中五生物練習卷：遺傳學、性連遺傳與分子生物學

生物　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第 1 題　單基因雜交（18 分）

在豌豆中，高莖等位基因 T 對矮莖等位基因 t 為顯性。兩株雜合高莖豌豆（Tt）互相交配，共產生 400 株子代。

1. (a) 寫出親本產生的配子種類，並求子代的基因型比例與表現型比例。

答案：答案：每株親本產生兩種配子 T 與 t，數目相等。以棋盤法組合，子代基因型為 TT 佔 1/4、Tt 佔 2/4、tt 佔 1/4，即 1 : 2 : 1。含 T 的個體表現高莖，故表現型比例為高莖 : 矮莖 = 3 : 1。評分要點：配子 1 分、基因型比例 2 分、表現型比例 2 分。

2. (b) 求 400 株子代中高莖與矮莖的期望數目。

答案：答案：高莖期望數目 = 400 × 3/4 = 300 株；矮莖期望數目 = 400 × 1/4 = 100 株。兩者合共 400 株。評分要點：高莖 2 分、矮莖 2 分。

3. (c) 園藝師把一株高莖豌豆與矮莖豌豆雜交，子代中高莖與矮莖各佔一半。解釋如何由此判斷該高莖植株的基因型。

答案：答案：矮莖親本的基因型必定是 tt，只產生 t 配子。若高莖親本為 TT，子代全部為 Tt 並全數表現高莖；實際子代有一半矮莖（tt），說明高莖親本必定提供 t 配子，因此其基因型為 Tt。這種與隱性純合體雜交的方法稱為測交。評分要點：矮莖親本為 tt 1 分、推論 Tt 2 分、測交概念 1 分。

4. (d) 另一組實驗觀察到 290 株高莖與 110 株矮莖。解釋實際數目與期望數目出現差異的原因。

答案：答案：受精時帶 T 與帶 t 的配子隨機結合，屬概率事件；每次交配只產生有限數目的子代，樣本數目不足以使比率完全符合 3 : 1，因此實際數目會出現隨機偏差。若樣本數目增大，觀察比率會逐漸接近期望比率。評分要點：隨機受精 2 分、樣本數目有限 2 分、增大樣本會接近期望 1 分。

第 2 題　性連遺傳（17 分）

紅綠色盲由 X 染色體上的隱性等位基因 b 引起，正常等位基因記為 B。一位帶因者母親（XBXb）與視力正常的父親（XBY）結婚，二人育有兒子與女兒。

5. (a) 寫出母親與父親產生的配子種類。

答案：答案：母親的兩條 X 染色體分別帶 B 與 b，故產生 XB 與 Xb 兩種卵子，數目相等。父親的性染色體為 X 與 Y，故產生 XB 與 Y 兩種精子，數目相等。評分要點：母親配子 2 分、父親配子 2 分。

6. (b) 求兒子患上紅綠色盲的概率。

答案：答案：兒子的一條 X 染色體來自母親。母親有 1/2 機會把 Xb 傳給兒子，Xb 與 Y 結合即為 XbY，表現色盲。因此兒子患病的概率為 1/2，即 50%。評分要點：X 來自母親 1 分、XbY 基因型 1 分、概率 2 分。

7. (c) 求女兒表現正常但為帶因者的概率。

答案：答案：女兒從父親得到 XB，故必定表現正常。她從母親得到 Xb 的機會為 1/2，此組合 XBXb 為帶因者。所以女兒表現正常而為帶因者的概率為 1/2，即 50%；其餘 1/2 為 XBXB 完全正常。評分要點：女兒必得父方 XB 1 分、XBXb 1 分、概率 2 分。

8. (d) 解釋為何男性紅綠色盲的患者數目明顯多於女性。

答案：答案：男性只有一條 X 染色體，只要該條 X 帶有隱性等位基因 b 便發病，稱為半合子。女性有兩條 X 染色體，須同時帶有兩個 b 等位基因（XbXb）才發病，機會明顯較低。因此隱性性連遺傳病在男性中較常見。評分要點：男性單條 X 2 分、女性需兩個 b 2 分、結論 1 分。

第 3 題　DNA 的鹼基組成（17 分）

某雙鏈 DNA 分子共有 2,000 個鹼基，化學分析顯示腺嘌呤（A）佔全部鹼基的 30%。

9. (a) 求胸腺嘧啶（T）所佔的百分比，並說明理由。

答案：答案：T 佔 30%。DNA 為雙鏈，A 必定與 T 以兩個氫鍵配對，每一條鏈上的 A 都對應另一條鏈上的 T，故 A 的數目等於 T 的數目，百分比相同。評分要點：數值 2 分、配對理由 2 分。

10. (b) 求鳥嘌呤（G）所佔的百分比。

答案：答案：A 與 T 合共佔 60%，餘下 40% 由 G 與 C 均分。因 G 與 C 數目相等，G 佔 20%，C 亦佔 20%。評分要點：G 與 C 合共 40% 2 分、G 的數值 2 分。

11. (c) 求該 DNA 分子中 A 與 G 的實際數目。

答案：答案：A 的數目 = 2,000 × 30% = 600 個；G 的數目 = 2,000 × 20% = 400 個。T 亦有 600 個，C 有 400 個，四者合共 2,000 個。評分要點：A 的數目 3 分、G 的數目 2 分。

12. (d) 若把該 DNA 加熱至 95 度，兩條鏈會分開。解釋這個現象與鹼基配對的關係。

答案：答案：兩條鏈靠 A 與 T、G 與 C 之間的氫鍵連結，氫鍵屬較弱的鍵。加熱提供能量打斷氫鍵，兩條鏈便分開成單鏈，但磷酸二酯鍵組成的骨架不受影響。鹼基配對的專一性使分開的鏈在降溫後可重新配對。評分要點：氫鍵 2 分、加熱打斷氫鍵 1 分、骨架不受影響或可重新配對 1 分。

第 4 題　轉錄與翻譯（16 分）

一段成熟的 mRNA 共有 900 個鹼基，序列中包含起始密碼子與一個終止密碼子。

13. (a) 求這段 mRNA 的密碼子數目。

答案：答案：每三個鹼基組成一個密碼子，故密碼子數目 = 900 ÷ 3 = 300 個。評分要點：除以 3 的關係 2 分、數值 2 分。

14. (b) 求這段 mRNA 翻譯後多肽鏈的氨基酸數目。

答案：答案：終止密碼子不編碼任何氨基酸，只負責終止翻譯，故氨基酸數目 = 300 − 1 = 299 個。評分要點：扣去終止密碼子 2 分、數值 2 分。

15. (c) 分別說明起始密碼子與終止密碼子的功能。

答案：答案：起始密碼子（AUG）標示翻譯的起點，核糖體在此結合並開始讀碼，同時編碼甲硫氨酸。終止密碼子（UAA、UAG 或 UGA）不編碼氨基酸，也不對應任何 tRNA，令核糖體釋放已完成的多肽鏈。評分要點：起始 2 分、終止 2 分。

16. (d) 若其中一個鹼基被另一鹼基取代，產生的蛋白質不一定改變。解釋原因。

答案：答案：遺傳密碼具有簡併性，多個不同的密碼子可以編碼同一種氨基酸，例如多個密碼子都編碼亮氨酸。若替換後的密碼子仍編碼同一氨基酸，多肽鏈的序列不變，蛋白質的功能亦不受影響。此外，若替換發生在非編碼區，也不會改變蛋白質。評分要點：簡併性 2 分、同一氨基酸 1 分、非編碼區 1 分。

第 5 題　雙基因雜交（16 分）

在豌豆中，圓粒等位基因 R 對皺粒等位基因 r 為顯性，黃子葉等位基因 Y 對綠子葉等位基因 y 為顯性，兩對基因位於不同的染色體上。兩株基因型為 RrYy 的植株雜交，共產生 1,280 株子代。

17. (a) 寫出每株親本產生的配子種類。

答案：答案：由於兩對基因位於不同染色體，減數分裂時會自由組合，故每株親本產生四種配子：RY、Ry、rY、ry，數目相等，各佔 1/4。評分要點：四種配子 2 分、數目相等或自由組合 2 分。

18. (b) 寫出子代的表現型比例。

答案：答案：以 4 × 4 棋盤法組合，表現型比例為圓粒黃子葉 : 圓粒綠子葉 : 皺粒黃子葉 : 皺粒綠子葉 = 9 : 3 : 3 : 1。其中圓粒佔 3/4、黃子葉佔 3/4，兩性狀獨立，故圓粒黃子葉佔 3/4 × 3/4 = 9/16。評分要點：比例 3 分、以 3/4 × 3/4 說明 1 分。

19. (c) 求 1,280 株子代中圓粒黃子葉的期望數目。

答案：答案：圓粒黃子葉佔 9/16，期望數目 = 1,280 × 9/16 = 720 株。評分要點：取 9/16 2 分、計算結果 2 分。

20. (d) 若這兩對基因實際位於同一條染色體上，子代的比率會有甚麼變化？解釋原因。

答案：答案：比率會偏離 9 : 3 : 3 : 1。位於同一染色體上的基因傾向一起遺傳，稱為連鎖，親本型配子（RY 與 ry）的數目會多於重組型配子（Ry 與 rY）。只有在減數分裂時發生互換，才會產生重組型配子，故子代中親本型表現型的比例會高於 9/16 與 1/16。評分要點：偏離 9:3:3:1 1 分、連鎖概念 2 分、互換產生重組型 1 分。

第 6 題　聚合酶連鎖反應與凝膠電泳（16 分）

一份 DNA 樣本含有 100 個目標序列的拷貝。技術人員進行 30 個循環的聚合酶連鎖反應（PCR），每個循環的擴增效率均為 100%。

21. (a) 描述 PCR 每一個循環的三個主要步驟。

答案：答案：第一步是變性，加熱至約 95 度使雙鏈 DNA 的氫鍵斷裂，分成兩條單鏈。第二步是退火，降溫至約 55 度，引子與模板兩端的互補序列結合。第三步是延伸，升溫至約 72 度，耐熱 DNA 聚合酶以游離核苷酸為原料，沿模板合成新的互補鏈。評分要點：每步 1 分，溫度或作用正確再 1 分。

22. (b) 求 30 個循環後目標序列的擴增倍數。

答案：答案：每個循環拷貝數目加倍，故 30 個循環後倍數 = 2 的 30 次方 = 1,073,741,824 倍。評分要點：2 的循環次數次方 2 分、數值 2 分。

23. (c) 求 30 個循環後目標序列的拷貝總數。

答案：答案：拷貝總數 = 100 × 2 的 30 次方 = 100 × 1,073,741,824，約等於 1.07 × 10 的 11 次方個拷貝。評分要點：代入起始數目 2 分、以科學記數法表示 2 分。

24. (d) PCR 產物常用凝膠電泳分析。解釋凝膠電泳如何按片段大小分離 DNA。

答案：答案：DNA 的磷酸基團帶負電，在電場中向正極移動。凝膠形成網狀結構，片段越長受阻力越大，移動越慢；片段越短移動越快，故不同大小的片段在凝膠上分開成不同的條帶。對照已知大小的標準片段，便可估計產物的大小。評分要點：帶負電向正極 1 分、凝膠網狀阻力 2 分、短片段移動較快 1 分。

TutorZone 生物練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。