

2024 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔複賽

B 卷



1. 多重選擇題：第 1~34 題，共 34 題，每題 2 分，合計 68 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。
2. 配合題：共 1 題，計 6 分。
3. 簡答題：共 2 題，計 6 分。
4. 本卷共計 80 分。

注意事項： 1. 本考試測驗時間為 **100** 分鐘。

2. 本考試試題乙本 19 頁(不含封面)，繳卷時必須繳回「答案卡」及「答案卷」，試卷，考試後可攜回。
3. 作答方式：請用 **2B** 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時若以橡皮擦修正必須擦拭乾淨。「答案卷」請用藍色或黑色原子筆作答，以鉛筆作答者不計分。

一、多重選擇題：

1. 下列有關細胞激素(cytokine)的敘述，何者正確？
 - (A) 血管內皮細胞及纖維母細胞均非免疫細胞，不會分泌細胞激素
 - (B) 具有高度專一性的免疫分子，僅在專一性免疫反應中發揮作用
 - (C) 一種細胞只會釋放單一細胞激素，並僅對特定細胞產生專一性作用
 - (D) 淋巴球活化後可產生干擾素(interferon)、介白素(interleukin)、及腫瘤壞死因子(tumor necrosis factor)
 - (E) 淋巴激素(lymphokine)、介白素、干擾素、趨化激素(chemokine)、單核激素(monokine)及腫瘤壞死因子都是細胞激素，其中每一種都是由多種不同分子所組成，而非單獨的一種分子

2. 下列有關細胞外基質(extracellular matrix, ECM)的敘述，何者正確？
 - (A) 層粘蛋白(laminin)可影響細胞的分化、遷移和粘附
 - (B) 層粘蛋白是基底膜(basement membranes)主要的非膠原成分
 - (C) 大量蛋白聚糖(proteoglycan)及膠原蛋白(collagen)使軟骨有彈性
 - (D) 彈性蛋白(elastin)可構成彈性纖維，都是由纖維母細胞(fibroblast)分泌
 - (E) 纖連蛋白(fibronectin)可促進細胞粘附與增殖，也能促進凝血及傷口癒合

3. 某些紫色嗜高鹽性(purple halophilic)古菌的細胞膜上具有細菌性視紫素(bacterial rhodopsin)。在光照之下，可將質子從細胞內轉移到細胞膜的外面，形成質子梯度(proton gradient)，因此可以在光照射下製造出 ATP。下列有關這類細菌的敘述，何者正確？
 - (A) 其細胞壁不具有肽聚糖(peptidoglycan)的成分
 - (B) 此類細菌可以歸類為光合自營生物(photoautotrophs)
 - (C) 其細胞膜上的脂肪酸與甘油是由醚鍵(ether linkages)連結
 - (D) 此類細菌必須生長在外海的海水中，能利用海水中的鹽度維持正常的生理活動
 - (E) 其細菌性視紫素蛋白質是由 7 組 alpha-螺旋(helix)構成主體，穿插在細胞膜中

4. 下列何種基因會出現在人類細胞的粒線體基因體中？
 - (A) tRNA 基因
 - (B) ATP 合成酶基因
 - (C) DNA 聚合酶基因
 - (D) 細胞色素 c 氧化酶基因
 - (E) 粒線體核糖體小次單元(small subunit)基因

5. 癌症生物學中的抗藥性是指癌細胞對治療藥物產生耐受性或抵抗力。它是一個重要的議題，因為它可以影響癌症治療的效果。下列何種研究主題與癌症生物學中抗藥性的發展和治療效果有關？
- (A) 減少血管新生
 - (B) 細胞凋亡的增強
 - (C) 蛋白質合成的減少
 - (D) 細胞內 pH 值的穩定
 - (E) 基因突變導致的藥物目標改變
6. 細胞訊息傳遞是生物學中至關重要的過程，它負責調節和控制細胞的各種活動，確保生理的正常運作。這個過程允許細胞接收外部信號，並將其轉化為內部響應，以適應不斷變化的環境。細胞訊息傳遞在許多生理過程中都扮演關鍵角色，包括細胞生長、分化、代謝、免疫反應、細胞凋亡和 DNA 修復等。
- 這個機制使細胞能夠適應外部刺激，調節自身功能，維持體內平衡，並應對疾病和損傷。當訊息傳遞過程出現異常時，可能導致各種疾病，包括癌症、免疫系統異常、神經退行性疾病等。下列有關細胞訊息傳遞中的受體類型多樣，何者正確？
- (A) 核內受體主要參與細胞膜的結構維護
 - (B) 第二傳訊者是直接參與細胞 DNA 複製的分子
 - (C) 細胞外受體通常將外部信號轉化為細胞內訊息
 - (D) G 蛋白聯合受體(G protein-coupled receptors, GPCR)通常位於細胞核內
 - (E) 酪胺酸激酶受體(receptor tyrosine kinase, RTK)是一類受體，它們在許多生長因子信號傳遞中起作用
7. 下列何者可以擔任第二傳訊者(second messenger)？
- (A) 鈣離子
 - (B) 肌醇三磷酸(IP3)
 - (C) 環腺苷酸(cAMP)
 - (D) 二酸甘油酯(DAG)
 - (E) 血小板衍生生長因子(PDGF)
8. 原生細胞壁具有下列何種成分？
- (A) 果膠(pectin)
 - (B) 木質素 (lignin)
 - (C) 醣蛋白(glycoprotein)
 - (D) 半纖維素(hemicellulose)
 - (E) 纖維素微絲(cellulose microfibril)

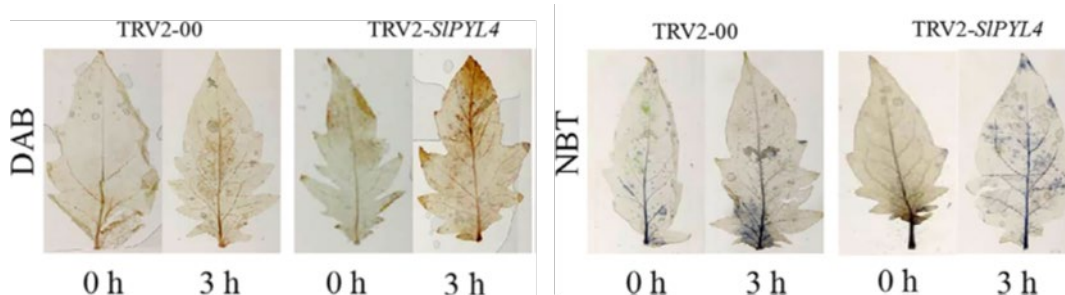
第 9-10 題組

離層酸(abscisic acid, ABA)可增強植物對抗逆境，PYR / PYL / RCAR 蛋白是植物中的功能性 ABA 受體，屬於配體結合蛋白的 START 超級家族，在 ABA 介導的非生物脅迫反應中起重要作用。在多種植物中鑒定出 *PYR/PYL/RCAR* 基因，包括擬南芥的 14 個基因、番茄的 15 個基因和棉花的 27 個基因。已知 *PYR/PYL/RCAR* 基因增強了番茄、水稻和擬南芥的耐旱性。擬南芥 *AtPYL8* 和 *AtPYL9* 基因影響根系發育，*AtPYL9* 基因參與植物葉片老化的調控。擬南芥中 *AtPYL5* 和 *AtPYL9* 基因的過度表現增強了 ABA 敏感性和耐旱性。在 9 個克隆(cloned)的番茄 ABA 受體中，只有 *SIPYL2* 和 *SIPYL10* 在乾旱脅迫下沒有顯著變化，而 *SIPYL1*、*SIPYL4*、*SIPYL5*、*SIPYL6*、*SIPYL7* 和 *SIPYL9* 均參與調控番茄植株的乾旱脅迫回應。*OsPYL5* 基因在水稻中的過表達增強了基因轉殖植物的抗旱性，並導致種子萌發過程中對 ABA 的敏感性。

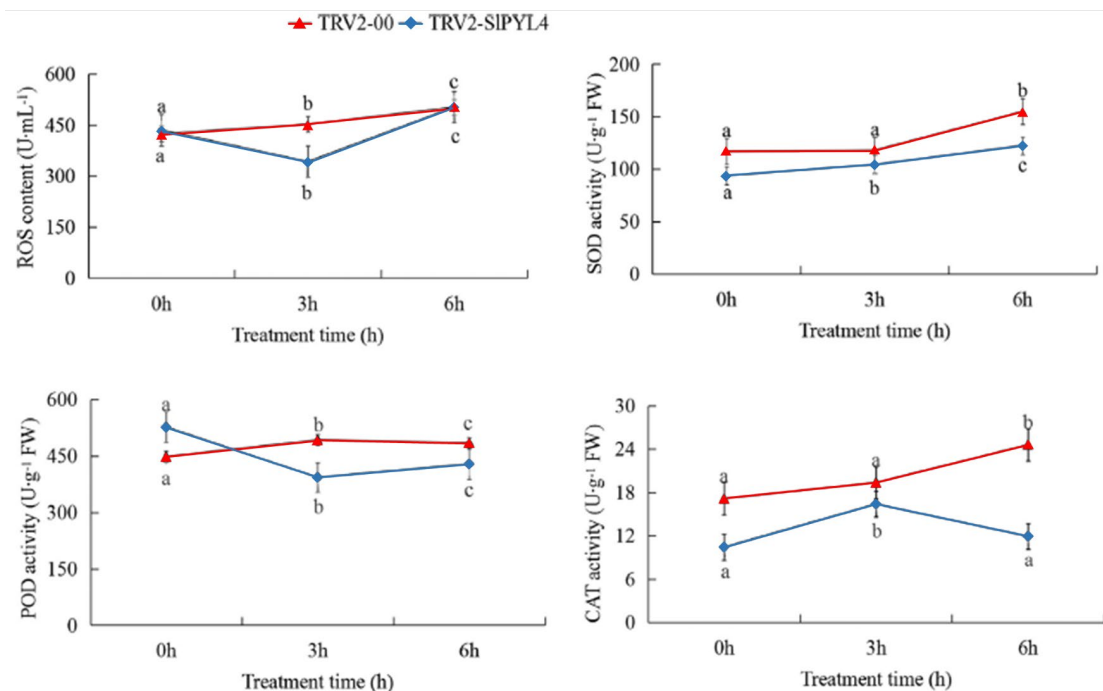
上述 *PYL* 基因家族對多種非生物脅迫做出反應，並參與植物生長、發育和代謝的調節，但對 *PYL4* 基因的相關研究較少。為了瞭解 *SIPYL4* 基因是否具有抗旱性，植物學家透過病毒誘導的基因沉默(virus induced gene silencing, VIGS)方式來降低 *SIPYL4* 基因的表達。利用菸草脆裂病毒的 RNA2 (tobacco rattle virus RNA2, TRV2) 為載體(vector)所產生之控制組 TRV2-00 與靜默處理組 TRV-*SIPYL4* 的番茄植株，於 5% PEG-2000 溶液中進行實驗研究，並檢查其對番茄植株乾旱脅迫的回應。研究結果如下圖，並據此研究與過去所學相關知識回答下列問題：



圖一、番茄植株在 5% PEG-2000 溶液中處理 a: 0 小時，b: 3 小時，c: 6 小時後的反應(A,B: TRV2-00, C,D: TRV-*SIPYL4*)



圖二、番茄植株在 5% PEG-2000 溶液中處理 0、3 小時後的 DAB 與 NBT 染色反應(DAB: H_2O_2 呈色劑，正反應棕色；NBT: $O_2^{\cdot-}$ 呈色劑，正反應藍色)

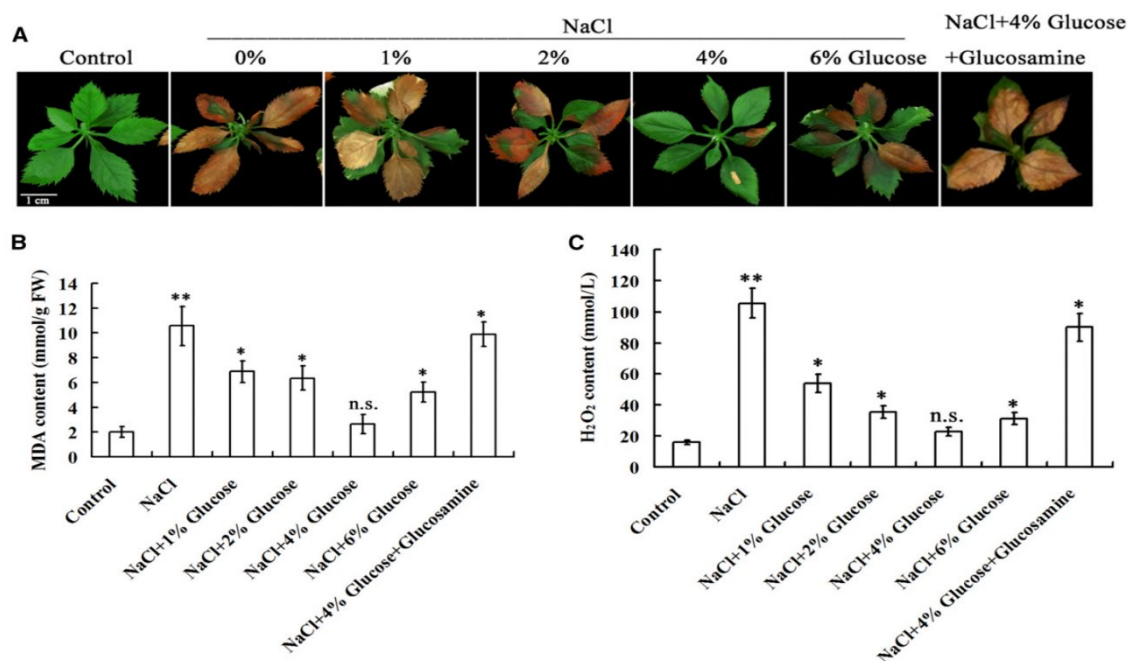


圖三、番茄植株在 5% PEG-2000 溶液中處理後不同時間點的活性氧族(total reactive oxygen species, ROS)含量、過氧化酶(Peroxidase, POD)與觸媒酶(catalase, CAT)活性表現。

9. 番茄植株在本研究中的相關敘述，下列何者正確？
 本題 TRV2=TRV (本題題幹與圖片中所看到的 TRV2 與 TRV 為相同代稱)
- (A) 番茄學名的正確書寫格式為 *Solanum lycopersicum* L.
 - (B) PEG-2000 溶液是滲透調節劑用來模擬乾旱效果
 - (C) *PYR/PYL/RCAR* 是 ABA 作用的下游基因
 - (D) *AtPYL5* 是番茄 *PYL* 家族基因的成員之一，與 ABA 結合後可正常生長
 - (E) *TRV-SIPYL4* 會造成番茄 *PYL* 基因的靜默效應
10. 承上題，番茄植株在乾旱處理後，與空載體比較，*TRV-SIPYL4* 的番茄植株
- (A) 較具耐旱效果
 - (B) SOD 酵素活性顯著較高
 - (C) 透過 POD 酵素清除雙氧水的效應較為顯著
 - (D) H_2O_2 與 $O_2^{\cdot-}$ 含量均較空載體處理高
 - (E) 推測 *TRV-SIPYL10* 無法取代 *TRV-SIPYL4* 的清除自由基功能

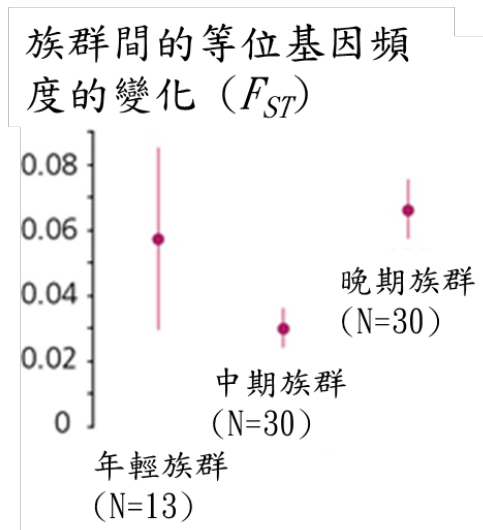
第 11-12 題組

植物對於鹽分(NaCl)逆境的適應、調控是很重要的生存策略。下圖是蘋果植株對於外加鹽分與不同葡萄糖(glucose)濃度，以及葡萄糖胺(Glucosamine)的反應結果；MDA：丙二醛，氧化逆境的指標分子。“*”：與對照組(Control)相比具有顯著差異；“**”：與對照組(Control)相比具有極顯著差異；n.s.：與對照組(Control)相比不具有顯著差異。根據下圖結果的外表型以及習得知識，回答問題 11-12：



11. 蘋果植株遇到鹽分逆境時，下列相關敘述何者正確？
- 葉綠素會遭破壞
 - 植物乾重增加
 - 脯胺酸含量增加
 - 離子濃度的恆定性增加
 - 自由基含量降低
12. (承上題)，有關上圖蘋果植株對於外加鹽分與不同葡萄糖濃度的相關敘述，下列何者正確？
- 鹽分逆境時，光合作用效率會降低
 - 葡萄糖分子可以有效的改善鹽分逆境
 - 7%葡萄糖可以更有效的抑制鹽分逆境
 - 葡萄糖胺可以有效的抑制鹽分逆境
 - 改善鹽分逆境未牽涉葡萄糖訊息傳遞

13. 下圖的資料是由一種昆蟲授粉植物的等位基因頻率變化之分析結果，此植物的種子為經由風和水流傳播，因此使得此植物的種子會成為到達新棲地建立拓荒者族群的第一批個體。下圖的資料為族群間的遺傳結構差異結果，利用族群間等位基因頻度的遺傳分化程度(F_{ST})來代表族群分化之衡量標準，此數據顯示在族群建立階段中，年輕族群的遺傳分化程度約為 0.060 ± 0.030 、中期族群約為 0.030 ± 0.005 、晚期族群約為 0.065 ± 0.010 ，依據此數據結果，推測下列敘述何者正確？

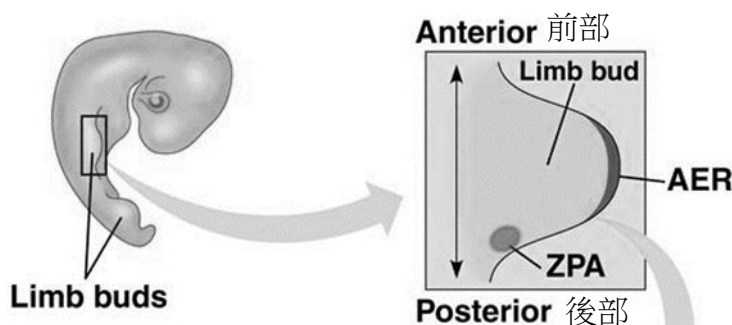


- (A) 遺傳漂變傾向於使族群間均質化
 (B) 拓荒者效應傾向於使族群內均質化
 (C) 基因交流導致於使族群間同質化
 (D) 任何一族群內均無突變存在
 (E) 在年輕族群間可隨機交配

14. 下圖為青蛙的受精卵發育過程的實驗，已知灰月區對胚胎能否正常發育非常重要，實驗甲和實驗乙分別將受精卵以不同打結的方式將受精卵分為兩個部分，請問下列的描述何者正確？



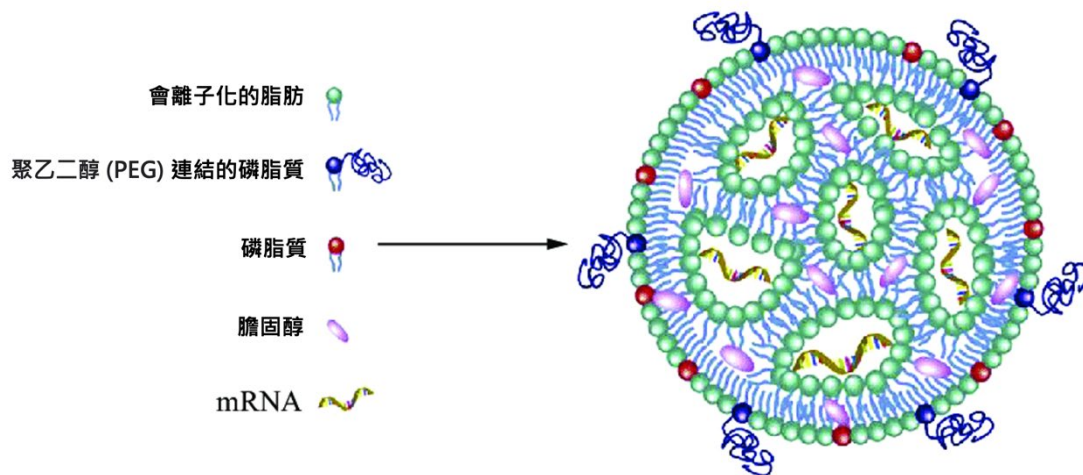
- (A) 推測實驗甲的兩個胚胎都可以發育為兩隻完整的蝌蚪，實驗乙的胚胎都不能發育為蝌蚪
- (B) 從實驗結果中可以了解其卵裂形式是非決定型卵裂(indeterminate cleavage)，在胚胎發育的初期(例如：二細胞期或是四細胞期)每一個細胞都能發育為一個完整的個體
- (C) 將囊胚期的細胞核移植到無核卵中，會發育成蝌蚪，證明了囊胚期細胞核具有全能性，但將體細胞核移植到無核卵則不能發育成蝌蚪。
- (D) 人類的受精卵在卵裂的初期也類似青蛙的受精卵，因此可以有同卵雙胞胎或多胞胎的出現
- (E) 在全能(totipotent)幹細胞、多潛能(multipotent)幹細胞和多能(pluripotent)細胞的分化潛能上，全能(totipotent)幹細胞的潛能最高，在適當的環境中，單顆細胞可發育為一個完整個體；多能(pluripotent)幹細胞的發育潛能最低，受到胚層的限制，只能分化為固定的組織
15. 關於下圖脊椎動物的附肢發育時，下列敘述何者正確？



- (A) 附肢的發育由肢芽(limb buds)的部位開始，肢芽是外胚層組成
- (B) 頂端外胚層脊(apical ectodermal ridge, AER)為一外胚層區域，分泌成纖維細胞生長因子(fibroblast growth factor, FGF)促使附肢向外生長
- (C) 極化活化區(zone of polarizing activity, ZPA)可以控制附肢生長的方向，靠近 ZPA 的地方會發育為小指
- (D) 在 ZPA 區域的細胞會分泌印度刺蝟蛋白(Indian hedgehog protein)調控附肢的生長方向
- (E) 附肢形狀的形成需要一些細胞凋亡(apoptosis)的過程

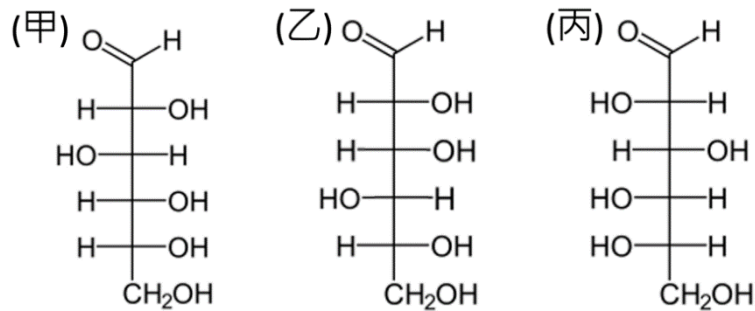
16. 某些情況下，可利用兩個容積(volume)或容量(capacity)相加，便可得出總肺容量(又稱肺總量，total lung capacity)；請問下列選項所提供的容積和容量中，哪些符合這個條件？(注意：下方並沒列出所有的肺容積和肺容量，但在作答時要一併考量)
- (A) 吸氣儲備容積(inspiratory reserve volume)
 - (B) 功能肺餘容量(functional residual capacity)
 - (C) 呼氣儲備容積(expiratory reserve volume)
 - (D) 吸氣容量(inspiratory capacity)
 - (E) 肺活量(vital capacity)
17. 關於胃酸分泌可分頭期(cephalic phase)，胃期(gastric phase)和腸期(intestinal phase)，以下何者敘述是正確的？
- (A) 在腸期時，十二指腸內容物滲透壓增加會減少胃酸分泌
 - (B) 在腸期時，十二指腸內容物滲透壓增加會促進胃酸分泌
 - (C) 在胃期時，食物進入胃中導致胃擴張會刺激胃酸分泌
 - (D) 在腸期時，胃中胜肽濃度增加會抑制胃酸分泌
 - (E) 在胃期時，胃中 H^+ 濃度減少會抑制胃酸分泌
18. 美美去杜拜玩，剛好遇到齋戒月(Ramadan)，齋戒月的規定信仰回教的人們在日出之後和日落之前這段時間不可進食或飲水，入境隨俗，美美也決定禁飲食一天後，抽血發現，美美體內血液中鈉離子濃度很低，此時美美體內會發生下列哪一種狀況？
- (A) 血漿體積會上升，進一步導致腎小球過濾率和 Na^+ 重吸收速率上升
 - (B) 血漿體積會下降，進一步導致腎小球過濾率和 Na^+ 重吸收速率增加
 - (C) 血漿體積會上升，進一步導致腎小球過濾率增加，但 Na^+ 重吸收速率減少
 - (D) 血漿體積會下降，進一步導致腎小球過濾率和 Na^+ 重吸收速率減少
 - (E) 血漿體積會下降，進一步導致腎小球過濾率減少，但 Na^+ 重吸收速率增加
19. 以下動物與其體腔形式的配對何者正確？
- (A) 線蟲(Nematoda) - 假體腔
 - (B) 輪形動物(Rotifera) - 假體腔
 - (C) 腹毛蟲(Gastrotricha) - 假體腔
 - (D) 鰓曳動物(Priapulida) - 假體腔
 - (E) 動吻動物(Kinorhyncha) - 假體腔

20. 在貝式擬態(Batesian mimicry)系統中，擬態者(mimic)經常有雌雄二型(sexual dimorphism)與雌性多態(female polymorphism)現象，也就是說雌性會同時出現與雄性類似的非擬態型(non-mimetic form)，以及類似擬態模型(model)的擬態型(mimetic form)。擬態可讓擬態者在天擇機制下受到擬態模型物種的保護而獲得利益，但是也可能對其在性擇上造成困擾，因為擬態者的雄性必須能夠認知所有型的雌性皆為同種，而不會把擬態型的雌性錯認為它種。這也就是說，天擇所帶來的利益可能與性擇會有所衝突。假設本題所提供的案例是日行性昆蟲，無論是擬態者或模式的性別比例都為 1:1，擬態者與模式物種分屬於關係甚遠的不同屬。請問以下何種解釋可以說明天擇與性擇之間的調和機制？
- (A) 雄性必須有超強的記憶力才能記得所有型的雌性皆為同種
 (B) 不同的雌性擬態型具有不同程度的免疫力
 (C) 雄性可透過視覺訊息以外的線索來辨識同種雌性 (例如表皮碳氫化合物)
 (D) 雄性可藉由求偶舞蹈來辨識同種雌性
 (E) 若雌雄兩性交配後發現無法產卵，就可以判斷是不同種
21. 莫德納等 mRNA 疫苗的發展，對於控制 COVID-19 疫情扮演了重要的角色。其中有關脂肪奈米粒子(lipid nanoparticle，簡稱 LNP)的技術突破使得脆弱的 mRNA 可以順利送到細胞內表現。一般 LNP 的結構如下圖，通常由四種脂肪成分組成，直徑約在 100 奈米左右。這樣的結構組成，被認為具有一定的強韌度，在體內循環時可以避免被免疫細胞的清除。以及在 LNP 被細胞胞吞之後，可以協助逃離溶體，讓 mRNA 在細胞質中轉譯製造蛋白質等功能。以下有關 LNP 的描述何者正確？



- (A) 會離子化的脂肪的主要作用是幫助 LNP 結構更堅韌
 (B) PEG 連結的磷脂質的主要作用是讓 LNP 比較不會被免疫系統清除
 (C) 磷脂質的作用是幫助 LNP 被胞吞後逃離溶小體
 (D) 會離子化的脂肪會帶有正電荷
 (E) 添加膽固醇會讓 LNP 上脂質的流動性增加，更容易與細胞膜融合

22. 有關下列甲、乙、丙三種化合物的描述，何者正確？



- (A) 三種化合物可以用人體內的酵素彼此轉換
- (B) 甲跟丙其實是同一種化合物
- (C) 三種化合物在人體內的功能都是提供能量
- (D) 如果食用下列等量的化合物，丙所產生的能量最低
- (E) 細胞使用的能量主要儲存在這些化合物的碳原子中

23. 下列關於大腸桿菌對乳糖利用的敘述，何者正確？

- (A) 胞外葡萄糖會降低胞內 cAMP 含量而無法激發乳糖操縱組之轉錄
- (B) 乳糖操縱組的抑制子因突變無法與誘導子結合時，大腸桿菌無法利用乳糖
- (C) 當細胞內 cAMP 及乳糖含量都高時，大腸桿菌才能利用乳糖
- (D) 當乳糖操縱組的抑制子無活性時，乳糖操縱組無法被轉錄
- (E) 大腸桿菌的 cAMP 受體蛋白(CRP)突變無法結合 cAMP 時，大腸桿菌無法利用乳糖

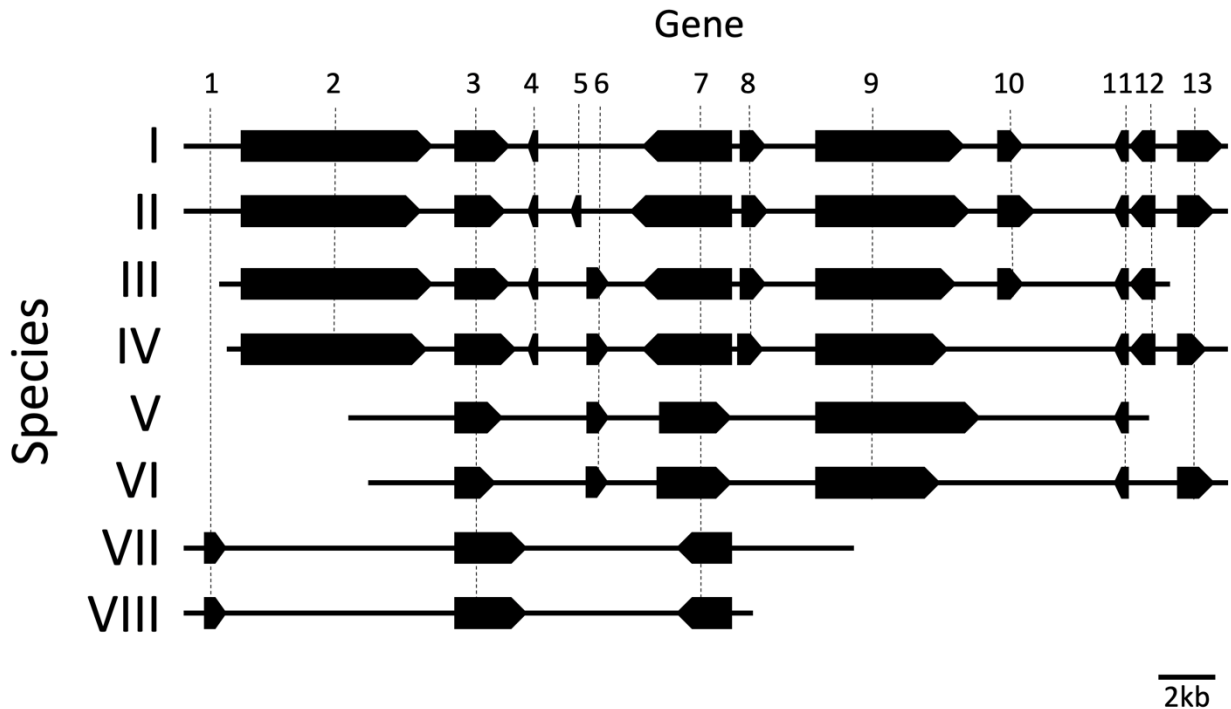
24. 關於轉位子(transposon)及反轉錄轉位子(retrotransposon)在基因組中移動方式何者正確？

- (A) 兩者皆只以 DNA 中間物型式移動
- (B) 轉位子以 DNA 中間物型式移動，反轉錄轉位子以 RNA 中間物型式移動
- (C) 轉位子可以質體型式移動，反轉錄轉位子可以病毒型式移動
- (D) 轉位子以病毒型式移動，反轉錄轉位子以質體型式移動
- (E) 兩者皆以病毒型式移動

25. 已知狗的染色體數目為 78 個，將染色體的染色質拉開但不解開核小體(nucleosome)，而後將 78 個染色體接起來，則總長約 160 cm。若視核小體為直徑 11 nm 的圓柱體，則狗的染色體總體積大約為多少？

- (A) $1.76 \times 10^9 \text{ nm}^3$
- (B) $5.5264 \times 10^9 \text{ nm}^3$
- (C) $13.728 \times 10^9 \text{ nm}^3$
- (D) $15.1976 \times 10^9 \text{ nm}^3$
- (E) $60.7904 \times 10^9 \text{ nm}^3$

26. 下圖為八個植物物種(species I~VIII)的色素體(plastid)全基因體示意圖。物種 I~II 為一般綠色植物、物種 III~IV 為半寄生植物、物種 V~VI 為全寄生植物、物種 VII~VIII 為腐生植物。實線代表核苷酸序列長度；箭頭粗塊表示 13 個具功能的蛋白質譯碼基因(protein-coding genes; genes 1~13)，箭頭方向為該基因 5'端到 3'端的方向；虛線指引不同物種之相同蛋白質譯碼基因。克莉絲汀依據下圖進行下列推論，何者正確？



- (A) 基因 2 及基因 7 對所有植物都最為重要
 (B) 只有基因 4 及基因 11 參與了光合作用
 (C) 基因 6 可能與寄生的能力有關
 (D) 植物從自營到異營的演化過程中，色素體全基因體核苷酸序列長度逐漸縮短
 (E) 本示意圖中的半寄生植物物種可能演化自同一個祖先物種
27. 當野生動物在野外的族群數量太低，甚至瀕臨滅絕時，有時會需要進行圈養繁殖(captive breeding)以確保該物種不會完全消失。下列有關圈養繁殖的敘述哪些正確？
- (A) 圈養繁殖可能導致近親繁殖，造成基因多樣性的喪失
 (B) 圈養繁殖的個體通常較容易感染疾病
 (C) 圈養繁殖時盡量讓圈養的個體能夠適應被圈養的環境
 (D) 圈養繁殖時需要考量是否會產下太多圈養個體，導致收容的空間不足
 (E) 若動物圈養繁殖的時間不長，很快就要進行野放，則以短時間內大量繁殖圈養個體為主要目標，較不需要考慮近親繁殖造成的可能負面影響

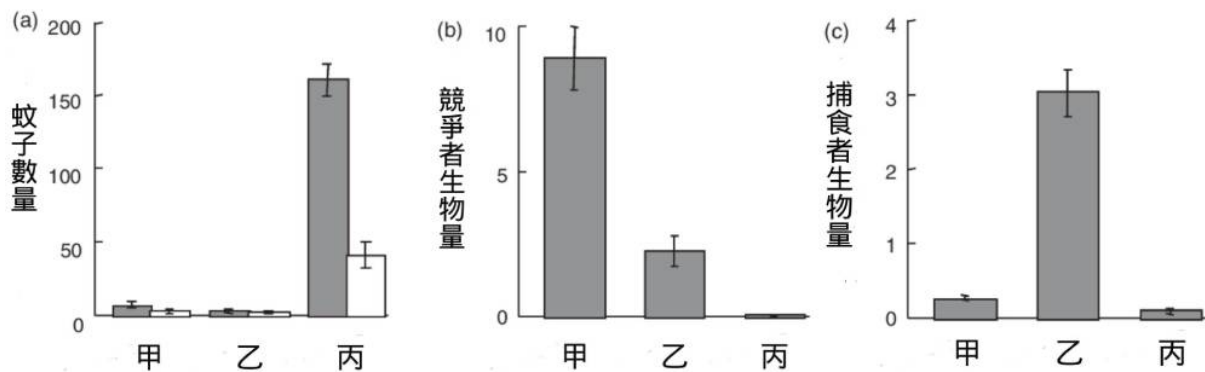
28. 為了得知不同乾旱狀況對於蚊子數量的影響，科學家在野外放置了許多相同大小的水桶，然後將桶子裡的水量控制成三種處理操作方式：

(甲) 每年固定有兩個月的時間沒水；

(乙) 終年有水；

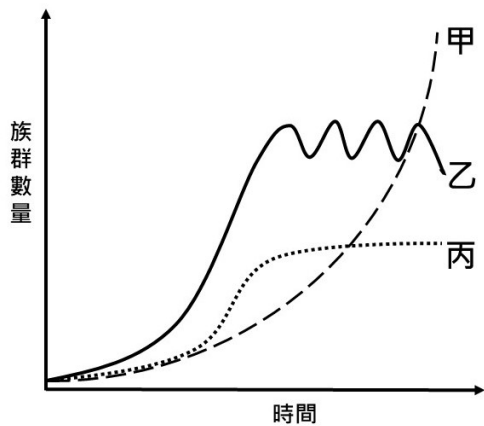
(丙) 每三年有一年裡的兩個月沒水。

之後計數當地最常出現的兩種蚊子(瘧蚊及家蚊)數量(圖 a)，以及測量蚊子的競爭者(其他昆蟲)生物量(圖 b)，和蚊子的捕食者(魚)生物量(圖 c)(生物量的單位均為每平方公尺克重)，結果如下圖，其中圖 a 中的灰色柱狀圖代表瘧蚊，白色柱狀圖代表家蚊。根據結果，下列哪些敘述正確：



- (A) 兩種蚊子的數量均在丙種操作處理情況下最高
- (B) 捕食者和競爭者的多寡均會影響兩種蚊子的數量
- (C) 兩種蚊子的數量在甲種操作處理情況下很低，推論是由於沒水所造成的
- (D) 乙種操作處理情況下，捕食者能夠一直存在，進而抑制兩種蚊子的數量
- (E) 推論在偶然出現的乾旱結束之後，兩種蚊子的數量會急遽增加
29. 在生態系中，碳循環是一個重要的生態過程。以下哪些敘述正確地描述了生態系中的碳循環？
- (A) 植物透過光合作用將二氧化碳轉化為氧氣
- (B) 植物透過呼吸作用將氧氣轉化為二氧化碳
- (C) 植物正常活體透過光合作用所固定的碳元素多於呼吸作用所釋放的碳元素
- (D) 光合作用只在白天進行，植物在夜晚停止光合作用並開始呼吸作用
- (E) 土壤微生物會分解植物和動物殘餘物、死亡的生物體和土壤中的有機物，將有機碳轉化為二氧化碳，釋放到大氣中，或轉化為土壤有機碳

30. 附圖表示甲、乙、丙三種生物的族群數量在現實世界隨時間的變化，請問下列敘述何者正確？



- (A) 生物甲沒有族群承載量的限制
 (B) 生物乙沒有族群承載量的限制
 (C) 生物丙沒有族群承載量的限制
 (D) 生物乙的族群最大潛在成長率(r)大於生物丙的族群最大潛在成長率
 (E) 生物甲的族群最大潛在成長率(r)大於生物丙的族群最大潛在成長率
31. 豬屬偶蹄目雜食性動物，嗅覺敏銳，適應性強，繁殖力高，野豬是人類喜好的獵物，家豬是人最常飼養的家畜之一。試問下列敘述何者正確？
- (A) 野豬與家豬可自由繁殖並產生具繁殖能力的後代
 (B) 豬的嗅覺靈敏，曾被人利用去尋找野地環境中的松茸菇，由此顯示牠的嗅覺比狗靈敏
 (C) 豬常見的拱地行為，主要是在尋找藏在土壤中的球莖或塊根等食物
 (D) 常見野豬在下雨過後或土地潮濕時進行拱地，此與土壤被水弄濕變軟有利於拱地有關
 (E) 以往家豬給人不愛清潔的印象，主要在於其對不良人為飼養環境適應的結果
32. 對鳥類而言，在季節長度變異性大的地區。繁殖及換羽皆是需要耗費能量的活動，傳統上兩者是互相排斥的。完整的新羽對鳥類的生存影響很大。故一般而言，鳥類在繁殖後開始換羽。試問下列敘述何者正確？
- (A) 適時的換羽對候鳥的影響大於留鳥
 (B) 若換羽的時間有所限制，鳥類在快速換羽過程中有可能會影響新羽的品質及其後的存活
 (C) 提早換羽的現象，在緯度越高的地方，其可能性越高
 (D) 就鳥類不同性別對繁殖投資的變異性而言，雄性提早換羽的可能性大於雌性
 (E) 以人為方式增加鳥巢的窩卵數，對水禽的換羽及存活的影響大於鳴禽

33. 關於生態系中食物鏈和食物網的研究可以幫助我們了解生態系統中不同生物間的交互作用，進而能更有效地進行生態保育與管理。下列關於食物鏈與食物網的敘述，何者正確？
- (A) 食物鏈的長度與該生態系統的初級生產力、能量轉換效率有關
 - (B) 若環境中只有一種非生物資源可供利用，則並無法形成複雜的食物網
 - (C) 雜食性動物的物種多樣性會影響食物網的複雜程度
 - (D) 草食動物的食性愈廣泛，會刺激植物群落的競爭而提高生產力
 - (E) 頂級掠食者的族群動態會直接的影響生態系中的初級生產力
34. 生物的體型大小對於其進食效率有很重要的影響，請問下列敘述何者正確？
- (A) 體型較大的生物通常具有較高的代謝率與機動性，因此能夠具有較高的淨生產效率 (production efficiency)
 - (B) 藍鯨是地球上體型最大的動物，但因為其主食為磷蝦和橈足類等浮游生物，因此必須花費大量的時間進食
 - (C) 體型較大的生物因為擁有較長的消化道，讓其有更多的時間進行食物的分解和吸收
 - (D) 相較於大型生物，體型較小的生物，因為消耗的能量較少，並不需要花費很多時間在進食
 - (E) 大型掠食者會偏好體型較大的獵物，藉此提高其進食效率

(第二、三大題請作答於答案卷)

二、配合題：

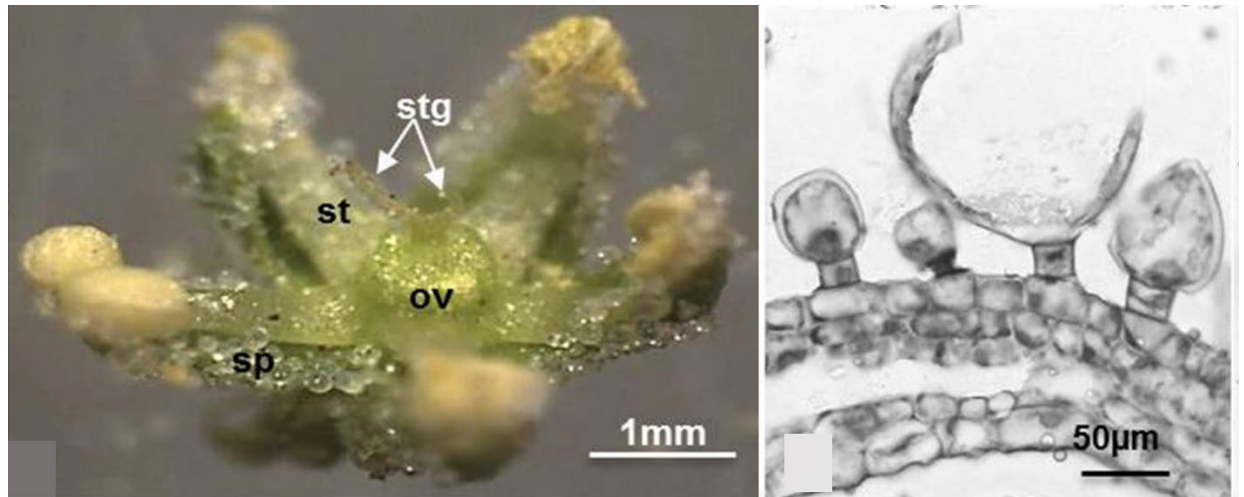
1. 藜麥(*Chenopodium quinoa* Willd) 是南美洲安第斯山區重要的穀類作物。它對鹽度、乾旱、寒冷、土壤貧脊具有高耐受力。在此藉由解剖的研究結果來認識其花、果實和種子的構造。

藜麥具有以聚繖花序為基礎、多回分支的複合型圓錐花序，在花序的最小分支(羽軸)上具有雌花和兩性花。雌花位於羽軸的兩側，兩性花則靠近羽軸頂端。兩性花具有 5 萼片、5 雄蕊、單一雌蕊(柱頭 2-3 叉)(圖一、圖二)，而雌花除了缺少雄蕊，其餘構造相似(圖一)。此外，花柄和萼片上布滿的毛狀物，其構造為一個短柄及一個大型囊狀腺體，可耐高鹽環境(圖二)。

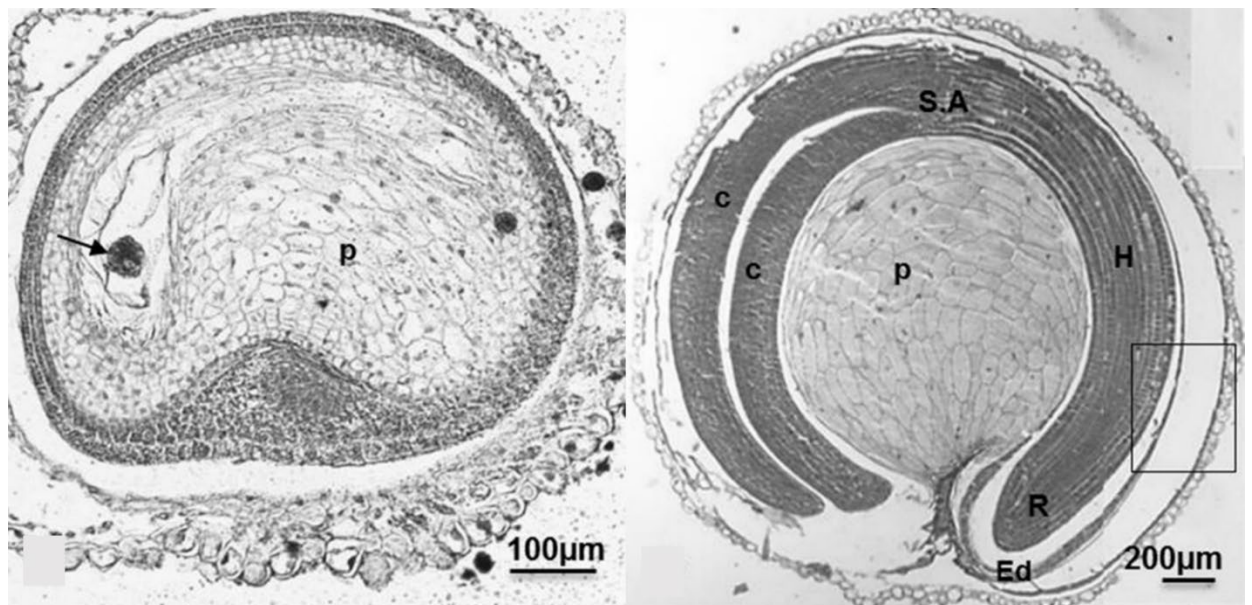
雌蕊授粉後而逐漸發育成果實。在發育初期，受精卵分裂長成球形胚，其周圍有胚乳組織(Ed)圍繞。隨著胚的成熟，胚乳逐漸減少至 1-2 層細胞(圖三、圖四)；此外較特別的是：還有來自胚珠的珠心(nucellus)所長成的營養組織，稱為外胚乳(perisperm)，這也是成熟種子中主要的營養組織(圖三)。成熟的果實中含有一個種子，果皮乾燥，圖四顯示藜麥的果皮(pericarp)有兩層，其外層細胞大而明顯、但內層則扁平(圖四，箭頭所指)。種皮包括四層細胞：外種皮(exotesta)、內種皮(endotegmen)以及前述二者之間已被擠壓變形的兩層細胞(two obliterated layers)。



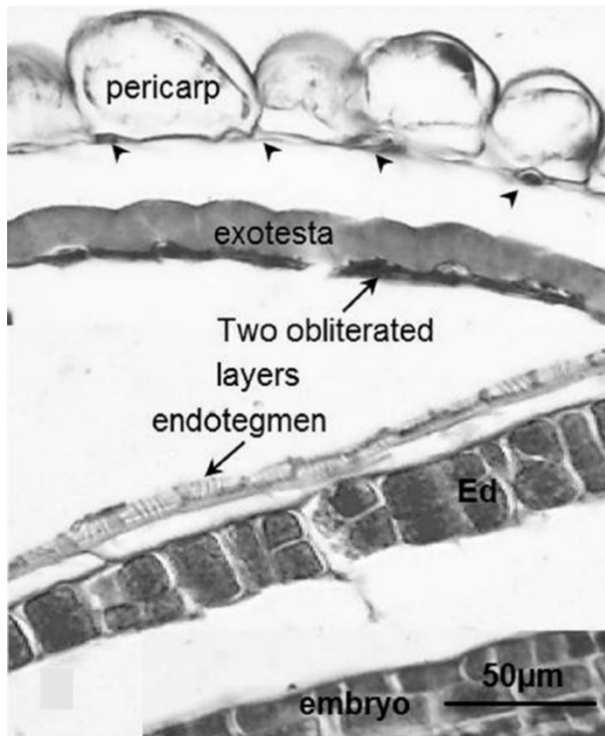
圖一、藜麥的花序(左)以及花序的最小組成單位。右圖為最小組成單位的縱剖面，可見位在羽軸(t.b)兩側的雌花(箭頭所指)及頂端的兩性花(箭號所指為其萼片，另有雄蕊(st)、雌蕊(ov))。



圖二、藜麥的兩性花(左)，以及其萼片(sp)的切面(右)顯示表皮上的毛狀物。構造標示：雄蕊(st)、雌蕊(ov)、柱頭(stg)。



圖三、藜麥的果實切面(不同發育階段)，可見其中的球形胚(左圖的箭號)以及成熟胚(右)。構造標示：胚乳(Ed)、子葉(c)、胚根軸(H)、外胚乳(P)、根頂端(R)、莖頂端(SA)。



圖四、藜麥的果皮及種子外層結構。本圖所呈現者相當於圖三右圖之方格的放大。構造標示：胚乳(Ed)。

1.根據上述資訊，並利用所提供的參考選項，回答下表所列的問題。在下表右側填入適當對應的英文字母，每小題所對應的答案可以有一個以上。

計分方式：本題共 6 分。答對一個加 0.5 分，加至 6 分為止；答錯一個扣 0.5 分，扣至 0 分為止。

參考選項如下：

A (外果皮、外種皮)	B (萼片、花瓣)	C (胚乳、外胚乳)	D (胚根、胚芽)	E (胚乳、子葉)
F (內果皮、內種皮)	G (雄蕊、雌蕊)	H 子葉	I (K5A5G1)	J (K5C5G1)
K (外胚乳、子葉)	L (K5C5A5G1)	M (K5G1)	N (K5P5G1)	O (K5P5A5G1)
P (外種皮、外胚乳)	Q 吸收水分	R 儲存水分	S 分泌水	T 分泌鹽
U 胚根	V 胚乳	W 外胚乳	X 種皮	Y 果皮

*花公式代號：K 代表花萼、C 代表花冠、A 代表雄蕊群、G 代表雌蕊群、P 代表花被
請作答於答案卷

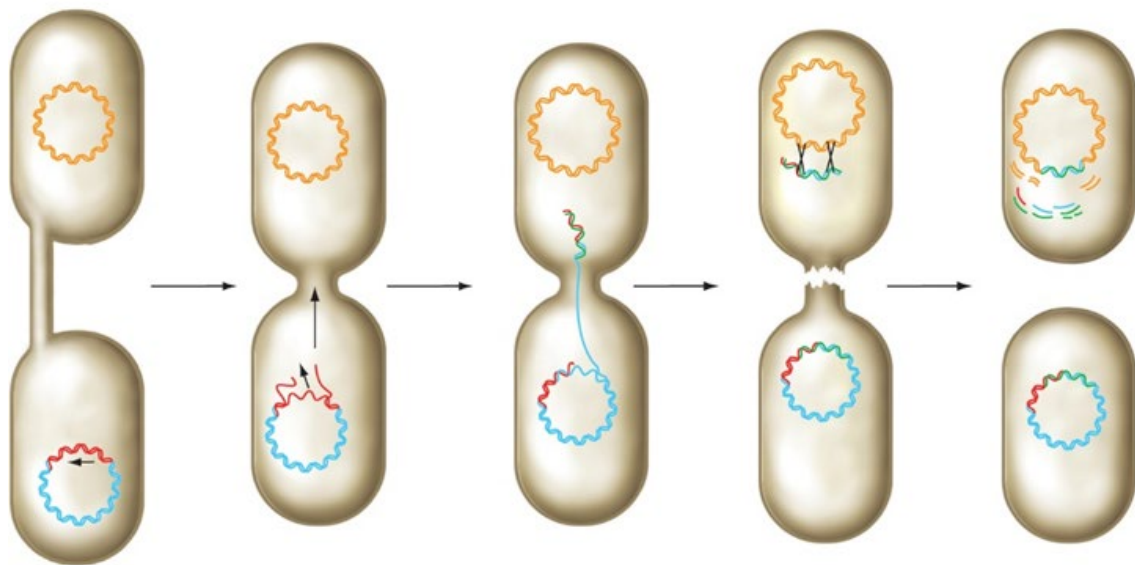
問 題	答 案
(1) 藜麥的花公式*為何？ (*花公式代號：K 代表花萼、C 代表花冠、A 代表雄蕊群、G 代表雌蕊群、P 代表花被)	
(2) 藜麥的果實中，哪些構造組合(以”(XX、XX)”表示)的基因組成是相同的？	
(3) 藜麥的種子中，哪些構造組合(以”(XX、XX)”表示)的基因組成是不同的？	
(4) 藜麥花表面的大型毛狀物有何適應功能？	
(5) 藜麥和玉米都被稱為穀類作物，它們主要有哪些構造是不同的？	

三、簡答題

1.腎絲球過濾率(glomerular filtration rate，簡稱 GFR)(單位為 mL/min)可用以判別腎臟疾病，每天正常的腎絲球濾過量約為 180 L(正負 15%內均算正常)，試計算出正常的 GFR 範圍。(注意：採無條件進位，取到個位數)(2 分)

GFR 範圍：_____

2. 在一些大腸桿菌中，存在一個 F 質體，此質體上的一些基因，其編碼合成的蛋白質可以讓具備 F 質體的細菌 (F^+ 菌) 結合(conjugate)不具 F 質體的細菌 (F^- 菌)，二個細菌結合後，內切酶在 F 質體 DNA 的特定位點(傳送起點，origin of transfer)處切開單股，切開的單股 DNA 會與另一股分開，並被送入 F^- 菌中，而在 F^+ 菌和 F^- 菌中，F 質體的單股 DNA 會各自複製出另一股成為完整的 F 質體，使原本的 F^- 菌變成 F^+ 菌。有時 F^+ 菌中的 F 質體會插入到染色體上，此時的細菌稱為 Hfr 菌，意指當它和 F^- 菌結合後會在 F^- 菌發生高頻度的基因重組。Hfr 菌和 F^- 菌結合後發生基因重組的過程如下圖所示。圖中藍色部分是 Hfr 菌的染色體 DNA，紅色部分是 F 質體 DNA 的區域，橘色則是 F^- 菌的染色體 DNA。在 Hfr 菌和 F^- 菌結合後，傳送起點處的 DNA 被切開單股，切開的單股 DNA 與另一股分開，除了切開的 F 質體單股 DNA 被送入 F^- 菌中外，相鄰的 Hfr 菌染色體單股 DNA 也會隨之被送入 F^- 菌中，並複製出另一股，直到結合中斷。送入 F^- 菌中的 Hfr 菌染色體 DNA 之長度隨結合的時間而定，時間愈長，送入愈多。這些被送入 F^- 菌中的 Hfr 菌染色體 DNA 片段會和 F^- 菌的染色體 DNA 發生重組互換。



- (1) Hfr 菌和 F^- 菌的結合可以用來定位不同基因在細菌染色體上的序列，現在有一個 Hfr 菌，其基因型為 Arg^+ 、 His^+ 、 Mal^+ 、 Met^+ 、 Pyr^+ 、 Tyr^+ 、 Xyl^+ ，想要知道這些基因在細菌染色體上的序列，則實驗所需使用的 F^- 菌基因型應該為何？以上標「+」或「-」代表野生型或突變型的等位基因(2 分)

答案：請作答於答案卷

- (2) 承上題，若設定結合 5 分鐘後中斷，結果發現只有 Pyr^+ 的 F^- 菌出現，並沒有發現其他基因的重組型，將結合時間改為 30 分鐘後中斷，結果在 Pyr^+ 的 F^- 菌中分別有 30%是 Met^+ 、90%是 Xyl^+ 、10%是 Tyr^+ 、60%是 Arg^+ 、70%是 Mal^+ ，但沒有發現 His^+ 。依據此結果，這些基因 (Arg 、 His 、 Mal 、 Met 、 Pyr 、 Tyr 、 Xyl) 自傳送起點開始的序列為何？(2 分)

答案：請作答於答案卷