

114年特種考試地方政府公務人員及 離島地區公務人員考試試題

考試別：地方政府公務人員考試

等別：三等考試

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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、一位研究人員想要比較四種肥料配方 (F1-F4) 對甜瓜產量 (kg/小區) 的影響。試驗田呈現兩個顯著且相互垂直的梯度：灌溉渠間距 (行區組因子, 4 個階層: I1-I4) 和土壤質地帶 (列區組因子, 4 個階層: C1-C4)。為了控制這兩個梯度，研究人員採用 4×4 拉丁方設計，每個單元格代表一個小區，最終得到以下隨機佈局和產量 (括號內為處理及產量)：

	C1	C2	C3	C4
I1	F1 (72.0)	F3 (68.0)	F2 (74.0)	F4 (71.0)
I2	F2 (75.0)	F4 (69.0)	F1 (78.0)	F3 (70.0)
I3	F3 (66.0)	F1 (73.0)	F4 (67.0)	F2 (72.0)
I4	F4 (70.0)	F2 (76.0)	F3 (65.0)	F1 (77.0)

假設拉丁方設計符合標準條件 (行/列效應可加；處理、行、列之間無交互作用)。試建立變異數分析表，以檢驗肥料處理效應 (顯著水準 $\alpha = 0.05$)。表格應包含行 (I)、列 (C)、處理 (F)、誤差和總計的來源、自由度 (df)、平方和 (SS)、均方 (MS) 和 F 值。如果處理效應顯著，則在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下進行 Fisher's LSD 檢驗，以比較不同肥料處理的平均值。報告合併均方誤差 (MSE)、LSD 值以及那些肥料處理的平均值有差異。(30 分)

($F_{0.05,3,6} = 4.76$, $F_{0.05,3,3} = 9.27$, $F_{0.05,3,9} = 3.86$, $t_{0.05,6} = 2.447$)

- 二、實驗設計是農業和生物學研究的基礎。它確保從實驗中收集的數據能夠被客觀地解釋，從而最大限度地減少偏差和隨機誤差。

試述農業研究中實驗設計的主要任務，說明實驗設計如何幫助區分處理效應和隨機變異。描述並比較以下二種農業田間試驗中常用的基本設計：完全隨機設計 (CRD)、隨機完全區組設計 (RCBD)，對於每種設計，請指出其佈局特徵 (處理數量、重複次數和區組結構)。最適合使用該設計的具體情況或田間條件。詳細說明實驗設計中的重複、隨機化和局部控制 (區組) 其在實驗設計中的重要性。舉例說明這些原則如何減少實驗誤差。(25 分)

三、一位研究人員採用完全隨機設計（CRD）進行了一項農業試驗，研究施肥量（X）與水稻產量（Y）之間的關係。試驗中，5 個施肥水準被隨機分配到 15 個小區（每個小區 3 個重複）。下表顯示了統計軟體的輸出結果總結：

Analysis of Variance Table

Response: y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
x	1	820.5	820.50	40.993	2.334e-05 ***
Residuals	13	260.2	20.02		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

lm(formula = y ~ x, data = dat)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-7.2579	-2.9543	-0.3783	1.5992	7.8283

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	4.2500	1.8804	2.260	0.0416 *
x	0.9500	0.1484	6.403	2.33e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.474 on 13 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7592, Adjusted R-squared: 0.7407

F-statistic: 40.99 on 1 and 13 DF, p-value: 2.334e-05

試述在完全隨機設計（CRD）的背景下，解釋變異數分析表（ANOVA）中的結果，迴歸方程式 $\hat{Y} = 4.25 + 0.95X$ 。截距和斜率分別代表什麼？計算 X 和 Y 之間的相關係數 r，並解釋其含義。描述此統計結果如何使用變異數分析和 p 值來判斷施肥水準是否對產量有顯著影響。在田間試驗中完全隨機設計中可能出現的迴歸假設違反情況，以及殘差分析如何偵測出這種違反情況。（15 分）

四、一位研究人員希望透過溫室試驗來探討兩個因素對番茄產量的影響。因素 A (灌溉程度)：低(-)和高(+)，因素 B (肥料類型)：有機肥料(-)和化學肥料(+)，A 和 B 的每種組合代表一種處理組合 (共四種處理：A-B-、A-B+、A+B-、A+B+)。

為了減少環境變異，試驗在兩個區組內進行，分別代表溫室的兩個區域 (區組 1 和區組 2)。在每個區組內，所有四種處理組合均隨機分配到各個小區。收穫後，記錄每個小區的番茄產量 (公斤/株)。

統計軟體產生了以下部分變異數分析表：

變異來源	df	SS	MS	F 值
區組 (Block)	1	12.0	12.0	
A 因子	1	45.0	45.0	
B 因子	1	18.0	18.0	
A × B	1	5.0	5.0	
誤差	4	12.0	3.0	
總和	8	92.0		

(一)試述此一統計結果，對於實驗的說明與解釋，可進一步說明本實驗的結論為何？利用下列平均數，估計 A 和 B 的主效果和交互效應。(20 分)

處理	平均產量 (kg)
A- B-	20
A- B+	24
A+ B-	26
A+ B+	28

(二)如果研究者希望在此基礎上增加第三個因素 C (溫度：低溫 vs 高溫)，請敘述如何設計一個具有兩個區組的三因素析因設計，並具體說明處理總數、小區數量和模型結構。(10 分)

($F_{0.05,1,4} = 7.708$, $F_{0.05,1,8} = 5.317$, $F_{0.05,4,8} = 3.838$, $F_{0.05,2,3} = 9.55$)