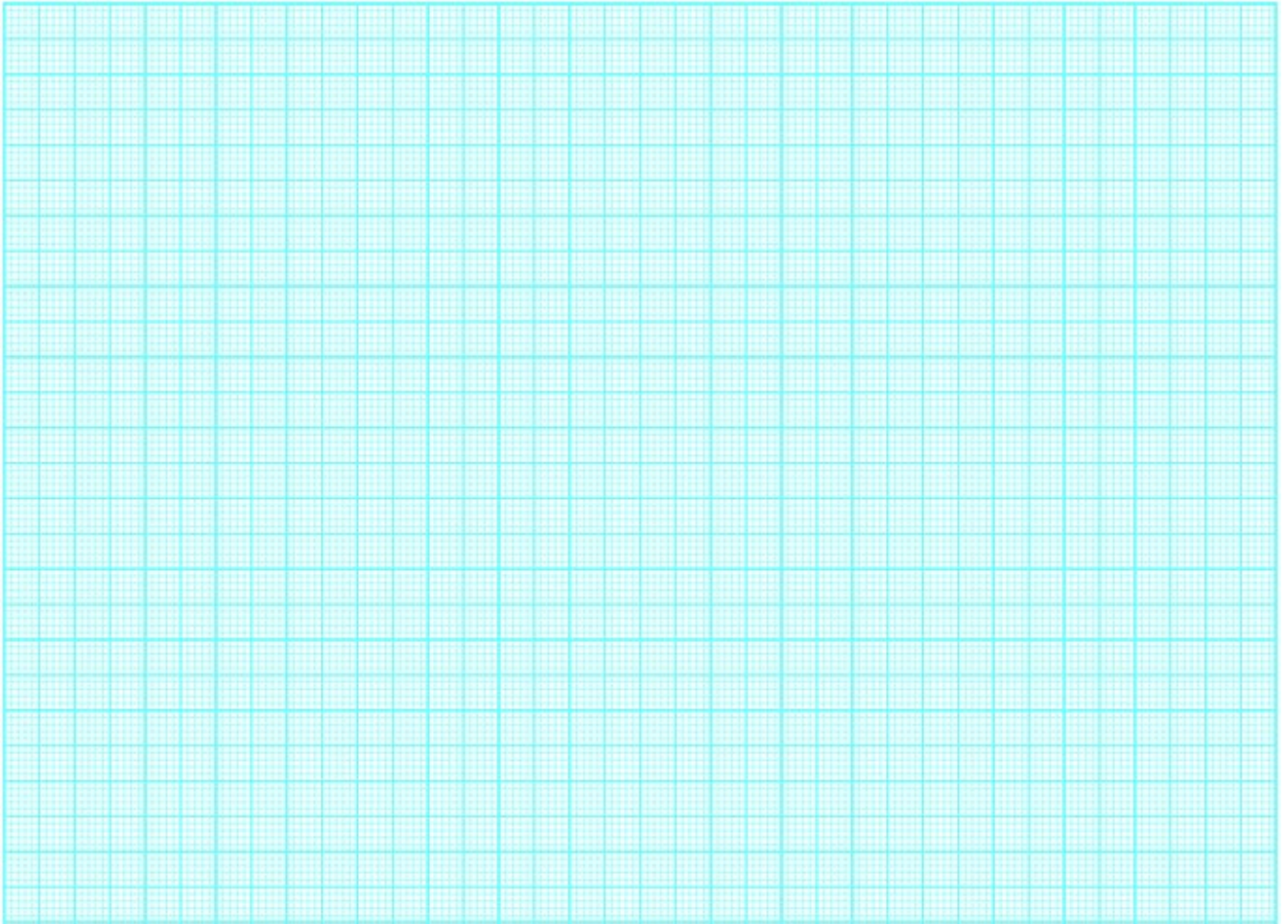


答案：

共_____個字

(2) 用最適當的科學繪圖方式，繪製該實驗的結果圖。(5分)

答案：

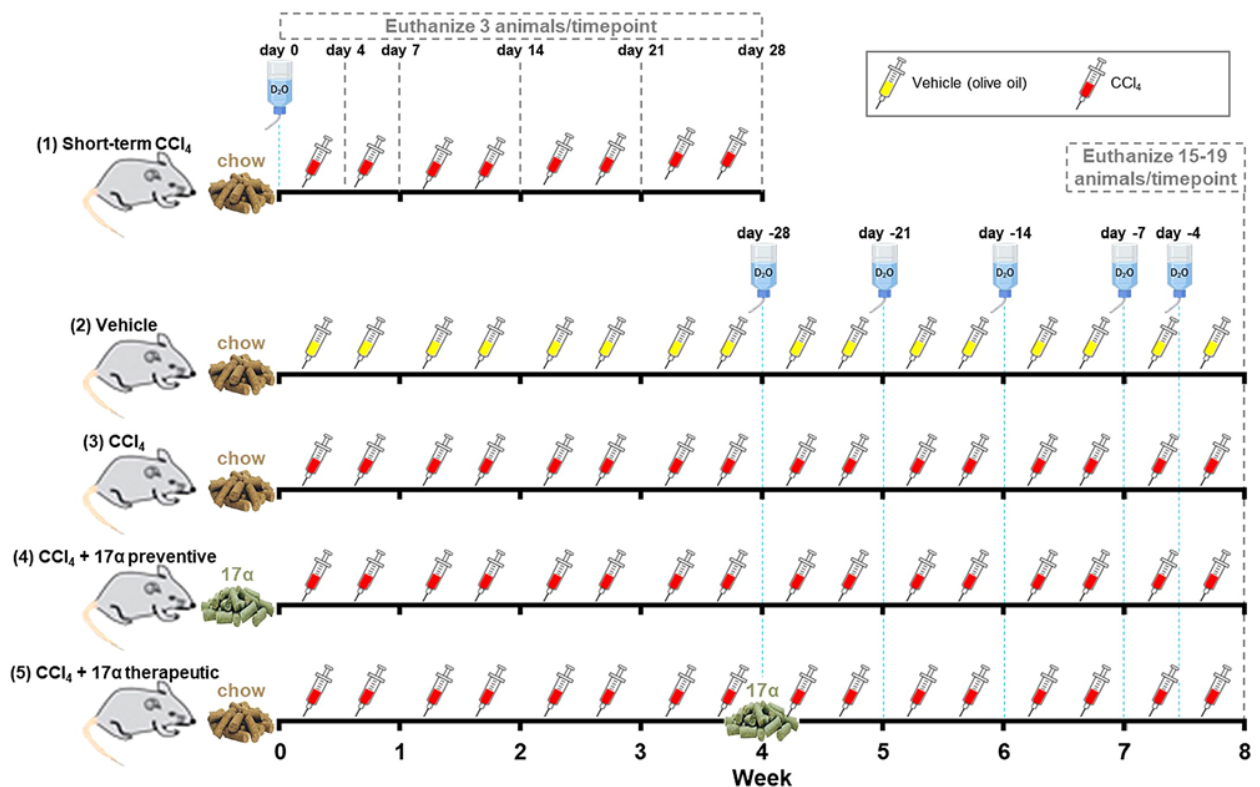


(3) 試說明該實驗欠缺了哪些控制組？(6分)

答案：

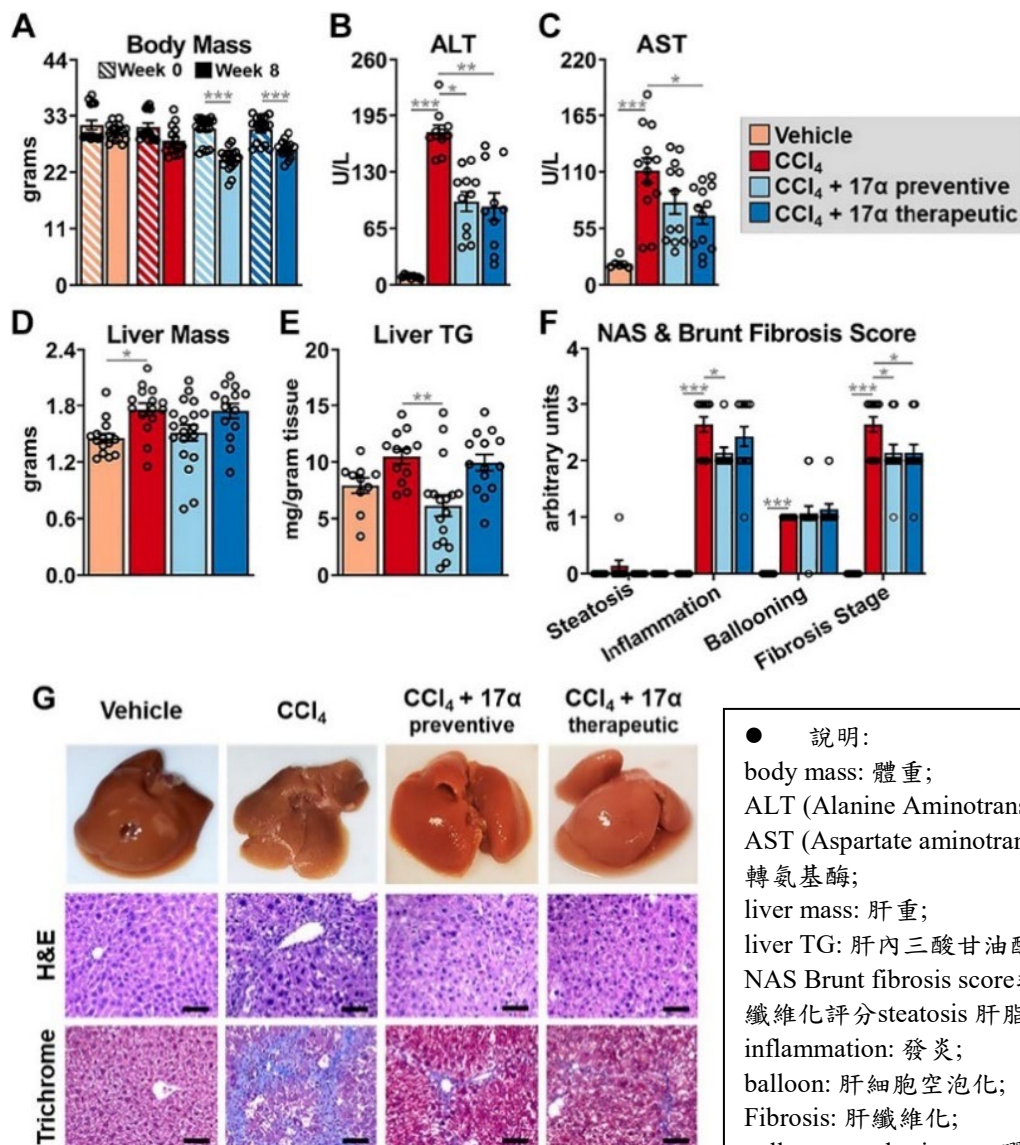
二、簡答題：

1. 雌激素不僅是重要的女性激素，對其他細胞也有不同的作用，下列實驗試圖證實雌激素對肝臟的保護作用。下圖為Ali Mondal S等人之實驗流程，請仔細閱讀後，逐一回答下列問題 (Ali Mondal S, et al., *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2023, 324(2):E120-E134, doi: 10.1152/ajpendo.00256.2022)

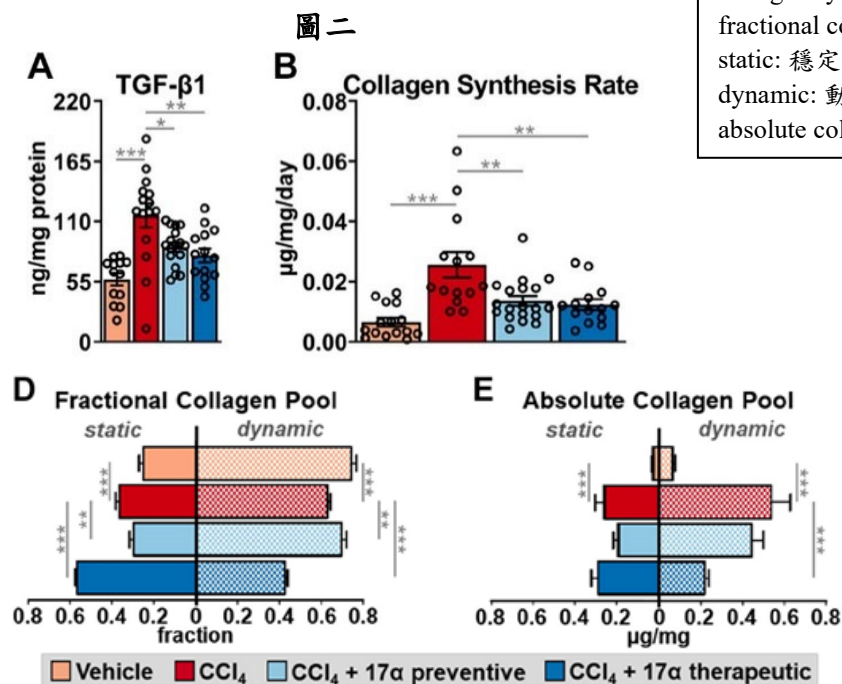


圖一

說明: vehicle 對照組(打橄欖油); CCl₄: 四氯化碳處理組(誘發肝損傷); CCl₄+17 α preventive: CCl₄+17 α 預防處理; CCl₄+17 α therapeutic: CCl₄+17 α 之治療處理; euthanize:安樂死; D₂O: 氘水; chow: 飼料



● 說明：
body mass: 體重;
ALT (Alanine Aminotransferase): 丙胺酸轉胺酶;
AST (Aspartate aminotransferase): 血清麩胺酸苯醋酸轉氨基酶;
liver mass: 肝重;
liver TG: 肝內三酸甘油酯;
NAS Brunt fibrosis score 非酒精性脂肪肝以及 Brunt 肝纖維化評分 steatosis 肝脂肪變性 (脂肪肝);
inflammation: 發炎;
balloon: 肝細胞空泡化;
Fibrosis: 肝纖維化;
collagen synthesis rate: 膠原蛋白合成速度;
fractional collagen pool: 部分膠原儲量;
static: 穩定態;
dynamic: 動態;
absolute collagen pool: 絕對膠原儲量



圖三

- (1) 圖二顯示雌二醇之投與可有效降低CCl₄所造成之肝損傷，根據圖二的結果，圖三為不同處理對八周後動物體內細胞激素(如TGF-β1)和膠原蛋白合成速度(collagen synthesis rate)的影響，請用30字內說明本圖結論 **(5%)** (雌二醇，TGFβ1，膠原蛋白，CCl₄等可視為一字，並在答案後寫出字數，超過者扣分)。

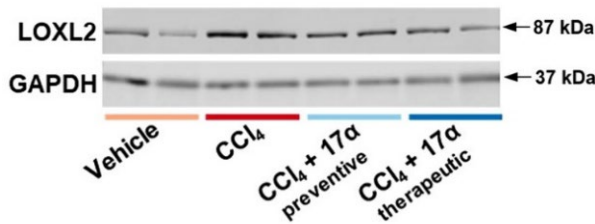
答案：

共_____ 個字

- (2) 根據實驗流程圖說明為何可測試出靜態和動態膠原蛋白在實驗結束後肝臟中的比例和絕對含量(膠原蛋白之轉換速率: collagen turnover rate)(請言簡意賅，推論合乎邏輯；言不及義者一律扣分)**(10%)**

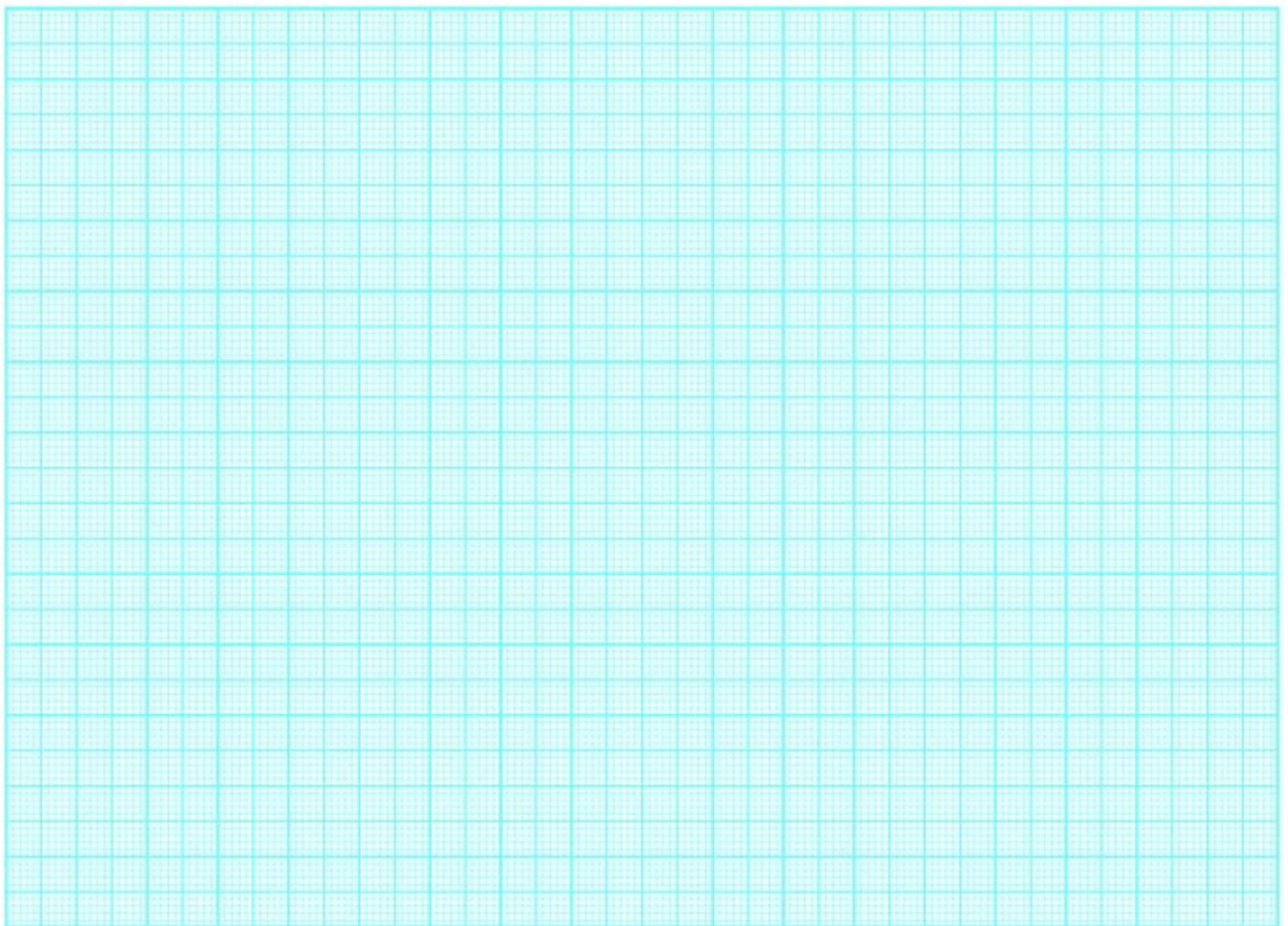
答案：

- (3) 下圖為膠原交聯酶LOXL2西方墨漬法之結果，請利用此圖及其掃描後之光學密度 (optical density)數據，繪出柱狀圖(或長條圖)(需寫出繪圖所依據的數據，畫出各組之間的相對關係)，並說明結論(可用所附的簡易計算機計算) (10%)。



	GAPDH 光學密度	LOXL2 光學密度
對照組 No. 1	16660	10234
對照組 No. 2	12250	4760
CCl ₄ 組 No. 1	12005	19040
CCl ₄ 組 No. 2	11270	15470
CCl ₄ +17α 預防組 No. 1	9800	11900
CCl ₄ +17α 預防組 No. 2	10290	12376
CCl ₄ +17α 治療組 No. 1	9310	11662
CCl ₄ +17α 治療組 No. 2	23520	15470

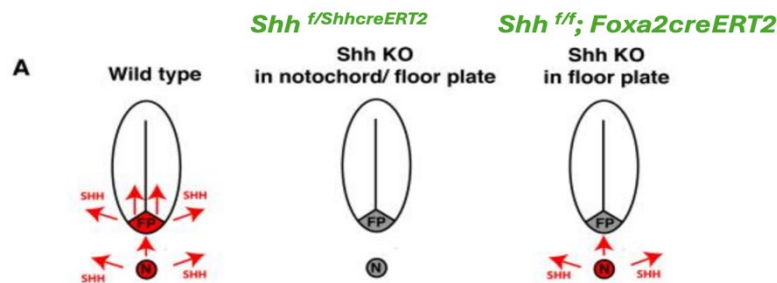
答案：



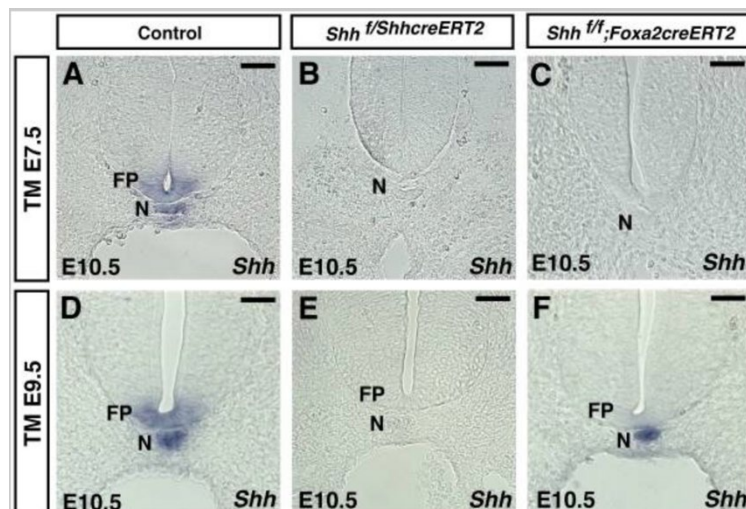
三、問答題：

在脊椎骨節間的穩定性和在整個脊椎負荷重力上，椎間盤扮演重要的角色，它是一個複雜的結締組織構造。在椎間盤發育過程中 音速小子刺蝟蛋白(sonic hedgehog, Shh) 的訊息傳遞路徑扮演重要角色，在小鼠胚胎發育的早期，*Shh*會表現在脊索(notochord, N)和底板(floor plate, FP)附近，已知如果將脊索和底板細胞內的*Shh*的基因剔除(knockout, KO)，則小鼠的椎間盤發育會不正常，但哪個位置是關鍵尚未知道，因此科學家想利用兩種組織特异性的基因敲除小鼠(*Shh*^{f/ShhcreERT2}和*Shh*^{f/f}; *Foxa2creERT2*)來驗證哪個位置和時間是椎間盤構造形成的關鍵因素。

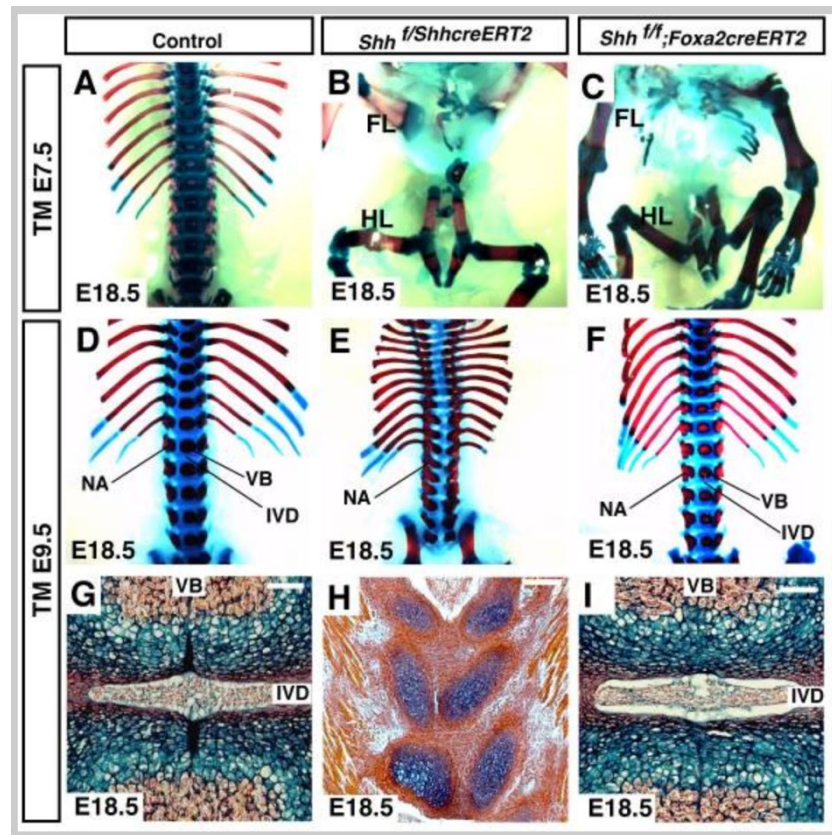
他們將小鼠在胚胎發育第7.5天(E7.5)或第9.5天(E9.5)注射TM將這兩種基因剔除鼠的特定組織內的*Shh*基因敲除。實驗策略和設計如圖一；*Shh*在組織表現為紫色，其結果如圖二；在第18.5天時以組織染色觀察脊椎及椎間盤的發育結果如圖三；此外其他文獻指出Shh可以刺激Pax 1和Pax 3 的產生讓體節發育正常，圖四分別是Pax1和Pax3的表現。



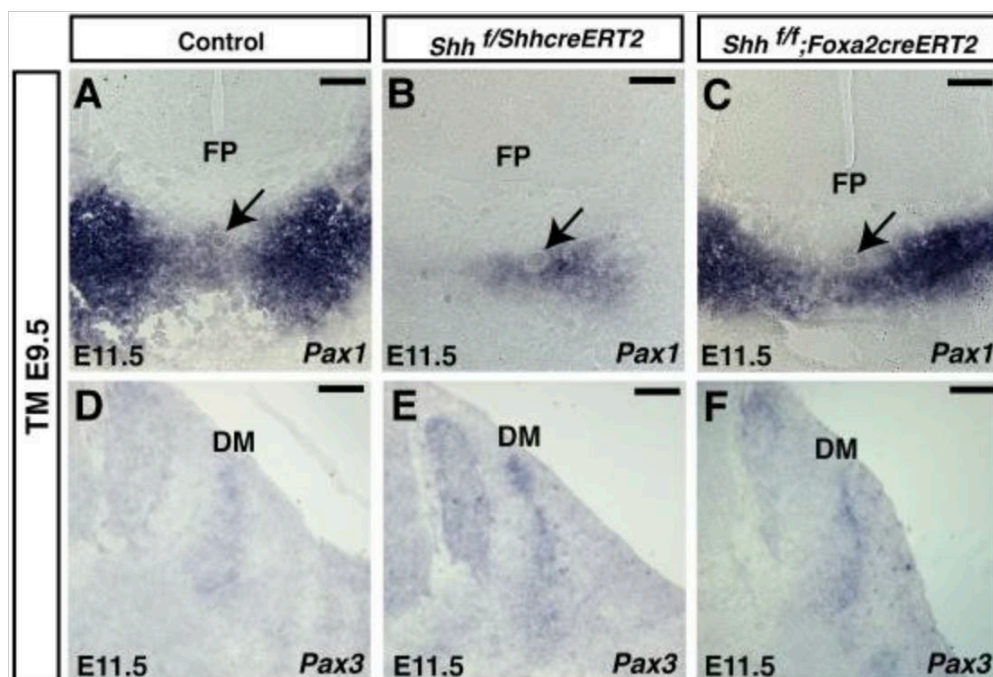
圖一、將小鼠*Shh*基因剔除的策略



圖二、小鼠*Shh*基因在底板及脊索的表現



圖三、小鼠在第18.5天時以組織染色觀察脊椎(VB)及椎間盤(IVD)的發育結果



圖四、小鼠在第11.5天時以染色觀察Pax1 及Pax3的表現(DM: Dermomyotome，皮肌節:體節的一種)

1. 請回答以下問題 (註：標點符號不計字數，縮寫或基因型視為一個字)

(1)根據圖二，請以表格說明 *Shh^{f/ShhcreERT2}* 和 *Shh^{f/f}; Foxa2creERT2* 兩種基因剔除鼠 *Shh* 的表現差異(包含表現的位置及時間點) (4%)

答案：

(2)根據圖一~圖三，

(A) 請問哪個位置和時間點的 *Shh1* 表現對椎間盤發育是關鍵(2%)，

答案：

(B) 為什麼？(5%)，請以 50 個字內表達

答案：

(3)根據圖四，請以 30 個字內說明不同位置的 *Shh* 對 *Pax1* 及 *Pax3* 表現的影響。(4%)

答案：

2. 有5個外星生物來到地球，他們有以下一些特點：
- A. 兩側對稱(bilateral symmetry)、三胚層(triploblasty)、無體腔(acoelom)、無體分節(no segmentation)
 - B. 原口類發育(protostome development)、假體腔(pseudocoelom)、會蛻皮生長(growth by molting)
 - C. 屬於冠輪動物類(lophotrochozoan)，退化的體腔(reduced coelom)
 - D. 後口類發育(deuterostome development)、兩側對稱(bilateral symmetry)、有體分節(segmentation)
 - E. 兩胚層(diploblasty)，輻射對稱(radial symmetry)
- (1) 根據這些特徵，這5個外星生物可能分別隸屬下列哪個門？(5%)
- () 軟體動物門
 - () 扁形動物門
 - () 脊索動物門
 - () 刺細胞動物門
 - () 線蟲動物門
- (2) 請根據提供的資訊，畫出他們的系統發育(phylogeny)樹，並標出任兩個關鍵節點的特徵。(5%)

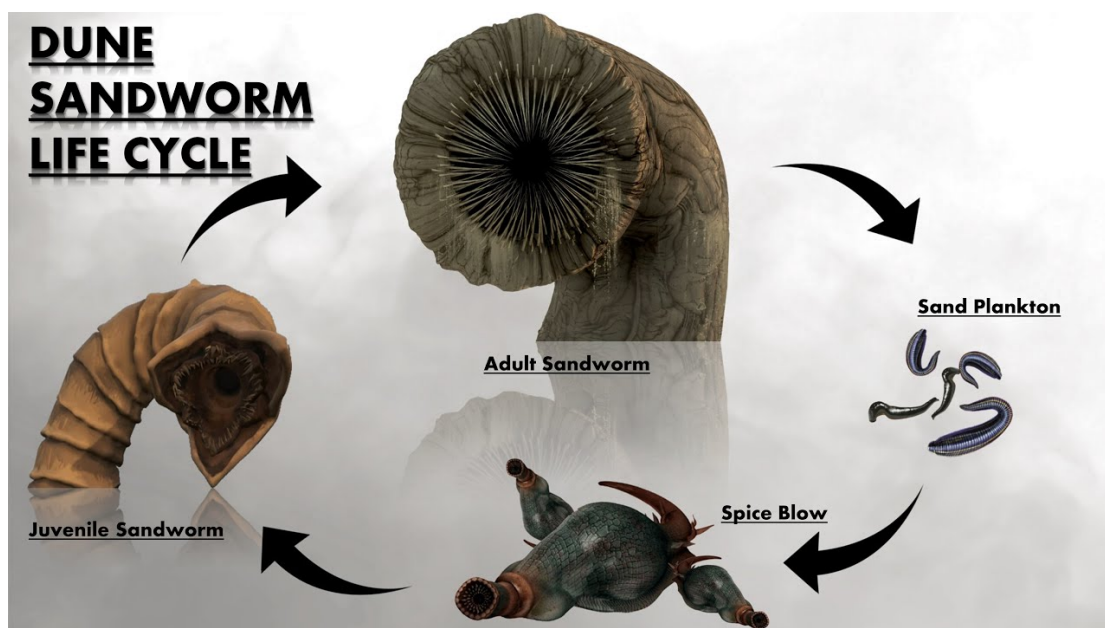
答案：

三、簡答題：

科幻電影沙丘(Dune)中有一種成體相當巨大的動物稱為沙蟲(Sand worm)，牠在不同的發育階段有著不同的名字。根據小說，牠的起源是來自於一個潮溼的星球，然後被星際殖民的人刻意帶到Arrakis這個表面只有沙漠但地下有水的星球來。依據原著小說，沙蟲的形象看起來近似一隻龐大的蚯蚓，最大的個體可長達400公尺，牠們在沙中若偵測到地表有任何動靜就會跑出來攻擊。牠們可以吞嚥任何東西包含採集香料的機器。而這個所謂的香料就是沙蟲的生活史中某個時期所產生的排泄物。請仔細閱讀搭配本題的圖片內容及另外提供A4圖片並回答以下問題：



沙蟲之成蟲十分龐大，這是牠從沙中鑽出來覓食或攻擊獵物的樣子



這是沙蟲生活史的簡要示意圖

- (1) 沙蟲在生活史中似乎有取食幼體的行為(child cannibalism或fetal cannibalism)，請根據你對同種相殘的瞭解提出在生活史內發生取食幼體行為的假說。(3%)

答案：

- (2) 在沙蟲的生活史中具有浮游生物階段，根據你對地球動物的瞭解，那些門的動物具有類似的發育過程？(5%)

答案：

- (3) 沙蟲的幼體微小，但是成體卻十分巨大，請問在地球上是否有這類”幼體與成體體型差距巨大”的案例？請舉例說明。(2%)

答案：

(4) 沙蟲成體巨型化(gigantism)的可能成因為何？請具體說明你的科學推測。(5%)

答案：

(5) 根據本題所提供之資訊，你是否能推測沙蟲的內部解剖構造，並請圖示你推測的沙蟲解剖圖，請說明各結構的功能。(10%)

2024 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 10 頁(不含封面)，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。

第三部分：(100 分)

一、探討彩色番茄的著色



小明對於番茄的外觀顏色非常感興趣，他知道這些番茄顏色是由脂溶性與水溶性的色素分子組成。因此，他收集了市面上各種顏色的小番茄，如上圖所示。他為了瞭解這些小番茄不同的著色是如何造成的，因此利用兩種不同的緩衝液來萃取色素，分別是：(1) n-hexane: isopropanol: acetone=2:1:1；(2) 1% HCl in methanol。根據上述資訊，以及習得的相關知識，回答下列問題：

1. 右圖所示的不同外表顏色的小番茄，列出至少 5 種不同的可能因子(包括外在與內在)，造成這些番茄顏色的產生？(5 分)

外在因子：_____。

內在因子：_____。

2. 上述的不同顏色小番茄，可能包括哪些色素分子？

色素分子的種類：_____。(3 分)

第 1 種緩衝液(n-hexane: isopropanol: acetone=2:1:1) 可以萃取出來的色素分子：

_____。(1 分)

第 2 種緩衝液(1% HCl in methanol) 可以萃取出來的色素分子：

_____。(1 分)

3. 列出 2 種促進番茄著色的植物荷爾蒙：_____ (4 分)，何種荷爾蒙在產業上已有應用：_____。(1 分)

另外，小明發現番茄基因 X，它的基因表現主要在番茄果實轉變成紅色時，因此，他推測基因 X 可能會影響番茄果實顏色的產生。接著他利用 35S-啟動子在野生型番茄中大量表現基因 X，結果發現番茄果實變成橘黃色，而不是更鮮紅色；因此，他改用基因 X 的啟動子在野生型番茄中來大量表現基因 X，結果獲得更鮮紅的果實，暗示基因 X 應該會調控番茄果實的顏色。

根據上述的短文，回答下列相關的問題。

4. 解釋 35S-啟動子與基因 X 啟動子驅動該基因表現的差異：

兩者驅動該基因表現的差異：

_____. (5 分)

5. 解釋為何基因 X 啟動子而不是 35S-啟動子，驅動 X 基因表現的番茄果實會比較鮮紅？
_____. (5 分)

6. 根據上述的短文，是否證實基因 X 的確參與番茄果實的著色？ (5 分)

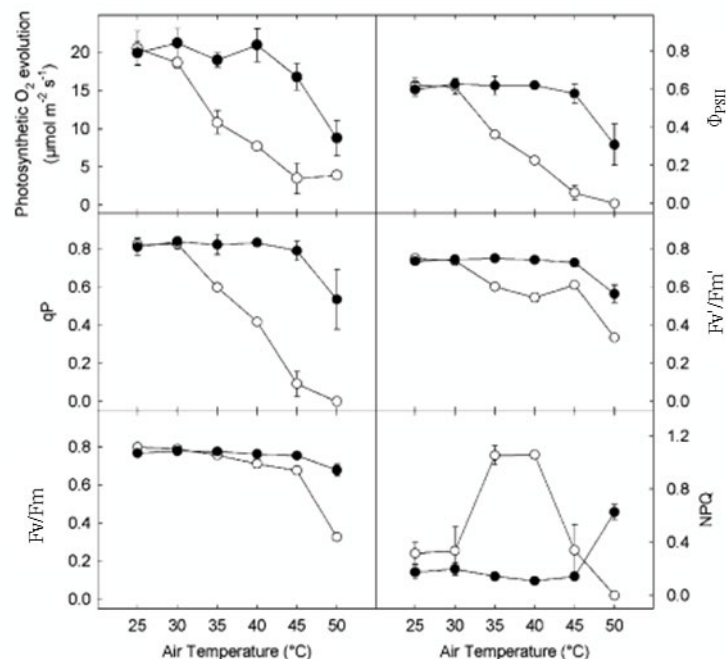
☐是

☐否

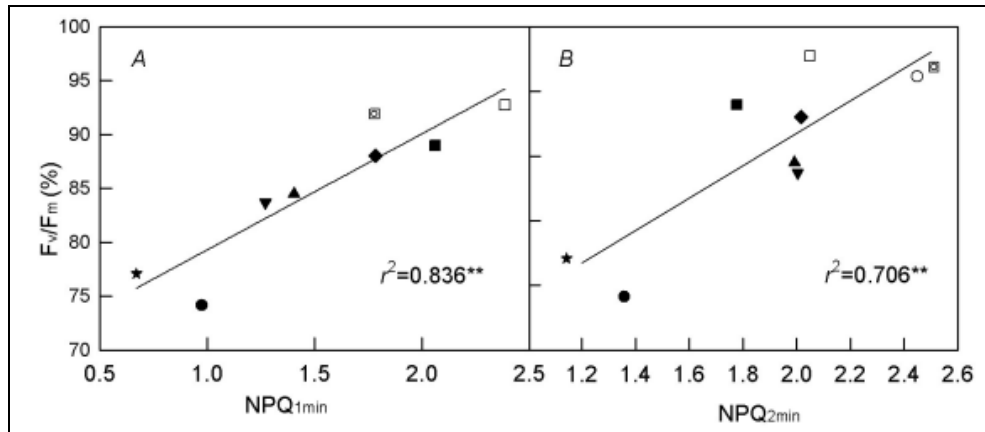
解釋：

二、葉綠素螢光生理生化的探究

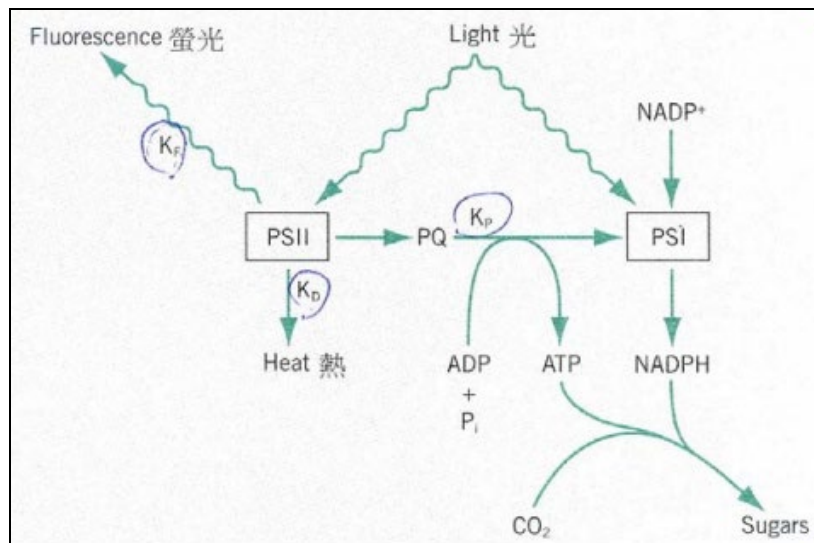
光能被葉中的葉綠體吸收後，以三種方式轉換，其中之一為葉綠素螢光。三種轉換方式彼此消長，任何一轉換方式效率的提高都會導致其他兩個產量的下降。當葉片從黑暗轉移到光線時，PSII 反應中心逐漸關閉。這使得（在光照第 1 秒左右）產生葉綠素螢光產量的增加。然而之後螢光量通常在幾分鐘內開始再次下降。這種稱為螢光淬滅（fluorescence quenching）的現象，這種淬滅稱為「光化學淬滅」（photochemical quenching, qP）。於此同時，能量化為熱量的效率也在提高，這個過程稱「非光化學淬滅」（non-photochemical quenching, NPQ）。通過接通測量光所測量得螢光的 F_o （最小）量。然後給予飽和閃光，在暗適應狀態下測量最高螢光量的 F_m 。其中很常被拿來當做環境指標的參數是 F_v/F_m ，是由 F_o 與 F_m 兩參數演變過來，即 $F_v = F_m - F_o$ 。也就是說 F_v 為最低至最高螢光量間的差值， F_m 是黑暗狀態下，照射飽和光源後螢光最高值， F_v/F_m （黑暗狀態下，PSII 光學反應最大螢光值）的比值是描述光合作用胞器生理狀況的重要參數，透過葉綠素螢光 (chlorophyll fluorescence) 釋放量作估算，可表示光合作用活性高低的指標。當逆境發生時，影響 PSII 電子的傳導，進而改變 F_v/F_m 的比值，因此在生理研究中，會以此值作為描述逆境發生的指標。下列有關於 葉綠素螢光生理生化的探究之相關問題，請依妳／你所學的植物生理相關科學知識與圖一至圖三的實驗結果回答之。（15 分）



圖一：生長在 25°C（空心）和 41°C（實心）的玉米葉片，在黑暗中經歷 20 分中高溫逆境後，各種光合作用參數的反應(圖左上為氧的釋放量，左中為 qP，左下為 F_v/F_m)。



圖二：1 種闊葉先驅樹種 - 台灣赤楊 (◻)、2 種闊葉林下灌木 - 朱砂根 (▼) 和鐵雨傘 (▲)，以及 4 種不同光適應能力之蕨類 [石葦 (◻)、山蘇花 (○)、細柄雙蓋蕨 (◆) 及台灣原始觀音座蓮 (★)] 葉片，經 $2000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PPFD 強光照射 30 分鐘後，其光抑制程度 ($F_v/F_m\%$ ，照光前之 F_v/F_m 設為 100%) 與其開始照光後 1 及 2 分鐘之 PSII 非光化學消散 ($\text{NPQ}_{1\text{min}}$ 及 $\text{NPQ}_{2\text{min}}$) 之關係



圖三：模式圖解說明光合作用所吸收之光能可能的結局。

1. 圖一的空氣溫度(air temperature)是否會影響光合能力？依據上述實驗結果， F_v/F_m 是否可以反應環境逆境？理由是什麼？（5 分）

答：_____

2. 圖二結果可說明葉綠素螢光生理的義意何在？(註：可依先驅樹種與林下灌木在 NPQ1min 測試下的比較分析)。(5 分)

答：_____。

3. 根據圖三， K_D 、 K_P 、 K_F 分別代表光能被葉中的葉綠體吸收後哪三種途徑？葉片以丙酮萃取之葉綠素溶液，以白光照射時會有什麼色光產生？與完整葉片比較，何者的 Fv/Fm 為高？理由何在？(5 分)

答：_____。

三、細胞分裂素的生理活性探究

許多開花植物體內都含有天然內生性的細胞分裂素。細胞分裂素在植物體內，主要是在質體中，利用甲基紅蘚糖醇磷酸途徑所產生的二甲烯丙基焦磷酸為原料，把這化合物的異戊烯側鏈轉移到腺苷三磷酸 (ATP)、腺苷雙磷酸 (ADP) 或腺苷單磷酸 (AMP) 的腺嘌呤的六號氮上。這反應是由腺苷酸異戊二烯基轉移酶 (IPT) 催化與決定細胞分裂素生合成的速率，因此異戊烯基轉移酶是細胞分裂素生合成路徑的關鍵酵素。有趣的是，部分植物病原菌在感染植物的過程中，也具有合成細胞分裂素的能力，或導致植物合成過多的細胞分裂素。例如，農桿菌中具有兩種異戊烯基轉移酶，分別是 Tmr 及 Tzs 蛋白質。當農桿菌感染植物後，TMR 基因被轉移並嵌入植物染色體中，進而在受感染的植物細胞中產生細胞分裂素，使得受感染植物細胞不正常增生，產生冠瘻腫瘤病。

為了解細胞分裂素與老化相關的生理功能，植物學家透過帶有 TMR 基因片段並加入大豆的熱休克啟動子 (heat shock promoter) HS6871 的農桿菌 (*Agrobacterium tumefaciens*) 轉染菸草植株，利用每天 42°C 高溫處理 2 小時再回復至 20°C，進行為期 12 週的葉片老化相關實驗，據下列實驗結果與過去所學的相關知識，回答問題。(15 分)



a 轉殖高溫組

b 未轉殖高溫組

c 轉殖無高溫組

d 未轉殖無高溫組

1. *TMR* 基因取自哪裡？*HS6871* 取自哪裡？並說明其功能是什麼？（5 分）

答：_____。

2. 實驗結果是什麼？可以推論出什麼？（5 分）

答：_____。

3. 若此研究以 *IPT* 基因取代，預期結果為何？並請繪圖說明 *IPT* 基因轉殖菸草的示意圖。（5 分）

答：_____。

示意圖：



四、植物解剖構造辨識

(一) 配合題：(每格 2 分，共 28 分)

判斷不同植物切片中的構造。(註：題中的小圖即是該植物構造的低倍畫面)

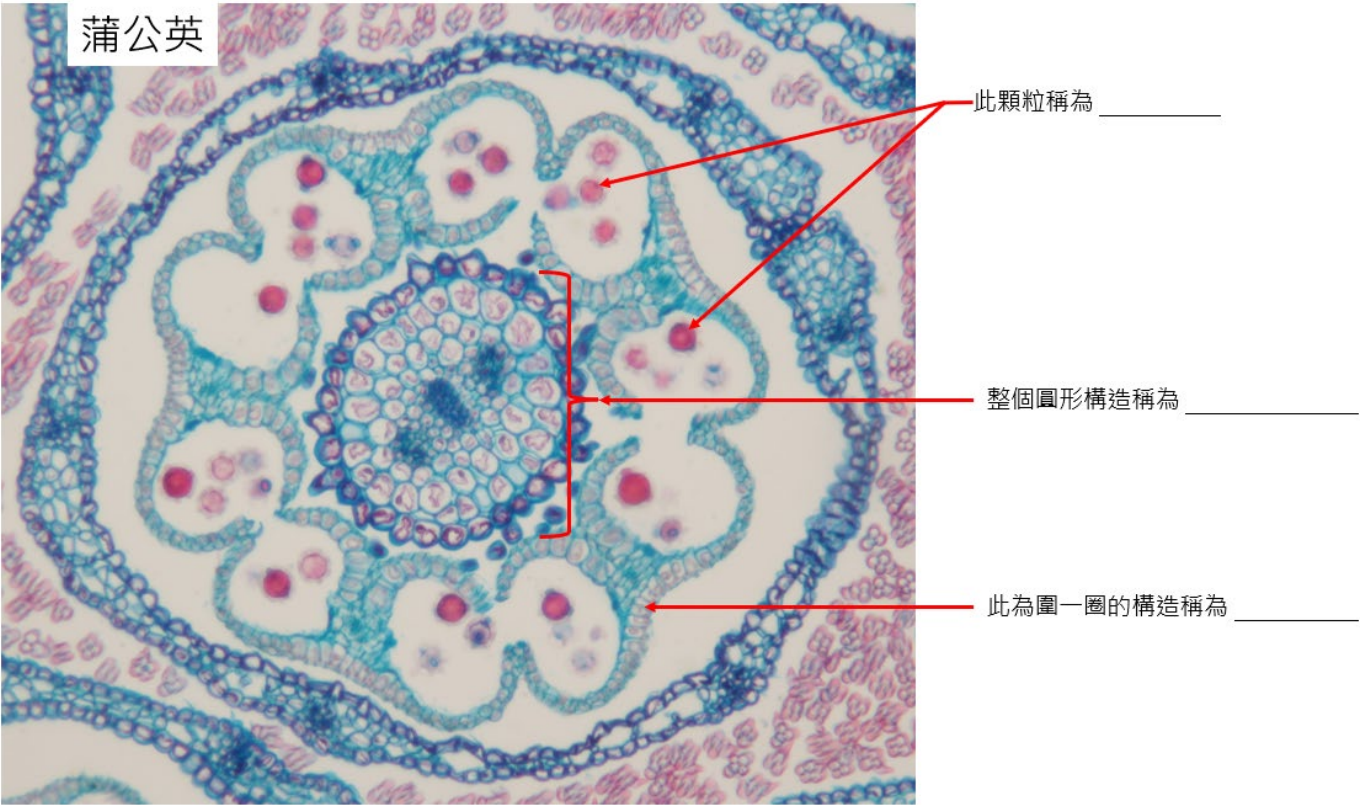
從下表所提供的植物構造名詞選項中，選出一個**最適合者**，並將其代碼填入對應的空格。

構造選項表 (每個選項可重複選用)

A 根	B 支根	C 莖分支	D 葉柄	E 分生組織
F 皮層/細胞	G 射髓/細胞	H 髓/細胞	I 內皮/細胞	J 卡氏帶
K 導管細胞	L 管胞	M 纖維	N 氣孔下腔	O 細胞間隙
P 維管束鞘	Q 韌皮纖維	R 花萼	S 花瓣	T 雄蕊
U 聚藥雄蕊	V 花粉粒	W 花絲	X 花柱	Y 柱頭

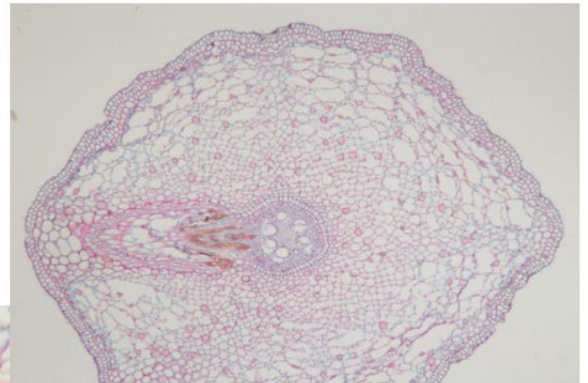
注意：請將答案的代碼填入對應的空格中，若直接填寫構造名稱，將不計分!

1. 蒲公英花的橫切面



2. 鳶尾構造的橫切面

鳶尾



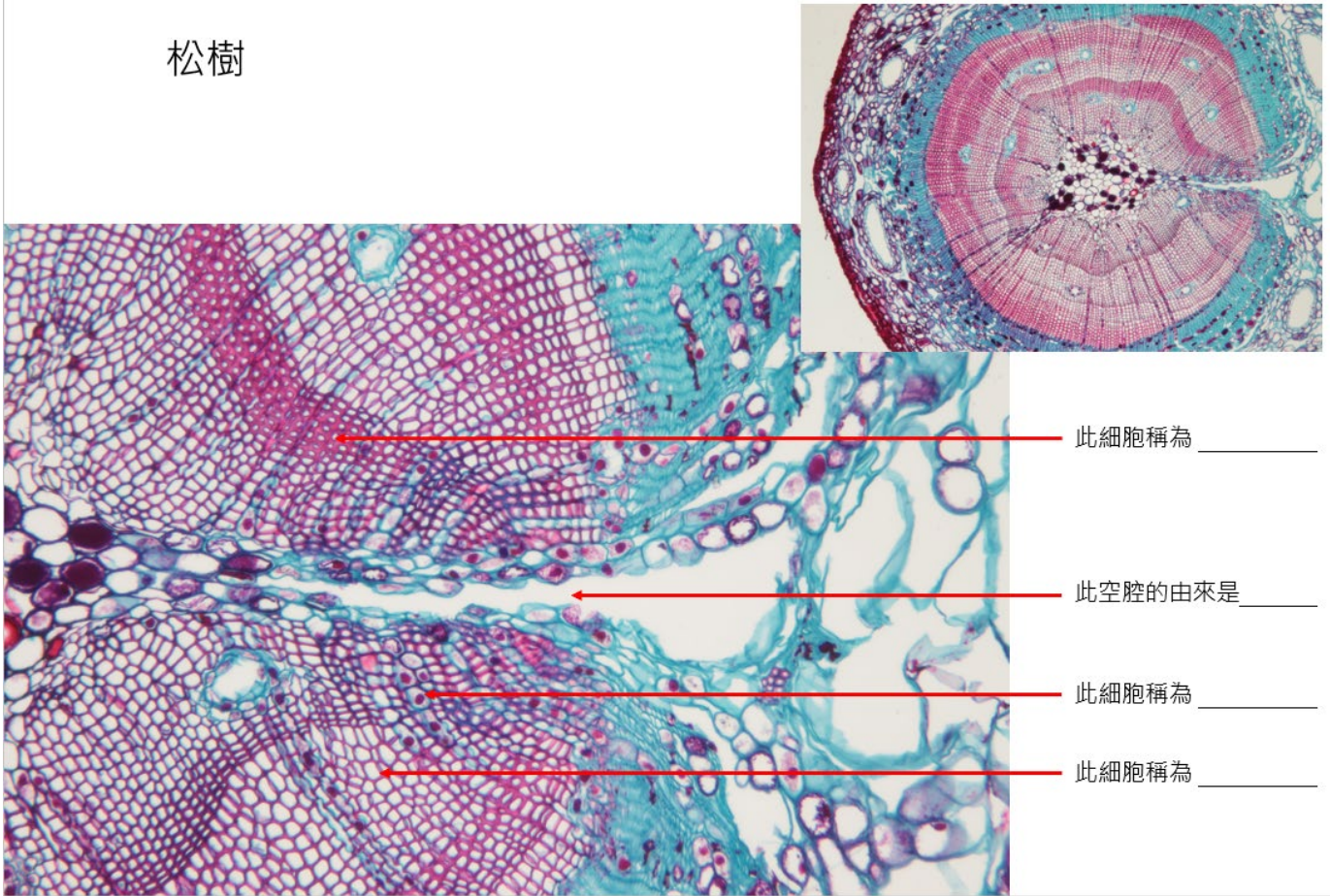
此為圍一圈的構造稱為 _____

此處組織所形成的構造稱為 _____

此圓形的細胞稱為 _____

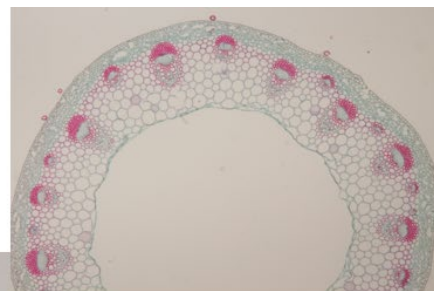
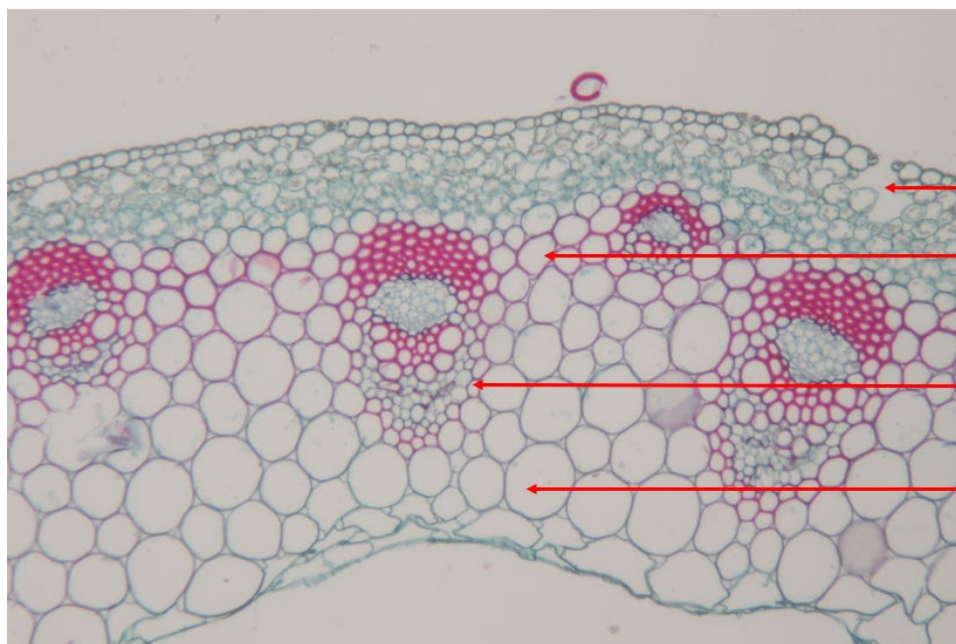
3. 松樹構造的橫切面

松樹



4. 毛茛構造的橫切面

毛茛



此處稱為 _____

此細胞所在構造稱為 _____

此細胞所在構造稱為 _____

此細胞所在構造稱為 _____

(二) 簡答題 (每題 4 分，共 12 分)

1. 根據上面鳶尾的圖，解釋偏左側的細胞組織為何生長方向與中央大部分組織不同？其生長點在何處？

答：_____。

2. 根據上面松樹的圖，解釋其年輪為何沒有呈現平均的同心圓（如：有些部位 4 輪、有些 3 輪或不明顯）？

答：_____。

3. 根據上面毛茛的圖，判斷此為哪種器官？解釋為何中空管狀？

答：_____。

2024 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 2 頁(不含封面)，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。

第四部分：(100 分)

一、簡答題

酵母菌轉譯起始因子 Tif3 基因編碼一個 RNA 結合蛋白，該蛋白 N 端具有一 RNA 辨識結構區(RNA Recognition Motif, RRM)，中間具有編號 1 至 7 的七個富含鹼性及酸性氨基酸的重複序列，C 端序列無顯著已知結構的功能區。小英過去的研究顯示 Tif3 基因缺損造成突變酵母菌對溫度敏感的生長缺陷外表型，可藉由外送野生型 Tif3 表現質體 DNA 而彌補該基因缺損所造成又成的突變 Tif3 基因之功能，也得知 Tif3 蛋白至少具有兩個 RNA 結合區，且其蛋白具有催化 RNA 股交換(RNA strand exchange)的活性。小瑛想進一步設計實驗想探究 Tif3 各功能區缺損對突變酵母菌株的生長、及對試管內轉譯活性之影響，下圖左側所呈現為小瑛所建構之 Tif3 基因缺損質體所表現的野生型及各功能區缺損蛋白涵蓋區，右側為小瑛測試各蛋白表現對該酵母菌於 37°C 培養生長狀況，及各蛋白對試管內轉譯活性(以%呈現)及 RNA 股交換活性之實驗結果。圖中符號 + 表示有，符號 - 代表無，符號+ 之數目越多表示活性越大。

Tif3 蛋白		37°C 生長狀況	轉譯活性(%)	RNA 股交換
N	RRM-1 2 3 4 5 6 7 C	++	100	+++
N	RRM-1 2 3	++	43	++
N	RRM-1	-	0	-
	1 2 3 4 5 6 7 C	+	0	+

請依據上述實驗結果回答下列問題：

- 請以分子生物學知識說明 Tif3 蛋白的胺基酸重複序列與蛋白質轉譯作用之相關性。
(20 分)
- 請以分子生物學知識說明轉譯起始因子 Tif3 蛋白的 RRM 結構區在核糖體轉譯蛋白質時的可能功能。(20 分)

3. 請以分子生物學知識說明轉譯起始因子 Tif3 蛋白的 RNA 股交換活性與其功能之相關性。(20 分)
4. 請以分子生物學知識說明 Tif3 蛋白 RRM 功能區在酵母菌細胞蛋白轉譯作用之重要性。(15 分)

二、是非題

核糖開關(riboswitch)是某些 mRNA 上的一段序列，會形成可以與特定代謝小分子(metabolites)或某些金屬離子結合的結構，當其接上這些代謝分子或金屬離子後，其 mRNA 構型會改變，藉以調節基因的表現，下列關於核糖開關的特性之敘述，正確者請在其前括弧處填入 T，不正確者填入 F。每題 5 分，合計 25 分

1. () 都具備核酶(ribozyme)活性
2. () 會形成抗終止因子(antiterminator)或終止子(terminator)
3. () 具有適配體(aptamer)及表達平台(expression platform)兩種功能區
4. () 會影響其所在的 mRNA 是否被轉譯
5. () 會影響轉錄啟始及終止

2024 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 11 頁(不含封面)，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)

第一大題：是非題，正確請在題號前空格填 T，不正確請填 F。(共 16 題，每題 2 分共 32 分，答錯一題扣 4 分，最多扣至 32 分)

一、動物的長距離遷徙是大自然的偉大奇蹟之一，請判斷以下敘述的真偽。

- _____ 1.所有動物都能夠進行長距離遷徙，無論其體型大小。
- _____ 2.動物在遷徙過程中會經歷生理上的壓力，例如運動疲勞、能量不足等。
- _____ 3.陸域動物在長距離遷徙時，通常會選擇在夜間進行，以避免白天的高溫。
- _____ 4.動物遷徙的時間表通常受到內部生物鐘的調控，而不是外部環境的影響。
- _____ 5.長距離遷徙的動物通常會在遷徙期間放棄繁殖活動。
- _____ 6.動物的遷徙距離與其生殖策略無關，不同的生殖策略對遷徙距離沒有影響。

二、研究人員(Hein et al., 2012)認為，遷徙性動物在未進食的情況下，單次可遷徙的最大距離(Y_i)受身體所儲存的能量及能量消耗速率所決定，體重(M)、形態特徵(β)(如體長、翼展、身體橫截面積等特徵)和運動模式(如步行、游泳或飛行)決定了遷徙性動物使用身體儲存能量(P_{loc})的速率，因此，動物單次可遷徙的最大距離可用下列積分方程式來呈現。

Source: Hein, A. M., C. Hou, J. F. Gillooly. 2012. Energetic and biomechanical constraints on animal migration distance. *Ecology Letters*: 15(2): 104-110.

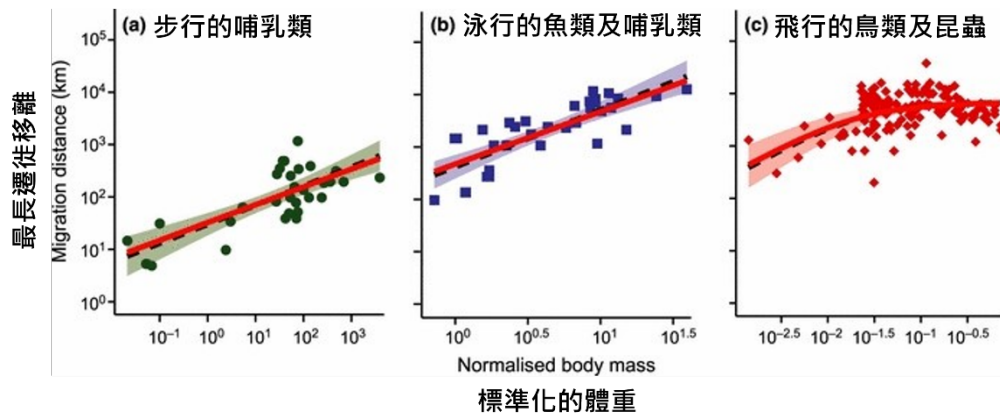
$$Y_i = \int_{M_0}^{M_0(1-f)} \frac{-v(M, \beta) c}{P_{min}(M) + P_{loc}(M, \beta)} dM$$

在此， M_0 是動物開始遷徙的初始體重(kg)， $M_0(1-f)$ 是動物單次遷徙後的體重(kg)， v 是移動速度($m s^{-1}$)， c 是身體組織的能量密度(焦耳 kg^{-1})， P_{min} 是動物維持正常代謝的基本能量使用率， P_{loc} 是動物進行遷徙運動所需的能量使用率。

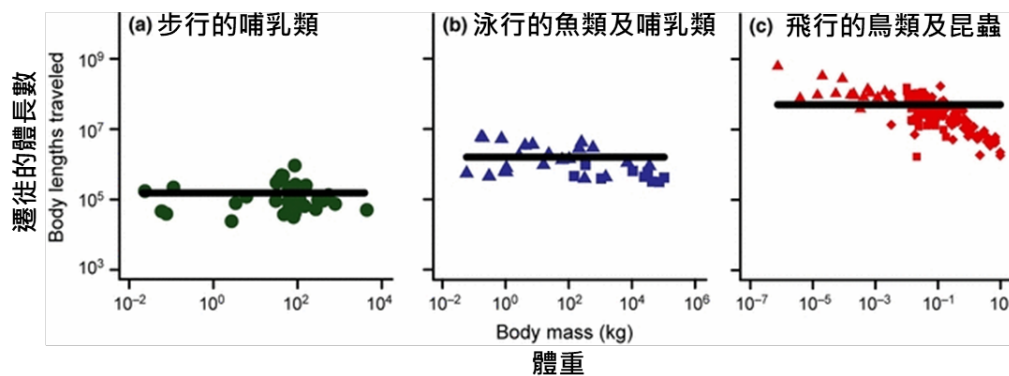
針對上述說明及方程式，請判斷以下敘述的真偽。

- _____ 7.動物的遷徙速度受到體重及形態特徵的影響。
- _____ 8.動物遷徙速度愈快，所能遷徙的最大距離就愈長。
- _____ 9.同種動物在進行遷徙時，體重降低愈多，所遷徙的距離就愈長。
- _____ 10.相同體重的同種動物，脂肪組織比例愈高的個體，所能遷徙的最大距離就愈長。
- _____ 11.動物維持正常代謝的基本能量使用率，受到運動模式與形態特徵的影響。

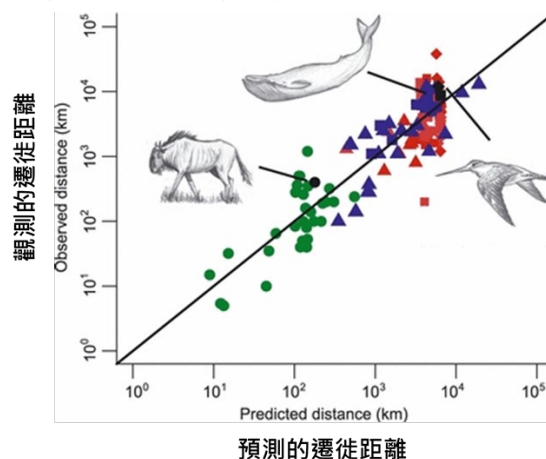
三、該群研究人員收集全世界 206 種遷徙性動物的最大遷徙距離，並將其區分為步行、游泳和飛行三類動物，各類動物其最大遷徙距離與經過標準化後的體重之間的關係如下。請注意，這三類動物體重的標準化方式並不一樣。



這 206 種遷徙性動物實際觀測到的遷徙體長數(最大遷徙距離除以平均體長)，與其體重之間的關係則如下圖（綠色圓圈：步行哺乳動物、藍色三角形：游泳魚類、藍色方塊：海洋哺乳動物、紅色三角形：飛行昆蟲、紅色方塊：雀形目鳥類、紅色菱形：非雀形目鳥類）。



這 206 種遷徙性動物實際觀測的最大遷徙距離，與用上述方程式所預測的最大遷徙距離，有以下的關係。請判斷以下敘述的真偽。



- _____ 12.對游泳動物來說，體重愈大，可遷徙的最大距離也較大。
- _____ 13.對遷徙性鳥類來說，體重愈大，單次可遷徙的最大距離也較大。
- _____ 14.在同樣的體重下，飛行動物的遷徙距離高於步行動物。
- _____ 15.游泳動物的體重與體長之間並沒有固定的關係，體重愈大，體長不一定愈大。
- _____ 16.本研究認為體重是影響遷徙性動物可遷徙最大距離的最重要因素。

第二大題：(34 分)

木質藤本植物 (liana) 在森林生態系中扮演著重要的角色，除了會影響森林的結構與營養循環外，其攀爬與纏繞的特性也為許多動植物提供了其賴以維生的棲地。近年來氣候與環境變遷為森林生態系帶來了許多改變，但對於樹木與木質藤本植物的影響並不相同。為了解樹木和木質藤本的豐富度隨氣候、地形與干擾程度的變化趨勢，研究人員收集了 83 篇研究報告，彙整全球 556 個地區共 651 個樣區、82,802 棵樹、26,538 棵木質藤本的調查資料，並計算每個森林樣區木質藤本與樹木豐富度的比值(liana-to-tree ratio, LTR)，豐富度的計算方式則採用植株密度(stem density, SD)、底面積 (basal area, BA)、地上部生物量 (above-ground biomass, AGB) 等 3 種方式量化 (摘自 Ngute et al. 2024. *Global Change Biology*)。

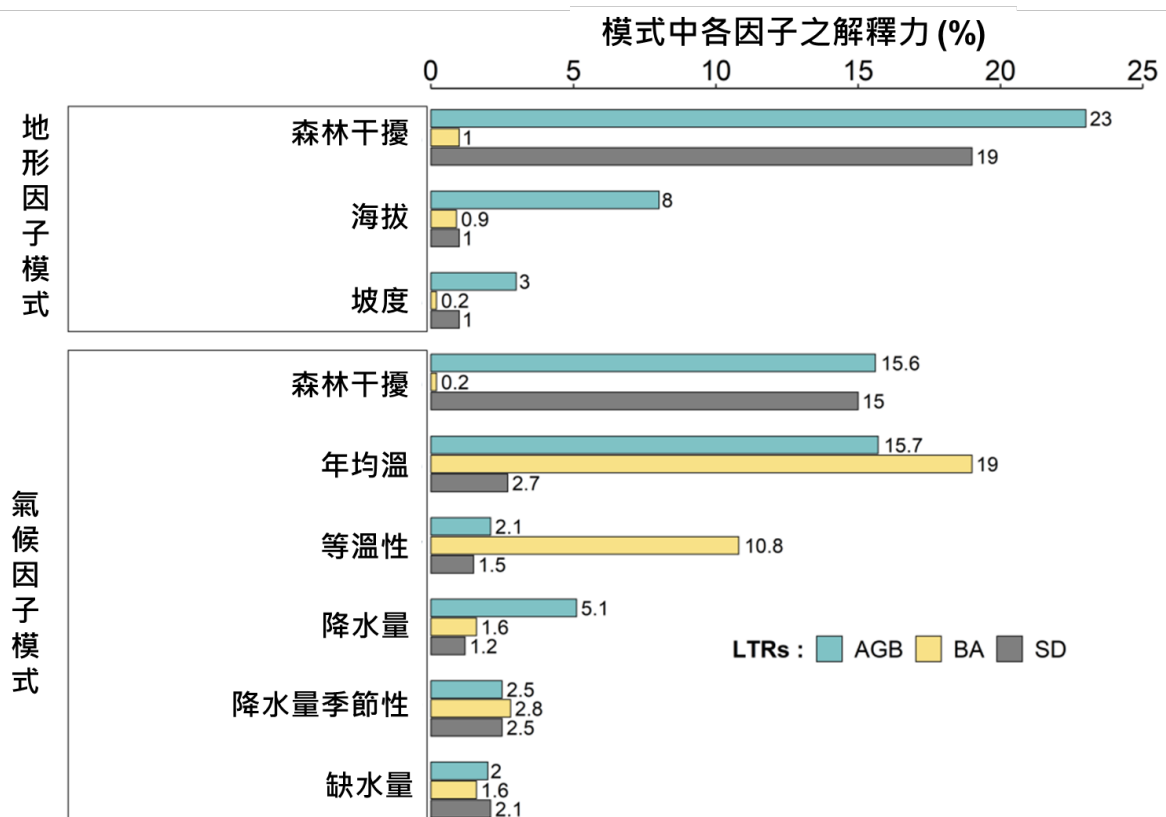


圖 2-1. 森林干擾、地形因子與氣候因子對於森林 LTR 數值空間變化之解釋力。藍綠色、黃色和灰色分別代表為使用地上部生物量(AGB)、底面積(BA)、和植株密度(SD)計算 LTR 之模式分析結果。橫條圖中標示之數值為各因子對於不同 LTR 數值變化之解釋力，數值介於 0 到 100 之間，數值愈大代表該因子在模式中之解釋力愈高。

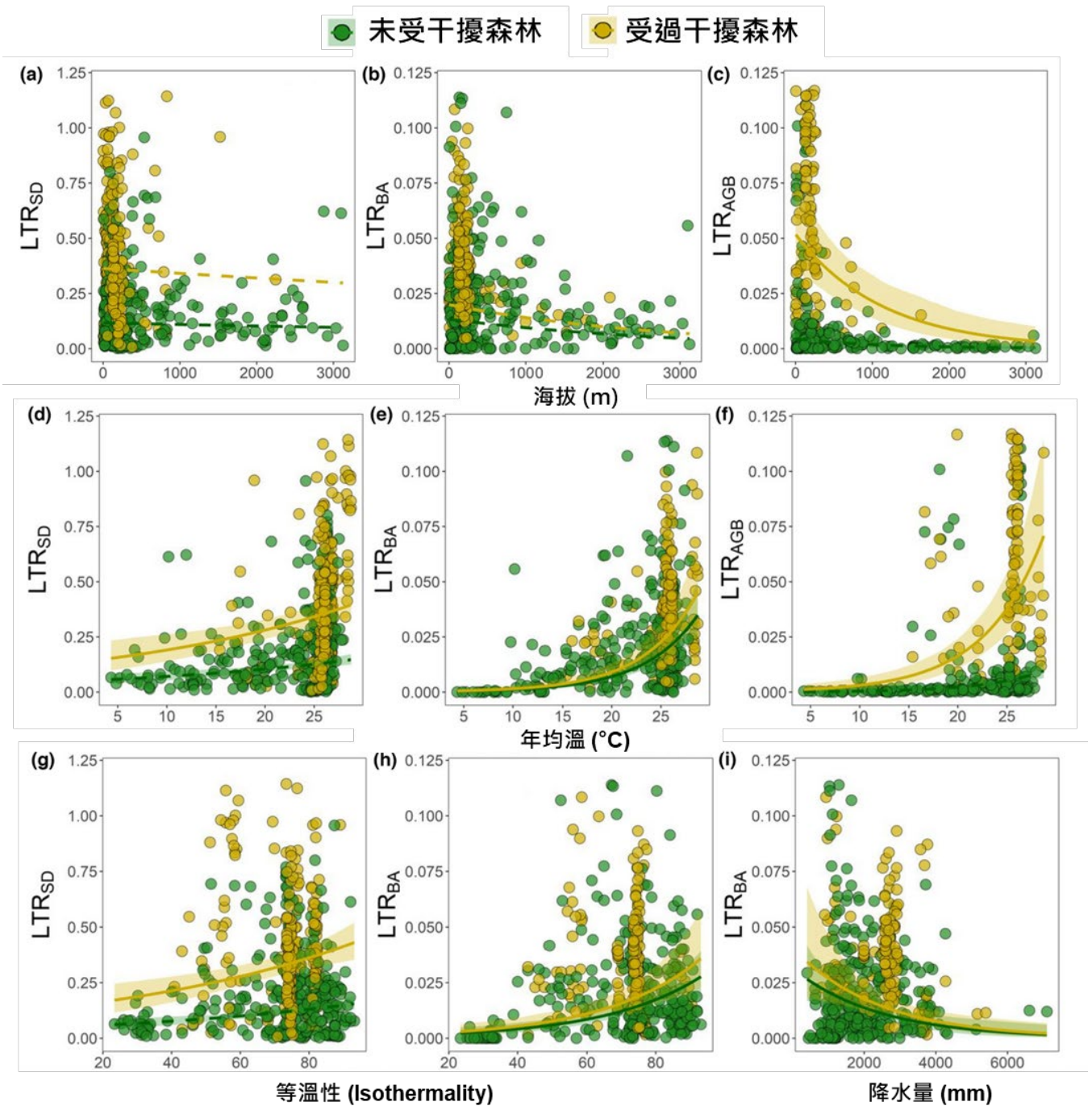


圖 2-2. LTR 隨著海拔(a-c)、年均溫(d-f)、等溫性(isothermality) (g-h)與平均年雨量(i)之變化趨勢。綠色圓點為未受干擾的樣區、黃色圓點為曾經受過干擾的樣區，實線代表該氣候因子對於 LTR 數值有顯著的影響，虛線則代表該氣候因子的效應不顯著。等溫性數值愈高，代表該樣區全年的溫度變化愈小。

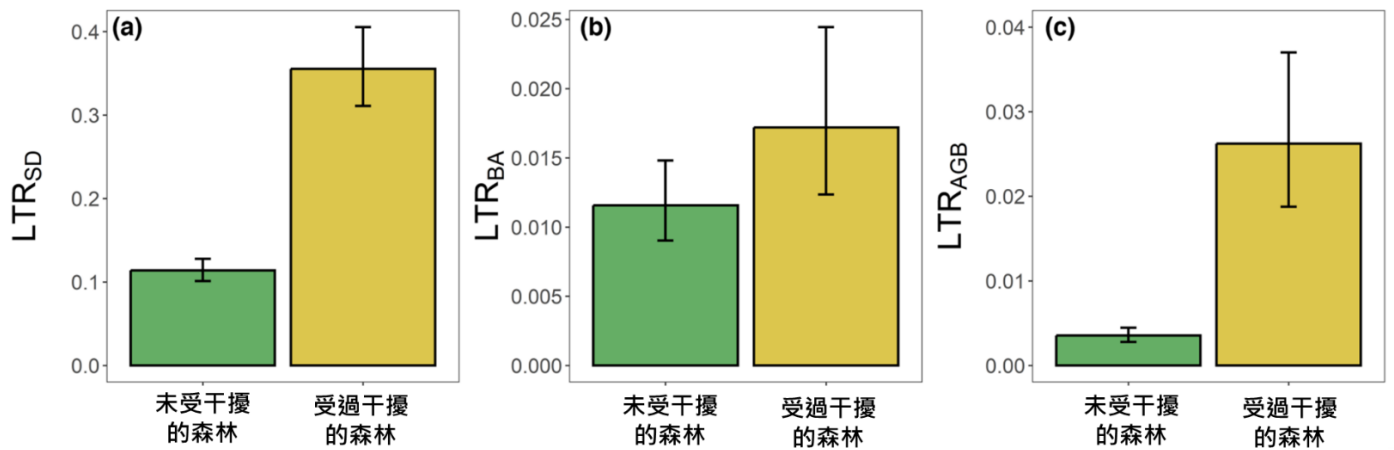


圖 2-3. 木質藤本與樹木豐富度的比值(LTR)在未受過干擾(綠色)與受過干擾的森林(黃色)之比較。豐富度之計算方式分別為：(a)植株密度(stem density, SD)、(b)底面積(basal area, BA)、與(c)地上部生物量(above-ground biomass, AGB)。

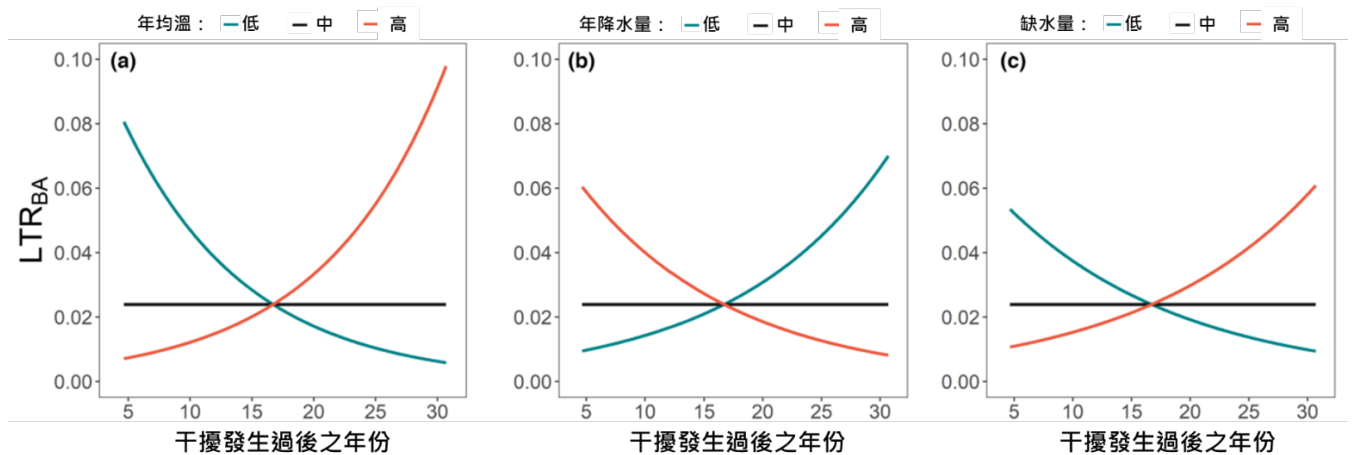


圖 2-4. 在森林受到干擾後， LTR_{BA} 隨時間在不同氣候條件下之變化趨勢。(a)年均溫、(b)平均年降水量、(c)平均缺水度。紅色、黑色與綠色實線分別表示該氣候因子 84、50、與 16 分位數(percentile)。

請參考圖 2-1 至圖 2-4 的資訊，回答以下問題：

A.是非題，正確請在題號前空格填 T，不正確請填 F。

(每題 3 分，答錯一題扣 6 分，最多扣至 30 分)

- _____ 1.在阿拉斯加的森林中，木質藤本和樹木兩者的植株密度大約相等
- _____ 2.在氣候因子模式中，降雨量最能夠預測森林之 LTR 數值
- _____ 3.在具有相同樹木底面積(basal areal, BA)的森林中，受過干擾的森林其木質藤本植物底面積會高於未受干擾的森林
- _____ 4.在地形因子模式中，相較於海拔，坡度對於森林中 LTR 影響較小
- _____ 5.森林是否曾經受過干擾會改變不同氣候因子對於森林中 LTR 的影響
- _____ 6.在沒有受過干擾的森林樣區中，LTR 數值會隨著海拔增加顯著下降
- _____ 7.熱帶低海拔地區的森林較容易受到各種氣候與人為之干擾
- _____ 8.在溫度較高、雨量較低的地區，森林受到干擾後，木質藤本的生長情況會優於樹木
- _____ 9.在缺水量較高的森林，森林受到干擾後復原的速率較慢
- _____ 10.當森林中木質藤本與樹木的植株密度相當時，因為木質藤本的生長速度較快，其累積的生物量比樹木的生物量來得高

B. 簡答題：(4 分)

1. 假設下列台灣不同地區的森林所受到的干擾程度均相同，請將這些森林依其 LTR_{BA} 數值，由高到低排列。

(A) 台北陽明山、(B) 南投合歡山、(C) 嘉義阿里山、(D) 高雄壽山

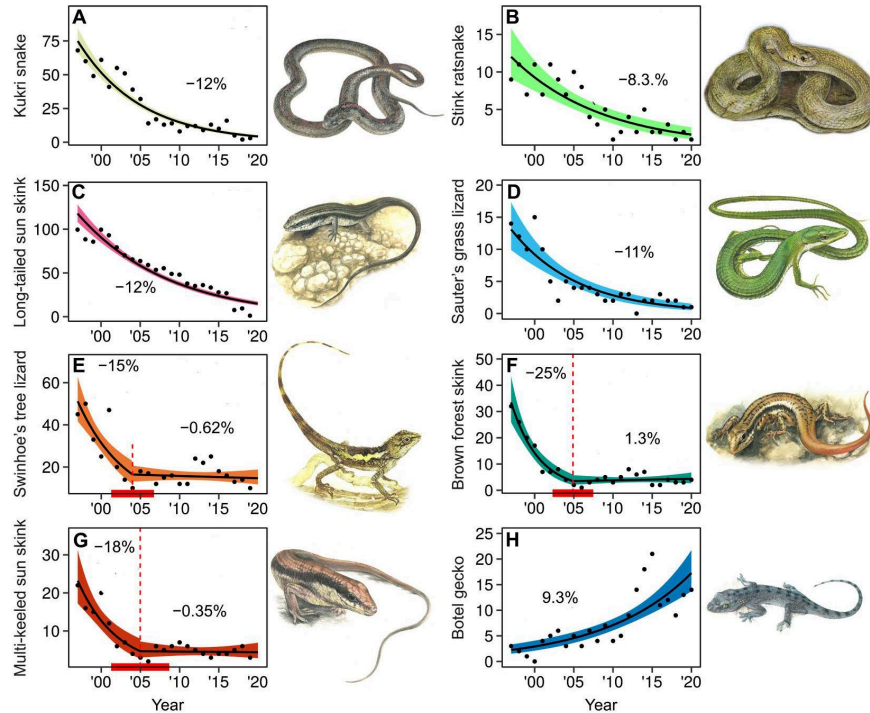
答案：

第三大題：(34 分)

1997 至 2020 年間，研究者調查蘭嶼幾種爬蟲類族群的變動情況，以及探討造成族群變動的可能原因。其中王錦蛇 (stink ratsnake, *Elaphe carinata*) 會捕食其他蛇類以及蜥蜴，赤背松柏根 (kukri snake, *Oligodon formosanus*) 這種蛇類則主要取食其他爬蟲類的蛋，但不包括蛋殼較硬的菊池氏壁虎 (Botel gecko, *Gekko kikuchii*)，另外蘭嶼當地還有五種蜥蜴，包括斯文豪氏攀木蜥蜴 (Swinhoe's tree lizard, *Diploderma swinhonis*)、梭德氏草蜥 (Sauter's grass lizard, *Takydromus sauteri*)、多稜真稜蜥 (multi-keeled sun skink, *Eutropis multicarinata*)、長尾真稜蜥 (long-tailed sun skink, *Eutropis longicaudata*)，以及股鱗蜓蜥 (Brown forest skink, *Sphenomorphus incognitus*)。

- A. 研究者紀錄蘭嶼上述八種爬蟲類動物族群的變動情況，結果如圖 3-1。其中橫軸為年分，縱軸為個體數量，圖中黑點為每次觀察記錄值，黑線為根據這些紀錄值推估出來的族群變動曲線，百分比數字為每年族群數量變動比例的估計值，若觀察記錄期間，族群數量變動情況有明顯的差異(圖中有虛線者)，則分別顯示族群數量變動比例估計值。

圖 3-1



根據圖 3-1，簡述 1997 至 2020 年間，各爬蟲類動物種類族群變動情況 (5 分)；推估菊池氏壁虎的族群變動情況為何與其他種類不同 (3 分)。

答案：

- B. 研究者紀錄 1997 至 2020 年間，蘭嶼上述五種蜥蜴的蛋被赤背松柏根攻擊的次數，結果如圖 3-2。其中橫軸為年分，縱軸為被攻擊的次數，圖中黑點為每次觀察記錄值，黑線為根據這些紀錄值推估出來的變動曲線，百分比數字為每年攻擊次數變動比例的估計值，虛線的地方代表觀察期間攻擊次數變動情況有明顯差異的年份，並分別顯示攻擊次數變動比例估計值。

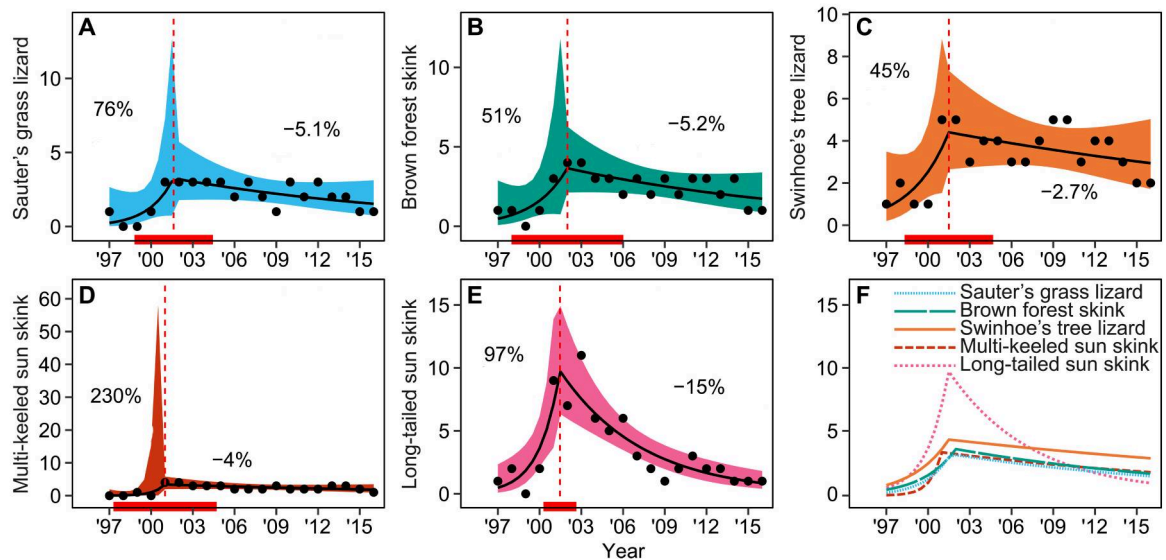


圖 3-2

根據圖 3-2，簡述 1997 至 2020 年間，各種類蜥蜴的蛋被赤背松柏根攻擊的變動情況 (4 分)。

答案：

C. 研究人員指出，蘭嶼當地本來有不少綠蠐龜 (*Chelonia mydas*) 會上岸產卵，不過 2001 年時，巨大的風災導致多數綠蠐龜產卵的沙灘被侵蝕不見。

- (1) 若綠蠐龜與上述圖 3-1 和圖 3-2 所觀察到的現象有關，推論導致出現圖 3-1 和圖 3-2 現象的可能原因 (4 分)；

答案：

- (2) 除了綠蠐龜之外，推論其他可能造成出現圖一現象的原因 (4 分)；

答案：

- (3) 若圖 3-1 和圖 3-2 所觀察到的現象，與綠蠐龜的確有關，則舉出其他兩個能夠證實此推論(與綠蠐龜有關)的觀察或操作性實驗，簡述觀察或實驗的方法，以及得到何種結果能夠證實推論正確 (各 7 分，共 14 分)。

答案：