

ภาคผนวก

ตัวอย่างแสดงวิธีการคำนวณที่ระบุไว้ในตารางแนบท้าย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี Variety Cross Diallel ของ Gardner และ Eberhart (1966) แสดงวิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจริงในลักษณะอายุการเก็บเกี่ยว ผักที่ 2 โดยนำค่าเฉลี่ย อายุเก็บเกี่ยวผักที่ 2 มาเขียนในรูป Matrix ที่ 1 และ 2 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์

$$\text{Model ที่ 1 } Y_{ij} = \mu_v + \frac{1}{2} (V_i + V_j)$$

$$\begin{bmatrix} Y_{11} = 54.62 \\ Y_{12} = 54.36 \\ Y_{13} = 54.19 \\ Y_{14} = 53.81 \\ Y_{15} = 53.77 \\ Y_{22} = 54.50 \\ Y_{23} = 53.44 \\ Y_{24} = 54.56 \\ Y_{25} = 53.56 \\ Y_{33} = 53.50 \\ Y_{34} = 53.12 \\ Y_{35} = 53.13 \\ Y_{44} = 54.12 \\ Y_{45} = 53.13 \\ Y_{55} = 54.50 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_v \\ V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{bmatrix}$$

จากสมการดังกล่าว สามารถหาค่าพารามิเตอร์ได้ตามขั้นตอนดังนี้

$$[Y]_{25 \times 1} = [X]_{25 \times 6} [B]_{6 \times 1}$$

เอา X' (X - Transposed) คูณเข้าทั้งสองข้างเพื่อให้ Matrix เป็นกำลังสองซึ่งจะหา Inverse ได้

$$[Y]_{25 \times 1} [X']_{6 \times 25} = [X]_{25 \times 6} [X']_{6 \times 25} [B]_{6 \times 1}$$

$$\text{โดยที่ } [X'Y]_{6 \times 6}^{-1} = [X'X]_{6 \times 6}^{-1} [X'Y]_{6 \times 1}$$

จาก Model 1 ประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \mu_v &= 53.89 & V_3 &= 0.548 \\ V_1 &= -0.46 & V_4 &= 0.108 \\ V_2 &= -0.35 & V_5 &= 0.159 \end{aligned}$$

แทนค่าพารามิเตอร์ลงในสมการ

$$Y_{11} = 53.89 + (-0.46) = 53.43$$

$$Y_{12} = 53.89 + 1/2 (-0.46 - 0.35) = 53.48$$

.

.

.

$$Y_{55} = 53.89 + (0.159) = 54.04$$

$$CF = \frac{(53.43 + 53.48 + \dots + 54.04)}{15} = 43563.59$$

15

เพราะฉะนั้น Uncorrected Total Sum of Square (B'G)₁

$$= (53.43)^2 + (53.48)^2 + \dots + (54.04)^2$$

$$= 43564.77$$

$$\text{Model 2} \quad Y_{jj'} = \mu_v + \frac{1}{2} (V_j + V_{j'}) + r\bar{h}$$

โดยที่ $r = 0$ เมื่อ $j = j'$
 $r = 1$ เมื่อ $j \neq j'$

$$\begin{bmatrix} Y_{11} = 54.62 \\ Y_{12} = 54.37 \\ Y_{13} = 54.19 \\ Y_{14} = 53.81 \\ Y_{15} = 53.77 \\ Y_{22} = 54.50 \\ Y_{23} = 53.44 \\ Y_{24} = 54.56 \\ Y_{25} = 53.56 \\ Y_{33} = 53.50 \\ Y_{34} = 53.12 \\ Y_{35} = 53.13 \\ Y_{44} = 53.12 \\ Y_{45} = 53.13 \\ Y_{55} = 54.50 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 1 \\ 1 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_v \\ V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ \bar{h} \end{bmatrix}$$

จาก Model 2 ประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

$$Y_{11} = 54.24 + (-0.45) = 53.79$$

$$Y_{12} = 54.24 + 1/2 (-0.45 - 0.35) + (-0.54) = 53.84$$

$$Y_{13} =$$

$$Y_{55} = 54.24 + (-0.38) = 54.40$$

$$CF = (53.79 + 53.84 + \dots + 54.40)^2 = 44133.57$$

เพราะฉะนั้น Uncorrected Total Sum of Squares (B'G)₂

$$= (53.79)^2 + (53.84)^2 + \dots + (53.86)^2$$

$$= 44134.72$$

จาก Model 3 และ 4 พบว่าความสัมพันธ์ของ Matrix y กับ x มีค่าน้อยมาก
จึงจำเป็นต้องตัดค่าตัวแปรอิสระ (x) ออกไปบางตัว แล้วใช้วิธีแทนค่า

Model 3 $\mu_v = \text{ค่าเฉลี่ยของพันธุ์พ่อแม่} / \text{จำนวนพันธุ์ทั้งหมด}$

$$= (54.62 + 54.50 + \dots + 54.50) / 5$$

$$= 54.248$$

จาก Model 1

$$Y_{ij} = \mu_v + 1/2 (V_i + V_j)$$

$$Y_{11} = \mu_v + V_1$$

$$Y_{12} = \mu_v + V_2$$

$$Y_{55} = \mu_v + V_5$$

อิทธิพลของพันธุ์	มข.#1	(V ₁)	= 0.372
------------------	-------	--------------------	---------

อิทธิพลของพันธุ์	รังสิต 1 - มข.	(V ₂)	= 0.252
------------------	----------------	--------------------	---------

อิทธิพลของพันธุ์	สุวรรณ 2	(V ₃)	= - 0.748
------------------	----------	--------------------	-----------

อิทธิพลของพันธุ์	BC#1 DMR	(V ₄)	= - 0.128
------------------	----------	--------------------	-----------

อิทธิพลของพันธุ์	เชียงใหม่	(V ₅)	= 0.252
------------------	-----------	--------------------	---------

$$\sum V_i = (0.372) + (0.252) + (-0.748) + (-0.128) + (0.252)$$

$$= 0$$

Heterosis ของลูกผสมระหว่างพันธุ์ที่ j กับ j' (h_{jj'})

$$= (\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสมระหว่างพันธุ์ที่ j กับ j'}) - (\text{ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ j กับ j'})$$

เพราะฉะนั้น

$$h_{12} = [54.36 - (54.62 + 54.5)] / 2 = - 0.2$$

$$h_{13} = [54.00 - (54.62 + 53.50)] / 2 = - 0.06$$

.

.

.

$$h_{45} = [53.13 - (53.5 + 54.5)] / 2 = - 1.18$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสมทั้งหมด (} \bar{h} \text{)} &= [(- 0.2) + (- 0.06) + \dots + (- 1.18)] / 10 \\ &= - 0.509 \end{aligned}$$

Model 3 สามารถหา Heterosis ของพันธุ์ที่ j (h_j)

$$Y_{ij} = \mu_v + 1/2 (V_j + V_r) + r\bar{h} + r (h_j + h_r)$$

$$\text{โดย } r = 0 \text{ เมื่อ } j = j'$$

$$r = 1 \text{ เมื่อ } j \neq j'$$

$$\text{แทนค่า } Y_{12} = 54.248 + 1/2 (0.372 + 0.252) + (- 0.509) + (h_1 + h_2)$$

$$(h_1 + h_2) = 0.309$$

$$Y_{13} = 54.248 + 1/2 [(0.372) + (- 0.748)] + (- 0.509) + (h_1 + h_3)$$

$$h_1 + h_3 = 0.449$$

.

.

.

$$h_4 + h_5 = - 0.670$$

ได้สมการมีพารามิเตอร์ 10 ตัว สามารถประมาณค่าได้โดย

$$\begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 4 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \\ h_4 \\ h_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.43 \\ 0.59 \\ -0.14 \\ -0.14 \\ -1.74 \end{bmatrix}$$

$$h_1 = 0.18$$

$$h_2 = 0.24$$

$$h_3 = -0.005$$

$$h_4 = -0.005$$

$$h_5 = -0.53$$

จากความสัมพันธ์

$$h_{jj'} = h + h_j + h_{j'} + s_{jj'}$$

$$s_{12} = (-0.2) - (-0.509) - (0.184) - (0.237) = -0.112$$

$$s_{13} = (-0.06) - (-0.509) - (0.184) - (-0.005) = 0.27$$

$$s_{46} = (-1.18) - (-0.509) - (-0.005) - (-0.53) = -0.136$$

$$\sum s_{jj'} = 0$$

จากค่าที่ได้นำมาแทนค่าลงใน Model 3

$$Y_{jj'} = \mu_v + 1/2 (V_j + V_{j'}) + r\bar{h} + r(h_j + h_{j'})$$

Uncorrected Total Sum of Squares ($B'G$)₃

$$B'G_3 = 45219.99$$

$$CF = 45217.06$$

แทนค่าใน Model 4

$$Y_{jj'} = \mu_v + 1/2 (V_j + V_{j'}) + r\bar{h} + r(h_j + h_{j'}) + rs_{jj'}$$

$$\text{โดย } r = 0 \text{ เมื่อ } j = j'$$

$$r = 1 \text{ เมื่อ } j \neq j'$$

$$Y_{11} = 54.25 + 0.37$$

$$= 54.62$$

$$Y_{12} = 54.25 + 1/2(0.37 + 0.25) + 0.51 + 0.31 + (-0.11)$$

$$= 55.27$$

$$Y_{13} =$$

$$.$$

$$.$$

$$.$$

$$Y_{55} = 54.25 + 0.25$$

$$= 54.50$$

$$CF = \frac{(54.62 + 55.27 + \dots + 54.50)}{15}$$

$$= 45213.33$$

∴ Uncorrected Total Sum of Squares $(B'G)_4$

$$= (54.62)^2 + (55.266)^2 + \dots + (54.50)^2$$

$$= 45218.06$$

สรุป $(B'G)_1 = 43564.77$

$$(B'G)_2 = 44134.72$$

$$(B'G)_3 = 45219.99$$

$$(B'G)_4 = 45218.06$$

นำค่า Uncorrected Total Sum of Squares ที่ได้มาแทนค่าในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1

การวิเคราะห์ใน Analysis III

$$\text{Entries SS} = (B'G)_4 - CF$$

$$= 45218.06 - 45213.33$$

$$= 4.73$$

$$\text{Varieties SS} = ((54.62)^2 + (54.5)^2 + (53.5)^2 + (54.12)^2 + (54.5)^2)$$

$$- ((54.62 + 54.5 + 53.5 + 54.12 + 54.5)^2 / 5)$$

$$= 2929.22 \quad [S''_1]$$

จากความสัมพันธ์ของ Analysis II กับ III พบว่า

$$S'_{23} = S'_{32} = -1.93$$

$$S'_1 + S'_{22} = S'_1 + S''_{31}$$

$$S'_{21} = S''_2 = 569.29$$

$$\therefore S''_{31} = \text{General Combining Ability SS} = S'_1 + S'_{22} - S''_1$$

นำค่า Uncorrected Total Sum of Squares ที่ได้นำมาใส่ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งแสดงไว้ในตารางผนวกภาคที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงความแปรปรวนในลักษณะอายุเก็บเกี่ยวฝักที่ 2
หมด

Analysis II

Source	df	SS	MS
Population	14	$S = (B'G)_4 - CF = 4.73$	0.34^{ns}
Varieties (V_j)	4	$S = (B'G)_1 - CF = 1.18$	0.29^{ns}
Heterosis (h_{ij})	10	$S'_2 = (B'G)_4 - (B'G)_1 = 1653.29$	165.33^{**}
Average ($\bar{h}$)	1	$S'_{21} = (B'G)_2 - (B'G)_1 = 569.95$	569.29^{**}
Varieties (h_j)	4	$S'_{22} = (B'G)_3 - (B'G)_2 = 1085.27$	271.32^{**}
Specific (S_{ij})	5	$S'_{23} = (B'G)_4 - (B'G)_3 = -1.93$	-0.39^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงความแปรปรวนในลักษณะอายุเก็บเกี่ยวฝักที่ 2
หมด

Analysis III

Source	df	SS	MS
Entries	14	4.73	0.34
Varieties	4	$S''_1 = 2929.22$	732.31^{**}
Varieties VS Cross	1	$S''_3 = 569.29$	569.2^{**}
Crosses	9	$S''_3 = -3493.78$	-388.19^{ns}
General Combining Ability (g)	4	$S''_{31} = -1842.77$	-460.69^{ns}
Specific Combining Ability(S_{jj})	5	$S''_{32} = -1.93$	-0.39^{ns}

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าทำนาย Model 4 ในลักษณะอายุเก็บเกี่ยวฝักที่ 2
เสร็จสิ้น

พันธุ์	ลูกผสม มข.	รังสิต-มข.	BC#1DMR	สุวรรณ 2	CMB
ลูกผสม มข.	54.63	54.24	54.54	53.54	53.87
รังสิต-มข.		54.50	53.13	53.93	53.71
BC#1DMR			53.50 ¹	52.76	52.96
สุวรรณ 2				54.13	53.68
CMB					54.50

¹ = พันธุ์ที่มีค่าอิทธิพลของพันธุ์อยู่ในเกณฑ์ดีในลักษณะอายุเก็บเกี่ยวฝักที่
2 เสร็จสิ้นเร็วที่สุด