

2-4 基因轉殖技術及其應用

(一) 重組 DNA—基因轉殖的關鍵技術

A、定義與目的：

(1) 定義：

將兩段不同來源的 DNA，組合在一起的一段新 DNA，此段重新組合的 DNA 即稱為重組 DNA。

(2) 目的：

將此重組 DNA 植入生物細胞，以改變該生物的性狀特徵，此具有重組 DNA 的生物即稱為基因轉殖生物。

B、操作原理：

所需物質	定義與功能
目標基因 (外源基因)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 定義：欲轉殖到其他生物的帶有可合成人類所需蛋白質的 DNA 片段。 2. 來源：可取自生物或人工合成。 3. 舉例：如將人類胰島素基因轉殖至大腸桿菌，則人類胰島素基因即目標基因。
載體	<ol style="list-style-type: none"> 1. 功能：攜帶目標基因進入欲轉殖生物的細胞。 2. 條件：本身也是 DNA 分子，須帶有特定基因，如螢光基因、抗抗生素基因等以供篩選。 3. 常見的載體：細菌的質體、DNA 病毒。
限制酶	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可切割載體和目標基因的酵素。 2. 可辨識並切斷特定的 DNA 序列。
DNA 連接酶	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可將載體和目標基因接合的酵素。 2. 可連接 DNA 片段。

C、過程：

(1) 切下目標 DNA：利用同一種限制酶切割載體與目標 DNA。

(2) 目標 DNA：通常來自動物、植物、微生物或人工合成的 DNA。

(3) 連接、重組：將目標 DNA 與載體 DNA 混合，並以 DNA 連接酶將兩者連接，構成重組 DNA 分子。

D、細菌的質體

(1) 有些細菌的細胞內除了染色體的 DNA 外，尚有較小的環狀 DNA，此 DNA 稱為質體。

(2) 質體具有抗藥性等與一般生理無關的基因，在自然狀態下可轉移到其他的細菌體內，因此常被作為轉殖基因的工具。

E、DNA 載體

(1) 功能：為 DNA 載具，將目標 DNA 送入細胞內。

(2) 特性：可在細胞內複製，連帶使目標 DNA 量增加。

操作過程	
製作載體 目標基因	<p>載體：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 負責將目標基因送至宿主 DNA，需帶有特定基因。 (2) 如螢光基因、抗抗生素基因等以供篩選。 (3) 常見的載體為病毒的 DNA、細菌的質體。 <p>目標基因：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 又稱為外源基因，可來自生物體或利用人工方式合成。 (2) 欲轉殖人類胰島素基因至大腸桿菌中，則人類的胰島素基因即為目標基因。

限制酶的切割	(1) 利用相同的限制酶切割載體及目標基因。 (2) 限制酶能辨識特定的核苷酸序列，在特定的位置切開。 (3) 如在 GAATTC 的 G 與 A 切開，切開後成為單股黏性端。
重組 DNA	(1) 利用 DNA 連接酶將載體與目標基因接合。 (2) 例如：人類胰島素基因與細菌載體接合。 (3) 載體與目標基因接合後所形成的 DNA，稱為重組 DNA。
轉殖	將重組 DNA 送入宿主細胞(例如：大腸桿菌)中。
選殖	利用載體的特定基因進行選殖。 例如：若載體帶有特定抗抗生素基因，則可在培養基中加入抗生素，若細菌能在含有抗生素的培養基中存活，及代表大腸桿菌含有含有重組 DNA，此大腸桿菌及為基因轉殖細菌。
基因表現	基因轉殖成功的生物，可利用轉殖的基因，經轉錄、轉譯作用合成基因產物。



(二) 基因轉殖技術的應用

A、基因轉殖技術：

利用重組 DNA 的技術，將選取的目標基因植入特定的生物細胞內，以改變該生物的遺傳訊息，進而改變該生物性狀的表現。

B、基改生物(簡稱為 GMO)：

利用基因轉殖技術培育出來的生物，例如基因轉殖細菌、基因轉殖植物、基因轉殖動物等。

C、基因轉殖技術的應用：

基因轉殖技術的應用非常廣泛，包含醫學、農業、畜牧業、食品工業、化工業等相關領域。

D、基因轉殖微生物的應用：

(1) 利用基因轉殖的細菌製造胰島素或紅血球生成素。

(2) 利用基因轉殖的酵母菌製備 B 型肝炎疫苗。

(3) 科學家已研究出一種基因轉殖細菌，能有效清除油船漏油，解決其汙染問題。

E、基因轉殖植物的應用：

- (1) 品種改良以提高作物產量。
- (2) 培育抗蟲、抗病、抗旱及種子富含胡蘿蔔素的植物。

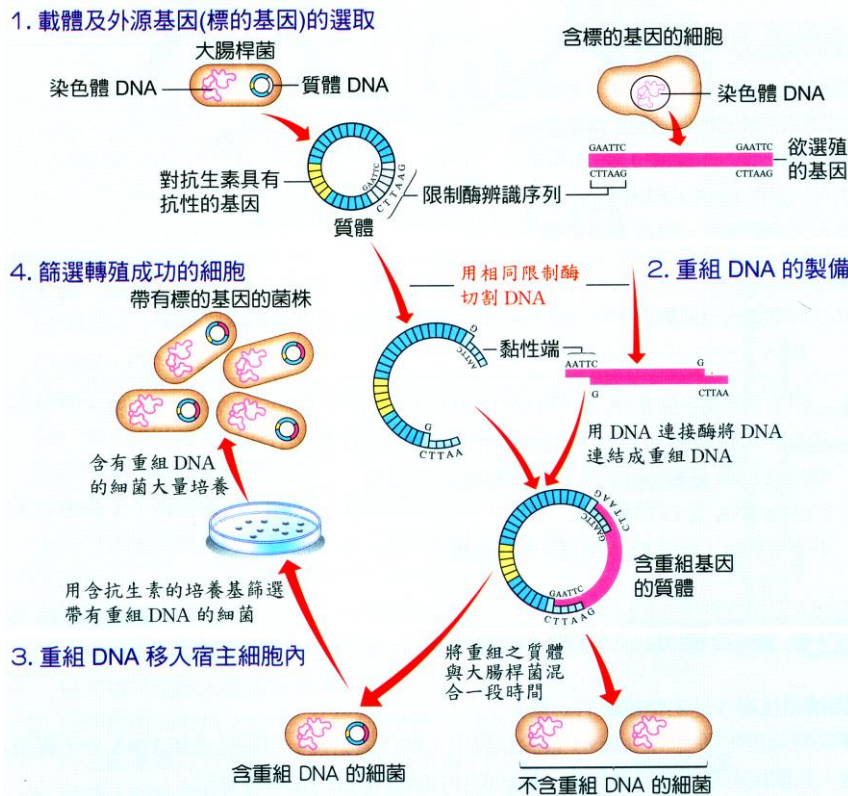
F、基因轉殖動物的應用：

- (1) 將含有外源基因的重組 DNA 嵌入動物的受精卵或早期胚胎，將來發育成的動物稱為基因轉殖動物。
- (2) 目前已利用基因轉殖動物生產具有經濟及醫療價值的產品，例如轉殖山羊的乳汁中含有人類的凝血因子或血纖維酶。
- (3) 轉殖生長激素基因於鮭魚和鼠體內可以促進其生長。

應用領域	舉例
醫學	利用基因轉殖生物(包括細菌、真菌、動物和植物)，生產藥物和疫苗。 如利用基因轉殖的大腸桿菌生產胰島素以治療糖尿病、 利用基因轉殖的酵母菌生產 B 型肝炎疫苗。 利用基因轉殖的綿羊生產具有胰蛋白酶抑制劑的羊乳，用於治療肺氣腫等。
農業	利用基因轉殖的技術改造植物的基因，以提高農作物營養價值、提高農作物抵抗病菌的能力、減少農作物的病蟲害等。 (1) 提高農作物營養價值： 例如：增加稻米中離氨酸的含量，以補充人體的必須胺基酸。 (2) 提高農作物抵抗病菌的能力： 例如：將菸草鑲嵌病毒的外殼蛋白基因，轉入到菸草的細胞中，使這種具有病毒的外殼蛋白基因的作物，能夠抵抗病毒；利用類似的方法也可產生抗細菌、真菌、病毒的馬鈴薯和水稻等農作物。 (3) 減少農作物的病蟲害： 例如：蘇力菌會產生一種能殺害毛毛蟲的毒蛋白，將蘇力菌產生毒蛋白的基因轉殖於農作物，可生產出抗蟲的農作物，以減少殺蟲劑的使用。
畜牧業	利用基因轉殖改造動物的基因，可加速動物的生長、增強動物抗病力、增加動物的某些性狀等。 如將生長激素基因轉殖於豬，使轉殖豬生長快； 將生長激素基因轉殖於鮭魚，其體型或重量也都較同種鮭魚大； 將螢光基因轉殖於魚，能培育出觀賞用的螢光魚等。
食品工業	利用基因轉殖的微生物生產食品工業所需的酵素、蛋白質、胺基酸、有機酸、維生素、色素、香料等。
化工業	利用基因轉殖的微生物生產工業所需的酵素。 例如：蛋白質酵素、脂肪酵素普遍用於清潔劑中，可將蛋白質、脂肪分解以去除蛋白質、脂肪所造成的污垢。

(三) 基改生物的潛在危機：

- A、基改生物可提高作物產量及降低生產成本，不但可解決糧食短缺的問題，也因減少農藥使用量，降低環境汙染及對人類健康的傷害。
- B、但基改生物也可能會影響生態平衡，或給人類帶來某些潛在的危機，所以在研發基改生物前應審慎評估。
- C、可能引發不易觀察或偵測的突變，或意外的散布到野外，對生態產生嚴重的影響。
- D、工業上大量培養的基改微生物如散布到野外，尤其是土壤中，則可能經由基因重組或轉殖產生新型的微生物，改變土壤生態，影響植物生長，終致降低土壤微生物的多樣性。
- E、基改生物可能帶有對某抗生素有抗性的基因，因此 GMO 的產品可能帶有不需或不預期的產物，而引起大眾的疑慮或顧忌。在某些國家 GMO 產品被要求需有明顯的標示。



(四) 基因轉殖技術的應用

A、基因改造生物(GMO)：

- (1) 定義：將基因轉殖於不同物種，所培育出的生物，統稱為「基改生物」。
- (2) 舉例：螢光菸草或螢光魚，就是將螢火蟲的螢光素基因或水母的綠螢光蛋白基因，轉殖於不同物種，結果都能發出螢光。

B、基因轉殖微生物的應用：

- (1) 科學家已研究出一種基因轉殖細菌，能有效清除油船漏油，解決其汙染問題。
- (2) 有的基因轉殖細菌能製造藥物，例如：紅血球生成素，以治療貧血患者。
- (3) B 型肝炎疫苗是利用基因轉殖酵母菌製備而得。

C、基因轉殖植物的應用：

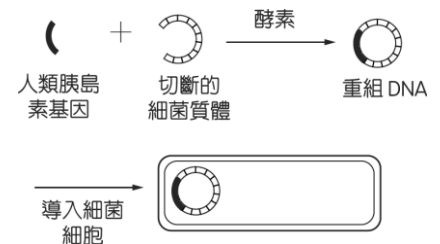
- (1) 品種改良以提高作物產量。
- (2) 培育抗蟲、抗病、抗旱及種子富含胡蘿蔔素的植物。
- (3) 黃金米：科學家已成功將合成胡蘿蔔素的三個基因(一個來自細菌，兩個來自黃水仙花)轉殖入水稻的基因體中，這種稻子的米粒含豐富的胡蘿蔔素，故呈橙色，稱為黃金米。

E、血纖維酶：具有血纖維酶基因的山羊所分泌的乳汁中含有血纖維酶，此種酵素具有溶解血管中硬塊的功能，因此能用來治療心血管疾病。

- () 1. 目前利用基因工程技術所研發出的黃金米，主要是希望能解決未開發國家兒童因缺乏何種營養素所導致之何種問題？
 (A)維生素 A、夜盲症 (B)鐵質、貧血症 (C)鈣質、軟骨症 (D)蛋白質、肌肉萎縮症。
- () 2. 下列有關載體的敘述，何者錯誤？
 (A)在遺傳工程上是用來攜帶 DNA 片段進入合適的宿主細胞 (B)病毒的基因也可為載體
 (C)通常不帶任何基因 (D)細菌的質體也可以為載體。
- () 3. 下列有關基因轉殖技術的敘述，何者正確？
 (A)應用性廣，但汙染性亦高 (B)為一種技術密集、經濟效益高的新興技術 (C)可培育出許多新種而無危險性 (D)可加速生物演化，培育出超級生物，維持生態平衡。
- () 4. 寶寶出生後，傑森想確認寶寶是否為他的親生小孩，你應建議他做
 (A)滴血認親 (B)抹片檢查 (C)比對手指和腳趾的指紋 (D) DNA 比對。
- () 5. 有關植物的組織培養，其目的下列何者錯誤？
 (A)可大量繁殖生產 (B)可培養無菌病毒植株 (C)可得與母種相同的優良品種 (D)可改良品種。
- () 6. (a)將帶有胰島素基因的質體放回細菌體內；(b)自人類細胞中取出胰島素基因；(c)細菌大量繁殖產生大量的胰島素；(d)將取出的胰島素基因打入細菌體內；(e)將胰島素基因與細菌的質體接合；(f)取出的胰島素基因插入細菌的染色體中，正確的過程順序為何？
 (A)(b)(d)(f)(c) (B)(b)(f)(d)(c) (C)(b)(e)(a)(c) (D)(b)(d)(a)(c)。
- () 7. 下列有關重組 DNA 的敘述，何者正確？
 (A)可以酵母菌為載體 (B)選取的目標基因可以是動物、植物或微生物的基因，亦可為人工合成的 DNA (C)目標基因必須與染色體結合形成重組 DNA (D)目前此技術僅限用於以細菌為宿主的細胞。
- () 8. 昔日包皮太長者，經外科手術切除的部分常被丟棄，今日拜生物科技之發展，這些包皮被保留下來進行所謂的「器官培養」，造福嚴重燒傷患者，試問包皮是培養何種器官的好材料？
 (A)軟骨 (B)腎臟 (C)皮膚 (D)血管。
- () 9. 下列何者是重組 DNA 過程中最重要的第一步驟？
 (A)要用相同的限制酶切開載體和目標 DNA (B)要用相同的 DNA 連接酶 (C)要用相同的載體 (D)要用相同的目標 DNA。
- () 10. 利用重組 DNA 而產生的「基因轉殖生物(GMO)」，下列何項為正確的敘述？
 (A) GMO 可以提高產量，對人類而言完全沒有害處 (B)基因改造食品也是此種技術的應用
 (C)基因是植入生物的成體之中 (D)基因主要來自同種類的生物。
- () 11. 下列有關生物技術的敘述，何者不正確？
 (A)重組 DNA 生物技術之一 (B)現今的生物技術以遺傳工程來操控基因表現 (C)遺傳工程也稱為基因工程 (D)是近代才有的技術。
- () 12. 利用遺傳工程技術工程生產胰島素時，是將胰島素的基因和細菌的哪一構造接合在一起後，送回細菌體內大量生產？
 (A)質體 (B)染色體 (C)莢膜 (D)細胞壁。
- () 13. 遺傳工程中的「載體」，其主要作用為下列何者？
 (A)將細胞自甲處載送至乙處 (B)將目標基因自細胞外載送至細胞內 (C)將細胞所需之酵素運至細胞內 (D)將轉殖後之細胞運輸至個體內。

- () 14. 下列何者是載體的功能？
 (A)轉錄宿主細胞的基因 (B)轉譯外來基因的蛋白質 (C)組合兩段不同來源的基因 (D)轉移外來基因至宿主細胞中。
- () 15. 基因轉殖過程中，下列何者適用「顯微注射法」？
 (A)動物細胞 (B)植物細胞 (C)細菌 (D)菌物。
- () 16. 有關遺傳工程中關鍵技術——重組 DNA 的敘述，下列何者正確？
 (A)是指有性生殖造成的基因重組 (B)可選取某生物的基因植入另一物種中並表現 (C)選取的基因是進入細胞質中才能表現 (D)目前此技術僅限用於以細菌為宿主的細胞。
- () 17. 下列何者是最先應用遺傳工程技術生產的藥物？
 (A)胰島素 (B)腎上腺素 (C)甲狀腺素 (D)生長激素。
- () 18. 下列有關基因轉殖生物的敘述，何者錯誤？
 (A)目標基因可在基因轉殖細菌內表現其特性 (B)基因轉殖植物的目標基因只能來自植物 (C)將螢火蟲的螢光素基因轉殖於菸草幼苗，則會發光 (D)具腫瘤基因的目標基因轉殖於向日葵幼苗，則幼苗會長腫瘤。
- () 19. 生物體的遺傳物質為 DNA，生物間的血緣關係可利用 DNA 之相似度判別，根據此原則，生物體血緣關係愈遠者，下列何者化學物質的組成相異度也會較高？
 (A)肝糖 (B)ATP (C)維生素 (D)蛋白質。
- () 20. 將細胞或組織從活體分離出來置於培養皿中，使細胞具繼續分裂的技術，稱為
 (A)活體培養 (B)細胞培養 (C)離體培養 (D)基因轉殖。
- () 21. 人類基因轉殖技術，成功使菸草、棉花等作物具有抗害蟲能力，關於這項技術的應用，下列何者正確？
 (A)轉殖蘇利菌的毒蛋白基因 (B)昆蟲吃了含毒蛋白的作物，會因無法繁殖後代而絕種 (C)這項技術廣泛應用可使病蟲害問題一勞永逸 (D)促使害蟲滅絕是這項技術的附加價值。
- () 22. 質體對於生物科技相當重要，乃因它們可被用來執行下列何種功能？
 (A)蛋白質合成的工作檯 (B)切割 DNA 片段的工具 (C)DNA 複製的模板 (D)將目標基因送入細菌的載體。
- () 23. 植物組織培養不需要下列哪一條件？
 (A)適當的養分 (B)適當的激素 (C)無菌的環境 (D)適當的載體。
- () 24. 下列關於質體的敘述，何者錯誤？
 (A)由 RNA 組成 (B)為染色體外的環狀構造 (C)與細菌正常生理作用無關 (D)可作為重組 DNA 的載體。
- () 25. 下列關於 DNA 與生物科技的敘述，何者正確？
 (A)限制酶可切開 DNA，是遺傳工程中重要的工具之一 (B)遺傳工程靠重組 DNA，其過程與蛋白質之結構原理無關 (C)載體不是 DNA 分子，而是一種會攜帶 DNA 的蛋白質分子 (D)桃莉羊的複製過程不經過受精，其 DNA 含量是合子的一半。
- () 26. 「限制酶」在遺傳工程中的角色為何？
 (A)限制 DNA 複製速率 (B)限制 DNA 轉錄為 RNA (C)將核苷酸聚合為核酸 (D)將 DNA 於特別位置處切開。
- () 27. 臺糖公司要大量栽培名貴的蘭花，可使用下列哪種方法？
 (A)重組 DNA (B)細胞融合 (C)轉殖基因 (D)組織培養。

- () 1. 植物生技學家可運用原生質體(去除細胞壁的細胞)的相關技術，使不同種或自花授粉不親和的植物間進行細胞融合。下列何者是植物學家運用此項技術的主要用意？
 (A)了解精子與卵結合的過程 (B)進行植物的營養繁殖 (C)將細菌的基因轉殖入植物體的基因中 (D)改良品種。
- () 2. 遺傳工程的技術中基因能被用來轉殖，使其能在細菌中表現，下列何者可提供基因來源？
 (A)僅有細菌 (B)僅有病毒 (C)僅有真核生物細胞 (D)所有生物或人工合成均可。
- () 3. 進行植物組織培養時，是將植物的哪一部位切成小塊再放至培養基中培養成小苗？
 (A)只能用根 (B)只能用種子 (C)只能用花 (D)每個植物部位皆可。
- () 4. 有關基因轉殖的生物技術，目前的發展及知識何者正確？
 (A)現在已有基因轉殖的鼠、鮭魚及豬 (B)基因轉殖的生物技術常需載體協助，此載體成分為蛋白質 (C)基因轉殖的食物至目前為止並無產生不良影響，所以可大量製造，無需約束 (D)基因轉殖的技術必能使生物體愈來愈適應環境。
- () 5. 下列何者為有關「目標基因」的正確敘述？
 (A)目標基因就是噬菌體 DNA (B)目標基因可以是 RNA (C)在基因轉殖老鼠的細胞中，來自螢火蟲的螢光基因為目標基因 (D)目標基因獨立於載體之外。
- () 6. 在重組 DNA 的過程中被用來充當載體的質體，必須利用下列何種方式切割？
 (A)利用連接酶處理 (B)以鹼性溶液加熱處理 (C)與切割轉殖 DNA 相同的酵素處理 (D)與切割轉殖 DNA 互補的酵素處理。
- () 7. 下列有關遺傳工程的敘述，何者正確？
 (A)是屬於高汙染、高耗能的科技 (B)應像電腦科技一樣，力求普及到每個家庭，親子可共同操作 (C)遺傳工程具有風險，不可不慎 (D)遺傳工程加速生物的演化，是百利無一害。
- () 8. 想製造出代代相傳的螢光老鼠，水母體中的螢光基因一定要能進入老鼠哪一種細胞中？
 (A)腦細胞 (B)肌肉細胞 (C)生殖細胞 (D)皮膚細胞。
- () 9. 右圖為重組 DNA 的操作過程，請問圖中酵素的名稱為何？
 (A) DNA 限制酶 (B) DNA 聚合酶 (C) DNA 連接酶 (D) RNA 限制酶。
- () 10. 要使動物擁有新的特性，不能使用下列哪種方法？
 (A)重組 DNA (B)細胞融合 (C)轉殖基因 (D)組織培養。
- () 11. 基因轉殖是指下列何者？
 (A)將目標 DNA 在體外切割、選擇的過程 (B)將重組 DNA 移入接受細胞的過程 (C)將目標 DNA 與載體結合的過程 (D)篩選基因轉殖生物並大量繁殖的過程。
- () 12. 在重組 DNA 技術中，所謂的載體指的是下列何者？
 (A)能將 DNA 切成許多小片段的酵素 (B)細菌的染色體 (C)可與轉殖的基因產生 DNA 重組，並將轉殖基因載入宿主體內的 DNA (D)不含基因的 DNA 片段。
- () 13. 在進行重組 DNA 時，我們常將外源基因與載體置入何種生物內，以進行複製、轉錄、轉譯，進而合成蛋白質？
 (A)人 (B)細菌 (C)噬菌體 (D)任何病毒。
- () 14. 如果想利用重組 DNA 的技術，將胰島素基因轉殖入細菌的質體中，試問胰島素基因與質體的 DNA 兩端如何處理？
 (A)利用不同酵素各切成單股 (B)各利用一種酵素，其一切成單股，另一切成雙股 (C)利用相同酵素各切成單股 (D)利用不同酵素各切成雙股。



- ()15. 將外來基因帶入細菌的媒介物常稱為「載體」，下列何者為遺傳工程所利用之載體？
 (A)細菌之染色體 (B)細菌質體 (C)細菌核糖體 (D)細菌限制酶。
- ()16. 「限制酶」在遺傳工程中的角色為何？
 (A)限制DNA複製速率 (B)限制DNA轉錄為RNA (C)將核苷酸聚合為核酸 (D)將DNA於特別位置處切開。
- ()17. 重組DNA的過程中，「目標基因」與「質體DNA」兩者間有何關係？
 (A)須來自相同個體 (B)須來自相同物種 (C)須來自同界生物 (D)須利用相同限制酶處理
- ()18. 下列有關生物技術之敘述，何者錯誤？
 (A)主要是歸功於重組DNA技術的成功 (B)涉及農業、醫學、工業、畜牧業等 (C)遺傳工程也稱為基因工程 (D)是近十年才有的技術。
- ()19. 關於基因重組的敘述，下列何者正確？
 (A)皆為人為造成 (B)是指將DNA與蛋白直接接合的技術 (C)目前的生物技術可迅速、直接、精確的改變基因 (D)基因重組對人類是偉大零缺點的成就。
- ()20. 重組DNA過程中，用來切開質體DNA和目標DNA的是何種酶？
 (A)DNA酶 (B)核苷酸酶 (C)胺基酸酶 (D)限制酶。
- ()21. 下列哪種生物適合用來大量生產人類的激素？
 (A)細菌 (B)真菌 (C)藻類 (D)人體。
- ()22. 寶寶出生，傑森想確認寶寶是否是他的親生小孩，你應建議他做什麼？
 (A)滴血認親 (B)抹片檢查 (C)比對手指和腳指的指紋 (D)取DNA，做DNA指紋比對。
- ()23. 關於生物技術的發展，下列何者正確？
 (A)基因轉殖絕對不會影響非目標物種 (B)目前已有成功的案例，利用基因轉殖哺乳動物，生產含有可製成藥物的乳汁 (C)微生物較小，若發現對人類不利，較易回收 (D)目前我國尚未核可基因改造食品輸入市面。
- ()24. 基因轉殖產生的抗殺草劑植物，在自然界中有可能使野草也成為抗殺草劑的雜草，原因為
 (A)藉營養繁殖 (B)嫁接枝條 (C)使野草發生突變 (D)傳粉作用。
- ()25. 1970年代，美國進行鐮形血球貧血症的篩檢工作，發現非洲後裔青年帶有鐮形血球貧血症基因的比例很高，結果導致其就業機會減少，甚至被建議結紮。這種善意變成傷害的情形，顯示出下列何種現象？
 (A)人類的無知和偏見 (B)生物科技可解決人口增加的問題 (C)生物科技所帶來的社會問題 (D)生物科技不能解決問題。
- ()26. 下列何者不屬於遺傳工程的範圍？
 (A)轉殖細菌生產胰島素 (B)基因轉殖的抗蟲植物 (C)嫁接產生的柑橘 (D)分泌含凝血因子乳汁的母羊。
- ()27. 人類可利用重組DNA的技術來製造何種物質，以改善生活？
 (A)核酸 (B)醣類 (C)蛋白質 (D)脂質。
- ()28. 重組DNA過程中，用來連接質體DNA和目標DNA的是何種酶？
 (A)DNA酶 (B)核苷酸酶 (C)DNA連接酶 (D)限制酶。
- ()29. 有關基因轉殖細菌的製作過程或原理，下列敘述何者錯誤？
 (A)細菌的質體由RNA組成 (B)細菌的質體可做為重組DNA的載體 (C)限制酶切割特定DNA片段 (D)將重組DNA送入細菌體內表現，才成為基因轉殖細菌。