

2019 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 12 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 25 分)

- 注意：國際賽型題為不等距給分，每題組內含四小題，四小題全答錯者得 0 分，答對一、二、三、四小題分別得 0.5、1、2.5、5 分。

報導一：

艾利森 (James Allison) 與本庶佑 (Tasuku Honjo) 同獲 2018 年的諾貝爾醫學獎，他們發現可以利用抑制免疫系統煞車的不同策略來對抗癌症，使原本難以治療的幾種癌症之療效大幅改善。這些相當於免疫系統煞車的蛋白質，會阻礙 T 細胞攻擊癌細胞的效能。艾利森研究的蛋白質是細胞毒殺 T 細胞抗原-4 (CTLA-4)，他發現若能阻斷此一蛋白，煞車就會鬆開，免疫細胞就會攻擊腫瘤。本庶佑則發現了一種新的蛋白質，T 細胞抑制受體 PD-1，發現它是一種抑制性免疫檢查點，在 T 細胞作用啟動後，PD-1 的表達數量增加並與 PD-L1/PD-L2 結合，藉由破壞 T 細胞抗原受體介入的信號傳導、減少增殖、抑制細胞素產生、促進凋亡，從而抑制 T 細胞的免疫反應。他們兩人的發現開創了癌症的新療法，即免疫檢查點抑制療法，為惡性黑色素瘤、肺癌和膀胱癌的病患提供了新選擇。

- 判斷以下四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)
- (A) 免疫細胞的活化常需要有雙重訊號的刺激，其中第二個訊號稱為協同刺激 (costimulatory) 訊號，可由抗原呈獻細胞表面的協同刺激分子與 T 細胞表面的協同刺激分子受體 (如 CD28) 結合後產生。
- (B) 在 T 細胞表面另外有 CTLA-4 分子，也會與 CD28 進行競爭性結合，結合後產生第二訊號。若製備抗 CTLA-4 的單株抗體，就可以結合掉 CTLA-4 分子，抑制第二訊號的產生。
- (C) PD-1 可作為免疫檢查點抑制劑治療的靶標之一，抗 PD-1 單株抗體可以完全活化 T 細胞、防止 T 細胞株落失能，發展成為對抗癌症的新藥。
- (D) 免疫檢查點抑制劑與一般化療的藥物不同，對腫瘤細胞並不具有直接的細胞毒性，但藉由阻斷腫瘤對免疫系統的抑制，就能增強患者本身對抗腫瘤之免疫反應。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

報導二：

1921 年，非洲豬瘟 (African Swine Fever) 首次在肯亞爆發，至今約 100 年，目前有 47 個國家被列為疫區，多為歐洲及非洲國家。去年大陸首傳疫情並迅速擴散，成為亞洲的重大疫區。台灣啟動國家級警報，嚴禁進口疫區豬肉、落實畜牧場消毒，管理廚餘養豬安全，避免發生疫情而被通報為疫區，對經濟的衝擊將難以估計。2019 年 3 月，台灣特別邀請歐亞各國專家來台參加「非洲豬瘟預防與控制國際研討會」，分享非洲豬瘟防控經驗並作技術交流，與會專家認為透明通報、正確及快速的診斷技術、加強境管、杜絕走私及提供全民防疫意識，是防堵非洲豬瘟疫情在亞洲擴散的重要手段。

- 判斷以下四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位填入 T (代表正確) 或 F (代表錯誤)
 - (A) 金門縣烈嶼西南海岸發現一頭漂流上岸的死豬，某獸醫從死豬體內分離出病原體。由病原體的三個特點：(1)不具有鞭毛、(2)含有 DNA 及蛋白質、(3)可在含多種抗生素的環境下增殖，可以判斷此病原體是一種病毒。
 - (B) 非洲豬瘟具有高度的傳染性，感染的豬隻會發高燒、皮膚出現紫斑、內臟出血，受感染的豬隻致死率可達 100%，目前還沒有可以用來治療的藥物，也沒有合適的疫苗來做預防。
 - (C) 經過近 100 年來的研究，已知非洲豬瘟的病原體是一種病毒，就如同所有引起豬瘟的病毒一樣，具有雙股的 DNA (dsDNA)，被歸屬在同一個豬瘟病毒科 (Flaviviridae) 中。
 - (D) 到目前為止尚未發現人類感染非洲豬瘟病毒的病例，所以有宿主的物種專一性，又因為屬於 DNA 病毒，所以發生變異的機會很少，再加上過去近 100 年都未出現過因變異而引致的跨物種傳播，所以理論上，不論歐洲或非洲，所有養豬戶中感染非洲豬瘟病毒的豬死光時，非洲豬瘟就會絕跡。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

報導三：

杜赫提 (Peter Doherty) 一直關心人類健康問題，最近倡導以公民科學的方法來守護人與鳥的健康，他著有一本新書《鳥的命運就是人的命運》，指出鳥類是人類健康與地球生態的預警系統，就像過去礦工要帶金絲雀一起進礦坑工作，因為金絲雀對有毒氣體非常敏感，周遭空氣稍不對就立刻鳴叫甚至先死亡。書中也探討對鳥類健康造成嚴重影響的病毒，如西尼羅病毒、禽流感病毒，並介紹鳥類疾病，如鸚鵡熱、瘧疾、癌症。對鳥類而言，人類可能是更可怕的病原，因為人類不僅製造汙染，還會濫捕濫獵。但杜赫提最出名的研究是在免疫學方面，他發現殺手 T 細胞 (cytotoxic T cells) 只毒殺表現相同組織相容抗原複體 (major histocompatibility complex, MHC) 的感染細胞，兩種細胞間的作用具有組織相容抗原的限制性，還因此研究與辛克納吉 (Rolf Zinkernagel) 同獲過諾貝爾獎。

- 判斷以下四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)

- (A) 西尼羅熱、禽流感、鸚鵡熱均為人與鳥類共通的傳染病，病原體均為病毒，疾病均起源於非洲。
- (B) MHC 與器官移植時的組織相容性有關，也和宿主對抗病毒有關，T 細胞藉由 T 細胞受體 (TCR) 來辨識病毒抗原時，還需要有 MHC 分子的辨識，才能殺死受病毒感染的細胞。
- (C) 自體辨識 (self recognition)、抗原呈獻 (Ag presentation)、T 細胞受體辨識 (TCR recognition)、胸腺細胞正向篩選 (thymocyte positive selection) 及抗體類別轉換 (Ab class switch) 均與 MHC 限制作用 (MHC restriction) 有關。
- (D) 人類的 MHC 又稱為人類白血球抗原 (human leukocyte antigen, HLA)，基因位於第 6 號染色體短臂上，由 360 萬個鹼基對組成，是目前已知人類染色體中基因密度最高、多態性 (polymorphism) 最為豐富的區域，可作為體內分子指紋。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

報導四：

疾病管制署特別提醒，目前流感病毒仍然活躍。依監測資料顯示，國內 2019 年 3 月中類流感門急診累計 82,252 就診人次，較 3 月初略降 5.7%；上週新增 55 例流感併發重症病例，以感染 A 型流感為主，其中 H1N1 佔 78% (43 例)，並以 65 歲以上 28 例 (51%) 佔多數；另新增 7 例經審查後發現均為感染 A 型流感的死亡病例，年齡介於 34 歲至 86 歲，均有慢性病史且未接種流感疫苗。國內自 2018 年 10 月起累計 716 例流感併發重症病例 (以 440 例感染 H1N1、242 例感染 H3N2 為多)，其中 70 例死亡 (以 41 例感染 H1N1、25 例感染 H3N2 為多)。鄰近地區流行病毒類型別除中國大陸南方及香港仍以 H1N1 為主外，其他國家多轉為 H1N1 與 H3N2 共同流行，日韓兩國則以 H3N2 為主。人類歷史上最嚴重的一次傳染病是 1918 年的西班牙型流感，在一年內傳遍全球，到當年年底已死亡五千多萬人，超過第一次世界大戰所有陣亡人數，至今剛好滿 100 年。

- 判斷以下四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位填入 T (代表正確) 或 F (代表錯誤)

- (A) 流感病毒為負鏈 (negative-sense) 單股 RNA (ssRNA) 病毒，具有套膜，屬於副黏液病毒科 (Paramyxoviridae)，可利用 M1 蛋白質來區分為 A、B 及 C 型，在型抗原的特性上，以 C 型病毒最穩定不易變異，A 型病毒最常發生抗原變異。
- (B) A 型流感病毒有 8 個基因片段，編碼出 PB1, PB2, PA, HA, NP, NA, M1, M2, NS1, NS2 等 10 個蛋白質，其中 HA (血球凝集素) 和 NA (神經胺酸酶) 是套膜表面的醣蛋白，是區分病毒株亞型如 H1N1 或 H5N1 的依據，常發生抗原突變，包括點突變造成的抗原漂移 (drift)，及基因重組造成的抗原轉換 (Shift)。
- (C) HA 是決定病毒能否進入宿主細胞的重要因子，水解後分為輕鏈和重鏈兩部分，重鏈可與宿主細胞膜上的唾液酸受體結合，輕鏈可以協助病毒套膜與宿主細胞膜融合。當增殖後的病毒要以出芽方式離開宿主細胞時，病毒表面的 HA 會透過唾液酸與宿主細胞維持連結，NA 可以水解唾液酸切斷宿主細胞與病毒的連繫，協助病毒脫離被感染細胞。
- (D) 目前使用的流感疫苗最主要成分是病毒的 NA 抗原片段，可使免疫系統產生抗體攻擊病毒。但有新病毒出現就需要新疫苗，即使流感季節中常見的病毒也會略有變異，所以疫苗製造商常要先預期有哪些變化，調整現有配方使新疫苗對新病毒有效。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

報導五：

訊息傳遞 (Signal transduction) 是細胞之間的溝通方式，透過配體與受體的相互作用，把訊息由細胞外傳遞到細胞內，繼續引發細胞的各項反應，並藉訊號通路彼此相互作用形成網絡。訊息傳遞對細胞的基本活動及協調反應極為重要，細胞對周遭微環境的辨識與正確回應的能力，是個體發育、組織修復、免疫、以及體內衡定的基礎，細胞若在訊息處理上發生錯誤，可能會造成癌症、糖尿病、及自體免疫等疾病。

- 判斷以下四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)

- (A) 位於細胞表面的受體，包括有 G 蛋白偶聯受體 (G protein-coupled receptors, GPCRs)、酪氨酸蛋白激酶受體 (tyrosine protein kinase) 等家族，美國的雷柯維茲 (Robert Lefkowitz) 與柯比卡 (Brian Kobilka) 曾因研究 G 蛋白偶聯受體家族 (GPCRs)，及與配體的作用獲頒諾貝爾生理醫學獎。
- (B) 癌症發生原因有：(1) 致癌基因 (如 *sis*) 的作用，導致細胞持續分泌生長因子，生長因子作用在自己細胞膜的受體上，使細胞不停增殖；(2) 控制細胞表面生長因子受體的抑癌基因 (如 *erb-B*) 發生突變，使受體呈現不活化的狀態。
- (C) GPCRs 是一個龐大的受體家族，配體包括腎上腺素、多巴胺、血清素、組織胺、咖啡因等，許多常用藥物也是透過與 GPCRs 作用而產生藥效。受體分子由一條多肽鏈組成，含有 7 段疏水性胺基酸，可穿越細胞膜 7 次，受刺激後先活化受體周邊之 G 蛋白，再由 G 蛋白的次單位 (subunit) 激發或抑制周遭之特定蛋白酶或離子通道。
- (D) 有的受體位於細胞內部，如細胞核受體 (nuclear receptors)、GPCRs、及離子通道受體 (ionotropic receptors) 等，細胞核受體多為轉錄因子 (transcription factor)，受刺激後可鍵結到特定的基因，影響蛋白質的生成。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

二、是非題(每題 4 分，共 24 分)

判斷以下四個敘述是否正確，在下表的對應欄位中填入 T (代表正確) 或 F (代表錯誤)

- 於真核生物中，染色體是細胞內具有遺傳性質的遺傳物質由染色質經壓縮形成的聚合體，易被鹼性染料染成深色，所以叫染色體。
 (A) 染色體數目在體細胞中成對存在，在生殖細胞中則是單獨存在的。
 (B) 核小體是染色體結構的最基本單位。由 4 對組織蛋白 (H2A、H2B、H3 和 H4) 各兩個分子構成的扁球狀 4 聚體。
 (C) 染色體的識別會以英文字母與數字來表示，例如「9q34.1」即表示 9 號染色體短臂第 3 區第 4 條帶的第 1 個亞帶。
 (D) 染色體在細胞分裂前才形成。在細胞的合成期 (S phase)，染色體分散成一級結構或伸展開的脫氧核糖核酸分子，組成細胞核內的染色質結構。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

- 下列有關，細胞凋亡是一種細胞的程序性死亡 (programmed cell death)。
 (A) 相較於細胞壞死 (Necrosis)，細胞凋亡是由細胞主動進行的反應。
 (B) 細胞凋亡的進行過程中，會出現如：染色質固縮 (chromatin condensation)、染色體終端碎裂 (telomere fragmentation) 及核碎裂 (nuclear fragmentation) 等現象。
 (C) 在一般成年人的身體中，平均每天會有上百萬個細胞進行細胞凋亡。
 (D) 當細胞內的蛋白質被連續破壞後，會迅速開始進行收縮，崩解然後形成碎片，最後被巨噬細胞 (macrophage) 藉由吞噬作用 (phagocytosis) 來清理。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

- 訊息傳遞 (signal transduction) 是化學或物理信號作為一系列分子事件通過細胞傳遞的過程，最常見的是蛋白激酶催化的蛋白質磷酸化。
 (A) 負責檢測刺激的蛋白質通常被稱為受體，與受體結合的稱為配體。
 (B) 配體被稱為第一信使，而受體是信號傳感器，然後活化初級效應器。
 (C) 初級效應器通常與第二信使相關聯，第二信使可以活化次級效應器。
 (D) 神經細胞間的訊息傳遞過程，如乙醯膽鹼等也是依循上述模式放大訊號。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

4. 標靶治療 (targeted therapy) 主要是指治療的藥物會針對有變異的細胞(如癌細胞)上的一個標靶分子作用。正確地說是癌細胞上或細胞內的「分子標靶」，這些標靶包括與腫瘤生長相關的受體、基因或訊息傳遞路徑以及腫瘤血管新生因子等。
- (A) 靶向治療可以逆轉腫瘤細胞的惡性表型。
- (B) 以癌症治療為例，其主要的標靶對象為癌症幹細胞 (cancer stem cell)。
- (C) 免疫療法 (immune therapy, 使用免疫機制治療) 屬於標靶治療的一種。
- (D) 腫瘤並非如過去所想的，由一個正常的細胞株 (clone) 不斷突變累積形成腫瘤，而是由一群具有基因差異的細胞所組成的。因此，每種標靶對象都必須不同。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

5. 真核細胞中，轉錄 (transcription) 係指遺傳資訊由 DNA 轉換到 RNA 的過程。轉譯 (translation) 是蛋白質合成過程中的第一個步驟。
- (A) 細胞核內進行轉錄，細胞質中進行轉譯
- (B) 細胞核內進行轉錄，細胞質中進行轉譯，之後再運送回核內加工
- (C) 轉錄與轉譯都發生在細胞核，細胞質會進行之後的運輸與修飾
- (D) 細胞核與細胞質間會以連續不間斷的方式進行轉錄與轉譯

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

6. 真核生物 (eukaryote) 的起源是一個有趣的演化謎題。

- (A) 真核生物起源於受到痘病毒感染的古菌
- (B) 原真核 (proto-eukaryotic) 細胞直接源自古菌
- (C) DNA 的複製錯誤或多倍化從而形成了複雜的內膜系統
- (D) 線粒體之內共生起源，是一種原核生物對另一種原核生物的攻擊

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

三、複選題(共 8 分)

下列是一些常見細菌，請依據其特性回答下列各複選題，每題需全答對才給分。

- A. 枯草桿菌 (*Bacillus subtilis*)
- B. 大腸桿菌 (*Escherichia coli*)
- C. 金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)
- D. 肺炎黴漿菌 (*Mycoplasma pneumoniae*)
- E. 綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)
- F. 破傷風梭菌 (*Clostridium tetani*)
- G. 乳鏈球菌 (*Streptococcus lactis*)

1. 上述細菌中，何者可產生內孢子？ (2 分)

2. 上述細菌中，何者具有鞭毛？ (2 分)

3. 上述細菌經格蘭氏染色後，何者細胞呈現藍紫色？ (2 分)

4. 上述細菌中，何者不具肽聚糖 (peptidoglycan) 細胞壁？ (2 分)

四、問答題(共 17 分)

1. 渦鞭毛藻是可行光合作用的單細胞藻類，請簡要回答下列問題:

- (1) 其葉綠體具有 4 層膜，與一般綠藻及植物的雙層膜葉綠體有異，請說明其可能的原因。 (2 分)

- (2) 此類藻類大量滋生時，會造成水體呈現紅色，稱之為紅潮 (red tide)，請簡要敘述其呈現紅色的原因。 (2 分)

- (3) 簡要敘述紅潮對海洋生物造成的影響。 (2 分)

2. 有關紫硫細菌 (purple sulfur bacteria)、藍綠菌 (cyanobacteria) 與單細胞綠藻 (green algae)，請回答下列問題。

(1) 請比較三者細胞結構上的異同點。(1 分)

(2) 請比較三者細胞壁成分的異同點。(1 分)

(3) 三者之光合作用有何異同？

(A) 光合作用的色素 (2 分)

紫硫細菌	
藍綠菌	
綠藻	

(B) 光

合作用的位置 (2 分)

紫硫細菌	
藍綠菌	
綠藻	

(C) 光

合作用使用的原料 (2 分)

紫硫細菌	
藍綠菌	
綠藻	

(D) 光合作用的產物(含副產品) (3 分)

	光合作用主產品 (有機物)	光合作用副產品
紫硫細菌		
藍綠菌		
綠藻		

3. 糖皮質素(glucocorticoid，屬於疏水性分子)及麩胺酸(glutamate，一種胺基酸)是兩種類型的荷爾蒙。請解釋這兩種荷爾蒙如何對於其目標細胞誘發反應。(8分)

五、選擇題(共 9 分)

- _____ 1. 週期蛋白依賴性激酶(cyclin-dependent kinase，CDK)的活性，會因下列的情況而增強，除了 (3分)
- (A) 高濃度週期素(cyclin)
 - (B) 被 CDC25 去磷酸化
 - (C) 高濃度 p53 蛋白
 - (D) p21 蛋白的降解
 - (E) cyclin B1 的磷酸化
- _____ 2. 以下哪個胺基酸的 R group 包含一個羥基(hydroxyl, -OH)： (3分)
- (A) 甘胺酸(lycine)及 脯胺酸(proline)
 - (B) 絲胺酸(serine)及 酪胺酸(tyrosine)
 - (C) 白胺酸(leucine)及 色胺酸(tryptophan)
 - (D) 天門冬胺酸(aspartate)及 麩胺酸(glutamine)
 - (E) 組胺酸(histidine)及 離胺酸(lysine)
- _____ 3. 作為共價鍵的例子，下列何者對於維持蛋白質的三級結構具有相當貢獻？ (3分)
- (A) 凡得瓦力(Van der Waals forces)
 - (B) 氫鍵(Hydrogen bonds)
 - (C) 雙硫鍵(Disulfide bridges)
 - (D) 疏水性作用(hydrophobic interaction)
 - (E) DNA 交叉鏈接(cross-link)

六、配合題

1. 請填入專有名詞正確的定義（代號）。 (8 分)

專有名詞	定義
細胞凋亡(apoptosis)	
細胞壞死(necrosis)	
自噬作用(autophagy)	
老化(senescence)	

代號	定義
a.	藉由溶體(lysosome)降解細胞內成分
b.	細胞週期(cell cycle)停滯
c.	由外界的因子導致細胞過早死亡
d.	細胞程序性死亡(programmed cell death) , 一部分由生長所調控

2019 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 :

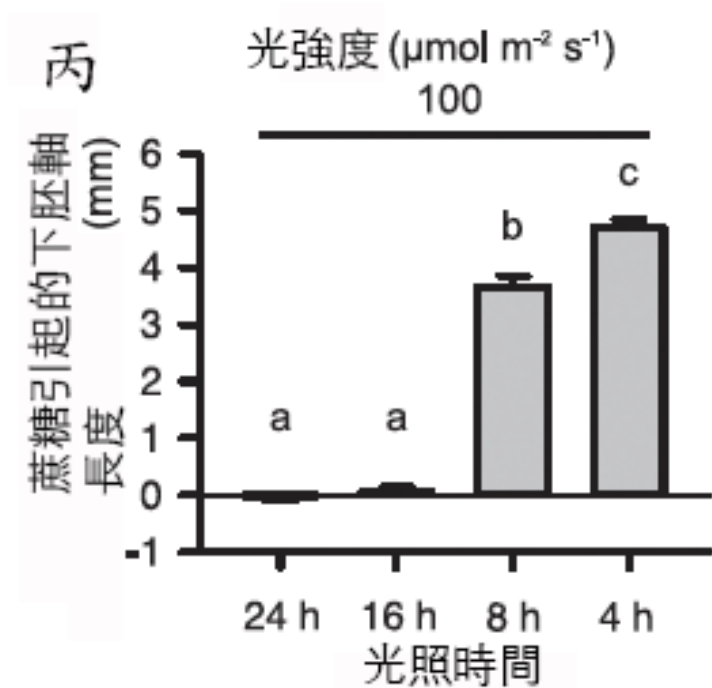
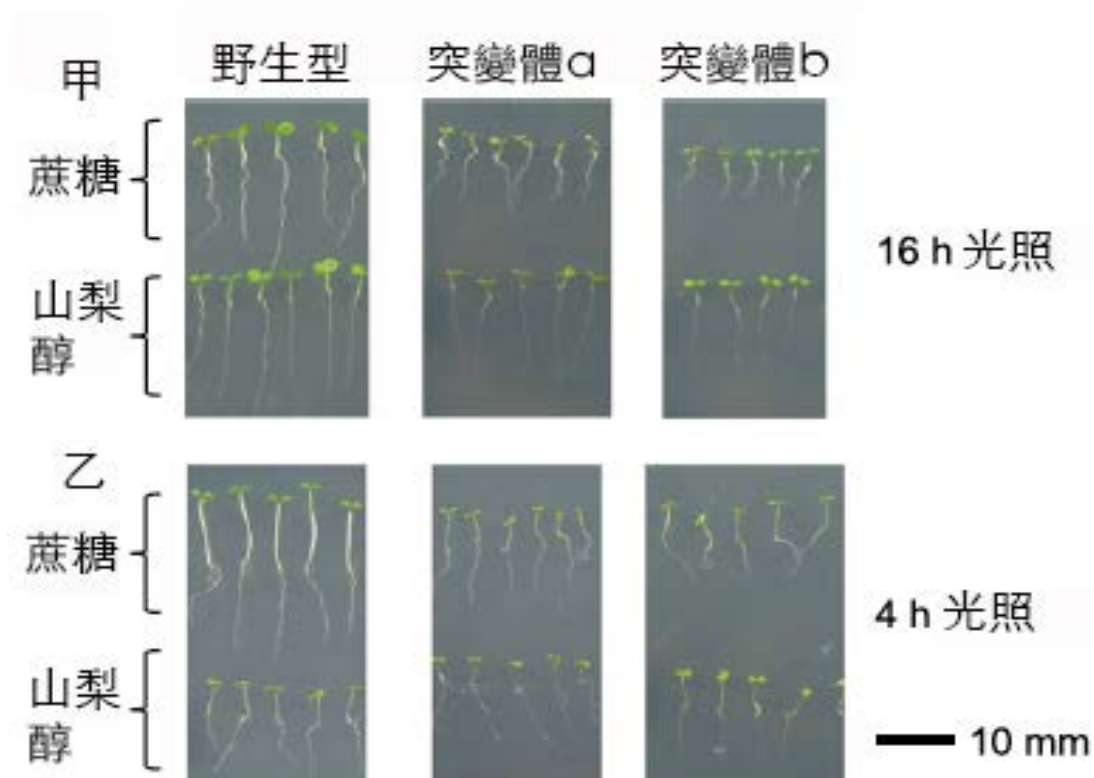


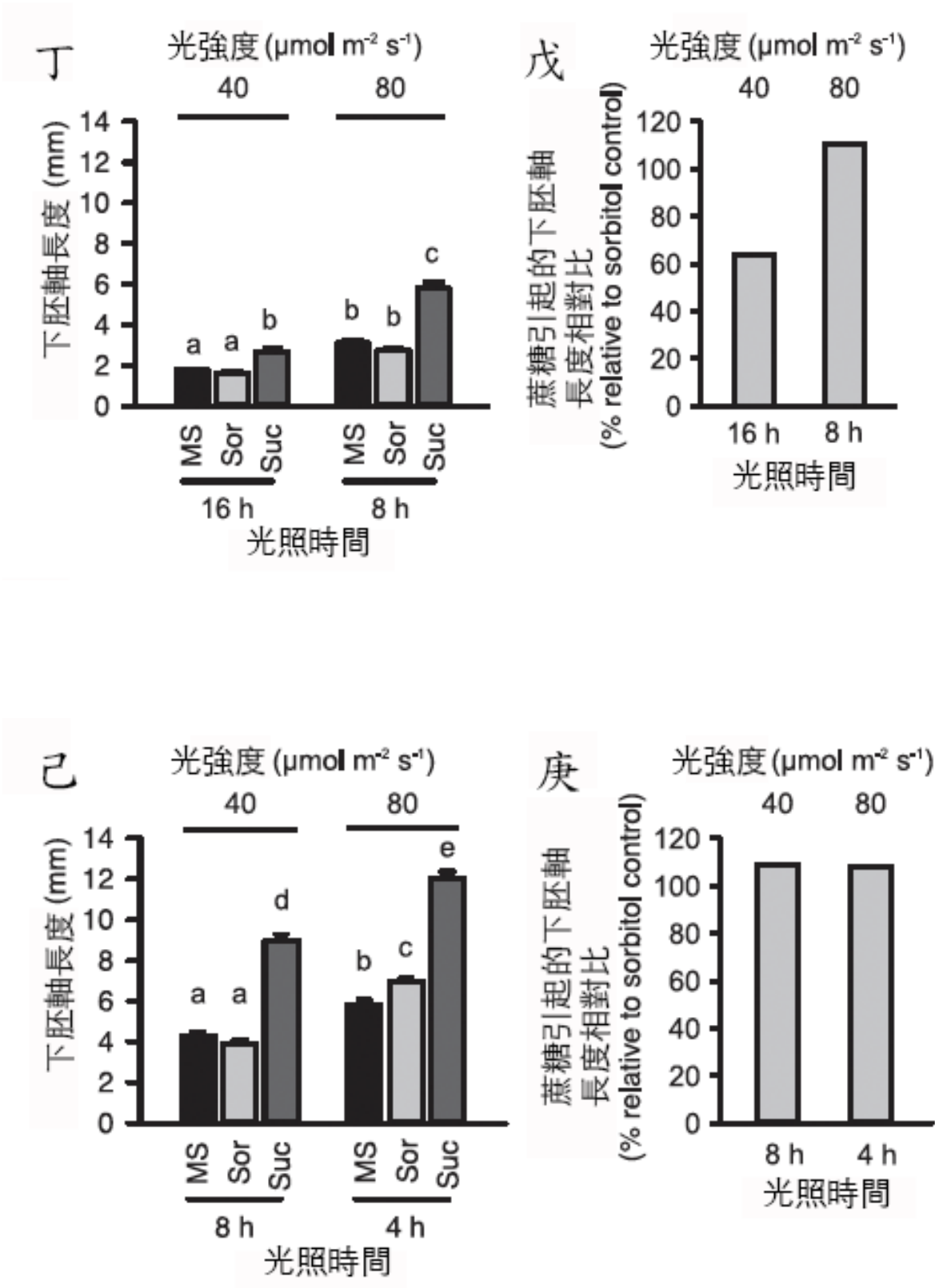
注意事項：

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、某生對於醣類與光對於植物幼苗的影響非常感興趣，因此利用阿拉伯芥幼苗在光照環境中進行實驗，觀察添加不同醣類對幼苗生長的影響。實驗結果如下：圖(甲～庚)分別是蔗糖(Sucrose, Suc)或山梨醇(Sorbitol, Sor)兩種糖與光照期、光強度影響阿拉伯芥幼苗下胚軸長度的關係圖。





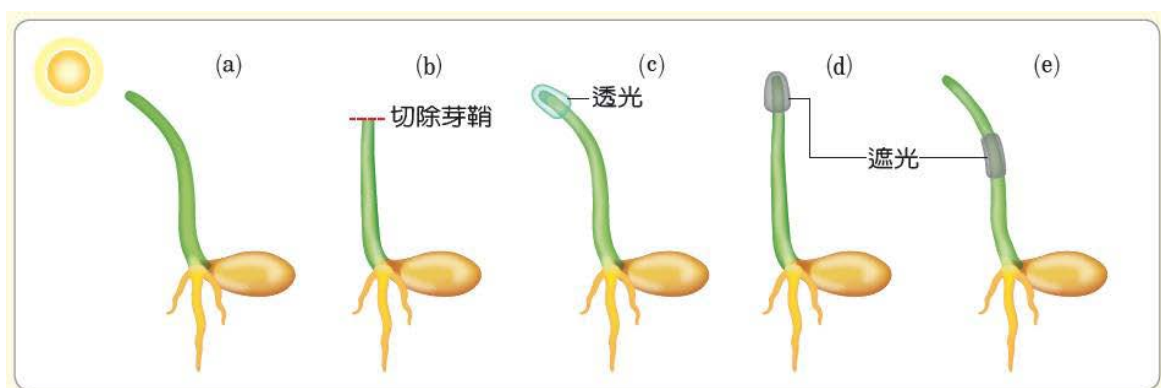
試根據實驗結果的圖回答下列問題：

1. 根據甲、乙圖，何種醣類對於光照下野生型下胚軸的影響最明顯 (2 分)？描述該糖與光照時間的關係(4 分)。推論最可能的原因為何(4 分)？
2. 根據甲、乙圖，突變體 a 與突變體 b 對於蔗糖的反應為何？解釋之(5 分)。
3. 根據丙圖，描述蔗糖、光強度、光照時間影響下胚軸長度的關係(5 分)？
4. 根據丁圖，描述此兩種糖與光強度、光照時間調控下胚軸長度的關係(5 分)？

5. 根據戊圖，如果光強度增加至 $120 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 時，會造成下胚軸相對比增加或降低？(2 分)解釋原因？(5 分)
6. 根據己、丁圖，描述此兩種糖與光強度、光照時間調控下胚軸長度的關係？(5 分)
7. 根據戊、庚圖，描述蔗糖與光強度、光照時間調控下胚軸長度的關係？(5 分)
8. 綜合甲～庚圖，總結蔗糖與光對於下胚軸生長的影響為何？(8 分)

二、試由前人研究發現植物生長素(auxin)歷程中，回溯探討當初研究的實驗設計與結果解讀。以下共有 4 組實驗，每組實驗的示意圖是該年代研究中多項子實驗所得之結果。請依序在表格中填寫 (1) 問題與假說。(2) 實驗設計：在每組實驗的表格中，分別寫出每個子實驗的實驗組與對照組，以及其欲測試的操縱變因。(3) 結果解讀：根據圖中所示，寫下每個子實驗的結果，並且在每個表格最後面歸納該組實驗的總結果(結論)。第一個表格中所列者為填寫的範例。請在每個表格下方自行增加行列，以完整呈現每組實驗示意圖中的研究結果。

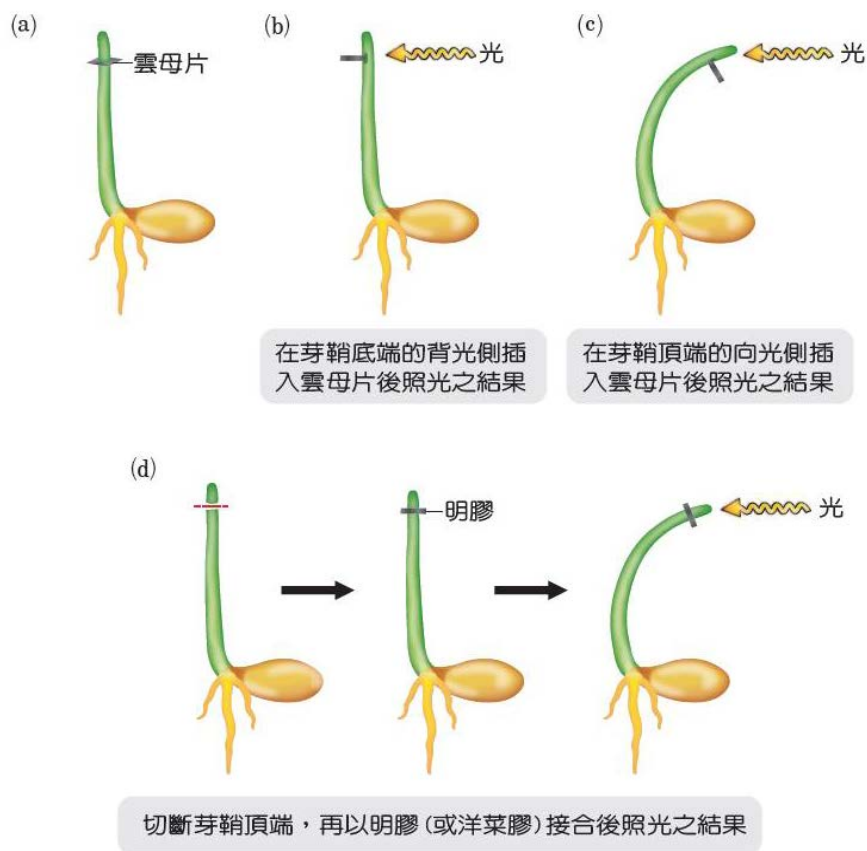
- 1880 年，達爾文父子注意到一種禾草的芽鞘會向光生長，於是操作實驗探討此現象，多個子實驗的結果如下圖所示。



填寫表格 (10 分)

問題與假說	問題：芽鞘為何會向光生長？ 假說：芽鞘頂端能感應側光。				
實驗設計	實驗組	對照組	操縱變因	照光處理	實驗結果
實驗 1	切除芽鞘頂端(b)	完整芽鞘(a)	芽鞘頂端的有無	側光	無頂端的芽鞘不會向光生長
實驗 2					
實驗 3					
結果歸納 (結論)					

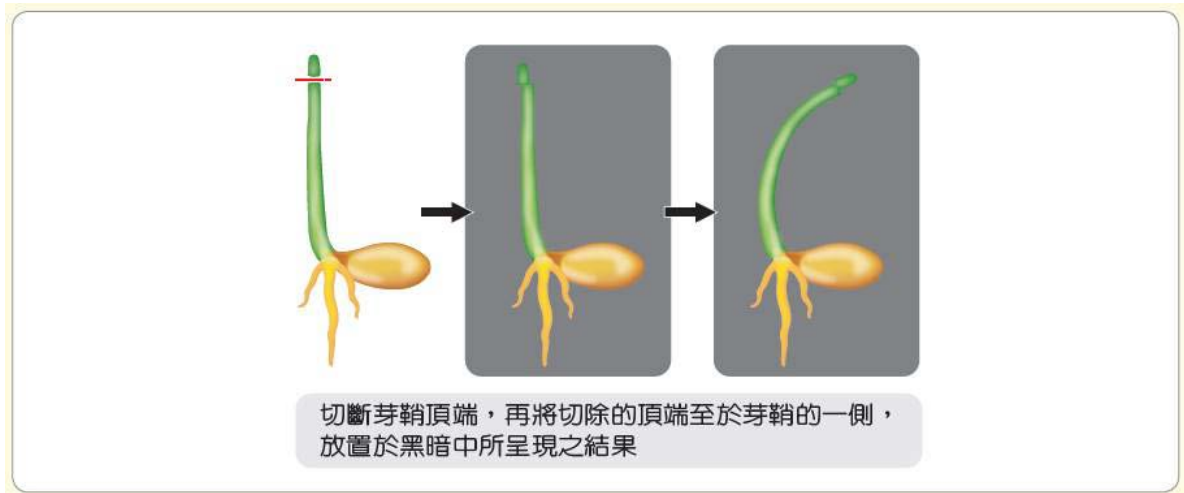
2. 1913 年，柏伊森-簡生 (P. Boysen-Jensen, 1883-1960) 分別以雲母片及明膠分隔芽鞘頂端，多個子實驗的結果如下圖所示。(注：圖中僅顯示結果重點，並未完整呈現所有實驗設計組合)



填寫表格 (15 分) 可自行增加行列，以完整呈現每組實驗示意圖中的研究結果

問題與假說	問題： 假說：				
實驗設計	實驗組	對照組	變因	照光處理	實驗結果
實驗 1					
實驗 2					
結果歸納 (結論)					

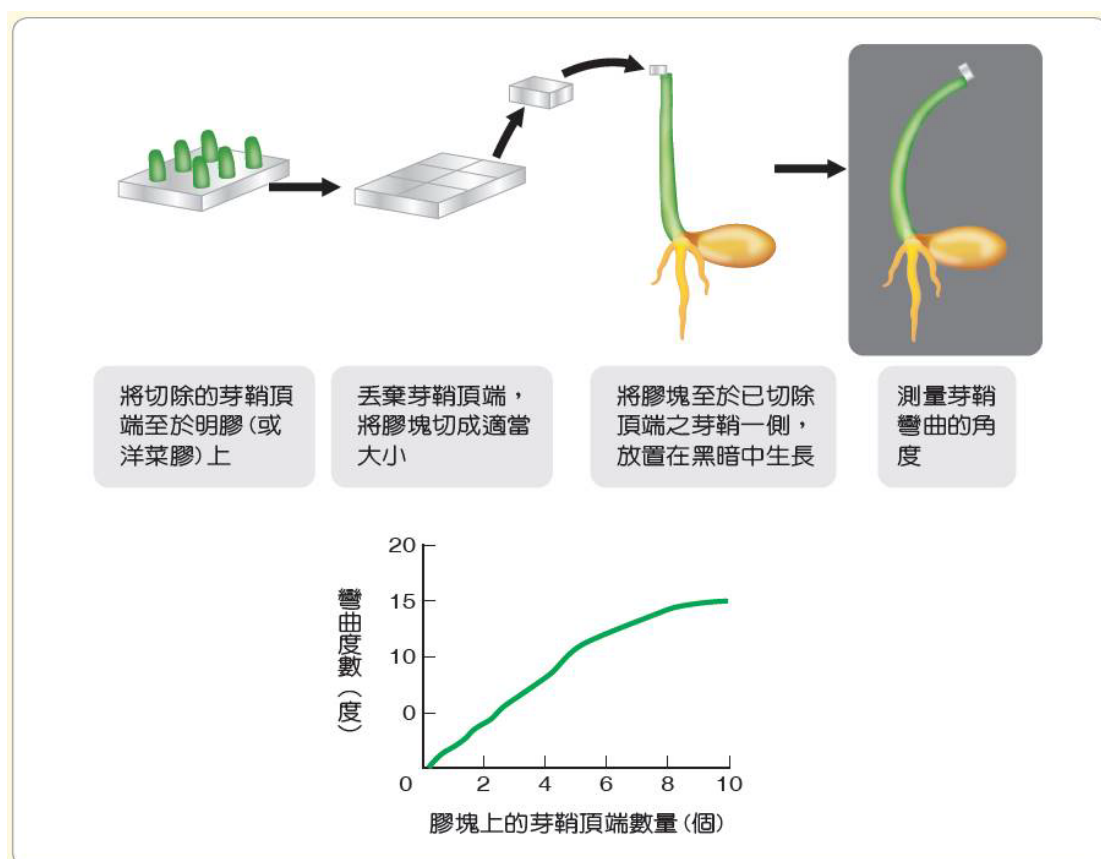
3. 1918 年，鮑爾 (A. Paál, 1889-1943) 將切除的芽鞘頂端側置，於黑暗中生長，觀察芽鞘生長結果，如下圖所示。(注：圖中僅顯示結果重點，並未完整呈現所有實驗設計組)



填寫表格 (10 分) 可自行增加行列，以完整呈現每組實驗示意圖中的研究結果

問題與假說	問題： 假說：				
實驗設計	實驗組	對照組	變因	照光處理	實驗結果
實驗 1					
結果歸納 (結論)					

4. 1926 年，文特 (F. W. Went, 1803-1990) 將切除的芽鞘頂端置於明膠上，在以明膠取代芽鞘頂端側置，於黑暗中生長，觀測芽鞘彎曲情況；並用不同數量的芽鞘頂端來測量彎曲角度，結果如下圖所示。(注：圖中僅顯示結果重點，並未完整呈現所有實驗設計組)



填寫表格 (15 分) 可自行增加行列，以完整呈現每組實驗示意圖中的研究結果

問題與假說	問題： 假說：				
實驗設計	實驗組	對照組	變因	照光處理	實驗結果
實驗 1					
結果歸納 (結論)					

2019 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 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。

第三部分: (100 分)

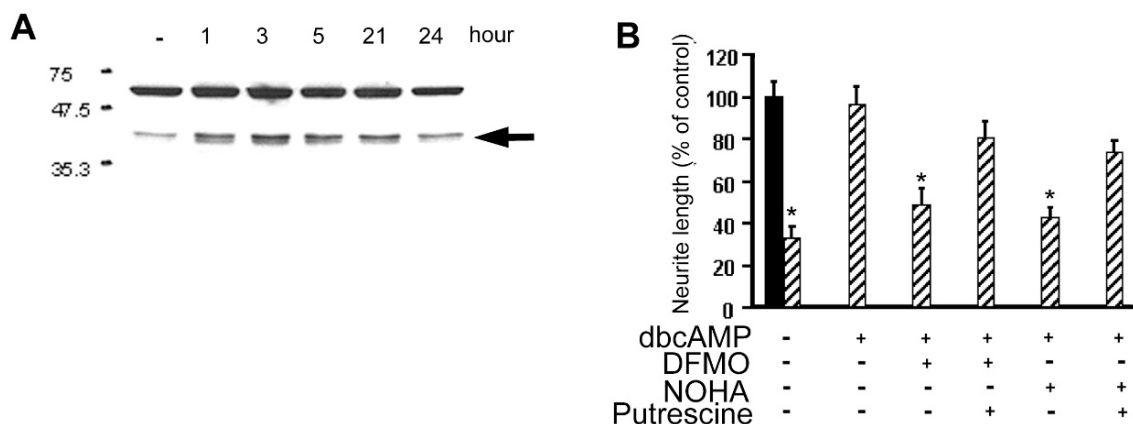
一、背景介紹：

中樞神經系統中髓鞘具有一些例如髓磷脂糖蛋白(myelin-associated glycoprotein, 簡稱 MAG)之類的蛋白質，當神經元受損時這些蛋白質會抑制神經元的再生作用。之前科學家的研究發現當以藥物 dbcAMP 來增加神經細胞內環狀腺核苷酸(cAMP)訊息傳遞路徑的活性可以有效逆轉中樞神經髓鞘對神經生長的抑制作用；除此之外，也有證據顯示體外細胞培養的環境之下，額外給予神經細胞 putrescine (是一種可經由刺激細胞而產生的多胺類物質)也會逆轉髓鞘抑制神經生長的作用，然而關於這些物質逆轉神經生長作用的機制則仍不是很清楚。以下實驗利用背根神經節神經元(dorsal root ganglion, 簡稱 DRG)以及大腦顆粒神經元(cerebellar granule neurons, 簡稱 CNG)兩種中樞神經細胞當作實驗模式來進一步探討其作用機制。

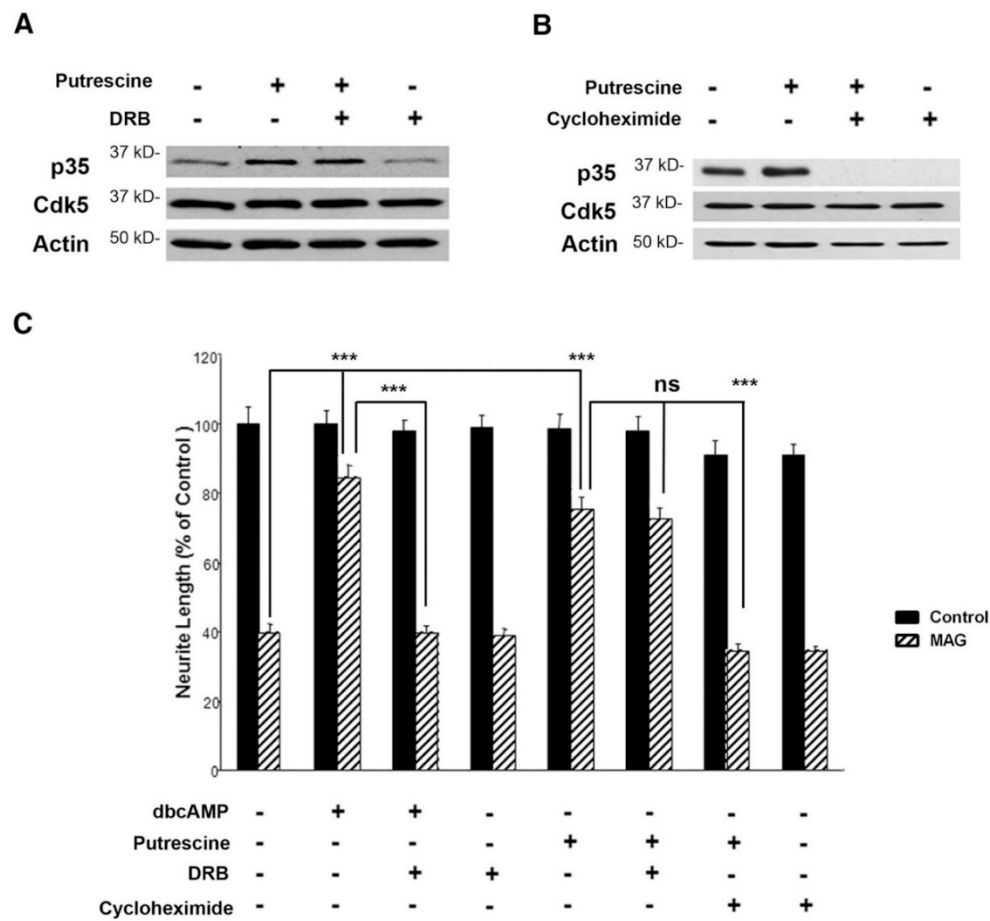
Arginase-I (Arg-I) 是細胞內合成多胺類物質 putrescine 的關鍵酵素，刺激此酵素的活性則可以促進細胞內製造更多的 putrescine。另外，之前的研究已經了解細胞內的一種蛋白質機酶 Cdk5 (cyclin-dependent kinase 5)與神經細胞生長時細胞骨架的重排有關，而 Cdk5 蛋白質的活性是受到細胞內另一活化蛋白 p35 的調節。

實驗結果：

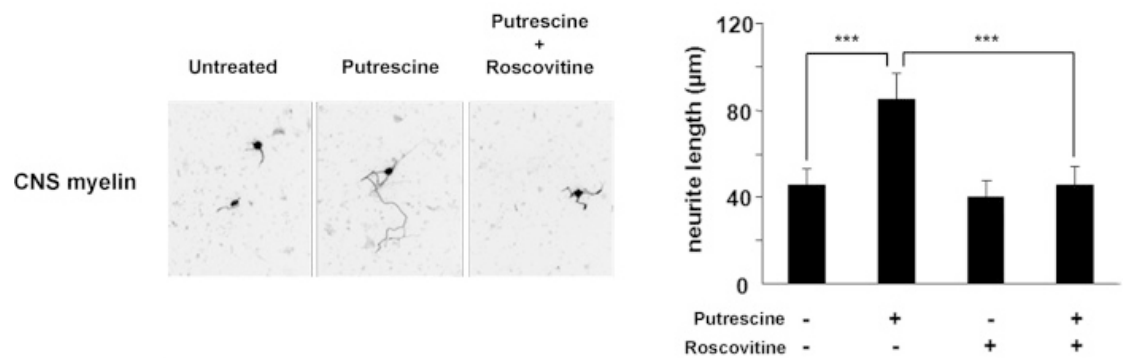
(圖一)(A)神經細胞給予 dbcAMP 處理一段時間(如圖上方所示時間)之後，溶解細胞產物進行蛋白質電泳，並以抗體來偵測 Arg-I 在電泳膠所出現的量。(B)將 DRG 神經元養在底層鋪有中樞神經髓鞘物質的培養皿(橫條柱狀圖)，或不具中樞神經髓鞘的培養皿(黑色柱狀圖)，設定分別單獨或同時給予 dbcAMP, DFMO (Arg-I 抑制劑) 或 NOHA (Arg-I 抑制劑) 或是 putrescine 的各種實驗組合設計之後觀察神經生長長度的改變，星號代表比較之下具有統計的意義。



(圖二)CNG 神經元細胞(A)或 DRG 神經元細胞(B)在分別單獨或同時給予 DRB (轉錄作用抑制劑) 或 cycloheximide (轉譯作用抑制劑) 或是 putrescine 的各種實驗組合設計之後，溶解細胞產物進行蛋白質電泳，並以抗體來分別偵測 p35 或 Cdk5 在電泳膠所出現的量，Actin 組為對照組。(C)將 CNS 神經元分別養在一般培養皿(對照組黑色柱狀圖)或是先鋪有 MAG 的培養皿(協線條柱狀圖)中，在分別獲同時給予 dbcAMP, putrescine, DRB 或 cycloheximide 的情況之列來觀察神經細胞生長長度的改變，星號代表比較之下具有統計的意義，ns 則代表未達統計意義。



(圖三)將 DRG 神經元培養在鋪有中樞神經髓鞘物質，並觀察無藥物處理或有 putrescine, Roscovitine(Cdk5 抑制劑)存在情況之後神經細胞的生長狀況(左)。右圖則為統計結果，星號代表比較之下具有統計的意義。



1. 請整合所有實驗結果說明 cAMP 如何逆轉中樞神經髓鞘物質抑制神經元細胞生長的機制。(30 分)

二、 阿芬為一中年婦女，已婚，有三個小孩，近來很容易疲倦，胸痛，心悸，蹲下來撿東西時喘個不停，爬半層樓的樓梯就爬不動，腳水腫得厲害，還曾經嘴唇變藍，突然昏倒，就醫後醫生進行多項檢查，包含心電圖，心臟超音波，胸部 X 光，肺功能檢查與動脈血液氣體分析及右心導管檢查，診斷出阿芬罹患「肺動脈高血壓」，請依照你的生理學知識，回答下列問題。

1. 有許多因素都會導致肺動脈高血壓，請說明下列因子為何會誘發肺動脈高血壓

(1) 長期處於高海拔環境。(5 分)

(2) 肝門脈系統高血壓。(10 分)

2. 早期對於肺動脈高血壓之治療的選項不多，患者往往只能依賴肺臟移植或心肺移植，但由於科學家的努力，研發許多藥物用於肺動脈高血壓之治療，請明確指出下列藥物是否可用以治療肺動脈高血壓，並清楚說明其作用機轉，全對才給分，答錯倒扣 0.5 分，倒扣本題 0 分為止。(15 分)

- (a)鈣離子阻斷劑
- (b)前列腺環素(prostacyclin)
- (c)內皮素受體拮抗劑
- (d)利尿劑
- (e)第五型磷酸二脂酶(phosphodiesterase)抑制劑

三、 請回答以下有關人類演化相關的議題

1. 有學者認為直立人為尼安德塔人、丹尼索瓦人(Denisovan)與智人的直系祖先。請問這樣的觀點吻合漸變種化(anagenesis)或分支種化(cladogenesis)哪一種物種形成(speciation)過程觀點？為什麼？建議搭配繪圖說明 **(10 分)**

2. 請說明人族(Hominii)動物直立行走(bipedalism)在形態與生理上所付出的代價為何？這樣的代價又可以由什麼方式來補償？**(10 分)**

四、 許多動物的體表都具有光晶體(photonic crystals)，請說明具備光晶體對於動物來說有什麼樣的功能？**(10 分)**

五、 基因體加倍(genome duplication)可能造成什麼樣的效應？(10 分)

2019 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 3 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. 酵母菌轉譯起始因子 Tif3 基因編碼 RNA 結合蛋白，其 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胺基酸的重複序列，C 端序列無顯著已知功能區。小英過去的研究顯示 Tif3 基因缺損造成溫度敏感生長缺陷外表型，可藉由外送野生型 Tif3 表現質體 DNA 而彌補缺損的 Tif3 基因功能，也得知 Tif3 蛋白至少具有兩個 RNA 結合區，且可催化 RNA 股交換(RNA strand exchange)。小瑛想進一步設計實驗探究 Tif3 各功能區缺損表現質體對 Tif3 基因缺損酵母菌生長及對試管內轉譯作用活性之影響，符號 + 代表有，符號 - 代表無，其分析結果如下圖所示，圖中：

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	+

依據上述實驗結果請分別說明並推論下列問題：

(1) 請推論並說明 Tif3 蛋白參與轉譯作用的主要功能區為何? (20 分)

(2) RRM 結構與酵母菌生長相關性如何? (20 分)

(3) 請說明蛋白質轉譯起始作用為何需要 Tif3 蛋白的 RNA 股交換活性? (40 分)

(4) 請說明 Tif3 蛋白參與蛋白質轉譯起始作用時其 RRM 可能擔任的角色。(20 分)

2019 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 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. 作答時請在試題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、生命表(life table)追蹤紀錄一個族群內不同年齡階段的死亡率，是研究族群生態學相當重要的資料。假設有一生態學家，追蹤紀錄了 A、B 兩物種同一群個體，隨著時間從出生到死亡期間，不同年齡階段的死亡率。

1. 試根據不同年齡階段的死亡率，來分別計算出 A、B 兩物種不同年齡階段的存活個體數。其中 A、B 兩物種均將年齡分成 11 個階段(0-9, 10-19, ..., 90-99, 100+)，死亡率定義為某年齡階段由開始至結束，有多少比例的個體死亡；存活個體數則是定義為，由出生至某年齡階段開始，還剩下多少的個體還存活著。假設 A、B 物種第一個年齡階段(0-9)的存活個體數均為 100，其餘年齡階段的存活個體數紀錄至個位數(計算至小數點以下一位，四捨五入進個位數)。(每空格 1 分，共計 20 分)

物種 A

年齡階段	死亡率	存活個體數
0-9	0.6	100
10-19	0.5	()
20-29	0.05	()
30-39	0.05	()
40-49	0.05	()
50-59	0.2	()
60-69	0.4	()
70-79	0.3	()
80-89	0.3	()
90-99	0.8	()
100+	1	()

物種 B

年齡階段	死亡率	存活個體數
0-9	0.1	100
10-19	0.01	()
20-29	0.05	()
30-39	0.05	()
40-49	0.05	()
50-59	0.2	()
60-69	0.3	()
70-79	0.5	()
80-89	0.8	()
90-99	0.8	()
100+	1	()

2. 分別將物種 A 和 B 的年齡階段(X 軸)與存活個體數(Y 軸)的關係，以折線圖表示。(每個圖 5 分，共計 10 分，需將圖標示完整清楚)

物種 A

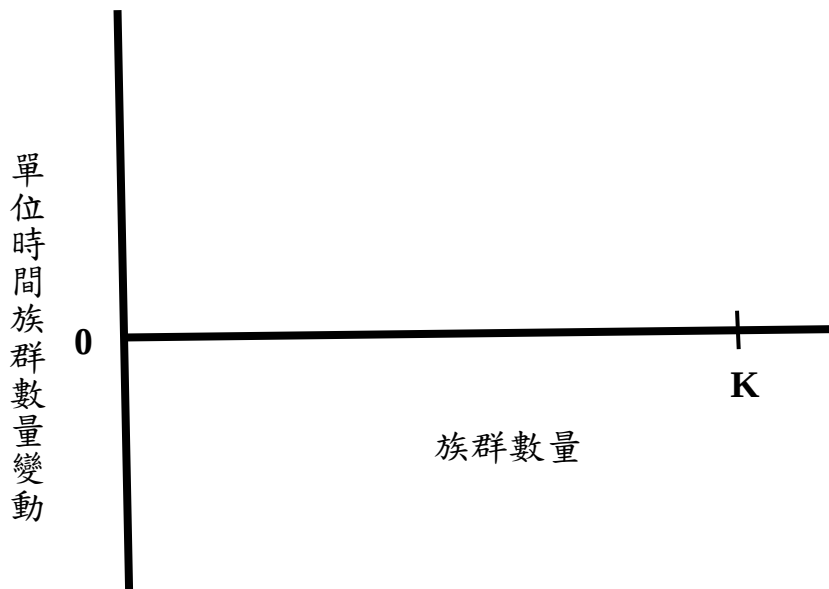
物種 B

3. 回答下面敘述正確(O)或錯誤(X)。(每題 2 分，共 4 分)

- (1) ()根據上面物種 A 和 B 的生命表，A 物種的族群數量可能較 B 物種少。
- (2) ()物種 B 較物種 A 可能有親代照顧的行為。

二、 在自然界中，一個族群的數量會增加或減少，取決於族群數量相對於承載力(carrying capacity)是高或低。承載力代表該環境所能容納的族群數量，當族群數量低於承載力時，族群數量會增加，尤其在族群數量遠低於承載力時，增加的速度會較快；相反地，當族群數量高於承載力時，族群數量則會減少。然而有些物種會面臨所謂的阿利效應(Allee effect)，如前所述，在一般狀況下，當族群數量遠低於承載力時，族群數量增加的速度會較快，但是當阿利效應出現時，代表當族群數量遠低於承載力時，族群數量卻反而呈現下降的現象，由於許多瀕臨滅絕的物種族群數量遠低於承載力，因此保育學者相當關切是否會出現阿利效應，亦即數量稀少的物種可能會變得更稀少。

1. 分別將沒有發生阿利效應和有發生阿利效應，族群數量和單位時間族群數量變動的關係畫於下圖(畫於同一圖上，但需標示清楚)，其中K代表承載力。(每個圖5分，共計10分)



2. 舉出二個可能會造成阿利效應發生的情況(每個3分，共計6分，只有作答的前面二個計分)

三、鳥類進食偏好行為實驗

為了解食果鳥類的取食偏好，研究者籠養 4 種臺灣低海拔常見的食果鳥類：白頭翁 3 隻(平均喙基寬 10.3 mm)、紅嘴黑鵯 4 隻(平均喙基寬 11.3 mm)、五色鳥 3 隻(平均喙基寬 16.2 mm)、與樹鵲 5 隻(平均喙基寬 16.5 mm)，並提供不同顏色及大小的人工麵糰，來測試這四種鳥類所偏好的食物大小與顏色。

喙基寬是以游標尺測量實驗鳥隻喙基內部最左側至最右側的寬度。所有實驗鳥隻均來自野外。每隻鳥類個體皆以 76×46×46 cm 鳥籠單獨飼養，鳥籠底板皆為白色。每日上午投以新鮮充足的飼料、水、木瓜或香蕉一小片，供給實驗鳥基本營養需求。

鳥類取食偏好實驗皆於上午在封閉的室內進行，進行前先取出鳥飼料盆並讓實驗鳥停止進食 2 小時才開始進行實驗。每日每隻鳥只進行一次實驗。

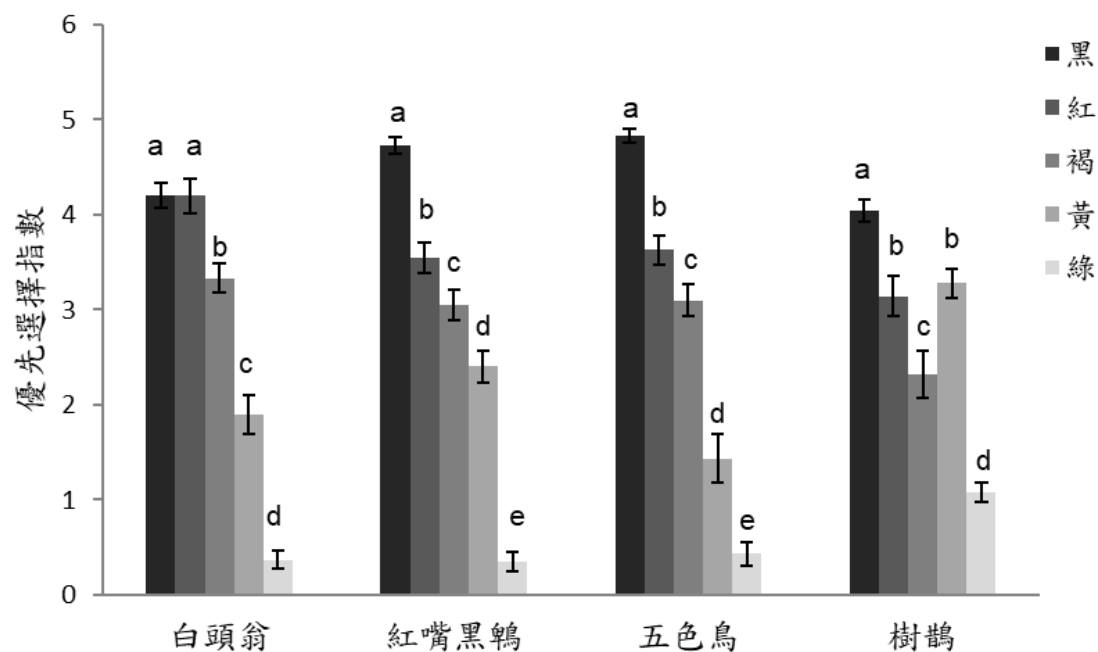
食物顏色偏好實驗中，麵糰顏色有紅、黑、黃、褐、綠色等五種處理，一起放入測試。麵糰大小的直徑皆為 5 mm，每顆重量約 0.2 g。本實驗中，麵糰除顏色不同外，成分及其餘特徵均相同。5 個食盆的排放位置為隨機排放。15 隻實驗鳥個體皆重複進行了 10 次測試，共 150 隻次測試。

食物大小偏好實驗中，麵糰有直徑 5 mm (約 0.2 g)、9 mm (約 0.8 g)、12 mm (約 1.5 g) 等三種徑級的麵糰。本實驗中，麵糰顏色皆為紅色，除徑級不同外，成分及其餘特徵均相同。3 個食盆的排放位置皆為隨機排放，15 隻實驗鳥個體皆重複進行了 12 次測試次實驗，共 180 隻次測試。

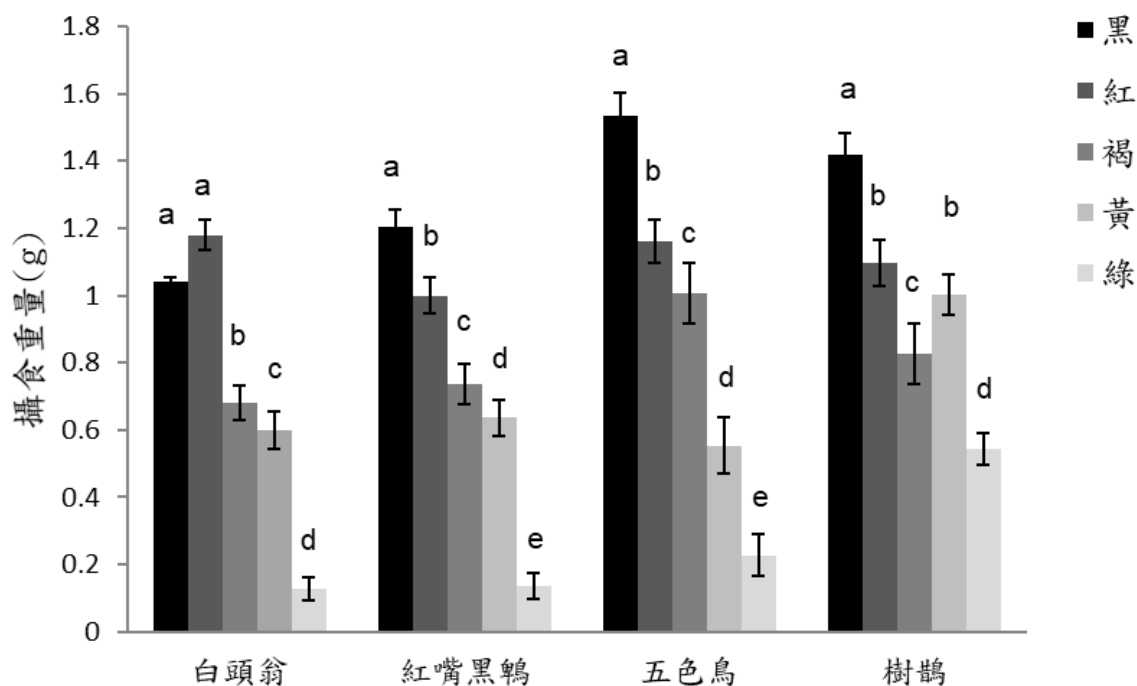
受測麵糰置入籠內後，研究者會觀察鳥類行為，並於麵糰置入 40 分鐘後取出所有食盆並計算剩餘重量。研究者依據行為觀察及剩餘麵糰重量，計算以下數據。

- (1) 優先選擇指數：依照鳥類選擇的先後次序給分，在顏色偏好實驗中，最優先選擇的顏色給 5 分、其次為 4 分、餘此類推，最後選擇的給 1 分，不選擇的給 0 分，共六個等級。在大小偏好實驗中，被鳥類最優先選擇的徑級給 3 分、其次為 2 分、最後選擇的給 1 分，不選擇的給 0 分，共四個等級。
- (2) 攝食重量：投入的麵糰數量扣除掉剩下的麵糰數量，再乘上單顆平均重量，其值代表鳥類所嘗試攝食的食物重量(包含掉落在底盤的食物)。

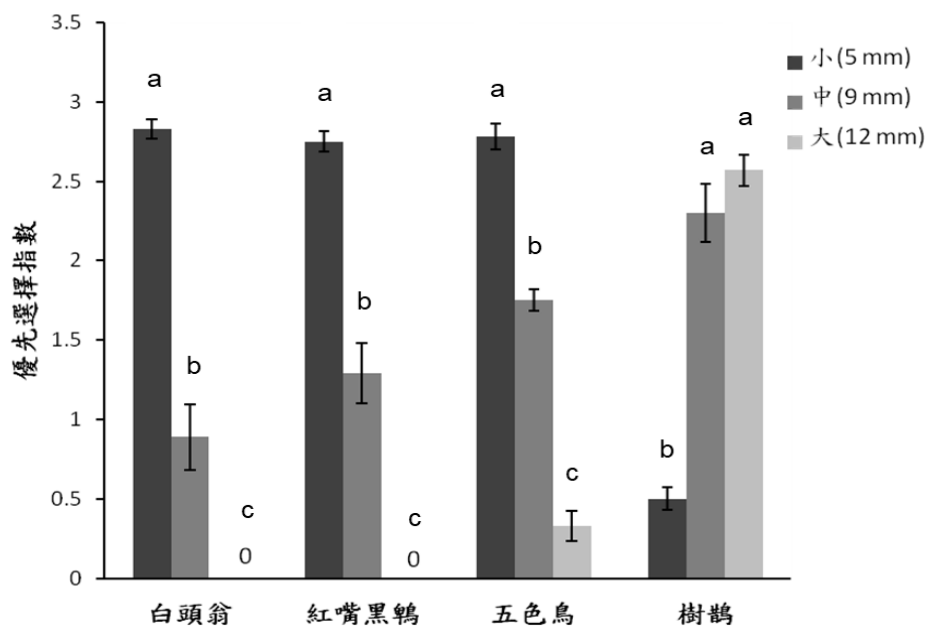
實驗結果呈現於以下四張圖。



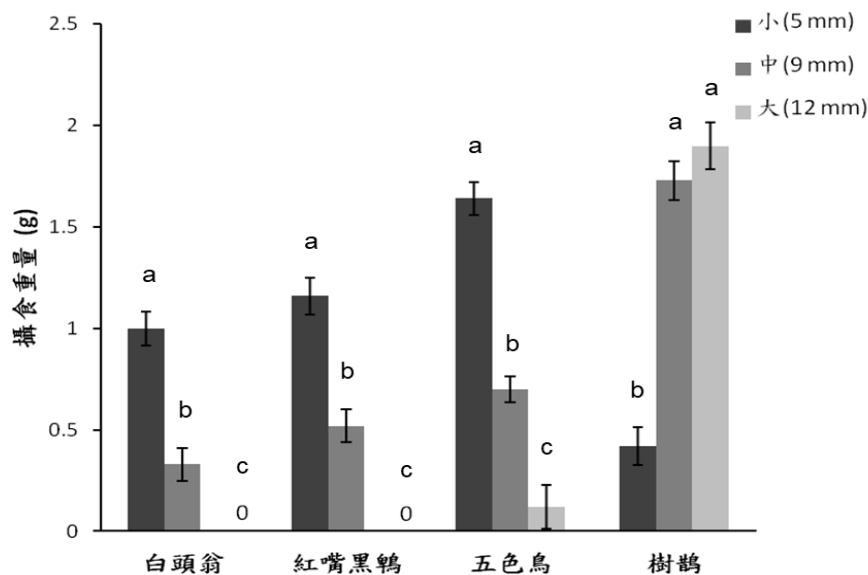
(圖 1) 白頭翁、紅嘴黑鶇、五色鳥、與樹鵲對於五種顏色麵糰的優先選擇指數。圖中之 abc 等字母，代表各鳥種對於不同顏色麵糰的優先選擇指數是否具有顯著差異，若處理間具有相同字母，則表示之間沒有顯著差異。



(圖 2) 白頭翁、紅嘴黑鶇、五色鳥、與樹鵲對於五種顏色麵糰的攝食重量。圖中之 abc 等字母，代表各鳥種對於不同顏色麵糰的攝食重量數是否具有顯著差異，若處理間具有相同字母，則表示之間沒有顯著差異。



(圖 3) 白頭翁、紅嘴黑鵯、五色鳥、與樹鵲對於三種徑級麵糰的優先選擇指數。圖中之 abc 等字母，代表各鳥種對於不同麵糰徑級的優先選擇指數是否具有顯著差異，若處理間具有相同字母，則表示之間沒有顯著差異。



(圖 4) 白頭翁、紅嘴黑鵯、五色鳥、與樹鵲對於三種徑級麵糰的取食重量。圖中之 abc 等字母，代表各鳥種對於不同麵糰徑級的攝食重量是否具有顯著差異，若處理間具有相同字母，則表示之間沒有顯著差異。

四、是非題 (共 50 分，答錯一題扣 6 分，扣到本大題 0 分為止)

請問以下陳述何者為真?正確請在題號前空格填 O，不正確請填 X。

- _____ 1. 對植物而言，掉落在母樹下的種子由於必須與母樹競爭，存活率會低於遠離母樹的種子。
- _____ 2. 植物與鳥類傳播者間的共同演化，會促使植物為了特定的種子傳播者而發展出特定的果實性狀。
- _____ 3. 實驗結果皆支持「這四個鳥種皆偏好黑色的食物」此假說。
- _____ 4. 實驗結果皆支持「這四種鳥類皆偏好徑級較小的食物」此假說。
- _____ 5. 實驗結果皆支持「這四種鳥類對不同食物顏色與徑級的偏好程度，優先選擇指數與攝食重量的結果一致」此陳述。
- _____ 6. 科學家曾提出「喙基寬限制假說」(gap limitation hypothesis)，認為鳥的喙基寬越大，可吞入的果實直徑也越大，若是果實大小超過鳥的喙基寬，則須採用啄食的方式取用果實以獲得能量。本實驗結果皆支持喙基寬限制假說。
- _____ 7. 最佳覓食策略理論(optimal foraging theory)認為，動物覓食時會採取花費較少能量，獲得最大利益的策略。因為鳥類以吞食方式進食所耗費的時間與能量會低於啄食方式，依據最佳覓食策略理論，我們可以推導出「在鳥喙可吞入的範圍內，鳥類會選擇最大的食物尺寸，以提高覓食效率」這樣的陳述。
- _____ 8. 實驗結果皆支持「在鳥喙可吞入的範圍內，鳥類會選擇最大的食物尺寸，提高覓食效率」此假說。
- _____ 9. 由於綠色果實通常代表果實未成熟的訊號，含有毒的次級化合物(secondary compounds)，所以鳥類會避免攝取綠色果實。本實驗皆支持此說法。
- _____ 10. 本實驗結果皆支持「相較於植物的綠色枝葉，綠色果實與背景反差不大，所以鳥類較不容易攝食綠色果實」此假說。
- _____ 11. 如果實驗動物使用籠養多年且長時間餵食人工麵糰的個體，在同樣的實驗操作下，牠們對麵糰顏色的偏好程度應與本實驗一致。
- _____ 12. 如果實驗動物使用籠養多年且長時間餵食人工麵糰的個體，在同樣的實驗操作下，牠們對麵糰徑級的偏好程度應與本實驗一致。