

# 2015 年第廿六屆國際生物奧林匹亞競賽

## --理論試題(2)

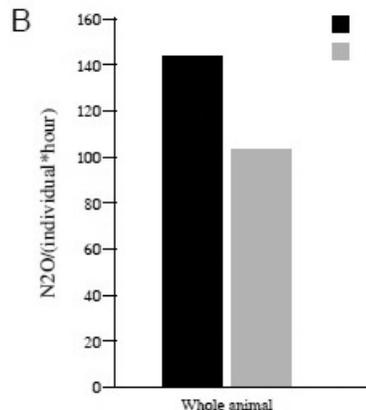
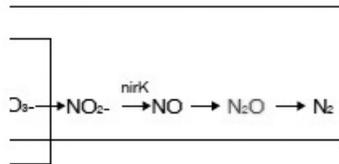
中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

### 理論試題：A 卷

總分：48 分，總操作時間：180 分鐘

### 動物生物學 Animal biology

16. 一氧化二氮 (N<sub>2</sub>O) 為一種溫室氣體，能藉由細菌的硝化作用與脫氮作用生成 (圖 A)。許多水生的無脊椎動物 (如斑馬貽貝)，腸道中與殼上生物膜的細菌也會產生 N<sub>2</sub>O (圖 B 與表)。



A：細菌產生 N<sub>2</sub>O 的代謝路徑，主要參與的基因有 amoA (氨單氧生成酶,AMO, 硝化作用) 與 nirK (亞硝酸還原酶, NIR, 脫氮作用)。B：在有無添加烯丙基硫脲 (+ATU or -ATU, 一種脫氮作用的抑制劑) 的條件下，量測整個斑馬貽貝與其單獨外殼的 N<sub>2</sub>O 產生量。

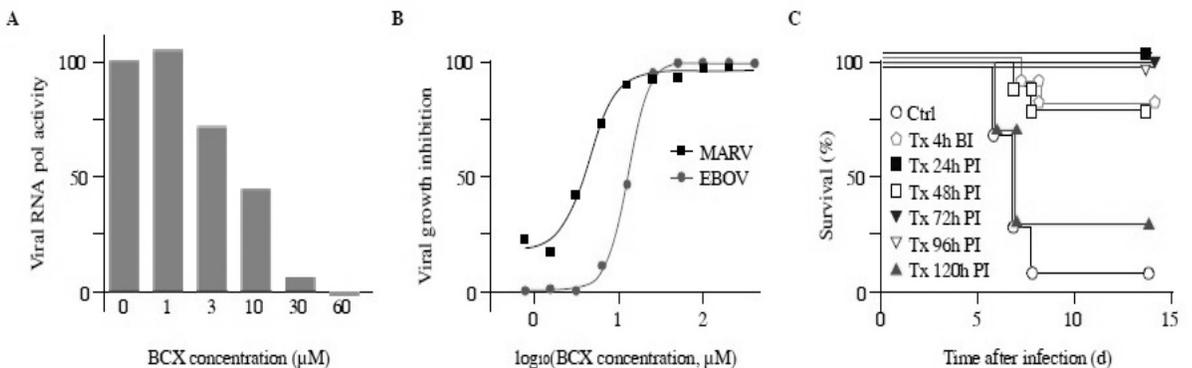
斑馬貽貝產生 N<sub>2</sub>O 主要基因的表現位置。amoA 表現 AMO 酵素 (催化硝化作用)，nirK 表現 NIR (還原亞硝酸鹽)。

Material 材料	Expression of 表現出	Expression of 表現出
	<i>amoA</i> (cDNA copies/mg)	<i>nirK</i> (cDNA copies/mg)
Gut 腸道	-	205-1585
Shell biofilm 殼上生物膜	200-2000	-

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 斑馬貽貝主要產生 NO 的細菌存在動物體內（例如：腸道中）。
- B. 斑馬貽貝主要產生 NO 是肇因於生物膜上的硝化作用。
- C. 斑馬貽貝 NO 的生成，硝化作用與脫氮作用同等重要。
- D. 湖中硝酸鹽 (NO) 濃度增加（例如：農業行為）會增加淡水無脊椎生物 NO 的生成。

17. 絲狀病毒科，如伊波拉病毒 (EBOV) 與 馬爾堡病毒 (MAR)，會導致受感染者有出血熱的臨床徵兆。與目前已知的人類病源相比，是具有最高的死亡率，大於90%。目前疫苗與有效的治療方法仍然闕如。許多研究者嘗試採用BCX（腺苷類似物），來增加受到絲狀病毒科感染患者的存活率（如圖）。

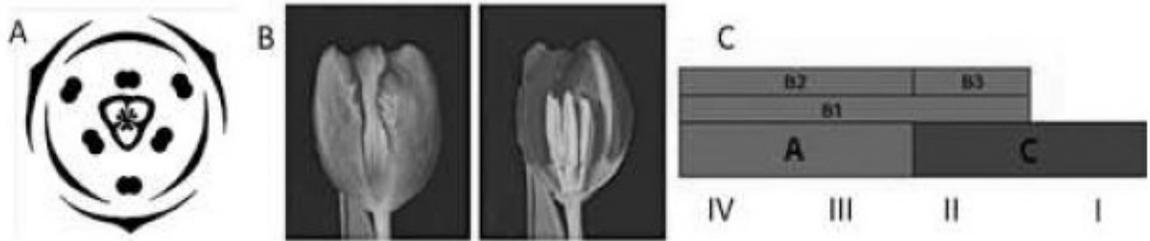


A: BCX 對病毒 RNA 聚合酶的影響。B: BCX 處理受到 EBOV 與 MAR 感染的幹細胞，對 EBOV 與 MAR 生長的抑制程度。C: 小鼠受到感染後，在不同時間，感染前 (BI) 或感染後 (PI)，以 BCX 進行治療 (Tx) 的存活率。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 由於 BCX 是一種腺苷類似物，所以會影響病毒的轉錄作用。
- B. BCX 可以對抗伊波拉病毒。
- C. BCX 可以對抗伊波拉病毒。
- D. BCX 的 50% 最大抑制濃度約為 10  $\mu$ M

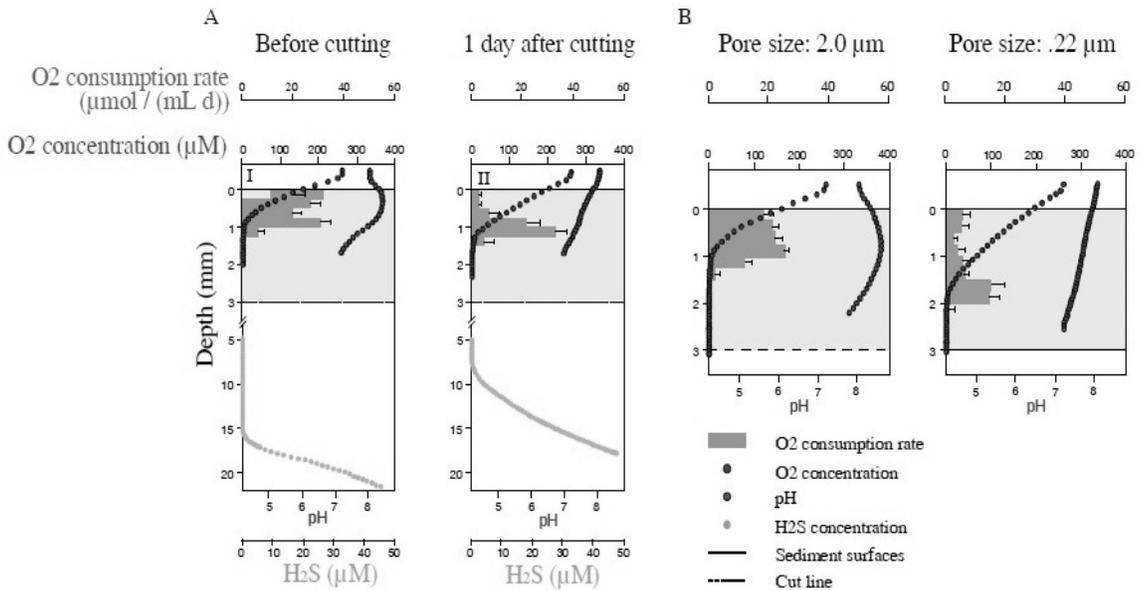
18. 植物學家在鑑定植物屬於哪一科時，經常會使用圖形進行分類，特別是花的各部形態（圖 A）。根據 ABC 基因模式，花的發育會根據 A 基因，B 群基因與 C 基因的表現來決定。雙子葉植物中，當 A 基因單獨表現時，萼片會發育。A 基因與 B 群基因共同表現時，花瓣會發育。B 群基因與 C 基因共同表現時，雄蕊會發育。C 基因單獨表現時，子房會發育。



A：單子葉植物花的構造圖；B：鬱金香（單子葉植物）的花，右圖為移除部分的花部。  
C：單子葉植物花的發育過程的 ABC 基因模式（I：子房，II：雄蕊，III：花瓣，IV：萼片，後兩者在單子葉植物中最常見）。B 群基因分別有三個基因，B1-B3。(from Johansen et al. 2006)

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 鬱金香屬植物缺乏萼片
  - B. C 基因在單子葉植物與雙子葉植物表現各有不同
  - C. 選擇性抑制基因 C 的表現在區域 II，會導致單性花的發育
  - D. 鬱金香屬植物雄蕊的發育需要 B1, B3 與 C 基因的共同表現。
19. 在海洋中，氧氣會從流動層向下擴散到達沈積層表面的好氧層，會因為水流的減緩而逐漸降低。缺氧層在好氧層之下，此處卻是細菌媒介處理最旺盛的區域。在好氧層的表面，H<sub>2</sub>S 氧化成 SO<sub>4</sub> 與 氧氣還原作用緊緊相扣。在好氧層與缺氧層的交接處，有因為 H<sub>2</sub>S 氧化成 SO<sub>4</sub> 而出現電子傳遞發生，進而造成電流。本實驗想偵測此處的電子傳導現象（見下圖）。



實驗裝置中，上層好氧區 (<3 mm 處，藍色區域) 以及下層缺氧沈澱層 (>3mm處)。A：以薄刃進行物理切割，(切割前：左圖，切割後：右圖)。B：利用不同孔徑大小進行兩層的分離實驗 (下方的水平線) (from Pfeffer et al. 2012)。O 濃度 (紅色曲線)，O 消耗速率 (灰色柱狀圖)，pH 值 (藍色)，H<sub>2</sub>S (橘色)，沈澱表面 (數值為 0 的上方深灰線) (after Pfeffer et al. 2012)。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 因為氧氣轉化產生水，故造成好氧層中 pH 達到高峰。
- B. 薄刃造成的沈澱物理性干擾，不會影響氧氣的還原。
- C. 利用不同過濾器實驗證明，任何特定的溶質不會進行電子傳送
- D. 氧氣還原過程中電子來自於好氧層

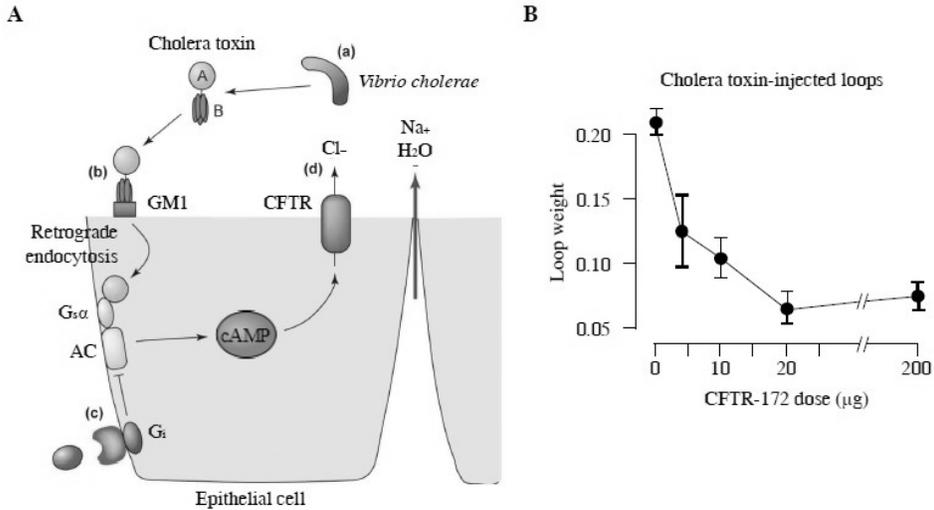
20. 兩株細菌 (I 與 II) 被選入進行接合生殖的實驗中，細菌I 可以生長於缺乏 精氨酸 (-Arginine)、尿嘧啶 (-Uracil)、添加半乳糖為單一醣類來源，且添加卡納黴素 (+KM) 的培養基中。細菌II 則無法生長於上述條件培養基中。經過一段的混合培養後，在條件培養基中篩選出 100 單獨菌落。因此得知接合生殖成功的發生了。(下表)

表：經過接合生殖後的細菌II 培養於不同培養基下的結果

Incubation time of conjugation (min) 接合生殖培養時間	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
Complete medium 完全培養基	100	100	100	100	100	100
Without arginine 缺乏精氨酸	0	4	100	100	100	100
Without uracil 缺乏尿嘧啶	5	98	100	100	100	100
With galactose 添加半乳糖	0	0	0	0	2	100
With KM 添加卡納黴素	4	6	2	6	99	100

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 抗卡納黴素基因要比尿嘧啶合成的基因提早發生轉移。
  - B. 資料顯示，在 15 分鐘內細菌的基因組可以藉由接合生殖完全轉移至另一個細菌。
  - C. 資料顯示有一小部分的接受者的菌落，即使不進行接合生殖，也可以生長在有添加卡納黴素的培養基中。
  - D. 超過 20% 的菌落經過 15 分鐘的培養後，可以長在缺乏精氨酸與尿嘧啶的培養基中。
21. 霍亂係由霍亂弧菌分泌毒素所引起（圖 A）。臨床的症狀為嚴重腹瀉。最後導致嚴重脫水甚至會死亡。科學家測試一種霍亂的治療藥物，CFTR-172（CFTR 抑制劑）（圖 B）。



A：霍亂毒素在腸道上皮細胞的作用機制。圖中 A 與 B 分別為霍亂毒素的次單位。GM1（GM1 神經糖苷受體），G $\alpha$ （G 蛋白），AC（腺苷酸環化酶），G $\beta$ （G 蛋白），cAMP（cyclic AMP）與 CFTR（囊性纖維化跨膜電導調節氯離子通道）。B：CFTR-172 在小鼠迴腸受到霍亂毒素作用產生液體分泌與其劑量相關的實驗結果。（CFTR-172 直接注射進入腹腔）。

2010年，海地發生大地震，接著引發霍亂的爆發。也引起了感染症起源問題的討論（圖 C）。有兩個理論被提出，一是來自中南美洲的本土性感染，另一為從亞洲來協助地震救災的聯合國士兵。

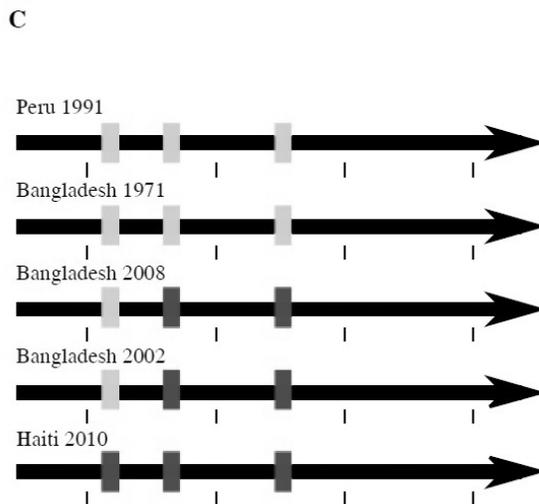
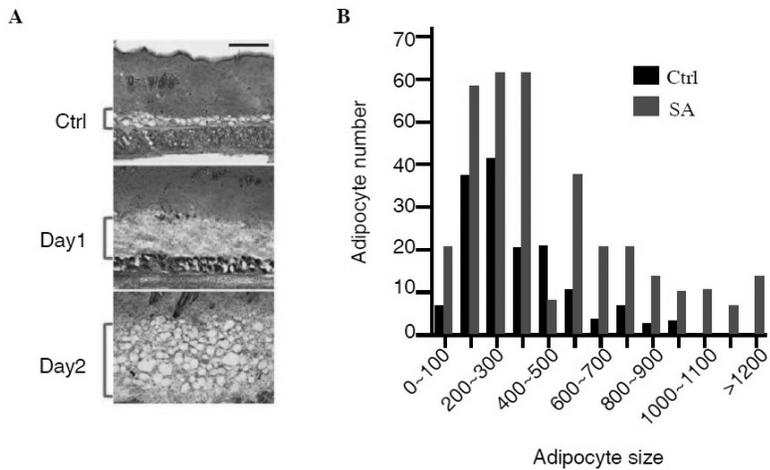


圖 C：五種不同的霍亂毒素次單元 B 的開放閱讀框架。黃色與紅色的基因位點不同。文字部分為霍亂發生的地點與時間。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

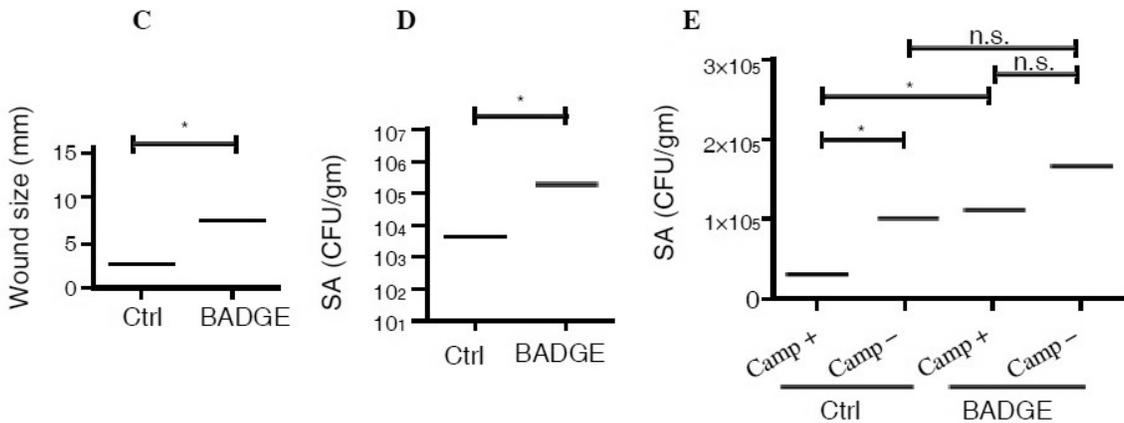
- A. 患者因為滲透作用而導致脫水。
- B. 霍亂毒素結合於穿膜離子通道上後，會啟動瀑布效應。
- C. 根據圖 B 的結果，CTFR-172 (CTFR 抑制劑) 可以作為因霍亂引起腹瀉的治療藥物
- D. 根據圖 C 的結果，霍亂的爆發是來自於聯合國士兵。

22. 金黃色葡萄球菌 (SA) 會造成人類皮膚感染，甚至引發死亡。及時保護或局部表皮細胞的防護，會減緩感染的傳播。細胞會分泌抗微生物肽 (amp)，例如：抗菌肽 (Camp)。最新的發現，宿主受到感染後，會改變下表皮脂肪組織。(圖 A-B) BADGE (抗脂肪細胞增生藥物) 的抗菌機制如圖 C-E。



A：小鼠皮膚受到金黃色葡萄球菌的感染，Ctrl 對照組，紅色括號表示下表皮脂肪層。

B：感染後第三天，脂肪細胞體積與數目的變化圖。

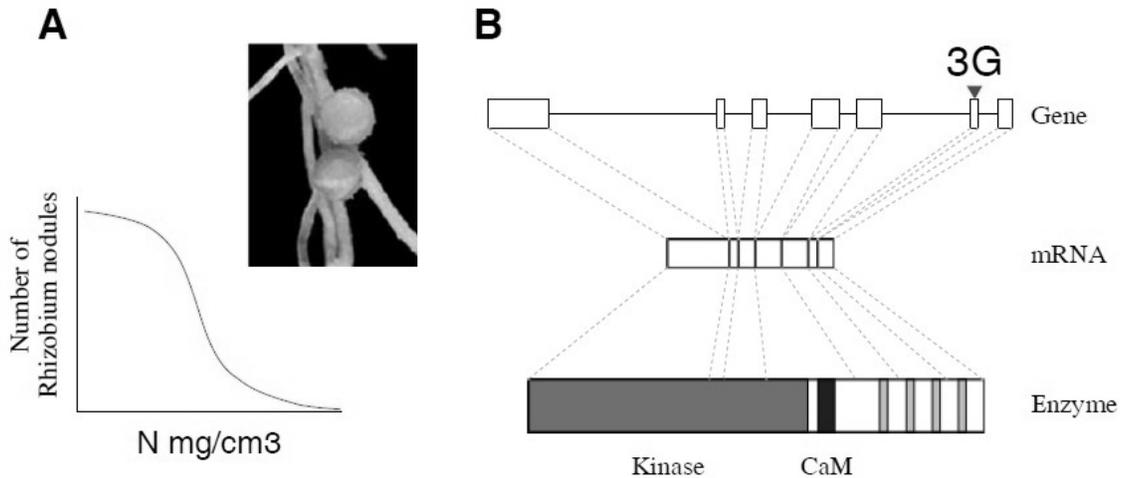


C-D：BADGE 對傷口大小與金黃色葡萄球菌 CFU 的影響（BADGE 會抑制脂肪新生，CFU 菌落形成單位）。E：+/- Camp 與 +/- 脂肪新生 對 SA 影響（\* 有顯著性差異，ns 無顯著性差異）。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 金黃色葡萄球菌感染會刺激下表皮脂肪細胞體積變大。
- B. 脂肪細胞數目與抑制感染的散播有重要關係。
- C. BADGE 會破壞 Camp 的作用。
- D. 圖 C-D 與 圖 E 的結果可以互相支持。

23. 根瘤菌Rhizobium對豆科植物Lotus japonicus生長的影響常被探討，例如，有關酵素和基因系統之間的交互作用。



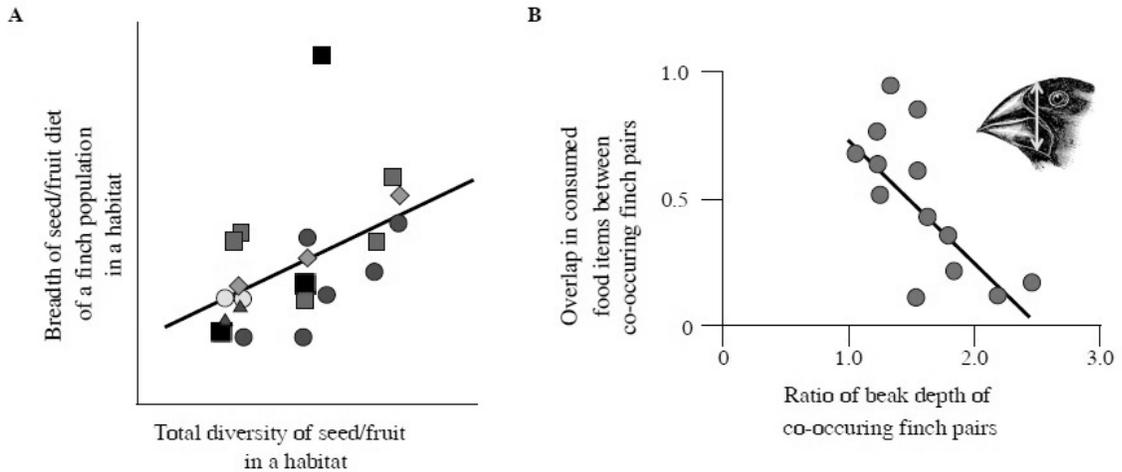
A：根瘤照片；根瘤數目和土壤中氮含量之間的關係圖

B：CaMK酵素基因、mRNA、和CaMK酵素間的對應；CaMK的磷酸激酶功能區(寬深灰區域)會调控其它酵素，黑色部分是CaM功能區，4個窄淺灰區帶是EFhand功能區，基因上的白色區塊是外顯子。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 根瘤主要發生於缺氮土壤。
- B. 根瘤菌 Rhizobium 誘發豆科植物 Lotus 增加其根系表面積，因此增加硝酸根的吸收。
- C. 圖 B 中的 3G 突變抑制 CaMK 的轉錄。
- D. 每一個外顯子都代表一個特定的蛋白質功能區。

24. 加拉巴戈群島以14種雀鳥的幅射適應而聞名，造成此種幅射適應的推手有可能是種間食物的競爭(假說1)，可利用食物如種子及果實 的多樣性(假說2)，或是此兩假說的組合，食性的選擇主要取決於鳥喙的大小及構造。用六種嘴形大小不同的地面覓食的雀鳥種來進行測試這些假說(圖)。

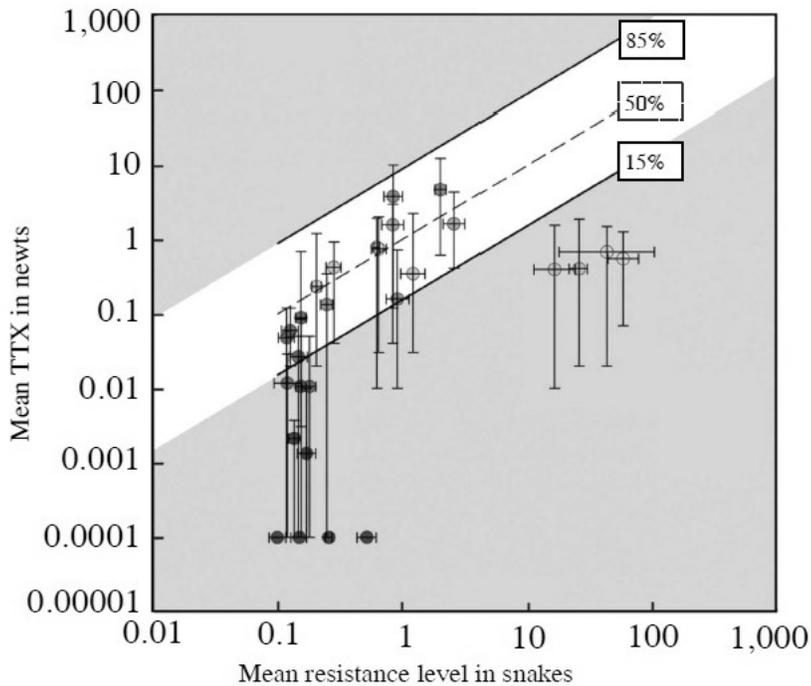


A 種子/果實在一棲地與在一棲地某種雀鳥種子/果實食性廣度的關係，每一點代表一種雀鳥族群在一棲地。不同形狀及顏色的點代表不同種的雀鳥。

B. 共域雀鳥對嘴深度的比例與此對鳥種取食重疊的關係，插入雀鳥頭上的黃箭頭表示嘴深度(from Abbott et al. 1977).

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 根據圖 A，假說 2 較假說 1 更有可能成立。
  - B. 根據圖 B，假說 1 較假說 2 更有可能成立。
  - C. 不同的雀鳥種類對於種子及果實多樣性的增加，其產生相同程度的反應。
  - D. 圖 A 和 B 顯示在食物較多樣化時，種間競爭低。
25. 粗皮蠓蟪產生毒素TTX，可使其他脊椎動物致命，蠓蟪個體的毒性強度不一，束帶蛇幾乎捕食任何獵物包括蠓蟪在內，而不同蛇個體間抗TTX毒能力不同。蠓蟪體內TTX毒性越高者，其共域環境中束帶蛇的抗毒性越高。但太毒的蠓蟪個體，可能對蛇不具吸引力。



蛇的抗毒程度與蝾螈毒性的關係每一點代表一處蛇與蝾螈交互影響族群。圖中白色區域，蛇取食蝾螈但會造成對蛇活動的影響，棕色點所構成的區域為毒性強度/抗毒能力兩者間不相稱(Mismatches)，在此區域一般情況下蛇不吃蝾螈。長線圖顯示在一族群中個體間的變異性。50%的虛線顯示蝾螈TTX毒劑量會影響束帶蛇50%的表現能力，15%及85%的線界定了蝾螈TTX的劑量，功能化的範圍在所有取樣的地點(from Hanifin et al. 2008)。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 在蝾螈與蛇的共同演化/互相選擇主要發生在白色區域。
- B. 圖與生命-餐點原理(life-dinner principle)一致，即在獵物與天敵交互作用中，存活較食物需求有較強的天擇壓力。
- C. 就每一個體而言，抗毒所付出的代價似乎較生產毒物所付出的代價小。
- D. 在圖最右側有兩處“綠”及兩處“黃”的地點，蛇的族群在此很有可能在兩物種軍備競賽中獲勝。

(待續)