

101年專門職業及技術人員高等考試建築師、技師、第2次
食品技師考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

代號：02260
頁次：7-1

等 別：高等考試

類 科：農藝技師

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、國際馬鈴薯研究中心（International Potato Center）出版了一份手冊（practical manual），說明其發展出來的統計軟體 Agricolae 的使用細節，包含了如何使用 R 語言來產生試驗者所需要的試驗設計配置圖，以及試驗所得數據的分析。下列是幾個根據 Agricolae 產生的試驗設計配置圖，請您判斷各為何種設計的配置圖：

(一)配置圖一，處理數為 3，以拉丁字母 A, B, C 代表。請問這是何種設計之配置圖？（6 分）

	plot1	plot2	plot3
block1	A	B	C
block2	C	A	B
block3	C	A	B
block4	A	C	B

(二)配置圖二，處理數為 4，以拉丁字母 A, B, C, D 代表。請問這是何種設計之配置圖？（6 分）

Row	Column block			
block	C1	C2	C3	C4
R1	A	B	C	D
R2	B	C	D	A
R3	D	A	B	C
R4	C	D	A	B

(三)配置圖三，處理數為 12，每個區集共同的處理數為 4，以 A, B, C, D 來代表，非共同處理數為 7，則以 t, u, v, w, x, y, z 來代表。請問此為何種設計之配置圖？（6 分）

block	plot					
	1	2	3	4	5	6
I	D	A	v	C	B	u
II	t	D	A	x	B	C
III	D	C	B	A	w	
IV	A	C	D	B	y	
V	z	A	B	D	C	

(四)配置圖四，處理數為 15，是 15 種不同的基因型（genotype）的農作物品種，分別以 geno1-geno15 來表示。此設計包含兩個完整的重複，亦即每種基因型出現兩次。（7 分）

replicate I			
block	plot		
	1	2	3
I	geno8	geno4	geno10
II	geno1	geno12	geno14
III	geno6	geno2	geno15
IV	geno7	geno3	geno11
V	geno13	geno9	geno5
replicate II			
block	plot		
	1	2	3
I	geno13	geno7	geno1
II	geno8	geno5	geno14
III	geno4	geno11	geno15
IV	geno6	geno3	geno12
V	geno10	geno2	geno9

二、下列是一組馬鈴薯的田間試驗數據，參試品種數為 6，分別以 A, B, C, D, E, F 來代表以均衡不完全區集設計進行試驗，一共 10 個區集，每個區集包含 3 個試區，試驗完成後所得之數據如下：

block	plot		
	1	2	3
1	A, 69	B, 54	C, 50
2	A, 77	B, 65	D, 38
3	A, 72	C, 45	E, 54
4	A, 63	D, 60	F, 39
5	A, 70	E, 65	F, 54
6	B, 65	C, 68	F, 67
7	B, 57	D, 60	E, 62
8	B, 59	E, 65	F, 63
9	C, 75	D, 62	E, 61
10	C, 59	D, 55	F, 56

請回答下列問題：

(一)請寫出分析此數據的統計模式，並說明模式中所含之效應，以及各效應所對應的自由度。(6 分)

(二)常見的分析方式之一為：將區集效應視為是「固定型」的效應，並以此觀點估算矯正後的均數及標準差。請根據統計模式之效應說明矯正前與後的均數之期望值。(6 分)

註：寫出下列第 1 個品種的矯正前均數期望值與矯正後均數之期望值即可

$$E(\bar{y}_1) = ?$$

$$E(\bar{y}_1^*) = ?$$

品種	$\bar{y}_j$ 矯正前之均數	$\bar{y}_j^*$ 矯正後之均數	$SE(\bar{y}_j^*)$ 標準差
V_1	70.2	75.1	3.73
V_2	60.0	58.7	3.73
V_3	59.4	58.6	3.73
V_4	55.0	55.0	3.73
V_5	61.4	60.1	3.73
V_6	55.8	54.4	3.73

(三)由於試驗者的目的是希望比較兩品種效應之差異，亦即 $\tau_j - \tau_{j'}$ ，因此他關心的是兩個矯正後均數的差值，亦即 $\bar{y}_j^* - \bar{y}_{j'}^*$ ，此差值之期望值與標準誤差為

$$E(\bar{y}_j^* - \bar{y}_{j'}^*) = \tau_j - \tau_{j'}, \quad SE(\bar{y}_j^* - \bar{y}_{j'}^*) = 5.36$$

根據此標準誤差檢定第1品種與第2品種兩者矯正後均數是否有顯著差異？亦即檢定 $\bar{y}_1^* - \bar{y}_2^*$ 是否與0有顯著之差異，雙尾顯著臨界值 $t_{0.05} = 2.13$ 。(6分)

(四)常見的分析之二為：將區集效應視為是「逢機型」(或稱隨機型)的效應，並以此觀點估算品種均數及標準差。

品種	$\bar{y}_j$ 矯正前之均數	$\tilde{y}_j$ 矯正後之均數	$SE(\tilde{y}_j)$ 標準差
V_1	70.2	72.1	3.75
V_2	60.0	59.5	3.75
V_3	59.4	59.1	3.75
V_4	55.0	55.0	3.75
V_5	61.4	60.9	3.75
V_6	55.8	55.3	3.75

上述的估值 $\tilde{y}_j$ 是用來估算 $\mu_j = (\mu + \tau_j)$ ，但是試驗設計的目的在於比較品種效應的差異，亦即要估算 $\tau_j - \tau_{j'}$ 的大小。由於

$$E(\tilde{y}_j - \tilde{y}_{j'}) = \tau_j - \tau_{j'}$$

因此我們可以得到另一組估值其標準差為

$$SE(\tilde{y}_j - \tilde{y}_{j'}) = 5.05$$

請問：對於品種效應的差值 $\tau_j - \tau_{j'}$ 做統計推論，就其估值的標準誤差而言，您覺得將區集效應視為是固定型或是逢機型觀點較為有利？請說明理由。(7分)

三、假設一個場景，一位作物育種家育出四個新品種，分別稱為 A, B, C, D，希望跟現行的原始品種 O 比較試驗，她希望用逢機完全區集設計來進行品種產量比較，假定她的試驗田面積只足夠規劃成 30 個試區。請回答下列問題：

(一)請您替她規劃一個RCB設計，稱為RCBD¹，此設計一共有 6 個區集，每個區集有 5 個試區，所以每個區集可容納 5 個處理：{A, B, C, D, O}，一共 30 個試區，請繪出隨機配置圖（對於{A, B, C, D, O}每個處理均有 6 個觀測值）。（6 分）

(二)請您替她規劃另一個RCB設計，稱為RCBD²，此設計一共有 5 個區集，每個區集有 6 個試區，可容納 6 個處理：{A, B, C, D, O, O}，一共 30 個試區，請繪出隨機配置圖（新品種{A, B, C, D}各有 5 個觀測值，原始品種O則有 10 個觀測值）。（6 分）

(三)根據前兩個小題分別列出檢定 $\bar{y}_O - \bar{y}_A$ 的標準誤差，並依下列計算式作答於試卷上。（6 分）

$$\text{RCBD}^1: \text{SE}(\bar{y}_O - \bar{y}_A) = \sqrt{\left(\frac{1}{()} + \frac{1}{()}\right) \text{MSE}}$$

$$\text{RCBD}^2: \text{SE}(\bar{y}_O - \bar{y}_A) = \sqrt{\left(\frac{1}{()} + \frac{1}{()}\right) \text{MSE}}$$

(四)她這個試驗是育種的初步階段，其目的是篩選有希望的新品種，因此其目的是在於比較原始品種 O 與新品種{A, B, C, D}，請問上述兩個設計何者較為有利？請說明理由。（7 分）

四、一個馬鈴薯的磷肥(phosphate fertilizer)試驗包含 5 個磷肥的變級 $\{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5\}$ ，此試驗以拉丁方格設計的方式來進行，試驗設計的配置圖與所得的塊莖產量列於下表。

$P_2, 62.3$	$P_3, 61.3$	$P_5, 62.5$	$P_1, 63.8$	$P_4, 75.0$
$P_4, 64.1$	$P_5, 68.4$	$P_1, 62.9$	$P_2, 66.2$	$P_3, 77.4$
$P_3, 69.2$	$P_1, 55.8$	$P_2, 67.8$	$P_4, 71.3$	$P_5, 74.8$
$P_5, 65.0$	$P_2, 68.7$	$P_4, 69.8$	$P_3, 76.0$	$P_1, 70.9$
$P_1, 63.3$	$P_4, 75.0$	$P_3, 69.3$	$P_5, 78.0$	$P_2, 75.4$

請根據上述資料回答下列問題：

(一)請寫出統計模式，並說明模式中之效應。(6 分)

(二)請列出變方分析表中之「變因」與「自由度」。(6 分)

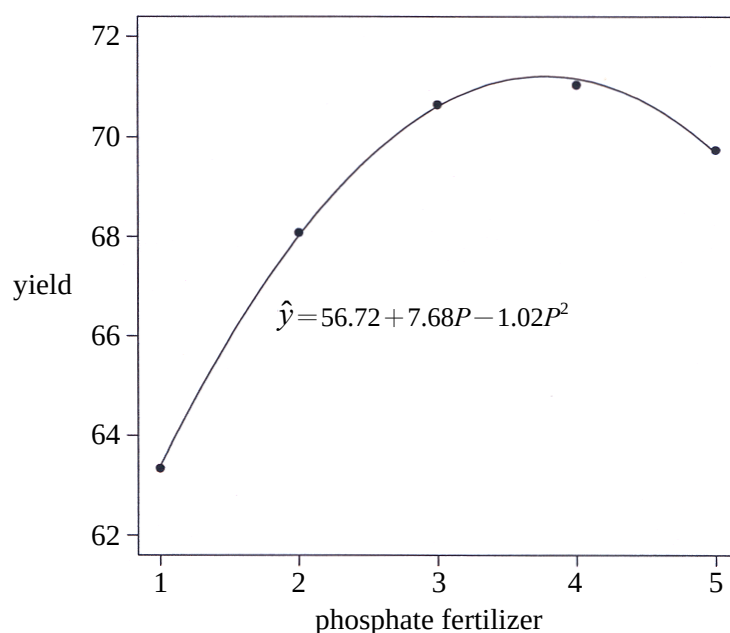
(三)在各變級磷肥之下，塊根的平均產量如下表所示：

Phosphate fertilizer level				
1	2	3	4	5
63.34	68.08	70.64	71.04	69.74

配適二次多項式回歸模式得回歸方程式如下：

$$\hat{y} = 56.72 + 7.68P - 1.02P^2$$

$$P = 1, 2, 3, 4, 5$$



請根據此模式推估最佳施用的磷肥量 $P = ?$ (6 分)

(四)英國皇家統計學會所發展的統計計算軟體 GENSTAT 在分析區集試驗資料時，一律將區集效應視為是「逢機型」的效應，當然您未必會同意這個觀點。請您針對推估「磷肥施用量為 $P=3$ 時的信賴區間」這一點來說明：(A)「將區集視為固定型效應」所估算之信賴區間與(B)「將區集視為逢機型效應」所估算之信賴區間兩者之差異，並說明何種觀點（(A)或是(B)）較為貼近推論至其它農地上的塊根產量？請詳述其理由。（7 分）

提示： $P=3$ 時之處理均數之模式為

$$\bar{y}_3 = \mu + \tau_3 + \bar{\rho} + \bar{\kappa} + \bar{\varepsilon}$$

其變方 $\text{Var}(\bar{y}_3)$ 隨著固定型或是逢機型觀點不同而有不同的變方：

(1)固定型效應： $\text{Var}(\bar{y}_3) = \sigma_{\varepsilon}^2$ ，求出之信賴區間為：(67.50, 73.78)。

(2)逢機型效應： $\text{Var}(\bar{y}_3) = \sigma_{\rho}^2 + \sigma_{\kappa}^2 + \sigma_{\varepsilon}^2$ ，求出之信賴區間為：(65.20, 76.08)。