中六生物練習卷：基因表達、突變與生物科技

中六　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第 1 題 轉錄與翻譯（18 分）

某基因的成熟 mRNA 共有 900 個核苷酸，其中 120 個屬於非轉譯區。該 mRNA 在細胞質中進行翻譯，終止密碼子不編碼氨基酸。假設每個氨基酸的平均分子量為 110。回答下列各項。

1. 求編碼區的核苷酸數目與密碼子數目。

答案：答案：900 - 120 = 780 個核苷酸；780 除以 3 = 260 個密碼子。（評分要點：相減 2 分，數值 1 分，除以三 1 分）

2. 求此蛋白質的氨基酸數目。

答案：答案：260 個密碼子之中有一個是終止密碼子，故氨基酸數目 = 260 - 1 = 259。（評分要點：指出終止密碼子 3 分，答案 2 分）

3. 估算此蛋白質的分子量（以 Da 表示）。

答案：答案：259 x 110 = 28490 Da，約為 28.5 kDa。（評分要點：方法 2 分，數值連單位 2 分）

4. 說明為何在實驗中分離出的蛋白質分子量通常低於上述估算值。

答案：答案：翻譯後修飾會改變分子量，例如切除訊號肽、蛋白質剪接或加入修飾基團；部分肽段在加工過程中被切除，純化時亦可能被蛋白酶部分降解，故實際分子量通常較低。（評分要點：翻譯後修飾 2 分，切除肽段 2 分，降解或修飾基團 1 分）

第 2 題 基因突變與移碼效應（16 分）

某結構基因的編碼區共有 600 個鹼基對。甲品系在此編碼區第 150 個鹼基之後插入了一個額外的鹼基對；乙品系在第 90 個鹼基位置發生單一鹼基置換。回答下列各項。

5. 求正常編碼區的密碼子數目與氨基酸數目。

答案：答案：600 除以 3 = 200 個密碼子；不計終止密碼子則編碼 199 個氨基酸。（評分要點：密碼子數目 2 分，氨基酸數目 2 分）

6. 在甲品系中，插入點之前有多少個密碼子不受影響？其後有多少個密碼子的讀框被移位？

答案：答案：150 除以 3 = 50 個密碼子不受影響；其後 200 - 50 = 150 個密碼子的讀框全部被移位。（評分要點：未受影響數目 2 分，移位數目 3 分）

7. 說明移碼突變通常導致蛋白質失去功能的原因。

答案：答案：讀框移位後密碼子重新組合，由插入點起整段氨基酸序列改變，期間很可能提前出現終止密碼子，翻譯提早結束，蛋白質被截短並失去原有立體結構與活性位點，故通常失去功能。（評分要點：序列改變 2 分，提早終止 1 分，失去結構或功能 1 分）

8. 若乙品系的置換發生於密碼子的第三個鹼基位置，說明其影響通常較小的原因。

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個氨基酸，故第三個鹼基改變常產生同義突變，氨基酸序列不變，蛋白質功能亦不受影響。（評分要點：簡併性 2 分，同義突變或序列不變 1 分）

第 3 題 DNA 鹼基組成與氫鍵（18 分）

樣本甲是一段雙股 DNA，共 2000 個鹼基，其中腺嘌呤（A）佔全部鹼基的百分之三十。樣本乙同樣有 2000 個鹼基，其中腺嘌呤佔百分之二十五。A 與 T 之間有 2 個氫鍵，G 與 C 之間有 3 個氫鍵。回答下列各項。

9. 求樣本甲中四種鹼基各自的數目。

答案：答案：A = 2000 x 0.30 = 600，T = A = 600；G 與 C 合共 2000 - 1200 = 800，故 G = 400、C = 400。（評分要點：A 與 T 各 1 分，G 與 C 合計 1 分，G 與 C 各 1 分）

10. 求樣本甲中氫鍵的總數。

答案：答案：A 與 T 之間 600 x 2 = 1200 個，G 與 C 之間 400 x 3 = 1200 個，合共 2400 個氫鍵。（評分要點：A 與 T 部分 2 分，G 與 C 部分 2 分，總數 1 分）

11. 求樣本乙中 G 與 C 的數目及各佔全部鹼基的百分比。

答案：答案：A = T = 2000 x 0.25 = 500；G 與 C 合共 1000，故 G = C = 500，各佔百分之二十五，兩者合共佔百分之五十。（評分要點：A 與 T 1 分，G 與 C 數目 2 分，百分比 1 分）

12. 預測哪一個樣本的熔解溫度較高，並加以解釋。

答案：答案：樣本乙的熔解溫度較高。樣本乙的 G 與 C 含量為百分之五十，高於樣本甲的百分之四十；G 與 C 之間有 3 個氫鍵，A 與 T 之間只有 2 個，故樣本乙需要更多能量才能分開兩股，熔解溫度較高。（評分要點：選擇 1 分，比較含量 1 分，氫鍵數目 2 分）

第 4 題 重組 DNA 與凝膠電泳（18 分）

一個長 4000 bp 的質體含有一個 EcoRI 切位。研究人員把一段長 1200 bp 的目的基因插入該切位，形成重組質體。插入片段內部另有一個 EcoRI 切位，位於該片段起點 400 bp 處。回答下列各項。

13. 求重組質體的總長度。

答案：答案：4000 + 1200 = 5200 bp。（評分要點：方法 2 分，數值連單位 2 分）

14. 用 EcoRI 完全切割重組質體，求所得各片段的長度。

答案：答案：重組質體共有兩個 EcoRI 切位，切割後得 2 個片段：一個由插入片段起點到切口，長 400 bp；另一個沿環狀分子其餘部分，長 5200 - 400 = 4800 bp。（評分要點：指出兩個切位 2 分，片段數目 1 分，400 bp 1 分，4800 bp 2 分）

15. 在凝膠電泳中，哪一個片段移動得較快？解釋。

答案：答案：400 bp 的片段移動較快，因為片段較短，通過凝膠網狀結構時所受阻力較小，故在相同時間內游走得較遠。（評分要點：選擇 1 分，長短與阻力 2 分，遷移距離 1 分）

16. 若同時把未插入片段的原有質體電泳作對照，說明其條帶位置出現在兩個片段之間的原因。

答案：答案：原有質體只有一個 EcoRI 切位，切割後形成一條長 4000 bp 的直線 DNA；4000 bp 比 4800 bp 短但比 400 bp 長，故其條帶位於兩者之間。（評分要點：指出 4000 bp 2 分，比較大小 2 分）

第 5 題 聚合酶連鎖反應的增幅（15 分）

聚合酶連鎖反應（PCR）每一個循環都把目標片段的數目加倍。反應由一個雙股 DNA 分子開始，假設每個循環的效率都是百分之一百。回答下列各項。

17. 經過 10 個循環後，目標片段共有多少份？

答案：答案：2 的 10 次方 = 1024 份。（評分要點：指數式 2 分，數值 2 分）

18. 經過 30 個循環後，以科學記數法表示份數（取三位有效數字）。

答案：答案：2 的 30 次方 = 1073741824 份，即 1.07 x 10^9 份。（評分要點：數值 2 分，科學記數法連有效數字 2 分）

19. 求至少需要多少個循環，才能使份數超過一百萬份。

答案：答案：2 的 19 次方 = 524288 份，不足一百萬；2 的 20 次方 = 1048576 份，超過一百萬，故至少需要 20 個循環。（評分要點：試算 19 個循環 2 分，結論 2 分）

20. 說明實際產量通常低於理論值的兩項原因。

答案：答案：引子與三磷酸去氧核苷酸在後期被耗盡，增幅效率下降；DNA 聚合酶在高溫變性步驟中逐漸失去活性；產物在後期互相競爭引子，亦令效率降低。（評分要點：每項合理原因 1.5 分，兩項滿分 3 分）

第 6 題 基因改造作物的應用與風險（15 分）

某國基因改造玉米的種植面積由 2010 年的 50 萬公頃增至 2025 年的 320 萬公頃，該國玉米的總種植面積為 400 萬公頃。回答下列各項。

21. 求種植面積的增幅（以倍數表示）。

答案：答案：(320 - 50) 除以 50 = 5.4，即增加 5.4 倍，相當於百分之五百四十。（評分要點：差額 2 分，除以原值 1 分，倍數 1 分）

22. 求 2025 年基因改造玉米佔全國玉米種植面積的比例。

答案：答案：320 除以 400 = 0.8，即佔八成（百分之八十）。（評分要點：方法 2 分，比例 2 分）

23. 說明種植基因改造玉米的兩項益處。

答案：答案：部分品系具抗蟲或抗除草劑特性，可減少農藥與除草劑的施用；抗蟲品系減少害蟲取食造成的損失，提高單位面積產量並降低生產成本；耐旱或耐鹽品系可擴大可種植範圍。（評分要點：每項益處 2 分，兩項滿分 4 分）

24. 說明與基因漂移及抗性演化有關的兩項風險。

答案：答案：花粉可隨風或昆蟲傳到鄰近的同種作物或野生近緣種，造成基因漂移，令外源基因進入其他族群；長期大面積種植抗蟲品系對害蟲族群施加選擇壓力，抗性個體被篩選出來並迅速繁殖，抗蟲特性隨之失效。（評分要點：基因漂移 1.5 分，抗性演化 1.5 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。