中六生物練習卷：遺傳與基因表現、光合作用與呼吸、生態系統、免疫與演化

中六　生物　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部：雙因子雜交與測交（20 分）

豌豆種子形狀由一對等位基因控制（R 圓形為顯性，r 皺皮為隱性），子葉顏色由另一對等位基因控制（Y 黃色為顯性，y 綠色為隱性），兩對基因位於不同染色體上。現以兩株基因型均為 RrYy 的植株雜交，共獲得 3,200 粒種子。另外，取同一株 RrYy 與一株 rryy 進行測交，獲得 800 粒種子。

1. 寫出 RrYy 植株產生的配子種類及其比例。

答案：答案：RrYy 在減數分裂時兩對同源染色體自由組合，產生 RY、Ry、rY、ry 四種配子，比例為 1 : 1 : 1 : 1，即各佔 25%。評分要點：寫出四種配子（3 分）、比例正確（2 分）。

2. 推算 F2 四類表型的數目（圓黃、圓綠、皺黃、皺綠）。

答案：答案：F2 表型比為 9 : 3 : 3 : 1。圓黃 = 3,200 × 9 ÷ 16 = 1800 粒；圓綠 = 3,200 × 3 ÷ 16 = 600 粒；皺黃 = 600 粒；皺綠 = 3,200 × 1 ÷ 16 = 200 粒。四項合計 3200 粒。

3. 測交後代四類表型的數目應為多少？

答案：答案：RrYy × rryy 的後代表型比為 1 : 1 : 1 : 1，故每類 = 800 ÷ 4 = 200 粒。測交能顯示顯性個體產生的配子比例，是驗證自由組合的有效方法。

4. F2 的圓黃種子中，基因型為 RRYY 的約有多少粒？

答案：答案：圓黃種子四種基因型 RRYY : RRYy : RrYY : RrYy = 1 : 2 : 2 : 4，共 9 份，其中 RRYY 佔 1 份。故 RRYY = 1800 ÷ 9 = 200 粒。評分要點：寫出 1/9 比例（3 分）、計算正確（2 分）。

第二部：基因表現與突變（18 分）

某結構基因全長 900 個鹼基對，其中 300 個鹼基對為內含子（intron），其餘為外顯子。轉錄後的 mRNA 經剪接去除內含子轉錄本，再進行翻譯。另一樣本中，該基因的一個鹼基被插入，導致蛋白質失去功能。

5. 計算成熟 mRNA 的核苷酸數目、密碼子數目及氨基酸數目。

答案：答案：外顯子 = 900 − 300 = 600 個鹼基對，故 mRNA 有 600 個核苷酸；密碼子 = 600 ÷ 3 = 200 個；扣除 1 個終止密碼子，氨基酸 = 200 − 1 = 199 個。

6. 若每個氨基酸平均分子量為 110，估算該蛋白質的分子量。

答案：答案：分子量 ≈ 199 × 110 = 21890。評分要點：用氨基酸數目計算（3 分）、單位與數值正確（2 分）。實際分子量會因肽鍵脫水而略低，屬可接受範圍。

7. 若發生的是一次鹼基取代（substitution），蛋白質不一定失去功能，試加以解釋。

答案：答案：遺傳密碼有簡併性，多個密碼子可編碼同一氨基酸，第三位鹼基改變常屬靜默突變；即使氨基酸被替換（錯義突變），若該位置不在活性位點，蛋白質功能可能不變。評分要點：提及簡併性（2 分）、靜默或錯義突變的影響（2 分）。

8. 插入一個鹼基為何通常比取代更具破壞性？

答案：答案：插入會令該位置以後的閱讀框全部移位（移碼突變），其後所有密碼子被重新分組，氨基酸序列大規模改變，通常提早出現終止密碼子而產生截短的無功能蛋白。評分要點：指出閱讀框移位（2 分）、說明後果（2 分）。

第三部：光合作用與細胞呼吸（16 分）

一株植物在充足光照下進行光合作用，共合成 5.4 克葡萄糖（分子量 180）。另一組實驗以 0.05 摩爾葡萄糖進行有氧呼吸，每摩爾葡萄糖產生 32 摩爾 ATP，每摩爾 ATP 水解釋放約 30.5 千焦能量。

9. 寫出光合作用的總方程式，並指出哪一物質被氧化、哪一物質被還原。

答案：答案：6CO2 + 6H2O -> C6H12O6 + 6O2（葉綠素、光能）。水被氧化成氧氣（失去電子），二氧化碳被還原成葡萄糖（獲得電子）。評分要點：方程式正確（2 分）、氧化還原各 1 分。

10. 計算上述光合作用消耗的二氧化碳質量及釋出的氧氣質量。

答案：答案：葡萄糖摩爾數 = 5.4 ÷ 180 = 0.03 摩爾；由方程式，CO2 與 O2 各需 0.18 摩爾。CO2 質量 = 0.18 × 44 = 7.92 克；O2 質量 = 0.18 × 32 = 5.76 克。

11. 計算 0.05 摩爾葡萄糖有氧呼吸產生的 ATP 摩爾數及可用能量。

答案：答案：ATP = 0.05 × 32 = 1.6 摩爾；能量 = 1.6 × 30.5 = 48.8 千焦。其餘能量以熱形式散失。

12. 同樣 0.05 摩爾葡萄糖若進行乳酸發酵，ATP 產量只有多少？並比較兩種途徑的效率。

答案：答案：乳酸發酵每摩爾葡萄糖只產生 2 摩爾 ATP，故 ATP = 0.05 × 2 = 0.1 摩爾，僅為有氧呼吸的 1/16。有氧呼吸把葡萄糖徹底氧化成二氧化碳和水，能量提取效率遠高於發酵；發酵只把葡萄糖部分分解，大部分能量仍留在乳酸中。評分要點：數值（2 分）、比較與原因（2 分）。

第四部：生態系統的能量流動與族群估算（16 分）

某草原生態系統中，生產者每年每平方米固定 250,000 千焦能量，營養級之間的能量傳遞效率約為 10%。另一研究以標誌重捕法估算某一蝸牛族群：第一次捕捉並標記 120 隻，第二次捕捉 150 隻，其中 18 隻帶有標記。

13. 計算初級消費者、次級消費者及三級消費者可得能量。

答案：答案：初級消費者 = 250,000 × 10% = 25000 千焦；次級消費者 = 2500 千焦；三級消費者 = 250 千焦。每升一級能量減少約九成。

14. 解釋能量為何逐級遞減，並說明食物鏈一般只有四至五級的原因。

答案：答案：大部分能量在呼吸作用中以熱散失，部分未被攝食、部分未被消化而隨排泄物排出。由於每級只剩約一成能量，到第四、五級時能量已不足以支持另一個可存活族群。評分要點：能量散失途徑（3 分）、對食物鏈長度的推論（1 分）。

15. 用標誌重捕法公式估算該蝸牛族群的個體數目。

答案：答案：N = (M × n) ÷ m = (120 × 150) ÷ 18 = 1000 隻。公式假設族群封閉、標記不脫落、標記不影響生存，且個體充分混合。

16. 若部分標記在第二次捕捉前脫落，估算值會偏高還是偏低？試加解釋。

答案：答案：估算會偏高。脫落令重捕的帶標記個體 m 減少，而 N 與 m 成反比，故分母變小而N 變大。相反，若標記令蝸牛更易被捕食，m 亦減少，同樣造成高估。評分要點：判斷正確（2 分）、以公式說明（2 分）。

第五部：免疫與疫苗（15 分）

某人接種疫苗後，血液中的專一性抗體濃度由 2.0 毫克／升上升至 64.0 毫克／升。抗體由經抗原刺激而分裂的 B 細胞（漿細胞）分泌。半年後他再接觸同一抗原，抗體濃度迅速大幅上升。

17. 描述抗體的基本結構。

答案：答案：抗體是蛋白質（免疫球蛋白），由四條多肽鏈組成：兩條重鏈與兩條輕鏈，呈 Y 形。每條鏈分為恆定區與可變區，可變區的氨基酸序列因抗體而異，形成與抗原互補的抗原結合位。評分要點：四鏈結構（2 分）、可變區與專一性（2 分）。

18. 抗體濃度上升了 32 倍。若每次細胞分裂抗體分泌量不變，B 細胞最少須分裂多少次？

答案：答案：倍數 = 64.0 ÷ 2.0 = 32.0；分裂次數 = log2 32.0 = 5.0 次，即由 1 個細胞增至 32 個細胞。評分要點：倍數計算（2 分）、以 2 的次方求分裂次數（2 分）。

19. 解釋疫苗如何產生免疫記憶。

答案：答案：疫苗含弱化或無活性的抗原（或抗原片段），被巨噬細胞處理後呈遞給輔助 T 細胞，再活化特定的 B 細胞。B 細胞分裂分化為分泌抗體的漿細胞及長壽的記憶 B 細胞；後者留在淋巴組織，日後遇到同一抗原能迅速增殖，產生更強更快的二次反應。

20. 為何部分疫苗需要接種加強劑？

答案：答案：初次反應產生的抗體濃度會隨時間下降，記憶 B 細胞數目亦可能減少；加強劑再次提供抗原刺激，令記憶細胞再增殖，把抗體濃度提升至保護水平，並延長記憶。評分要點：抗體隨時間下降（2 分）、再次刺激的作用（1 分）。

第六部：演化與等位基因頻率（15 分）

某地區 5,000 人中有 450 人表現出某隱性性狀（基因型 aa），其餘表現顯性性狀。假設該族群符合哈代－溫伯格平衡，且不考慮突變、遷移與選擇。

21. 計算隱性等位基因 a 及顯性等位基因 A 的頻率。

答案：答案：$q^2 = 450 \div 5{,}000 = 0.09$，故 $q = \sqrt{0.09} = 0.3$；$p = 1 - q = 0.7$。評分要點：q^2 計算（2 分）、開方與 $p + q = 1$（2 分）。

22. 估算族群中異合子（Aa）的人數。

答案：答案：異合子頻率 = $2pq = 2 \times 0.7 \times 0.3 = 0.42$；人數 = $5{,}000 \times 0.42 = 2100$ 人。由此可見隱性等位基因大多藏在異合子中，不易被選擇移除。

23. 若顯性性狀在該環境中帶來生存優勢，等位基因頻率會如何改變？

答案：答案：aa 個體存活與繁殖機會較低，a 等位基因較少傳給下一代，q 逐代下降，p 相應上升，顯性性狀個體比例增加。但當 a 只存在於異合子時，選擇無法直接作用於它，故 a 只會緩慢減少而不會即時消失。

24. 以細菌對抗生素產生抗性為例，說明自然選擇的過程。

答案：答案：細菌族群本來已存在少數帶抗性基因的個體（來自突變或基因轉移）。施用抗生素後，敏感個體被殺死，抗性個體存活並繁殖，把抗性基因傳給後代；抗生素成為選擇壓力，令抗性基因頻率迅速上升。評分要點：變異先存在（1 分）、選擇與繁殖（1 分）、頻率改變（1 分）。

TutorZone 中六生物練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。