

## การทดลองแฟกทอเรียลใน CRD กรณี 3 ปัจจัย

อภิรักษ์ แซ่ถิ่ม

## ลักษณะข้อมูลของการทดลองแฟกทอเรียลใน CRD

### กรณี 3 ปัจจัย

A	ซ้ำ	b <sub>1</sub>			b <sub>2</sub>			ผลรวม (T <sub>...j</sub> )	ผลรวมของ A
		c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>		
a <sub>1</sub>	1	y <sub>1111</sub>	y <sub>1121</sub>	y <sub>1131</sub>	y <sub>1211</sub>	y <sub>1221</sub>	y <sub>1231</sub>	T <sub>1...1</sub>	
	2	y <sub>1112</sub>	y <sub>1122</sub>	y <sub>1132</sub>	y <sub>1212</sub>	y <sub>1222</sub>	y <sub>1232</sub>	T <sub>1...2</sub>	
	3	y <sub>1113</sub>	y <sub>1123</sub>	y <sub>1133</sub>	y <sub>1213</sub>	y <sub>1223</sub>	y <sub>1233</sub>	T <sub>1...3</sub>	
ผลรวม (T <sub>1jk</sub> )		T <sub>111*</sub>	T <sub>112*</sub>	T <sub>113*</sub>	T <sub>121*</sub>	T <sub>122*</sub>	T <sub>123*</sub>	T <sub>1...</sub>	T <sub>1...</sub>
a <sub>2</sub>	1	y <sub>2111</sub>	y <sub>2121</sub>	y <sub>2131</sub>	y <sub>2211</sub>	y <sub>2221</sub>	y <sub>2231</sub>	T <sub>2...1</sub>	
	2	y <sub>2112</sub>	y <sub>2122</sub>	y <sub>2132</sub>	y <sub>2212</sub>	y <sub>2222</sub>	y <sub>2232</sub>	T <sub>2...2</sub>	
	3	y <sub>2113</sub>	y <sub>2123</sub>	y <sub>2133</sub>	y <sub>2213</sub>	y <sub>2223</sub>	y <sub>2233</sub>	T <sub>2...3</sub>	
ผลรวม (T <sub>2jk</sub> )		T <sub>211*</sub>	T <sub>212*</sub>	T <sub>213*</sub>	T <sub>221*</sub>	T <sub>222*</sub>	T <sub>223*</sub>	T <sub>2...</sub>	T <sub>2...</sub>
ผลรวม (T <sub>ijk</sub> )		T <sub>*11*</sub>	T <sub>*12*</sub>	T <sub>*13*</sub>	T <sub>*21*</sub>	T <sub>*22*</sub>	T <sub>*23*</sub>	T <sub>...</sub>	T <sub>...</sub>
ผลรวมของ B		T <sub>*1...</sub>			T <sub>*2...</sub>			T <sub>...</sub>	T <sub>...</sub>

## ลักษณะข้อมูลของการทดลองแฟกทอเรียลใน CRD กรณี 3 ปัจจัย

$$\text{ผลรวมของ C} \quad T_{..1} = T_{..1.} + T_{..2.}$$

$$T_{..2} = T_{..12} + T_{..22}$$

$$T_{..3} = T_{..13} + T_{..23}$$

$T_{.jk}$  คือ ผลรวมของค่าสังเกตในปัจจัย B ระดับ j และปัจจัย C ระดับ k

$T_{i..}$  คือผลรวมของค่าสังเกตในปัจจัย A ระดับที่ i

$T_{.j.}$  คือผลรวมของค่าสังเกตในปัจจัย B ระดับที่ j

$T_{..k}$  คือผลรวมของค่าสังเกตในปัจจัย C ระดับที่ k

$T_{...}$  คือผลรวมทั้งหมด

## ตัวแบบของการทดลองแฟกทอเรียลใน CRD กรณี 3 ปัจจัย

- ตัวแบบ

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

- เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, a;$   
 $j = 1, 2, 3, \dots, b;$   
 $k = 1, 2, 3, \dots, c;$   
 $l = 1, 2, 3, \dots, r$

## ตัวแบบของการทดลองแฟกทอเรียลใน CRD กรณี 3 ปัจจัย

### โดย

- $y_{ijk}$  คือ ค่าสังเกตในปัจจัย A ระดับที่ i ปัจจัย B ระดับที่ j ปัจจัย C ระดับที่ k ซ้ำที่ 1  
 $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยรวม  
 $\alpha_i$  คือ อิทธิพลในระดับที่ i ของปัจจัย A  
 $\beta_j$  คือ อิทธิพลในระดับที่ j ของปัจจัย B  
 $\gamma_k$  คือ อิทธิพลในระดับที่ k ของปัจจัย C  
 $(\alpha\beta)_{ij}$  คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A และปัจจัย B  
 $(\alpha\gamma)_{ik}$  คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A และปัจจัย C  
 $(\beta\gamma)_{jk}$  คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย B และปัจจัย C  
 $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A ปัจจัย B และปัจจัย C  
 $\epsilon_{ijk}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

## การตั้งสมมติฐาน

### 1) ปัจจัย A

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_I$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัย A แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: \alpha_i = 0$  (ไม่มีอิทธิพลของปัจจัย A ต่อค่าสังเกต)

$H_1: \alpha_i \neq 0$  (มีอิทธิพลของปัจจัย A ต่อค่าสังเกต)

### 2) ปัจจัย B

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_J$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัย B แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: \beta_j = 0$  (ไม่มีอิทธิพลของปัจจัย B ต่อค่าสังเกต)

$H_1: \beta_j \neq 0$  (มีอิทธิพลของปัจจัย B ต่อค่าสังเกต)

## การตั้งสมมติฐาน

### 3) ปัจจัย C

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_K$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัย C แตกต่าง

หรือ  $H_0: \gamma_k = 0$  สำหรับทุกค่าของ k (ไม่มีอิทธิพลของปัจจัย C ต่อค่าสังเกต)

$H_1: \gamma_k \neq 0$  สำหรับ k อย่างน้อย 1 ค่า (มีอิทธิพลของปัจจัย C ต่อค่าสังเกต)

### 4) ปัจจัยร่วมระหว่าง A และ B

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{13} = \dots = \mu_{IJ}$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัยร่วม A B แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$  (ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และ B ต่อค่าสังเกต)

$H_1: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$  (มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และ B ต่อค่าสังเกต)

## การตั้งสมมติฐาน

### 5) ปัจจัยร่วมระหว่าง A และ C

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{13} = \dots = \mu_{IK}$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัยร่วม A และ C แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: (\alpha\gamma)_{ik} = 0$  สำหรับทุกค่าของ i, k (ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และ C ต่อค่าสังเกต)

$H_1: (\alpha\gamma)_{ik} \neq 0$  สำหรับ i, k อย่างน้อย 1 ค่า (มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และ C ต่อค่าสังเกต)

### 6) ปัจจัยร่วมระหว่าง B และ C

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{13} = \dots = \mu_{JK}$$

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัยร่วม B และ C แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: (\beta\gamma)_{jk} = 0$  สำหรับทุกค่าของ j, k (ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย B และ C ต่อค่าสังเกต)

$H_1: (\beta\gamma)_{jk} \neq 0$  สำหรับ j, k อย่างน้อย 1 ค่า (มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย B และ C ต่อค่าสังเกต)

### การตั้งสมมติฐาน

7) ปัจจัยร่วมระหว่าง A B และ C

$$H_0: \mu_{111} = \mu_{112} = \mu_{113} = \dots = \mu_{ijk}$$

$H_0$ : มีค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตอย่างน้อย 1 คู่ของระดับปัจจัยร่วม A B และ C แตกต่างกัน

หรือ  $H_0: (\alpha\beta\gamma)_{ijk} = 0$  สำหรับทุกค่าของ  $i, j, k$

(ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A B และ C ต่อค่าสังเกต)

$$H_0: (\alpha\beta\gamma)_{ijk} \neq 0 \text{ สำหรับ } i, j, k \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

(มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A B และ C ต่อค่าสังเกต)

### การคำนวณผลรวมกำลังสอง

- ผลรวมกำลังสองหรือความผันแปรสามารถเขียนในรูปสมการ คือ

$$SST = SSTr + SSE \quad \text{เมื่อ} \quad SSTr = SSA + SSB + SSC + SSAB + SSAC + SSBC + SSABC$$

โดยที่ SST คือ ความผันแปรของค่าสังเกตทั้งหมด

SSTr คือ ความผันแปรระหว่างกริพแทนที่; SSA คือ ความผันแปรของปัจจัย A

SSB คือ ความผันแปรของปัจจัย B; SSC คือ ความผันแปรของปัจจัย C

SSAB คือ อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย B

SSAC คือ ความผันแปรร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย C

SSBC คือ ความผันแปรร่วมระหว่างปัจจัย B และปัจจัย C

SSAB คือ ความผันแปรร่วมระหว่างปัจจัย A ปัจจัย B และปัจจัย C

SSE คือ ความผันแปรของการทดลอง

### การคำนวณผลรวมกำลังสอง

- Correction term (CT) =  $\frac{T^2}{abcr}$
- $SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^r y_{ijkl}^2 - CT$
- $SSTr = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{T_{ijk}^2}{r} - CT$
- $SSA = \sum_{i=1}^a \frac{T_{i...}^2}{bcr} - CT$
- $SSB = \sum_{j=1}^b \frac{T_{.j.}^2}{acr} - CT$
- $SSC = \sum_{k=1}^c \frac{T_{...k}^2}{abr} - CT$

### การคำนวณผลรวมกำลังสอง

- $SSAB = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{T_{ij.}^2}{cr} - CT - SSA - SSB$
- $SSAC = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c \frac{T_{ik.}^2}{br} - CT - SSA - SSC$
- $SSBC = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{T_{.jk.}^2}{ar} - CT - SSB - SSC$
- $SSABC = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{T_{ijk}^2}{r} - CT - SSA - SSB - SSC - SSAB - SSAC - SSBC$
- $SSABC = SSTr - SSA - SSB - SSC - SSAB - SSAC - SSBC$
- $SSE = SST - SSTr$

### ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

S.O.V.	df	S.S.	M.S.	F
ทวิภาค	ab - 1	SSTr		
ปัจจัย A	a - 1	SSA	MSA	$F_A = \frac{MSA}{MSE}$
ปัจจัย B	b - 1	SSB	MSB	$F_B = \frac{MSB}{MSE}$
ปัจจัย C	c - 1	SSC	MSC	$F_C = \frac{MSC}{MSE}$
อิทธิพลร่วม AB	(a - 1)(b - 1)	SSAB	MSAB	$F_{AB} = \frac{MSAB}{MSE}$
อิทธิพลร่วม AC	(a - 1)(c - 1)	SSAC	MSAC	$F_{AC} = \frac{MSAC}{MSE}$
อิทธิพลร่วม BC	(b - 1)(c - 1)	SSBC	MSBC	$F_{BC} = \frac{MSBC}{MSE}$
อิทธิพลร่วม ABC	(a - 1)(b - 1)(c - 1)	SSABC	MSABC	$F_{ABC} = \frac{MSABC}{MSE}$
ความคลาดเคลื่อน	abc(r - 1)	SSE	MSE	
Total	abcr - 1	SST	Total	

### การตัดสินใจ

- ปัจจัย A ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_A \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_A < F_{\alpha(V_1, V_2)}$  เมื่อ  $V_1 = a - 1, V_2 = abc(r - 1)$
- ปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_B \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_B < F_{\alpha(V_1, V_2)}$  เมื่อ  $V_1 = b - 1, V_2 = abc(r - 1)$
- ปัจจัย C ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_C \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_C < F_{\alpha(V_1, V_2)}$  เมื่อ  $V_1 = c - 1, V_2 = abc(r - 1)$
- อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และ B  
ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{AB} \geq F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_{AB} < F_{\alpha(V_1, V_2)}$   
เมื่อ  $V_1 = (a - 1)(b - 1), V_2 = abc(r - 1)$

### การตัดสินใจ

#### 5. อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย C

ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{AC} > F_{\alpha(V_1, V_2)}$

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_{AC} < F_{\alpha(V_1, V_2)}$

เมื่อ  $V_1 = (a - 1)(c - 1), V_2 = abc(r - 1)$

#### 6. อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย B และปัจจัย C

ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{BC} > F_{\alpha(V_1, V_2)}$

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_{BC} < F_{\alpha(V_1, V_2)}$

เมื่อ  $V_1 = (b - 1)(c - 1), V_2 = abc(r - 1)$

#### 7. อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A ปัจจัย B และปัจจัย C

ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{ABC} > F_{\alpha(V_1, V_2)}$

ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_{ABC} < F_{\alpha(V_1, V_2)}$

เมื่อ  $V_1 = (a - 1)(b - 1)(c - 1), V_2 = abc(r - 1)$

### การสรุปผล

#### • ปัจจัย A

★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือมีความแตกต่างของค่าสังเกตที่ปัจจัย A อย่างน้อย 2 ระดับ

★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A ไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือไม่มีความแตกต่างของค่าสังเกตที่ได้รับปัจจัย A แต่ละระดับ

#### • ปัจจัย B

★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย B มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือมีความแตกต่างของค่าสังเกตที่ปัจจัย B อย่างน้อย 2 ระดับ

★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย B ไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือไม่มีความแตกต่างของค่าสังเกตที่ได้รับปัจจัย B แต่ละระดับ

## การสรุปผล

- **ปัจจัย C**
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย C มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือมีความแตกต่างของค่าสังเกตที่ปัจจัย C อย่างน้อย 2 ระดับ
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย C ไม่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกต หรือไม่มีความแตกต่างของค่าสังเกตที่ได้รับปัจจัย C ในแต่ละระดับ
- **อิทธิพลร่วม A และ B**
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A และ B มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A และ B ไม่มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
- **อิทธิพลร่วม A และ C**
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A และ C มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A และ C ไม่มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต

## การสรุปผล

- **อิทธิพลร่วม B และ C**
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย B และ C มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย B และ C ไม่มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
- **อิทธิพลร่วม A B และ C**
  - ★ ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A B และ C มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต
  - ★ ไม่ปฏิเสธ  $H_0$ : ปัจจัย A B และ C ไม่มีอิทธิพลร่วมกันที่ส่งผลต่อค่าสังเกต

## ตัวอย่าง

- จากการศึกษาผลของสูตรแป้ง ชนิดปลา และชนิดสมุนไพรต่อคะแนนความชอบข้าวเกรียบปลา (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) โดยสูตรแป้ง มี 3 สูตร คือ สูตร 1 2 และ 3 ชนิดของปลาที่ใช้มี 3 ชนิด คือ ปลาหมึก ปลาหลังเขียว และปลาข้างเหลือง สมุนไพรมี 3 ชนิด คือ งาดำ ขาเขียว และขมิ้นชัน ทำการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำในแต่ละทรีทเมนต์ผลการทดลองดังตาราง

## ตัวอย่าง

สูตรแป้ง ( $A_i$ )	ซ้ำ	ปลาหมึก ( $B_j$ )			ปลาหลังเขียว ( $B_j$ )			ปลาข้างเหลือง ( $B_j$ )		
		งาดำ ( $C_k$ )	ขาเขียว ( $C_k$ )	ขมิ้นชัน ( $C_k$ )	งาดำ ( $C_k$ )	ขาเขียว ( $C_k$ )	ขมิ้นชัน ( $C_k$ )	งาดำ ( $C_k$ )	ขาเขียว ( $C_k$ )	ขมิ้นชัน ( $C_k$ )
สูตร 1 ( $A_1$ )	1	7	8	6	6	7	6	9	8	7
	2	8	7	5	6	7	7	8	9	7
	3	7	7	6	7	6	7	7	7	6
สูตร 2 ( $A_2$ )	1	8	7	7	6	5	6	6	6	6
	2	7	6	5	7	6	5	7	6	6
	3	8	7	6	8	7	6	8	5	6
สูตร 3 ( $A_3$ )	1	5	6	5	5	6	5	5	7	4
	2	6	5	4	7	5	5	5	6	4
	3	6	6	5	6	4	5	6	6	5

## ตั้งสมมติฐาน

- วิธีทำ

1) ตั้งสมมติฐาน

ปัจจัย A

$$H_0: \alpha_i = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } i$$

$$H_1: \alpha_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ปัจจัย B

$$H_0: \beta_j = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } j$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ สำหรับ } j \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

## ตั้งสมมติฐาน

ปัจจัย C

$$H_0: \gamma_k = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } k$$

$$H_1: \gamma_k \neq 0 \text{ สำหรับ } k \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ปัจจัยร่วมระหว่าง A และ B

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } i, j$$

$$H_1: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \text{ สำหรับ } i, j \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ปัจจัยร่วมระหว่าง A และ C

$$H_0: (\alpha\gamma)_{ik} = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } i, k$$

$$H_1: (\alpha\gamma)_{ik} \neq 0 \text{ สำหรับ } i, k \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

## ตั้งสมมติฐาน

ปัจจัยร่วมระหว่าง B และ C

$$H_0: (\beta\gamma)_{jk} = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } j, k$$

$$H_1: (\beta\gamma)_{jk} \neq 0 \text{ สำหรับ } j, k \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

ปัจจัยร่วมระหว่าง A B และ C

$$H_0: (\alpha\beta\gamma)_{ijk} = 0 \text{ สำหรับทุกค่าของ } i, j, k$$

$$H_1: (\alpha\beta\gamma)_{ijk} \neq 0 \text{ สำหรับ } i, j, k \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

## คำนวณผลรวมกำลังสอง

ผลรวม AB ( $T_{ij.}$ )				
สูตรแบ่ง	ปลาทุ ( $b_1$ )	ปลาหสังเขียว ( $b_2$ )	ปลาข้างเหลือง ( $b_3$ )	รวม ( $T_{.j.}$ )
สูตร 1 ( $a_1$ )	61	59	68	188
สูตร 2 ( $a_2$ )	61	56	56	173
สูตร 3 ( $a_3$ )	48	48	48	144
รวม ( $T_{.j.}$ )	170	163	172	505

ผลรวม AC ( $T_{ik.}$ )				
สูตรแบ่ง	งาคำ ( $c_1$ )	ชาเขียว ( $c_2$ )	ขมิ้นชัน ( $c_3$ )	รวม ( $T_{.k.}$ )
สูตร 1 ( $a_1$ )	65	66	57	188
สูตร 2 ( $a_2$ )	65	55	53	173
สูตร 3 ( $a_3$ )	51	51	42	144
รวม ( $T_{.k.}$ )	181	172	152	505

## คำนวณผลรวมกำลังสอง

ผลรวม BC (T <sub>ijk</sub> )				
สมุนไพร	ปลาบู่ (b <sub>j</sub> )	ปลาหางเขียว (b <sub>j</sub> )	ปลาข้างเหลือง (b <sub>j</sub> )	รวม (T <sub>...k</sub> )
งาคำ (c <sub>i</sub> )	62	59	49	170
ชาเขียว (c <sub>i</sub> )	58	53	52	163
ขมิ้นชัน (c <sub>i</sub> )	61	60	51	172
รวม (T <sub>...k</sub> )	181	172	152	505

## คำนวณผลรวมกำลังสอง

ผลรวม ABC (T <sub>ijk</sub> )					
สูตรแป้ง	สมุนไพร	ปลาบู่ (b <sub>j</sub> )	ปลาหางเขียว (b <sub>j</sub> )	ปลาข้างเหลือง (b <sub>j</sub> )	รวม (T <sub>ijk</sub> )
สูตร 1 (a <sub>i</sub> )	งาคำ (c <sub>i</sub> )	22	19	24	65
	ชาเขียว (c <sub>i</sub> )	22	20	24	66
	ขมิ้นชัน (c <sub>i</sub> )	17	20	20	57
สูตร 2 (a <sub>i</sub> )	งาคำ (c <sub>i</sub> )	23	21	21	65
	ชาเขียว (c <sub>i</sub> )	20	18	17	55
	ขมิ้นชัน (c <sub>i</sub> )	18	17	18	53
ขมิ้นชัน (c <sub>i</sub> )	งาคำ (c <sub>i</sub> )	17	18	16	51
	ชาเขียว (c <sub>i</sub> )	17	15	19	51
	ขมิ้นชัน (c <sub>i</sub> )	14	15	13	42
รวม (T <sub>ijk</sub> )		181	172	152	505

$$\begin{aligned}
 C.T. &= \frac{T_{...}^2}{abcr} = \frac{505^2}{3 \times 3 \times 3 \times 3} = 3,148.46 \\
 SST &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c y_{ijk}^2 - CT \\
 &= 22^2 + 19^2 + 24^2 + \dots + 13^2 - 3,148.46 \\
 &= 100.54 \\
 SSTr &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{T_{ijk}^2}{r} - CT \\
 &= \frac{22^2}{3} + \frac{19^2}{3} + \frac{24^2}{3} + \dots + \frac{13^2}{3} - 3,148.46 \\
 &= 73.21 \\
 SSA &= \sum_{i=1}^a \frac{T_{i..}^2}{bcr} - CT \\
 &= \frac{188^2}{3 \times 3 \times 3} + \frac{173^2}{3 \times 3 \times 3} + \frac{144^2}{3 \times 3 \times 3} - 3,148.46 \\
 &= 37.06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SSB &= \sum_{j=1}^b \frac{T_{.j.}^2}{acr} - CT \\
 &= \frac{170^2}{3 \times 3 \times 3} + \frac{163^2}{3 \times 3 \times 3} + \frac{172^2}{3 \times 3 \times 3} - 3,148.46 \\
 &= 1.65 \\
 SSC &= \sum_{k=1}^c \frac{T_{...k}^2}{abr} - CT \\
 &= \frac{181^2}{3 \times 3 \times 3} + \frac{172^2}{3 \times 3 \times 3} + \frac{152^2}{3 \times 3 \times 3} - 3,148.46 \\
 &= 16.32 \\
 SSAB &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{T_{ij.}^2}{cr} - CT - SSA - SSB \\
 &= \frac{61^2}{3 \times 3} + \frac{59^2}{3 \times 3} + \frac{48^2}{3 \times 3} + \frac{61^2}{3 \times 3} + \dots + \frac{48^2}{3 \times 3} - 3,148.46 - 37.06 - 1.65 \\
 &= 5.16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SSAC &= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c \frac{T_{ik}^2}{br} - CT - SSA - SSC \\
 &= \frac{65^2}{3 \times 3} + \frac{66^2}{3 \times 3} + \frac{57^2}{3 \times 3} + \frac{65^2}{3 \times 3} + \frac{42^2}{3 \times 3} - 3,148.46 - 37.06 - 16.32 \\
 &= 4.27 \\
 SSBC &= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{T_{jk}^2}{ar} - CT - SSB - SSC \\
 &= \frac{62^2}{3 \times 3} + \frac{59^2}{3 \times 3} + \frac{49^2}{3 \times 3} + \frac{58^2}{3 \times 3} + \frac{51^2}{3 \times 3} - 3,148.46 - 1.65 - 16.32 \\
 &= 3.01 \\
 SSABC &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{T_{ijk}^2}{r} - CT - SSA - SSB - SSC - SSAB - SSAC - SSBC \\
 &= \frac{22^2}{3} + \frac{19^2}{3} + \frac{24^2}{3} + \frac{13^2}{3} - 3,148.46 - 37.06 - 1.65 - 16.32 - 5.17 - 4.27 - 3.01 \\
 &= 5.73
 \end{aligned}$$

### คำนวณผลรวมกำลังสอง

$$\begin{aligned}
 SSE &= SST - SSTr \\
 SSE &= 100.54 - 73.21 \\
 &= 27.33
 \end{aligned}$$

### ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

SOV	df	SS	MS	F
พรีทเมนต์	26	73.21		
ปัจจัย A	2	37.06	18.53	36.61
ปัจจัย B	2	1.65	0.83	1.63
ปัจจัย C	2	16.32	8.16	16.12
อิทธิพลร่วม AB	4	5.16	1.29	2.55
อิทธิพลร่วม AC	4	4.27	1.07	2.11
อิทธิพลร่วม BC	4	3.01	0.75	1.49
อิทธิพลร่วม ABC	8	5.73	0.72	1.42
ความคลาดเคลื่อน	54	27.33	0.51	
Total	80	100.54		

### เกณฑ์การตัดสินใจ

ปัจจัย A ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_A > F_{.05(2,54)}$   
 $36.61 > 3.17$  ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \alpha_i = 0$

ปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ  $F_B > F_{.05(2,54)}$   
 $1.63 < 3.17$  ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \beta_j = 0$

ปัจจัย C ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_C \geq F_{.05(2,54)}$   
 $16.12 > 3.17$  ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: \gamma_i = 0$

อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย B ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{AB} \geq F_{.05(4,54)}$   
 $2.55 > 2.54$  ปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0$



### เกณฑ์การตัดสินใจ

อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย C ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{AC} \geq F_{05(4,54)}$

$$2.11 < 2.54 \quad \text{ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก } H_0: (\alpha\gamma)_{jk} = 0$$

อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย B และปัจจัย C ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{BC} \geq F_{05(4,54)}$

$$1.49 < 2.54 \quad \text{ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก } H_0: (\beta\gamma)_{jk} = 0$$

อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A ปัจจัย B และปัจจัย C ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ  $F_{ABC} \geq F_{05(8,54)}$

$$1.42 < 2.11 \quad \text{ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก } H_0: (\alpha\beta\gamma)_{jkl} = 0$$

### สรุปผล

- สูตรของแป้ง และชนิดของสมุนไพรที่ใช้ทำข้าวเกรียบ มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบข้าวเกรียบ และ สูตรของแป้งและชนิดปลาที่ใช้ทำข้าวเกรียบมีอิทธิพลร่วมกันต่อความชอบข้าวเกรียบ

### แบบฝึกหัด

- จากการทดลองแฟกทอเรียลใน CRD โดยมี 3 ปัจจัย คือ การให้ปุ๋ยในโครเจน ฟอสเฟต และ โพแทสเซียม (N, P, K) ค่อยการเจริญเติบโตของถั่วลิสง (ถั่วงอก 100 ตารางเมตร) โดย รหัสการให้ปุ๋ย เป็น 1 และการไม่ให้ปุ๋ยเป็น 0 ข้อมูลจากการทดลองดังแสดงในตาราง
- จงทดสอบว่าการให้ปุ๋ยทั้ง 3 ชนิดมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงหรือไม่

rep	N	P	K	yield	rep	N	P	K	yield
1	0	0	0	36.8	1	1	0	0	47.0
2	0	0	0	40.5	2	1	0	0	54.6
3	0	0	0	44.0	3	1	0	0	48.7
1	0	0	1	43.6	1	1	0	1	44.8
2	0	0	1	43.2	2	1	0	1	39.2
3	0	0	1	35.8	3	1	0	1	45.0
1	0	1	0	44.0	1	1	1	0	49.4
2	0	1	0	49.4	2	1	1	0	40.9
3	0	1	0	34.8	3	1	1	0	46.4
1	0	1	1	38.9	1	1	1	1	46.0
2	0	1	1	38.4	2	1	1	1	43.9
3	0	1	1	41.8	3	1	1	1	38.4