



福建中學

FUKIEN SECONDARY SCHOOL

中六畢業試 (2021-2022)

生物科 卷二

(一小時)

日期：二零二二年一月二十六日

姓名：_____

時間：上午十一時三十分至下午十二時三十分

班別：_____ 班號：_____

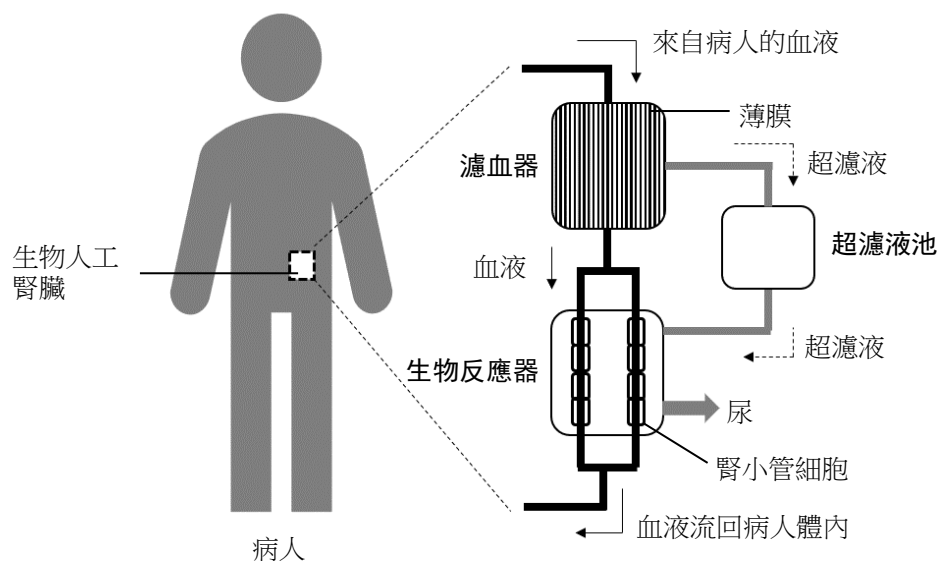
考生須知

- (一) 本試卷分甲、乙、丙、丁**四部**。回答任何**兩部**內**全部**試題。
- (二) 答案須寫在所提供的答題簿內，每題（非指分題）必待另起新頁作答。
- (三) 在適當處應以段落形式作答。
- (四) 在適當處應附圖闡明答案。
- (五) 本試卷的附圖**未必**依比例繪成。

甲部 人體生理學：調節與控制

回答本部分內的所有試題。

- 1 a 不少腎衰竭病人都希望能夠接受腎移植，然而腎移植也存在一些困難。科學家現時嘗試研發生物人工腎臟，冀望為腎衰竭病人提供一種更佳的治疗選項。在科學家的初部構思中，生物人工腎臟應該是一部細小的植入式裝置，能替代天然腎臟的功能。下圖顯示生物人工腎臟的早期設計。

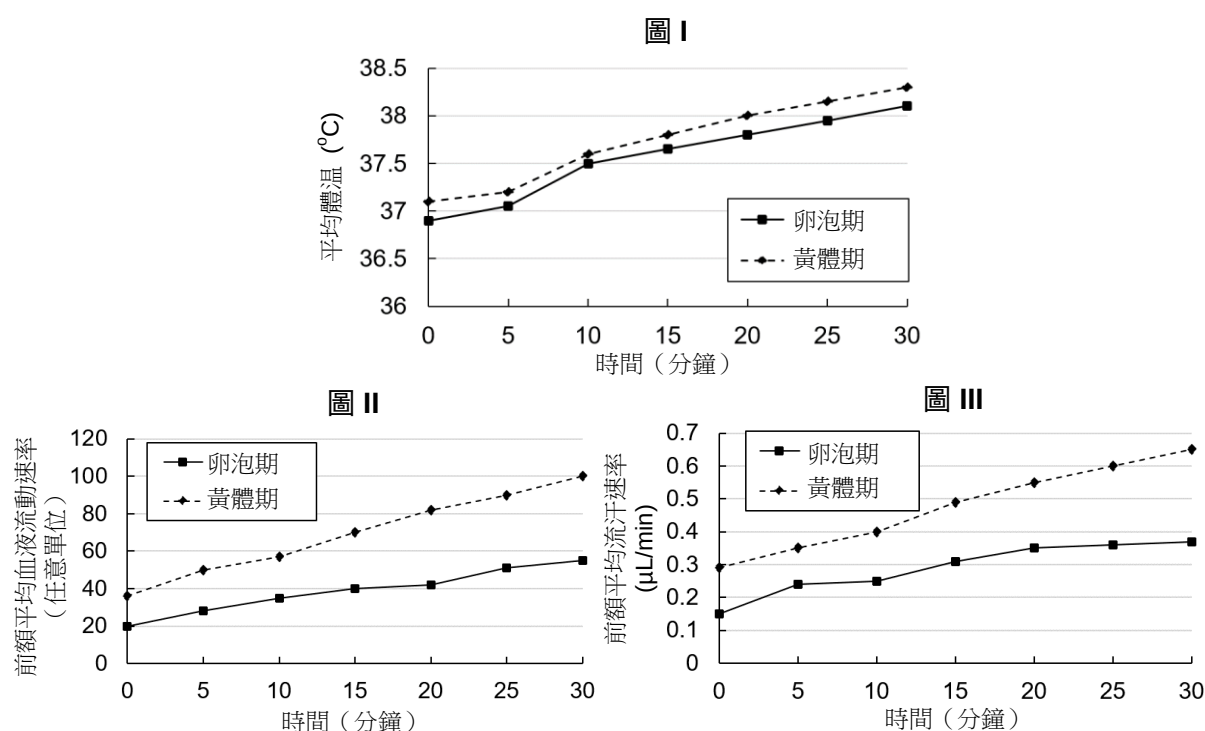


濾血器利用薄膜和病人自身的血壓產生超濾液。接着，血液和超濾液進入生物反應器，生物反應器內有由病人自身的腎小管細胞，這些細胞由病人的幹細胞製造出來，能替代近曲小管的功能。經過處理的血液會返回病人身體，而生物反應器產生的尿則會流入膀胱，最後由病人排走。

- i 寫出跟濾血器具有相同功能的腎元部分名稱。 (1分)
- ii 生物反應器的其中一個功能是把超濾液濃縮成尿素濃度較高的尿。根據你的生物學知識，指出生物反應器怎樣做到上述的功能。 (5分)
- iii 舉出使用生物人工腎臟較腎移植的兩項優勝之處。 (2分)
- iv 使用生物人工腎臟的病人可能出現經常口渴和尿量過多等副作用，這是由於生物人工腎臟不能對抗利尿激素 (ADH) 作出反應所致。根據以上資料，解釋副作用出現的原因。 (2分)

- 1 b 女性在月經週期中的黃體期（第 17 至 28 天）孕酮水平上升，體溫的調定點因而會高於正常水平（一般高出 0.2 至 0.5°C ）。基於相關資訊，有些科學家提出黃體期孕酮水平上升會使體溫調節中樞對體溫變化的敏感度下降，並進行研究以驗證這個想法。

在這項研究中，12 位健康的年輕女士在同一個月經週期中接受兩次測試，一次在卵泡期的中段（第 6 至 9 天）進行，另一次在黃體期進行。她們獲安排在一個預設氣溫為 41°C 、相對濕度為 21% 的房間內靜坐 30 分鐘。研究人員每隔一段時間量度她們的體溫、前額皮膚的血液流動速率，以及前額的流汗速率。以下圖表顯示結果。



- i 簡單說明在測試期間受試者體溫上升的原因。 (2分)
- ii 解釋為甚麼在測試期間受試者前額皮膚的血流量增加。 (3分)
- iii 研究結果是否支持科學家所提出的假說？試加以解釋。 (3分)
- iv 除了維持子宮內膜的厚度外，提出黃體期孕酮處於高水平對胎兒生存的另一個重要性。 (2分)

乙部 應用生態學

回答本部分內的所有試題。

- 2 a 科學家進行一項研究，以探究於土壤施加不同份量的無機氮、磷和鉀 (NPK) 肥料和堆肥對小麥生長和產量的影響。他們把一幅農田劃分為五幅面積相同的樣區，然後在每一樣區種植相同數目的小麥植株。150 天後，他們記錄各個樣區的小麥穀粒和稻草產量。稻草是在穀粒收成後留下的部分，主要是已變乾的麥桿和葉。

研究結果如下表所示。

樣 區	施加的肥料	穀粒產量 (公斤／公頃)	稻草產量 (公斤／公頃)
A	1 份 NPK 肥料	208.2	106.7
B	1 份 NPK 肥料 + 1 份堆肥	262.6	177.7
C	1 份 NPK 肥料 + 2 份堆肥	320.8	193.3
D	1 份 NPK 肥料 + 3 份堆肥	320.6	238.1
E	1 份無機氮肥	130.6	56.8

- i 描述稻草產量與小麥穀粒產量之間的整體關係，並就這個關係提出一個可能的解釋。 (2分)
- ii 討論施加不同分量的堆肥對提升小麥作物產量的效用。從研究結果舉出證據以支持你的答案。 (4分)

在同一項研究中，科學家還花了兩年時間追蹤施加於各樣區的肥料中氮的去向。以下是其中兩項重要的發現。

- (1) 樣區 A 的氮流失率低於樣區 E。
- (2) 樣區 B 的氮流失率低於樣區 A。

- iii 根據你的生物學知識，就以上兩項發現分別提出一個可能的解釋。 (2分)
- iv 泥土流失過量氮會為附近河流的生態帶來甚麼不良的影響？解釋你的答案。 (2分)

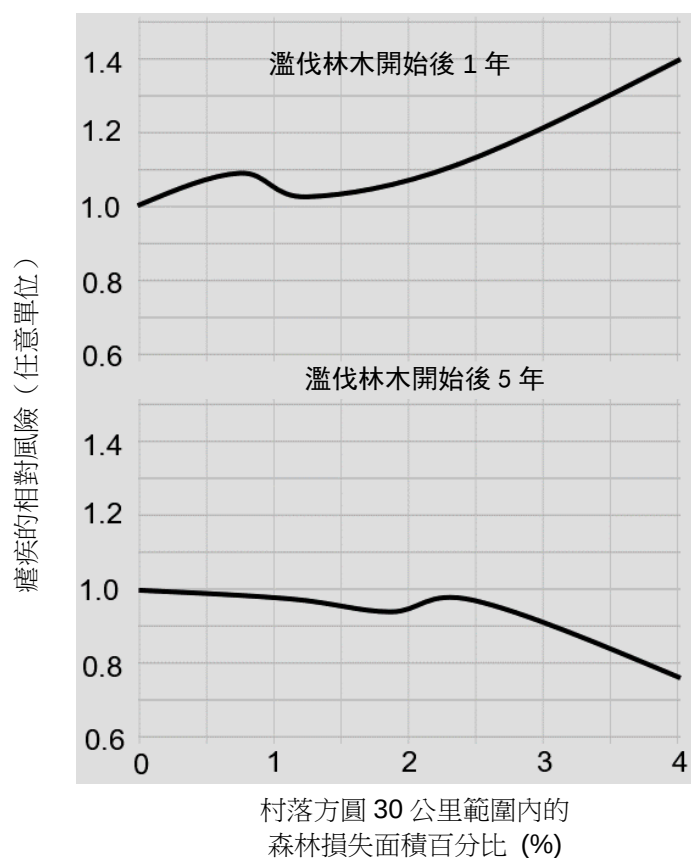
- 2 b 風水林是華南地區村落的一大特色。在香港，當早期的定居者建立村落時，他們保留了村落後方的原始植被（喬木和灌木）。其後，他們在村落後方種植果樹、竹樹，以及一些他們相信會帶來好運的樹種。後來，兩種植被結合便形成了風水林。下圖顯示一個典型的風水林佈局。



(© Ricardo829, Wikimedia Commons)

- i 風水林能夠為村民帶來甚麼實質好處？試提出其中兩項。 (2分)
- ii 現時，香港有不少風水林被評定為具特殊科學價值地點 (SSSI)。這些風水林具有甚麼科學價值？ (1分)

科學家進行一項研究，以探究濫伐林木與瘧疾風險之間的關係。研究中所用的數據包括 L 國多條村落方圓 30 公里範圍內森林損失的面積百分比，以及相關村落的瘧疾發病率。科學家以周圍未曾出現森林損失的村落的瘧疾發病率作基數，計算出瘧疾的相對風險。下圖顯示研究的結果。



- iii 瘧疾的傳播媒介是甚麼？ (1分)
- iv 描述兩種導致森林損失的人類活動。 (2分)
- v 參考所提供的數據，討論森林損失與瘧疾風險之間的關係。提出可能的原因來解釋箇中關係。 (4分)

丙部 微生物與人類

回答本部分內的所有試題。

- 3 a 科學家進行一項實驗，以研究利用兩種噬菌體（P1 和 P2）對抗大腸桿菌的效用。他們把兩種噬菌體分別加到盛有大腸桿菌的燒瓶中，然後用恆溫器把這些混合物在 37°C 下培養。每隔一段時間，科學家從每個燒瓶抽取小量的培養物到長方形的小玻璃管內，並用光譜儀測量小玻璃管內樣本的光學密度 (OD)。

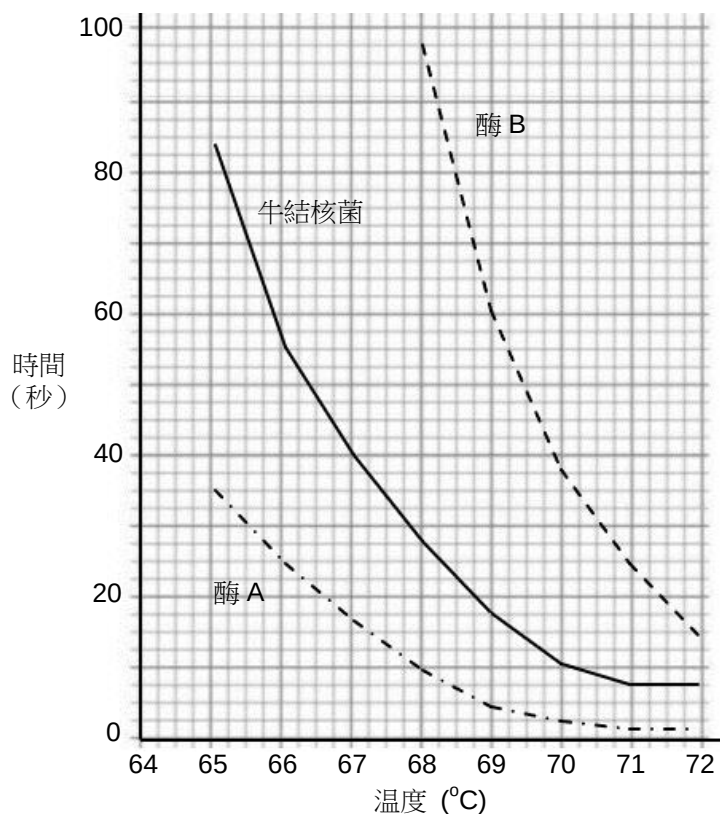
下表顯示實驗結果。

時間 (小時)	光學密度（在波長為 600 nm 的光線下測定）			
	加入 P1	加入 P2	加入 P1 和 P2	只有大腸桿菌
0	0.02	0.02	0.02	0.02
2	0.05	0.10	0.05	0.16
4	0.02	0.01	0.01	0.32
6	0.01	0.02	0.01	0.38
8	0.12	0.10	0.01	0.39
10	0.31	0.17	0.01	0.40
12	0.38	0.23	0.01	0.41
14	0.38	0.30	0.02	0.42
16	0.39	0.32	0.02	0.43
18	0.39	0.34	0.02	0.43
20	0.40	0.35	0.02	0.43

- i 把培養物轉移到小玻璃管以測量光學密度的步驟，必須採用無菌操作。
 - (1) 描述轉移培養物的步驟所涉及的兩項無菌操作。 (2分)
 - (2) 在上述過程中採用無菌操作有甚麼重要性？ (2分)
 - (3) 舉出這個實驗中量度光學密度較活細胞計算優勝的一個原因。 (1分)
- ii 參考實驗結果，提出一種噬菌體療法，以有效治療人類由大腸桿菌引致的感染。從實驗結果舉出證據以支持你的答案。 (3分)
- iii 各培養物雖已加入噬菌體，但在實驗首兩個小時錄得的光學密度還是有所上升。試解釋箇中原因。 (1分)
- iv 其後，科學家以霍亂弧菌取代大腸桿菌重複實驗，但發現兩種噬菌體都不能使細菌的數量下降。提出一個可能的解釋。 (1分)

- 3 b 結核性腹膜炎是結核病的一種，由牛結核菌 (*Mycobacterium bovis*) 引致。這種細菌主要感染牛隻，但人類飲用受感染乳牛的生乳或未經巴斯德消毒法處理的牛奶，便有機會受到感染。

科學家進行一個實驗，以找出牛奶樣本需要在特定溫度下處理多久才能殺死當中所有的牛結核菌，以及令自然存在於生乳中的酶 A 和 B 變性。兩種酶的活性可以經由化學測試快速探測。結果如下圖所示。



- i 結核性腹膜炎屬於食物傳染還是食物中毒？ (1分)
- ii (1) 其中一種巴斯德消毒法是在 72°C 下進行的。參考上圖，為了預防結核性腹膜炎，在進行這種巴斯德消毒法時生乳至少需要處理多久？ (1分)
- (2) 科學家考慮以自然存在於生乳中的酶的活性，作為評估巴斯德消毒法效用的指標，用以確保經處理的牛奶內的牛結核菌已被全部殺滅。哪一種酶 (A 或 B) 較為合適？解釋你的答案。 (3分)

- iii 在西方社會，部分人提倡飲用生乳。他們認為生乳比經巴斯德消毒法處理的奶更健康、更有營養，亦更適合乳糖不耐症患者飲用。你是否同意這些人的見解？舉出理由以作解釋。（3分）
- iv 提出另一種常用於處理牛奶以延長其保質期的方法，並簡單說明其原理。（2分）

丁部 生物工程

回答本部分內的所有試題。

- 4 a 亨廷頓氏舞蹈症是一種常染色體顯性遺傳病，會導致患者腦功能喪失，最終死亡。這種疾病由 **HTT** 基因的突變引致，患者的基因中通常有大量的 **CAG** 重複序列。

1990 年代初期，科學家研發出一種基因測試，可用於預測一個人會否患上亨廷頓舞蹈症和可能的發病時間，其原理是利用 **DNA** 指紋分析找出 **HTT** 基因中的 **CAG** 序列重複次數。下表顯示 **CAG** 序列重複次數與亨廷頓氏舞蹈症的預計風險和發病時間之間的關係。

CAG 序列 重複次數	亨廷頓氏舞蹈症的 預計風險	可能發病時間
≤ 26	十分低	老年期
27–35	低	老年期
36–39	中等	老年期
40–59	高	成年期
≥ 60	十分高	兒童期或青年期

- i 在進行基因測試之前，通常會對 **DNA** 樣本進行聚合酶鏈反應 (**PCR**)。下圖顯示一個正常 **HTT** 基因的部分 **DNA** 序列。

→ **DNA** 延伸的方向

...CCTTCGAGTCCCTCAAGTCCTTCCAGCAGCAGCAGCAGCAGCAACA
GCCGCCACCGCCG...

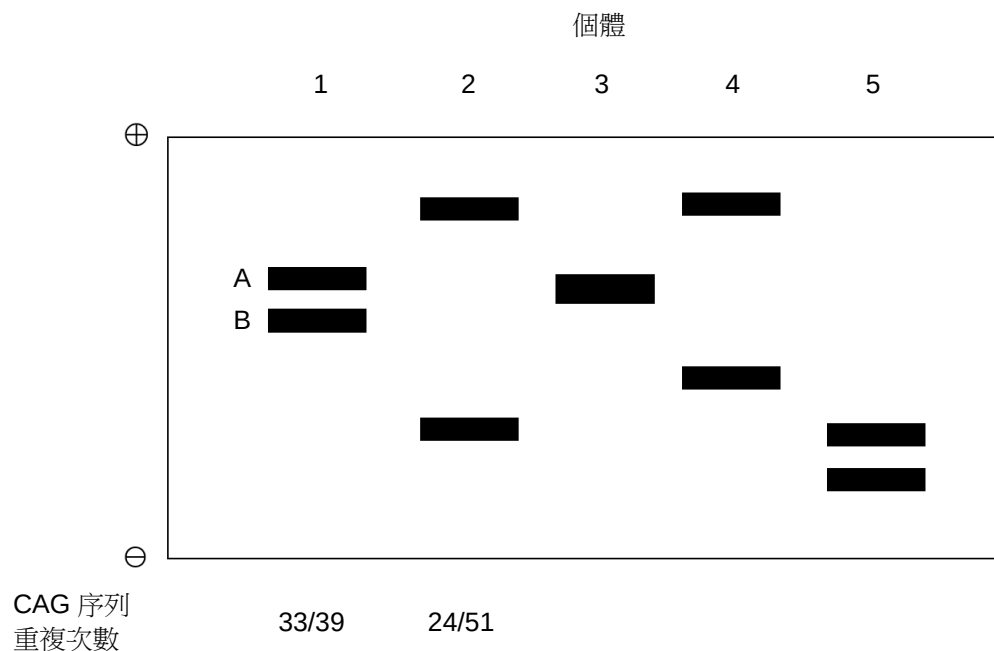
- (1) 該基因中的 **CAG** 序列重複次數為多少？ (1分)

- (2) 以下的鹼基序列屬於 **PCR** 所用的其中一個引物：

CGGCGGTGGCGGCTGTTG

- 寫出 **HTT** 基因與該引物連接的對應位置。 (1分)

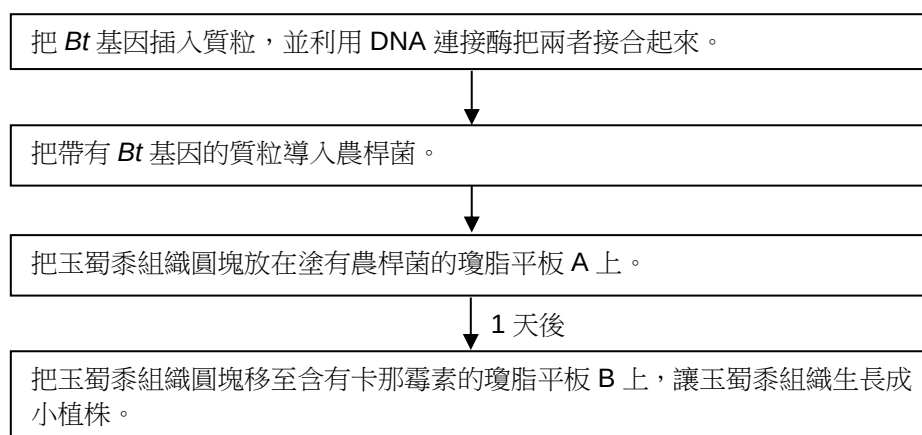
下圖顯示五個個體的亨廷頓氏舞蹈症基因測試結果，並附上個體 1 和個體 2 的 CAG 序列重複次數。



- ii 在個體 1 的 DNA 指紋中，哪條 DNA 帶（A 或 B）代表了 CAG 鹼基序列重複了 39 次的 DNA 片段？試運用凝膠電泳的原理來解釋你的答案。（4 分）
- iii 解釋為甚麼個體 3 的 DNA 指紋分析只有一條 DNA 帶。（1 分）
- iv (1) 描述個體 4 的測試結果。（1 分）
- (2) 個體 4 應該向他的妻子和女兒披露測試結果嗎？舉出一項理由以作解釋。（2 分）

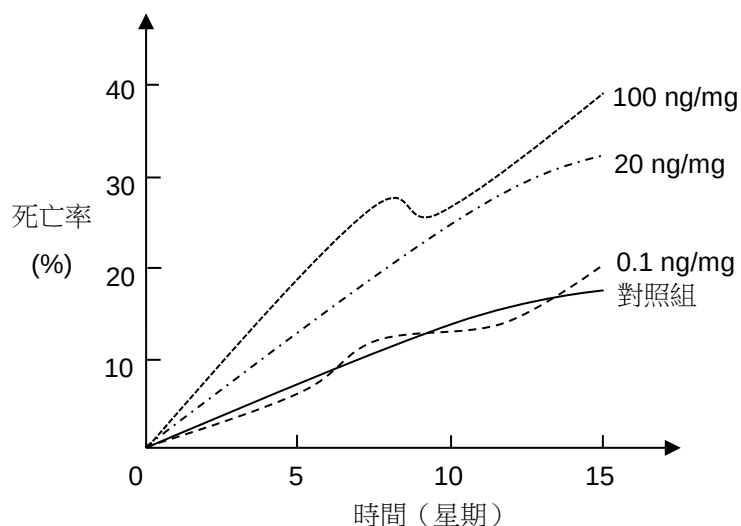
- 4 b *Bt* 玉蜀黍是一種基因改造農作物，含有蘇雲金桿菌的 *Bt* 基因，這個基因所編碼的蛋白質（*Bt* 毒素）對部分農作物害蟲的幼蟲有毒性。

科學家利用農桿菌把 *Bt* 基因轉移到玉蜀黍植株的細胞。農桿菌內有質粒，而質粒帶有一種能抵抗卡那霉素（一種化學品）的基因。以下流程圖顯示製造 *Bt* 玉蜀黍的主要步驟。



- i 上述過程所用的玉蜀黍組織取自玉蜀黍植株的分生組織。指出分生組織細胞具有的一種特性，使分生組織適合用於生產基因改造玉蜀黍。（1分）
- ii (1) 瓊脂平板 B 含有卡那霉素。試提出這種化學品怎樣可用於篩選已轉化的玉蜀黍細胞。（2分）
- (2) 除卡那霉素外，提出瓊脂平板 B 的兩種必需成分。解釋你的答案。（4分）

- iii 科學家進行一項實驗，以研究在一幅農田栽種 *Bt* 玉蜀黍對附近一條河流的非目標昆蟲物種（如石蛾）數量的影響。在實驗室中，他們以含有特定濃度的 *Bt* 毒素的玉蜀黍葉片餵飼石蛾幼蟲 15 個星期，然後記錄石蛾幼蟲的死亡率。實驗結果顯示於下頁的曲線圖中。



- (1) 簡單描述以 *Bt* 玉蜀黍葉片餵飼石蛾幼蟲的效果。 (1分)
- (2) 根據實驗結果，有些環保分子警告 *Bt* 農作物會導致其他非目標物種（如石蛾）的數量下降，繼而為農田附近的淡水生態系帶來長遠的負面影響。不過，有些科學家認為該實驗的設計未能反映真實情況，而栽種 *Bt* 農作物帶來的生態影響仍未可知。試指出科學家言論背後的理據。 (2分)