

等 別：二級考試

類 科：農業技術

科 目：試驗設計

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

- 一、某研究人員擬評估在飼料中添加三種營養素（記為：A、B、C）對促進小豬生長的效果。試驗擬以現行的飼料配方為基礎，三種營養素皆設添加（記為：+）與不添加（記為：-）兩個變級，總共組成下表列示的 8 個處理組合：

處理組合 代碼	處理等級		
	A	B	C
(1)	—	—	—
<i>a</i>	+	—	—
<i>b</i>	—	+	—
<i>ab</i>	+	+	—
<i>c</i>	—	—	+
<i>ac</i>	+	—	+
<i>bc</i>	—	+	+
<i>abc</i>	+	+	+

為了控制小豬間的變異，該研究人員從四隻健康母豬所生下的四胎小豬中，選出每胎四隻體重相似的小豬來進行他的試驗。他希望能藉此試驗得到這三種營養素的主效應（main effects：A、B、C）、及任意兩種營養素間之交感效應（interactions：AB、AC、BC）的估值。請說明該研究人員應該如何將前述 8 個處理組合配置於這四胎（每胎四隻）小豬上，才能達成本研究的目標。（20 分）

- 二、某水稻育種家擬評估經由國際種子交換中心引進的 48 個耐旱的水稻品系（記為： $I_1, \dots, I_{48}$ ）在間歇性灌溉下的適應性。試驗時，擬以國內育成的 4 個品種（記為： C_1, C_2, C_3, C_4 ）做為對照。已知：(一)預定供本研究用的試驗田，共可容納 64 個面積與形狀皆適當的試區（plots）；試區之間存有相當大的土壤異質性，但並無明顯的方向性變化。(二)這 48 個引進品系的種子相當有限，每一品系的種子量皆僅足以供應一個試區的試驗之用。請依據前述條件，繪圖說明本試驗之田間佈置應如何設計才能迎合本研究之目的？（20 分）

(請接第二頁)

等 別：二級考試

類 科：農業技術

科 目：試驗設計

三、某研究人員擬探討採收期對馬鈴薯產量的影響。試驗時，共有四個品種（記為：V1、V2、V3、V4）參試；採收期則設有定植後第 100 天、第 110 天及第 120 天收穫三個變級（記為：H1、H2、H3）。由於試驗田的土壤肥力有明顯的南北向梯差，該研究人員將試驗田自北至南劃分為四個區集（下圖雙線所圍成的區塊），希望能藉此降低試驗誤差。而為了工作上的方便，他又將試驗田由西至東劃分為三個南北向的長條試區，隨機佈置採收期的三個變級；最後再將各個區集內之各個採收期試區自北至南劃分為四個小試區，隨機佈置四個參試品種。其田間配置圖如下：

	H1	H3	H2	N ↑
Block I	V2	V3	V4	
	V1	V4	V2	
	V4	V2	V3	
	V3	V1	V1	
Block II	V2	V4	V4	
	V3	V2	V2	
	V1	V3	V1	
	V4	V1	V3	
Block III	V1	V3	V3	
	V4	V1	V2	
	V2	V4	V4	
	V3	V2	V1	
Block IV	V4	V2	V1	
	V1	V3	V3	
	V3	V1	V4	
	V2	V4	V2	

- (一)請就試驗設計的 1. 隨機配置 (randomization)、2. 重複試驗 (replication) 及 3. 區集控制 (blocking) 等三項基本原則，以及 4. 試驗必須採取裂區設計的充分條件，檢討本研究之試驗設計。若你認為這個試驗的田間設計有所缺失，請提出一個較為適當的田間設計（請繪出田間配置圖），並請說明你提出的設計之試驗效率比原設計之試驗效率高的理由。（20 分）
- (二)該研究人員認為這項試驗的田間佈置是一種變形的裂區設計，因此他直接以一般裂區設計的統計程序來分析其試驗數據。請說明 1. 這個試驗的數據至少必須符合什麼條件，才能由一般裂區設計的統計程序獲得可靠的分析結果；及 2. 若試驗數據不符合這些條件，則應如何進行統計分析才妥？（10 分）

（請接第三頁）

等 別：二級考試

類 科：農業技術

科 目：試驗設計

四、某學者擬循反應曲面研究法（Response Surface Methodology）探討藉由黑麴黴（*Aspergillus niger*）之發酵生產葡萄糖氧化酶（glucose oxidase, GOD）的最佳培養條件。首先，他採用一項Plackett-Burman設計的試驗來篩選重要的培養基成分。在該項試驗中，參試的培養基成分與處理變級如下：

變級 代碼	培養基成分					
	Sucrose	NaNO ₃	Peptone	CaCO ₃	KH ₂ PO ₄	MgSO ₄
+	10%	0.1%	1.5%	5%	0.1%	0.1%
—	6%	0.005%	0.5%	1%	0.005%	0.005%

試驗後，獲得下表列示的 8 個處理組合之葡萄糖氧化酶活性的觀測值（Y, units/mL）：

處理組合	Sucrose	NaNO ₃	Peptone	CaCO ₃	KH ₂ PO ₄	MgSO ₄	Y
1	+	+	+	—	+	—	0.0546
2	—	+	+	+	—	+	0.3153
3	—	—	+	+	+	—	0.2691
4	+	—	—	+	+	+	0.4041
5	—	+	—	—	+	+	0.2175
6	+	—	+	—	—	+	0.1083
7	+	+	—	+	—	—	0.3425
8	—	—	—	—	—	—	0.1721
平均效應	-0.016125	-0.005925	-0.097225	0.194625	0.001775	0.051725	

(一)請據此進行統計分析，藉以選出具有顯著效應的培養基成分。（15 分）

(二)若以 $X_{k(k=1,\dots,6)} = 1$ 與 $X_{k(k=1,\dots,6)} = -1$ 分別代表 1. Sucrose、2. NaNO₃、3. Peptone、4. CaCO₃、5. KH₂PO₄ 及 6. MgSO₄ 之正規化的高、低兩個處理變級（normalized treatment levels），則在本試驗範圍內，葡萄糖氧化酶活性的一次反應函數

可以表示為： $Y = \beta_0 + \sum_{k=1}^6 \beta_k X_k$ 。請計算此反應函數之各項迴歸係數的估值

$(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_{k(k=1,\dots,6)})$ ，及其標準誤差 $(SE(\hat{\beta}_k))$ 。（5 分）

(三)在獲得上述資訊後，該學者應如何進行後續的試驗工作，才能有效地獲致生產葡萄糖氧化酶的最佳培養條件。（10 分）

註：1. Sucrose 之平均效應（average effect）由下式求得：

$$(0.0546 - 0.3153 - 0.2691 + 0.4041 - 0.2175 + 0.1083 + 0.3425 - 0.1721)/4 = -0.016125；$$

其他成分之平均效應亦由相同的方法求得。

$$2. F_{(0.95, df_1=1, df_2=1)} = 161.4, F_{(0.99, df_1=1, df_2=1)} = 4052。$$