

香 港 考 試 及 評 核 局
2 0 2 2 年 香 港 中 學 文 憑 考 試

生物 試卷二

本試卷必須用中文作答
一小時完卷（上午十一時四十五分至下午十二時四十五分）

考生須知

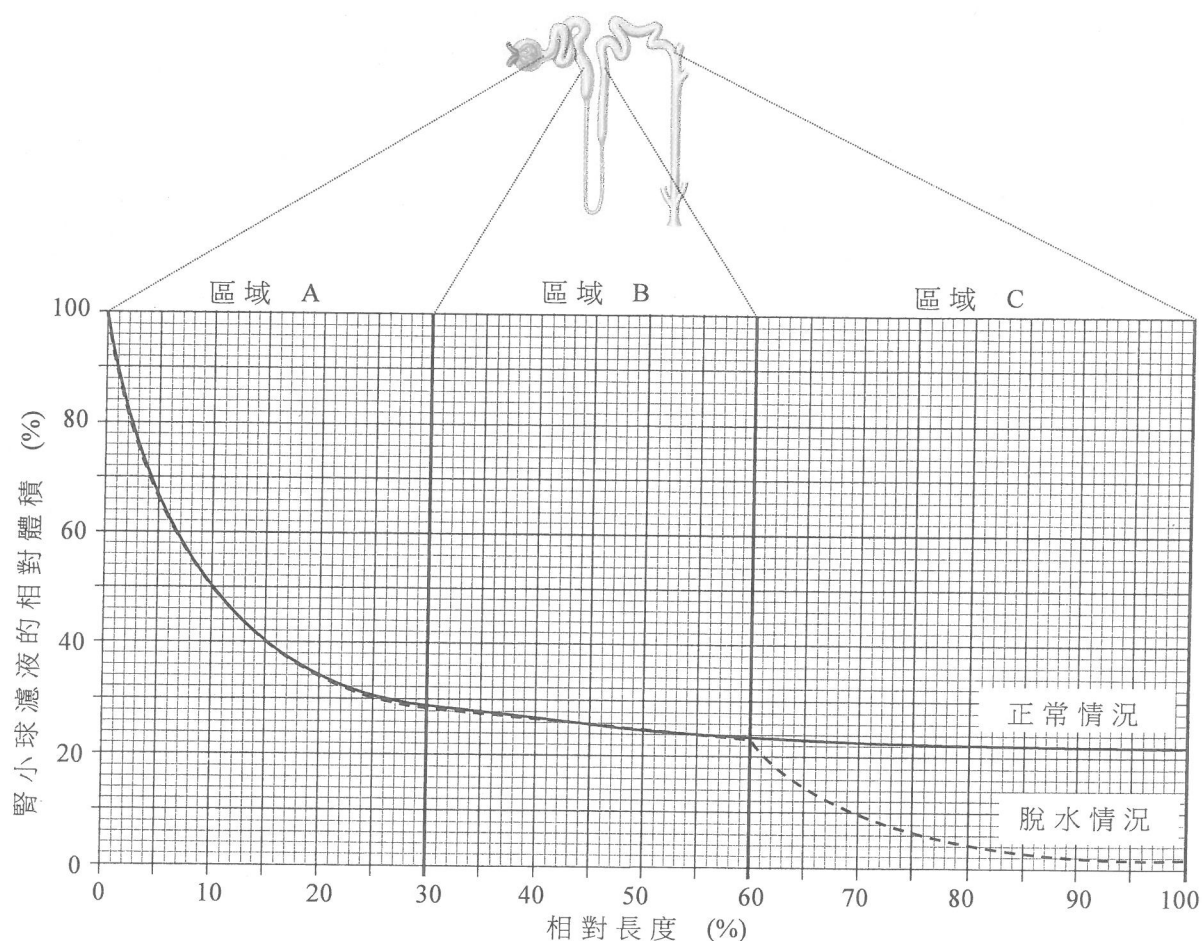
- (一) 本試卷分甲、乙、丙、丁**四部**。回答任何**兩部**內**全部**試題。
- (二) 答案須寫在所提供的 DSE(C) 答題簿內，每題(非指分題)必須另起新頁作答。
- (三) 在適當處應以段落形式作答。
- (四) 在適當處應附圖闡明答案。
- (五) 本試卷的附圖**未必**依比例繪成。

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) 在正常和在脫水情況下，於流經腎小管不同區域時，腎小球濾液的體積變化如下圖所示：



- (i) 描述腎小球濾液如何在鮑曼氏囊內形成。 (2 分)
- (ii) 參考上圖，寫出大部分水分在腎小管哪個區域被重吸收。 (1 分)
- (iii) 若每日形成的腎小球濾液的平均體積為 180 L，在 (ii) 提及的區域內每日所重吸收水分的體積是多少？ (1 分)
- (iv) 解釋水分是如何在 (ii) 提及的區域內從腎小球濾液被重吸收入血液。 (3 分)
- (v) 參考滲透調節的激素控制，解釋在上述兩種不同的情況下，腎小管區域 C 末端的腎小球濾液在相對體積上的差異。 (4 分)

- 1(b) 為探究健康人士和肺組織硬化患者在運動時的呼吸反應，這兩組人士參與一項實驗。他們在一部設定了相同阻力的單車機上，以固定而緩慢的速度進行踏單車十分鐘。實驗期間持續監測他們的呼吸速率、呼吸深度和血漿氣體水平。結果如下表所示：

時間 (分鐘)	呼吸速率 (每分鐘呼吸次數)		呼吸深度 (L)		血漿氧水平 (隨意單位)		血漿二氧化碳 水平(隨意單位)	
	健康人士	患者	健康人士	患者	健康人士	患者	健康人士	患者
0	14	20	0.9	0.7	82.5	75.8	42.5	42.0
2	16	29	1.8	1.0	83.9	70.2	43.2	42.4
4	18	35	2.2	1.1	84.0	67.1	43.3	43.5
6	19	37	2.3	1.2	84.3	63.2	43.8	43.6
8	20	40	2.4	1.2	84.3	62.0	43.9	43.7
10	20	44	2.4	1.2	84.3	60.5	43.9	43.7

- (i) 寫出患者的呼吸深度如何有別於健康人士。 (2 分)
- (ii) 根據患者的狀況，就 (i) 指出的差異提出一項解釋。 (2 分)
- (iii) 在實驗開始六分鐘後，哪個參數（血漿氧水平或血漿二氧化碳水平）較顯著導致患者在呼吸速率上的變化？參考所示的數據，提供理據支持你的推論。 (3 分)
- (iv) 若實驗再延續十分鐘，患者會感到暈眩。參考血漿氣體水平，試解釋為什麼會發生這現象。 (2 分)

乙部 應用生態學

回答本部分內的**所有**試題。

2(a) 在熱帶雨林進行伐林的主要目的，是將它改變為牧養牛隻的草原。

(i) 下表比較初級雨林和伐林後形成的草原內的植物群落：

植物群落的類型	植物的平均高度 (m)	植物物種的數目	*個別植物物種的覆蓋百分率 (%)	
初級雨林	28	18	物種 A	15
			物種 B	19
			物種 C	12
			物種 D	20
			物種 E	14
草原	0.3	3	物種 H	95

* 只包括覆蓋率高於 10% 的物種。

- (1) 將熱帶雨林改變為草原，對植物的平均高度和植物物種的數目有什麼影響？ (1 分)
 - (2) 就估算這個案中的植物物種相對豐度而言，為什麼量度覆蓋百分率比數算個別物種數目為佳？ (1 分)
 - (3) 參考個別植物物種的覆蓋百分率，伐林對植物群落的組成有什麼影響？ (3 分)
- (ii) 從雨林和草原收集土壤樣本，測定土壤孔隙率（土壤顆粒之間的空間）。再將土壤樣本在實驗室內培育 7 天，然後計算氮和無機氮（硝酸鹽和亞硝酸鹽）的含量的淨變化。結果如下表所示：

土壤樣本	土壤孔隙率 (%)	每 1 kg 土壤的氮含量 (mg)	每 1 kg 土壤的無機氮含量 (mg)
初級雨林	80	13	14
草原	60	7.3	9.8

- (1) 根據表中的資料，推論伐林對土壤氮水平的影響。 (2 分)
- (2) 參考氮循環和在 (1) 的答案，回答以下問題：
 - (I) 解釋初級雨林和草原的土壤樣本在氮含量上的差異。 (2 分)
 - (II) 解釋初級雨林和草原的土壤樣本在無機氮含量上的差異。 (2 分)

2(b) 在第二次世界大戰時，香港有很多森林被砍伐用作燃料。政府在戰後建新的水塘及重修現存的水塘時，引入外來的樹木物種種植在水塘的四周。

(i) 解釋在水塘四周植樹對水塘運作的重要性。 (2 分)

(ii) 大埔滘自然護理區由次級森林和植林區組成。次級森林具本地樹木物種，而植林區則具外來樹木物種。在這兩個林區進行一項關於鳥類群落的調查。結果如下表所示：

	具本地樹木物種 的次級森林	具外來樹木物種 的植林區
雀鳥物種的總數	44	46
依賴森林的雀鳥物種數目	16	9
遷徙的雀鳥物種數目	28	37
在森林築巢的雀鳥物種數目	12	2
每公頃內雀鳥個體的數目	44	12

(1) 次級森林是什麼意思？ (1 分)

(2) 森林對鳥類群落而言，有什麼重要性？舉出其中**兩項**。 (1 分)

(3) 提出鳥類對樹木群落的一項好處。 (1 分)

(4) 根據以上結果，推論哪種樹木（本地樹木物種或外來樹木物種）對本地鳥類群落有較大貢獻。 (4 分)

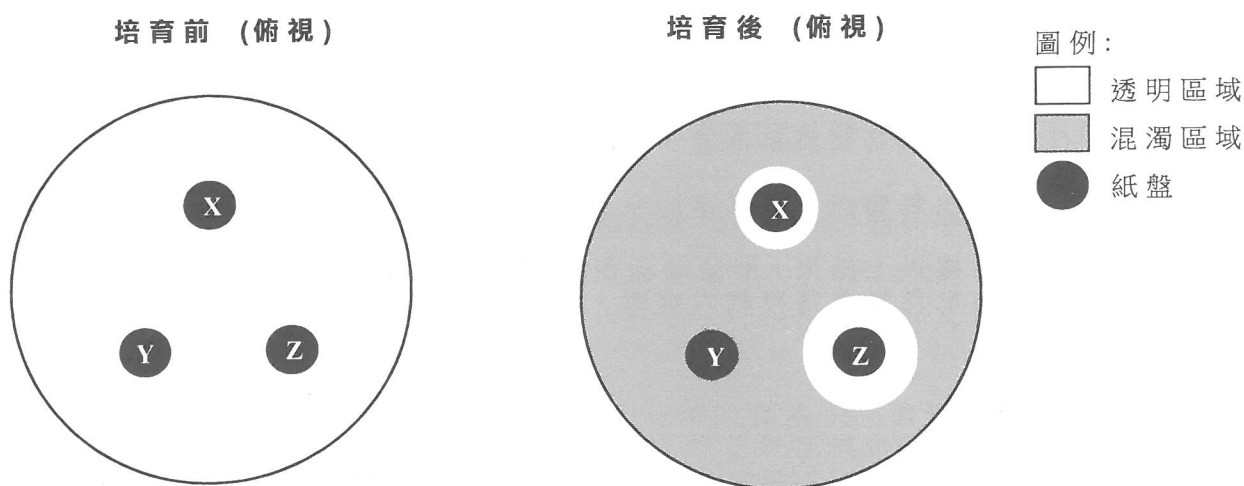
丙部 微生物與人類

回答本部分內的**所有**試題。

3(a) 在 2019 冠狀病毒病 (COVID-19) 疫情期間，搓手液是其中一種最常見的抗疫用品。以下列出一項測試的步驟，以評估搓手液樣本 X、Y 和 Z 的抗菌效用：

1. 利用無菌塗抹棒，將細菌培養均勻塗抹在無菌瓊脂平板的表面。
2. 用一塊無菌濾紙盤蘸滿 10 μ L 搓手液樣本，然後放置在瓊脂平板上。
3. 將瓊脂平板置於 37°C 培育 24 小時。
4. 量度透明區域的直徑。

下圖顯示瓊脂平板在培育前和培育後的外觀：



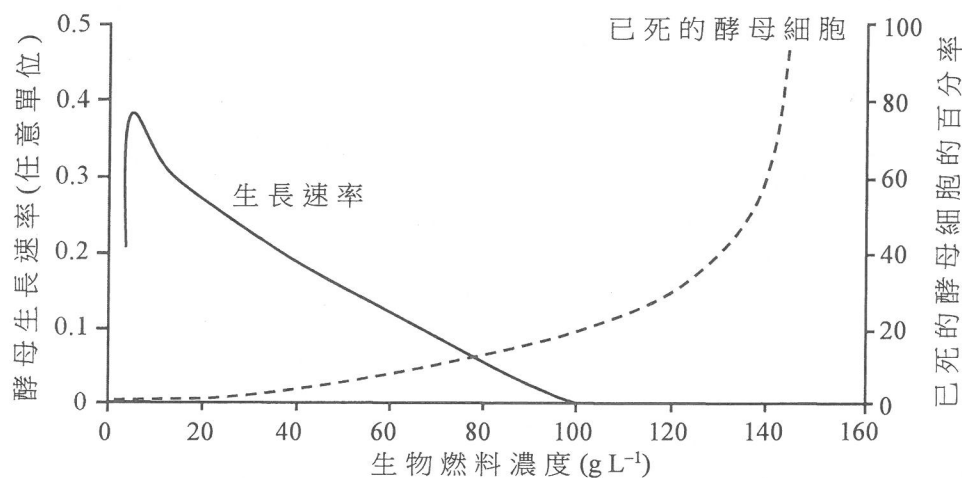
- (i) 解釋為什麼瓊脂平板經培育後有些區域混濁，有些區域則透明。
(2 分)
- (ii) 假設各種搓手液樣本在瓊脂平板上的擴散速率相同，將搓手液的抗菌效用按升序排列，並解釋你的答案。
(2 分)
- (iii) 測試結果能否真實反映搓手液樣本對抗 COVID-19 的效用？為什麼？
(2 分)
- (iv) 指出在瓊脂平板上塗抹細菌培養時，必須採用的**兩項**無菌操作。解釋你的答案。
(4 分)

3(b) 酵母發酵作用可以用來生產生物燃料。

(i) 寫出酵母發酵作用的文字方程式。

(2 分)

(ii) 下圖顯示生物燃料的生產對酵母培養的影響：

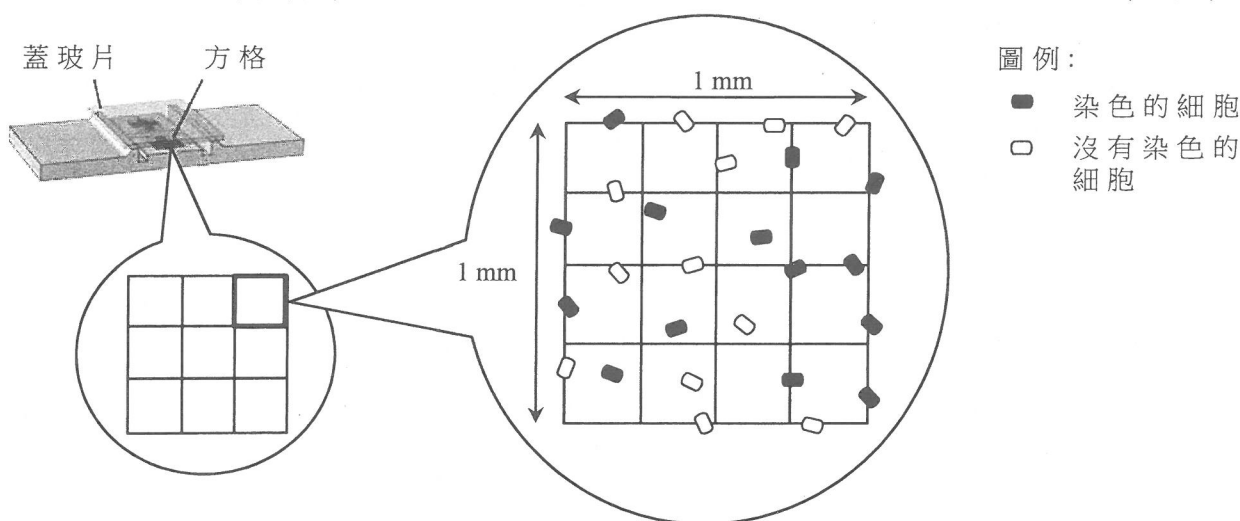


(1) 參考上圖，生物燃料的生產對酵母有什麼影響？

(2 分)

(2) 已死的酵母細胞的百分率可用細胞計數器(血細胞計數器)估算。下圖顯示經藍色染劑染色的稀釋酵母培養樣本的外觀，該染劑只將死掉的細胞染色。數算下圖內已死細胞的數目，並計算已死酵母細胞的百分率：

(2 分)



(3) 大方格的尺寸是 $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ ，深度是 0.1 mm 。稀釋後的酵母樣本，其稀釋因子為 10^4 。計算原本每 1 cm^3 酵母培養中，酵母細胞的總數。

(2 分)

(iii) 傳統上生物燃料是用玉米或甘蔗的可進食部分來生產。已研發一種能將纖維素轉化為生物燃料的基因改造(GM)酵母。就生產生物燃料而言，使用這種 GM 酵母較傳統酵母為佳，寫出兩項使用 GM 酵母的優點。

(2 分)

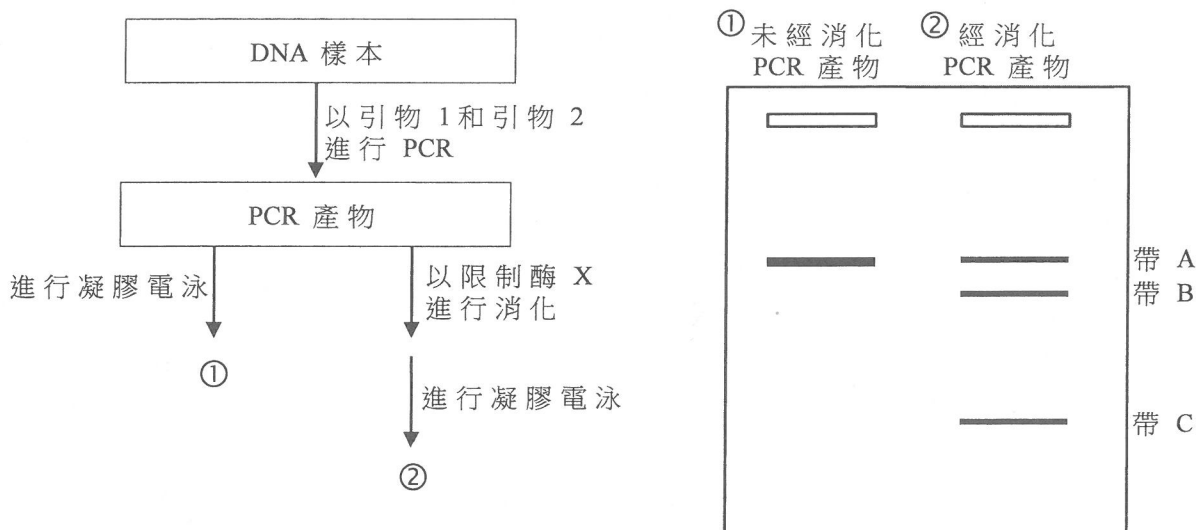
丁部 生物工程

回答本部分內的所有試題。

- 4(a) 鎌狀細胞性貧血是一種體染色體遺傳病，由編碼血紅蛋白其中一條多肽鏈的基因的隱性突變引致。這突變令多肽的第七個氨基酸變為另一個氨基酸。該突變等位基因的部分 DNA 序列顯示如下：

引物 1		鹼基數目
AGTCAGGGCA	GAGCCATCTA TTGCTTACAT TTGCTTCTGA CACAACGTG	50
TTCCTAGCA	ACCTCAAACA GACACCATGG TGCATCTGAC TCCTGTGGAG	100
AAGTCTGCCG	TTACTGCCCT GTGGGGCAAG GTGAACGTGG ATGAAGTTGG	150
TGGTGAGGCC	CTGGGCAGGT TGGTATCAAG GTTACAAGAC AGGTTTAAGG	200
AGACCAATAG	AAACTGGGCA TGTGGAGACA GAGAAGACTC TTGGGTTTCT	250
GATAGGCACT	GACTCTCTCT GCCTATTGGT CTATTTTCCC ACCCTTAGGC	300
TGCTGGTGGT	CTACCCTTGG ACCCAGAGGT TCTTTGAGTC CTTTGGGGAT	350
CTGTCCACTC	CTGATGCTGT TATGGGCAAC CCTAAGGTGA AGGCTCATGG	400
CAAGAAAGTG	CTCGGTGCCT TTAGTGATGG CCTGGCTC	438
引物 2		

- (i) 該多肽的開端是由遺傳密碼 ATG 編碼，即圖中劃有底線的位置。寫出發生突變的遺傳密碼。(1 分)
- (ii) 參考上圖，使用引物 1 和引物 2 擴增該突變等位基因，預計所產生的 PCR 產物的大小是什麼？寫出 PCR 產物大小的單位。(2 分)
- (iii) 已知正常等位基因有限制酶 X 的識別部位，但突變等位基因中，該識別部位已被破壞。由一名鎌狀細胞性貧血的帶基因者取得 DNA 樣本，進行以下分析：



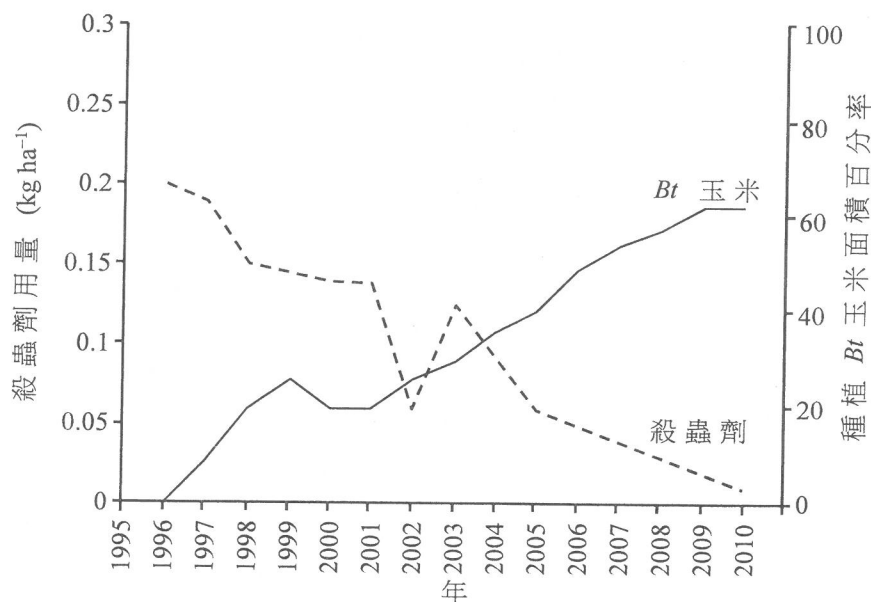
- (1) 解釋為什麼經消化後的 PCR 產物，在凝膠電泳後會得到三條 DNA 帶？ (3 分)
- (2) 哪一條/些帶代表具突變的等位基因？解釋你的答案。 (3 分)
- (iv) 根據一項 DNA 序列科研項目，這突變在兩個人類種群內的頻率如下表顯示：

種群	人數	突變數目	屬純合子的人數
非洲	12 482	1 121	4
東亞	9 961	0	0

在 (iii) 的 DNA 樣本最有可能來自哪個種群？ (1 分)

4(b) *Bt* 玉米是轉基因農作物，具來自某種細菌的 *Bt* 基因。這 *Bt* 基因能產生一種對某些昆蟲害蟲有毒的蛋白。

- (i) 土壤桿菌轉化作用常用以生產轉基因植物。寫出這方法的**兩項**不足之處。 (2 分)
- (ii) 下圖顯示在美國農場中 *Bt* 玉米的種植率和殺蟲劑的用量：



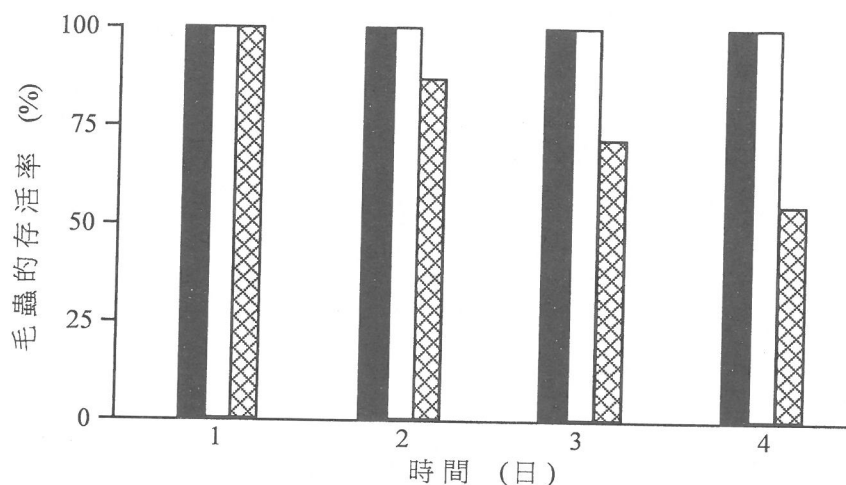
- (1) 解釋 *Bt* 玉米的種植率和殺蟲劑用量之間的關係。 (3 分)
- (2) 寫出種植 *Bt* 玉米對農民的一種好處。 (1 分)

(iii) 將 *Bt* 玉米引進到農田後，發現蝴蝶物種 *M* 的種群急劇下降。*Bt* 玉米被認為是引致這急劇下降的罪魁禍首。

- (1) 在實驗室研究中，把 *M* 的毛蟲分為三組，分別以不同種類的葉子餵飼。三組毛蟲的存活率如下所示。

圖例：

- 沒有任何花粉的葉子
- 覆蓋普通玉米的花粉的葉子
- ▨ 覆蓋 *Bt* 玉米的花粉的葉子



根據這研究結果，就 *M* 種群的下降提出一個可能的解釋。

(2 分)

- (2) 其後，進行大規模的田野研究，將 *M* 的毛蟲分別置於與種植 *Bt* 玉米和種植普通玉米的農田邊緣不同距離的地方。發現這些毛蟲在存活率上沒有顯著的差異。

科學家質疑在 (1) 所提及的實驗室研究結果的有效性。試提出兩項在農田的實際情況，這些情況或會影響實驗室研究結果的有效性。

(2 分)

試 卷 完

本試卷所引資料的來源，將於香港考試及評核局稍後出版的《香港中學文憑考試試題專輯》內列明。