

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，須詳列解答過程。

(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、某研究機關擬比較配方不同的四種培養介質（記為 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ）對杏鮑菇之產量與品質的影響。試驗擬於兩間獨立的養菇室中進行；每間菇室內皆有四座床架，每座床架由上至下可擺置四席菇床。請問本試驗應如何設計才妥？請詳述隨機配置（randomization）的程序，並寫出本試驗之數據變方分析時的變因與自由度。（20分）
- 二、某大豆育種家從一項雜交育種計畫所獲得的 F_6 品系中隨機抽出 12 個品系（Lines），在田間以隨機完全區集設計（RCBD）進行試驗，重複四區集（Blocks）。收穫後，分析在各試驗單位（experimental unit）收穫的大豆種子之蛋白質含量百分比。數據藉由下述模式

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + g_j + e_{ij},$$

式中之 β_i 為區集效應， $\sum_{i=1}^4 \beta_i = 0$ ； g_j 為品系效應，

$$g_{j(j=1, \dots, 12)} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_g^2)；e_{ij} \text{ 為試驗誤差，} e_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_e^2)。$$

調用 SAS/STAT 之 PROC GLM 進行變方分析，程式如下：

```
proc glm;
    class Block Line ;
    model y= Block Line;
run;
```

輸出的部分結果如下：

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model		704.590421			<.0001
Error		287.140595			

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Block		61.542434			0.0896
Line					

- (一)請據此做出正確的變方分析表，以測驗此 F_6 族群之種子蛋白質含量是否有具體的品系間變異（必須寫出 P Value）。（15分）
- (二)試求此 F_6 族群之種子蛋白質含量的品系間變方（ σ_g^2 ）之估值及其 95% 信賴區間（confidence interval）。（10分）
- (三)試求觀測值之總平均（ $\bar{Y}_{..} = \frac{1}{48} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{12} y_{ij}$ ）的標準誤差（standard error）。（5分）

註：(1) $\sum_{i=1}^m c_i S_i^2$ 的有效自由度為 $v' = \frac{\left(\sum_{i=1}^m c_i S_i^2\right)^2}{\sum_{i=1}^m \frac{(c_i S_i^2)^2}{v_i}}$ 。

(2)以下為 F 分布與 χ^2 分布的一些分位數

$$\begin{aligned}
 F_{(v_1=11, v_2=33, 0.95)} &= 2.09, & F_{(v_1=11, v_2=48, 0.95)} &= 1.99, & \chi_{(v=7, 0.025)}^2 &= 1.69, & \chi_{(v=7, 0.975)}^2 &= 16.01, \\
 F_{(v_1=11, v_2=33, 0.99)} &= 2.84, & F_{(v_1=11, v_2=48, 0.99)} &= 2.64, & \chi_{(v=8, 0.025)}^2 &= 2.18, & \chi_{(v=8, 0.975)}^2 &= 17.53, \\
 F_{(v_1=11, v_2=33, 0.999)} &= 3.97, & F_{(v_1=11, v_2=48, 0.999)} &= 3.58, & \chi_{(v=11, 0.025)}^2 &= 3.82, & \chi_{(v=11, 0.975)}^2 &= 21.92
 \end{aligned}$$

(請接背面)

類 科：農業技術
科 目：試驗設計

三、某水稻育種家擬藉由分子標誌輔助育種法 (marker-assisted breeding) 將位於不同染色體上的三個白葉枯病抗性基因 (bacterial blight disease resistance genes: a, b, C) 堆疊於一個良質米品種上。他計畫以一個基因型 (genotype) 為 AABbCc 的不抗病良質米品種與一個基因型為 aabbCC 的抗病品系雜交；請問：在雜交第二代 (F₂)，他至少要培育多少植株，才能有 99% 以上的機率保證其中至少有一株的基因型為 aabbCC？(15 分)

四、某研究人員擬探討國內育成的食用玉米在施用化學肥料或有機肥料下之水分利用效率的品種變異性。他從國家種原中心隨機抽出 9 個國內育成的食用玉米品種，在 (化學肥料+慣行灌溉)、(化學肥料+節水灌溉)、(有機肥料+慣行灌溉) 及 (有機肥料+節水灌溉) 的四個處理組合下進行試驗。田間佈置採用裂區設計 (split-plot design)：先將試驗田劃分為四個區集 (blocks)；再將各個區集劃分為四個主區 (main-plots)，隨機配置肥料類別 (設為 A 因子) 與灌溉方式 (設為 B 因子) 的四個處理組合；其次，再將各個主區劃分為四個副區 (sub-plots)，隨機配置 9 個玉米品種 (設為 C 因子)。該研究人員擬藉由下述觀測值的數學模式分析其試驗數據，

$$y_{ijkl} = \mu + \rho_l + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + d_{ijl} + c_k + (\alpha c)_{ik} + (\beta c)_{jk} + (\alpha\beta c)_{ijk} + e_{ijkl}$$

式中 (i) $\rho_{l(l=1, \dots, 4)}$ 為區集之效應， $\sum_{l=1}^4 \rho_l = 0$ ； $\alpha_{i(i=1, 2)}$ 為肥料(A)之效應， $\alpha_1 + \alpha_2 = 0$ ；

$\beta_{j(j=1, 2)}$ 為灌溉(B)之效應， $\beta_1 + \beta_2 = 0$ ； $c_{k(k=1, \dots, 9)}$ 為品種(C)之效應， $c_k \sim iid N(0, \sigma_c^2)$ 。

(ii) $(\alpha\beta)_{ij}$ 為肥料與灌溉之交感效應， $\sum_{j=1}^2 (\alpha\beta)_{ij} = 0 (i=1, 2)$ 且 $\sum_{i=1}^2 (\alpha\beta)_{ij} = 0 (j=1, 2)$ ；

$(\alpha c)_{ik}$ 為肥料與品種之交感效應， $(\alpha c)_{ik} \sim iid N\left(0, \frac{1}{2}\sigma_{AC}^2\right)$ ，且 $\sum_{i=1}^2 (\alpha c)_{ik} = 0$ ；

$(\beta c)_{jk}$ 為灌溉與品種之交感效應， $(\beta c)_{jk} \sim iid N\left(0, \frac{1}{2}\sigma_{BC}^2\right)$ ， $\sum_{j=1}^2 (\beta c)_{jk} = 0$ ；

$(\alpha\beta c)_{ijk}$ 為肥料、灌溉與品種三個因子的交互效應， $(\alpha\beta c)_{ijk} \sim iid N\left(0, \frac{1}{4}\sigma_{ABC}^2\right)$ ，

且 $\sum_{i=1}^2 (\alpha\beta c)_{ijk} = \sum_{j=1}^2 (\alpha\beta c)_{ijk} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 (\alpha\beta c)_{ijk} = 0$ 。

(iii) d_{ijl} 為主區之試驗誤差， $d_{ijl} \sim iid N(0, \sigma_d^2)$ ； e_{ijkl} 為副區之試驗誤差，

$e_{ijkl} \sim iid N(0, \sigma_e^2)$ ；且 d_{ijl} 與 e_{ijkl} 互相獨立。

(一)請列出變方分析表之各項變因的自由度及其均方之期望值。(24 分)

(二)請寫出測驗肥料類別(A)、灌溉方式(B)之主效應，以及肥料類別與灌溉方式之交感效應 (AxB) 的 F 統計數。(6 分)

(三)請寫出主區之試驗誤差平方和 ($SSE_{(ab)}$) 的計算式。(5 分)