中五生物練習卷：遺傳、分子生物與生態

中五（S5）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：遺傳（第 1 – 4 題）

全部小題均須作答。計算題須列出算式、步驟及單位。

1. 豌豆的高莖（T）對矮莖（t）為顯性。園藝師把純合高莖植株與純合矮莖植株雜交，得 F1 子代，再讓 F1 自花授粉，得 F2 子代共 640 株。 (a) 寫出 F1 子代的基因型及表現型。 (b) 用遺傳圖解說明 F2 的基因型比例。 (c) 計算 F2 中高莖及矮莖植株的預期數目。 (d) 若把 F1 與純合矮莖植株雜交，預期表現型比例為何？

答案：(a) F1 基因型為 Tt，全部為高莖，因為 T 為顯性等位基因。 (b) Tt × Tt 的配子為 T 與 t，子代基因型 TT : Tt : tt = 1 : 2 : 1，表現型為 3 高莖 : 1 矮莖。 (c) 高莖 = 640 × 3 ÷ 4 = 480 株；矮莖 = 640 × 1 ÷ 4 = 160 株。 (d) Tt × tt 得 Tt : tt = 1 : 1，即高莖 : 矮莖 = 1 : 1，此即測交。 評分要點：正確寫出配子（1 分）、基因型比例（1 分）、兩個數目各 1 分、測交比例（1 分）。

2. 在豌豆中，圓粒（R）對皺粒（r）為顯性，黃子葉（Y）對綠子葉（y）為顯性，兩對基因位於不同染色體。把兩株圓粒黃子葉的雙雜合植株（RrYy）雜交，得 800 株後代。 (a) 寫出雙雜合植株產生的配子種類及比例。 (b) 說明此雜交的表現型比例。 (c) 計算四種表現型的預期數目。 (d) 後代中出現一株皺粒黃子葉植株，寫出其可能基因型，並說明如何用測交確定。

答案：(a) 配子為 RY、Ry、rY、ry，比例 1 : 1 : 1 : 1，因兩對基因位於不同染色體而獨立分配。 (b) 表現型比例為 9 圓粒黃子葉 : 3 圓粒綠子葉 : 3 皺粒黃子葉 : 1 皺粒綠子葉。 (c) 圓粒黃子葉 = 800 × 9 ÷ 16 = 450 株；圓粒綠子葉 = 150 株；皺粒黃子葉 = 150 株；皺粒綠子葉 = 800 × 1 ÷ 16 = 50 株。 (d) 基因型為 rrYY 或 rrYy。與純合皺粒綠子葉（rryy）測交：若後代全部為皺粒黃子葉，親本為 rrYY；若後代出現皺粒綠子葉，親本為 rrYy。 評分要點：四種配子（1 分）、9:3:3:1（1 分）、四項數目每項 1 分、測交結論（2 分）。

3. 人類 ABO 血型由 IA、IB 與 i 三個等位基因決定，其中 IA 與 IB 為共顯性，i 為隱性。一名 A 型血女子（IA i）與一名 B 型血男子（IB i）結婚，育有四名子女。 (a) 列出這對夫婦的配子及子女可能的基因型。 (b) 說明子女可能出現的血型及比例。 (c) 若有 400 對同類婚配的夫婦各有一名子女，計算各血型的預期人數。 (d) 這對夫婦已有一名 O 型子女，下一名子女為 AB 型的概率是多少？

答案：(a) 女方配子為 IA 與 i，男方配子為 IB 與 i；受精組合得 IA IB、IA i、IB i 與 ii 四種基因型。 (b) 血型為 AB 型、A 型、B 型與 O 型，比例 1 : 1 : 1 : 1，顯示共顯性與隱性遺傳。 (c) 每種血型預期 400 ÷ 4 = 100 人。 (d) 每次受精為獨立事件，概率仍為 1 ÷ 4 = 0.25，即 25%。 評分要點：配子與基因型（2 分）、血型比例（2 分）、計算（2 分）、獨立事件概念（2 分）。

4. 紅綠色盲由 X 染色體上的隱性等位基因引起。一名帶有該基因但視覺正常的女子（XB Xb）與一名視覺正常的男子（XB Y）結婚。 (a) 寫出父母及子女可能的基因型。 (b) 說明兒子與女兒出現色盲的比例。 (c) 若這對夫婦有 4 名子女，求 4 人視覺全部正常的概率。 (d) 在 400 個同樣情況的家庭中，預期多少個家庭的 4 名子女全部正常？

答案：(a) 母親為 XB Xb，父親為 XB Y。兒子的基因型為 XB Y 或 Xb Y；女兒為 XB XB 或 XB Xb。 (b) 兒子中半數（1/2）為色盲；女兒全部視覺正常，但半數為帶因者。 (c) 每名子女視覺正常的概率為 3/4，4 人全部正常 = (3/4)^4 = 81/256 = 0.316。 (d) 400 × 0.316 = 126.6，預期約 127 個家庭。 評分要點：基因型（2 分）、兒女比例（2 分）、概率（2 分）、換算家庭數（2 分）。

乙部：分子遺傳與生物工程（第 5 – 8 題）

答案須用完整句子表達；解釋題須指出因果關係。

5. 某多肽由 150 個氨基酸組成，每個氨基酸由一個密碼子編碼，並由一個 tRNA 運送。 (a) 求編碼該多肽的 mRNA 編碼區最少有多少個鹼基。 (b) 求基因模板股所需的鹼基數目，以及整個基因（雙股）的鹼基對數目。 (c) 若第 60 個密碼子由 UAC 突變為 UAA，說明其對多肽的影響。 (d) 為何實際基因長度往往大於 (b) 的計算值？

答案：(a) 每 3 個鹼基編碼一個氨基酸，mRNA 編碼區最少有 150 × 3 = 450 個鹼基。 (b) 模板股同樣需 450 個鹼基；基因雙股共 450 對鹼基，即 900 個鹼基。 (c) UAA 為終止密碼子，翻譯在第 60 個氨基酸前停止，多肽只有 59 個氨基酸，通常失去原有功能。 (d) 基因還包含啟動子、終止子、內含子及非編碼調控序列；轉錄後內含子被剪接移除，故實際基因長度大於編碼區。 評分要點：(a) 計算與單位（2 分）、(b) 450 與 900 各 1 分、(c) 終止密碼子與後果（3 分）、(d) 非編碼序列（2 分）。

6. 聚合酶連鎖反應（PCR）常用於擴增特定 DNA 片段。實驗由單一 DNA 分子開始，經 20 個循環。 (a) 寫出每個循環的三個主要步驟及其溫度範圍。 (b) 計算 20 個循環後可得的 DNA 分子數目。 (c) 說明為何 PCR 需要耐熱 DNA 聚合酶。 (d) 若只需 1 000 個分子，最少需要多少個完整循環？

答案：(a) 變性（約 95 度）使雙股分開；退火（約 55 至 65 度）讓引子結合；延伸（約 72 度）由聚合酶合成新鏈。 (b) 每個循環數目倍增，20 個循環後為 2^20 = 1,048,576 個分子。 (c) 變性步驟的高溫會使普通聚合酶變性失效，耐熱聚合酶（例如 Taq）在此溫度仍保持活性。 (d) 2^10 = 1 024，故最少需要 10 個完整循環。 評分要點：三個步驟及溫度（3 分）、分子數目（2 分）、耐熱理由（2 分）、循環數目（1 分）。

7. 一個環狀質體全長 4 000 bp。以限制酶 EcoRI（辨認序列 GAATTC）切割後，凝膠電泳顯示兩條片段，長度分別為 1 800 bp 及 2 200 bp。 (a) 說明質體上 EcoRI 辨認位置的數目，並解釋為何得到兩條片段。 (b) 計算兩條片段長度總和，並核對與質體總長是否一致。 (c) 說明凝膠電泳中哪一條片段移動較快及其原因。 (d) 若把其中一條片段插入另一個質體以製造重組 DNA，說明須具備的兩個條件。

答案：(a) 環狀質體有兩個 EcoRI 辨認位置；環狀 DNA 被切兩次便分成兩段。 (b) 1,800 + 2,200 = 4,000 bp，與質體總長一致。 (c) 1,800 bp 片段移動較快，因分子較短，在凝膠網狀結構中受阻較小。 (d) 須用同一種限制酶切割載體以產生互補末端，並以 DNA 連接酶把片段與載體連接；重組質體亦須具備複製起點及選擇標記。 評分要點：兩個位置（2 分）、長度核對（2 分）、移動原因（2 分）、兩個條件（2 分）。

8. 某草原生態系的生產者每年固定 48 000 kJ m-2 的能量，能量在相鄰營養級之間的傳遞效率為 10%。 (a) 計算初級消費者、次級消費者及三級消費者可得能量。 (b) 說明其餘 90% 能量的去向（至少三項）。 (c) 解釋為何食物鏈通常不超過四至五個營養級。 (d) 若把草原改為農田，對能量傳遞與營養級數目有何影響？

答案：(a) 初級消費者 = 48,000 × 10% = 4,800 kJ m-2 yr-1；次級消費者 = 480 kJ m-2 yr-1；三級消費者 = 48 kJ m-2 yr-1。 (b) 能量在呼吸作用中以熱形式釋放、部分隨排泄物及遺體流失、未被攝食的部分進入分解者。 (c) 每傳一級約損失 90%，可用能量迅速減少，高位營養級無法維持可存活的族群。 (d) 農田多為單一作物，能量集中於一個營養級，食物鏈更短；但生物多樣性下降，系統穩定性較低。 評分要點：三級數值（3 分）、去向三項（3 分）、能量遞減解釋（2 分）、農田比較（1 分）。

丙部：生態與應用（第 9 – 12 題）

遺傳題須用標準符號書寫基因型；實驗設計題須指出自變數與控制變數。

9. 研究員在校園池塘以標記重捕法估算吳郭魚的數目：首日捕獲 200 尾，全部標記後放回；一週後再捕獲 250 尾，其中 40 尾有標記。 (a) 寫出估算公式並計算族群大小。 (b) 說明此法成立的三個假設。 (c) 若標記容易脫落，估算值會偏高還是偏低？解釋。 (d) 若第二次捕捉集中在池邊淺水區，對估算有何影響？

答案：(a) 族群大小 N = (首次標記數 × 第二次捕獲數) ÷ 第二次中有標記數 = (200 × 250) ÷ 40 = 1,250 尾。 (b) 假設族群封閉（無遷入、遷出、出生與死亡）、標記不影響生存及被捕機會、標記個體在族群中均勻混合。 (c) 標記脫落使第二次樣本中有標記的數目偏低，分母變小，估算值偏高。 (d) 若魚在淺水與深水區分布不均，重捕樣本不能代表全族群，估算出現系統性偏差（通常偏低）。 評分要點：公式與數值（3 分）、三個假設（3 分）、偏高解釋（1 分）、取樣偏差（1 分）。

10. 在面積 2 500 m2 的草地以樣方調查某野花。隨機放置 50 個 0.5 m2 的樣方，平均每個樣方有 6.4 株。 (a) 計算樣方取樣總面積及族群密度（株 m-2）。 (b) 估算整片草地的族群大小。 (c) 說明隨機取樣的重要性，並指出一種確保隨機的方法。 (d) 若研究員只在路邊放置樣方，估算會有何偏差？

答案：(a) 取樣總面積 = 50 × 0.5 = 25 m2；密度 = 6.4 ÷ 0.5 = 12.8 株 m-2。 (b) 族群大小 = 12.8 × 2,500 = 32,000 株。 (c) 隨機取樣可避免主觀選擇造成偏差；例如把草地劃成方格，用隨機數目決定樣方座標。 (d) 路邊受人流與光照影響，植株密度與草地中央不同，估算不能代表全區，出現系統性偏差。 評分要點：面積與密度（3 分）、總數（2 分）、隨機方法（2 分）、偏差解釋（1 分）。

11. 某族群的隱性性狀由等位基因 a 控制，a 的頻率為 0.3，族群處於哈代—溫伯格平衡，總數 5 000 人。 (a) 求顯性等位基因 A 的頻率。 (b) 計算三種基因型的頻率。 (c) 估算表現隱性性狀的人數及攜帶者的人數。 (d) 說明若族群出現近親繁殖，上述頻率會如何改變。

答案：(a) p = 1 - q = 1 - 0.3 = 0.7。 (b) AA = p2 = 0.49; Aa = 2pq = 2 × 0.7 × 0.3 = 0.42; aa = q2 = 0.09，總和 = 1.00。 (c) 隱性性狀 = 5,000 × 0.09 = 450 人；攜帶者 = 5,000 × 0.42 = 2,100 人。 (d) 近親繁殖不改變等位基因頻率，但增加同型合子（AA 與 aa）比例、減少異型合子比例，故隱性性狀的出現率上升。 評分要點：p 值（1 分）、三個頻率（3 分）、人數（2 分）、近親影響（2 分）。

12. 一片棄耕農地經歷四十年的次生演替。(a) 排列演替的先後階段：灌木、先鋒草本、喬木林、苔蘚與地衣。(b) 說明演替過程中物種多樣性、生物量與土壤有機物含量的變化趨勢。(c) 說明先鋒物種能在裸地生存的兩個特徵。(d) 設計一個為期三年的調查，比較演替早期與後期樣地的物種豐富度，須寫出自變數、應變數及抽樣方法。

答案：(a) 苔蘚與地衣 → 先鋒草本 → 灌木 → 喬木林。(b) 物種多樣性上升、總生物量增加、土壤有機物與含水量增加，直至頂極群落趨於穩定。(c) 先鋒物種能忍受強光、乾旱與貧瘠土壤，並能快速繁殖及散播種子或孢子；地衣可分泌酸分解岩石形成土壤。(d) 自變數為演替階段（早期與後期樣地）；應變數為物種豐富度（樣地內物種數目）；每一樣地隨機放置 10 個 1 m2 樣方，記錄各樣方物種數目並計算平均值，每季調查一次，為期三年。 評分要點：演替次序（2 分）、三項趨勢（2 分）、先鋒特徵（2 分）、設計三要素（2 分）。

TutorZone 中五（S5）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。