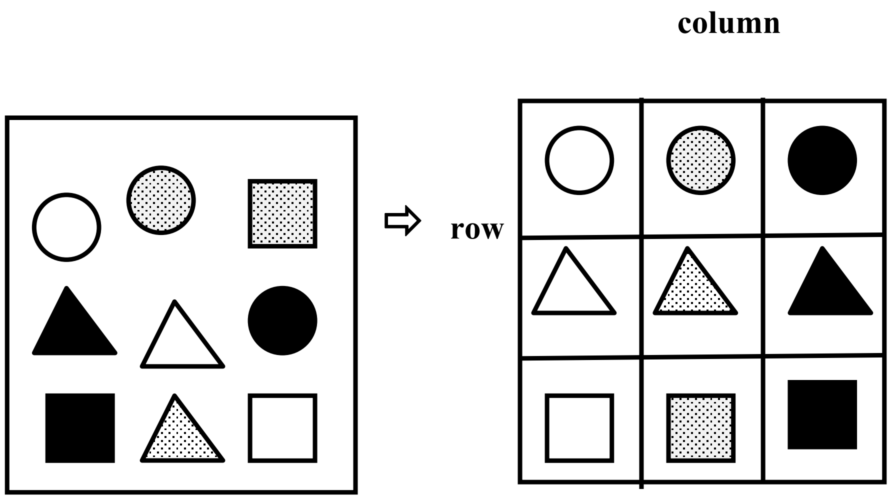
แผนการทดลองขั้นพื้นฐาน:
แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์ (Latin Squares Design, LSD) จะใช้ในกรณีที่ สิ่งทดลองมีความผันแปรอยู่แล้ว 2 ทางก่อนที่จะถูกกระทำด้วยทรีทเมนต์ ความผันแปรนั้นเราสามารถจำแนกออกได้ชัดว่าเพราะอะไร ซึ่งไม่ต้องการเปรียบเทียบหรือทดสอบอีกแล้ว การที่สิ่งทดลองมีความผันแปร 2 ทางนี้ เราไม่สามารถใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อกได้ ในการทดลองเราจะแบ่งกลุ่มของสิ่งทดลองออกเป็น 2 ทาง คือ ทางแถวนอน (row) และแถวตั้ง (column) สมมุติว่า หน่วยทดลองมีความแตกต่างกันทางด้านรูปร่าง และสี การจัดแบ่งกลุ่มก็จะเป็นดังนี้



แผนการทดลองนี้เราอาจเรียกว่า Double grouping ซึ่งถ้าเป็นแผนแบบสุ่มในบล๊อกก็อาจเรียกว่า single grouping สำหรับแผนการทดลองแบบลาตินสแควร์ จะต้องมีจำนวนความผันแปรทางด้านแถวตั้ง (column) เท่ากับความผันแปรทางด้านแถวนอน (row) ซึ่งเราสามารถเรียกชื่อตามจำนวนแถวตั้ง และแถวนอนได้ เช่น ถ้าการทดลองมี 3 column และ 3 row เราก็จะเรียกว่า 3 x 3 Latin Square Design ซึ่งจะต้องมีทรีทเมนต์ 3 ทรีทเมนต์ด้วย

แผนการทดลองแบบนี้ถูกนำไปใช้ในการทดลองทางพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในการทดลองทางสัตว์นั้นมีการนำมาใช้น้อยมาก ขนาดของการทดลองแบบลาตินสแควร์ที่พบโดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 4 x 4 จนถึง 8 x 8 ที่ใหญ่กว่านี้ก็มีแต่น้อย เพราะการแบ่งความผันแปรออกเป็นหลาย ๆ กลุ่มนั้นทำได้ยาก

วิธีการสุ่ม

ในแผนการทดลองแบบลาตินสแควร์นี้ แต่ละแถวตั้งและแต่ละแถวนอนจะเป็นบล๊อกที่สมบูรณ์ คือ ต้องมีครบทุกทรีทเมนต์ และแต่ละทรีทเมนต์จะต้องปรากฏเพียงครั้งเดียวในทุกแถวตั้ง และแถวนอน ตัวอย่าง เช่น การศึกษาปริมาณน้ำนมที่ได้จากเต้านมแต่ละเต้าของวัว โดยให้เต้านมแต่ละเต้าเป็นทรีทเมนต์แทนด้วยอักษร A, B, C และ D จำนวนครั้งในการรีดนมต่อวัน เป็นความผันแปรแนวนอน และลำดับการรีดตัวไหนก่อนหลังเป็นความผันแปรแนวตั้ง

ถูกลบ: ¶

การสุ่มจะกระทำโดยการสุ่มใช้ตารางสแควร์ จากทั้งหมดที่มีได้ ซึ่งให้ไว้ในหนังสือ Experimental Designs ของ Cochran และ Cox (1957) และที่ให้ไว้โดย Fisher และ Yates (1948) หรืออาจจะทำโดยการสุ่มทีละ Column และ row สลับกันไป เช่น สุ่มให้ column ที่ 1 และ row ที่ 1 ก่อน แล้วสุ่ม column ที่ 2 และ row ที่ 2 ทำไปจนครบทุก column และ row โดยที่แต่ละทรีทเมนต์จะปรากฎซ้ำในแต่ละ column และ row ไม่ได้ แผนผังที่ได้อาจเป็นดังนี้

A	B	C	D
B	A	D	C
C	D	B	A
D	C	A	B

A	B	C	D
B	C	D	A
C	D	A	B
D	A	B	C

A	B	C	D
B	A	D	C
C	D	A	B
D	C	B	A

จำนวนสแควร์ที่จะเป็นไปได้สำหรับแผนแบบลาตินสแควร์ขนาดต่าง ๆ มีดังนี้

2 x 2 LSD สามารถมีสแควร์ที่เป็นไปได้ 2 ชนิด

3 x 3 LSD สามารถมีสแควร์ที่เป็นไปได้ 12 ชนิด

4 x 4 LSD สามารถมีสแควร์ที่เป็นไปได้ 576 ชนิด

5 x 5 LSD สามารถมีสแควร์ที่เป็นไปได้ 161,280 ชนิด

แบบหุ่น

แบบหุ่นของแผนการทดลองแบบลาตินสแควร์ ก็คือ

$$Y_{ij(k)} = \mu + C_i + R_j + T_k + \varepsilon_{ij(k)}$$

ถูกลบ: ¶

$Y_{ij(k)}$ - ค่าสังเกตในแคว column ที่ i row ที่ J ได้รับทรีทเมนต์ที่ k

μ - ค่าเฉลี่ยร่วม

C_i - อิทธิพลของ column: i = 1, 2, 3, ..., r

R_j - อิทธิพลของ row: j = 1, 2, 3, ..., r

T_k - อิทธิพลของ treatment: k = 1, 2, 3, ..., r

$\varepsilon_{ij(k)}$ - ความคลาดเคลื่อนทั้งหมด: $\varepsilon \sim nid\ (0, \sigma^2)$

การวิเคราะห์

row (j)	column (i)				ผลรวมแนวนอน
	1	2	3	4	
1	A $Y_{11(1)}$	B $Y_{21(2)}$	C $Y_{31(3)}$	D $Y_{41(4)}$	$Y_{.1(.)}$
2	B $Y_{12(2)}$	A $Y_{22(1)}$	D $Y_{32(4)}$	C $Y_{42(3)}$	$Y_{.2(.)}$
3	C $Y_{13(3)}$	D $Y_{23(4)}$	B $Y_{33(2)}$	A $Y_{43(1)}$	$Y_{.3(.)}$
4	D $Y_{14(4)}$	C $Y_{24(3)}$	A $Y_{34(1)}$	B $Y_{44(2)}$	$Y_{.4(.)}$
ผลรวมแนวตั้ง	$Y_{1.(.)}$	$Y_{2.(.)}$	$Y_{3.(.)}$	$Y_{4.(.)}$	$Y_{..(.)}$

ถูกลบ: ¶

$$\text{correction term (C.T.)} = \sum Y^2_{ij(k)} \Big/ r^2$$

$$= \frac{\sum Y^2_{..(.)}}{r^2}$$

$$\text{total SS} = \sum Y^2_{ij(k)} - C.T.$$

$$\text{column SS} = \frac{\sum Y^2_{i.(.)}}{r} - C.T.$$

$$\text{row SS} = \frac{\sum Y^2_{.j(.)}}{r} - C.T.$$

$$\text{treatment SS} = \frac{\sum Y^2_{..(k)}}{r} - C.T.$$

$$\begin{aligned}
\sum Y^2_{..(k)} = {} & [\,\mathbf{Y}_{11(1)} + \mathbf{Y}_{22(1)} + \mathbf{Y}_{43(1)} + \mathbf{Y}_{34(1)}\,]^2 + \\
& [\,\mathbf{Y}_{21(2)} + \mathbf{Y}_{12(2)} + \mathbf{Y}_{33(2)} + \mathbf{Y}_{44(2)}\,]^2 + \\
& [\,\mathbf{Y}_{31(3)} + \mathbf{Y}_{42(3)} + \mathbf{Y}_{13(3)} + \mathbf{Y}_{24(3)}\,]^2 + \\
& [\,\mathbf{Y}_{41(4)} + \mathbf{Y}_{32(4)} + \mathbf{Y}_{23(4)} + \mathbf{Y}_{14(4)}\,]^2 +
\end{aligned}$$

ถูกลบ: ¶

error SS = total SS - column SS - row SS - treatment SS

ตารางวิเคราะห์วาเรียนซ์

source	*df*	SS	MS	F-ratio
column	$r-1 = n_C$	SSC	$SSC/n_C = MSC$	MSC/MSE
row	$r-1 = n_r$	SSR	$SSR/n_r = MSR$	MSR/MSE
treatment	$r-1 = n_t$	SST	$SST/n_t = MST$	MST/MSE
error	$(r-1)(r-2) = n_e$	SSE	$SSE/n_e = MSE$	
total	$r^2 - 1$			

เมื่อทดสอบพบความมีนัยสำคัญของทรีทเมนต์ เราก็สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ โดยวิธีการ *lsd,* DMRT หรือ orthogonal comparisons ก็ได้ เช่นเดียวกับแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

ตัวอย่างที่ 6.1 การศึกษาเปรียบเทียบระดับพลังงานในอาหาร 4 ระดับ สำหรับแม่สุกรอุ้มท้อง โดยใช้สุกร 4 พันธุ์ ซึ่งแต่ละพันธุ์ใช้แม่สุกรอายุต่างกันคือ 1, 2, 3 และ 4 ปี ผลปรากฏว่าจำนวนลูกสุกรแรกคลอดต่อครอก มีดังนี้

อายุแม่สุกร (ปี) row	พันธุ์ (column) 1	2	3	4	ผลรวมแนวนอน
1	T_1 (6)	T_3 (12)	T_4 (11)	T_2 (10)	39
2	T_2 (8)	T_1 (8)	T_3 (11)	T_4 (10)	37
3	T_4 (9)	T_2 (9)	T_1 (7)	T_3 (11)	36
4	T_3	T_4	T_2	T_1	

ถูกลบ: ¶

	(9)	(10)	(11)	(6)	36
ผลรวมแนวตั้ง	32	39	40	37	148

	T_1	T_2	T_3	T_4
	6	10	12	11
	8	8	11	10
	7	9	11	9
	6	11	9	10
รวม	27	38	43	40
เฉลี่ย	6.75	9.5	10.75	10

$$\text{correction term} = \frac{(148)^2}{16} = 1369.0$$

$$\textbf{total SS} = 6^2 + 8^2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + 6^2 - \text{C.T.}$$

$$= 1420 - 1369 = 51.0$$

$$\text{column SS} = \frac{32^2 + 39^2 + 40^2 + 37^2}{4} - \text{C.T.}$$

$$= \frac{5514}{4} - 1369 = 1378.5 - 1369 = 9.5$$

ถูกลบ: ¶

$$\text{row SS} = \frac{39^2 + 37^2 + 36^2 + 36^2}{4} - \text{C.T.}$$

$$= \frac{5482}{4} - 1369 = 1370.5 - 1369 = 1.5$$

$$\text{treatment SS} = \frac{27^2 + 38^2 + 43^2 + 40^2}{4} - \text{C.T.}$$

$$= \frac{5622}{4} - 1369 = 1405.5 - 1369 = 36.5$$

error SS = 51.0 - 9.5 - 1.5 - 36.5 = 3.5

ตารางวิเคราะห์วาเรียนซ์

source	*df*	SS	MS	F-ratio
column	**3**	**9.5**	**3.167**	**5.432^{*}**
row	**3**	**1.5**	**0.5**	**0.858^{ns}**
treatment	**3**	**36.5**	**12.167**	**20.87^{**}**
error	**6**	**3.5**	**0.583**	
total	**15**	**51.0**		

จากตาราง $F_{0.05(3,\ 6)} = 4.76$, $F_{0.01(3,\ 6)} = 9.78$

สรุปผล: ระดับพลังงานในอาหารที่ใช้ทดลองมีผลต่อจำนวนลูกสุกรต่อครอกแรกคลอดของแม่สุกรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และจำนวนลูกสุกรแรกคลอดต่อครอกจะแตกต่างกันระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ถูกลบ: ¶

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์

วิธี *lsd*

ค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ได้ดังนี้

T_1	T_2	T_4	T_3
6.75	9.5	10.0	10.75

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{2\,MSE}{r}} = \sqrt{\frac{2(0.583)}{4}} = 0.540$$

จากตาราง $t_{\frac{0.01}{2}}(6) = 3.707$

$$lsd_{\frac{0.01}{2}} = 3.707 \times 0.540 = 2.002$$

$T_3 - T_1 = 10.75 - 6.75 = 4.0^{**} > 2.002$

$T_3 - T_2 = 10.75 - 9.5 = 1.25^{ns} < 2.002$

$T_3 - T_4 = 10.75 - 10.0 = 0.75^{ns} < 2.002$

$T_4 - T_1 = 10.0 - 6.75 = 3.25^{**} > 2.002$

$T_4 - T_2 = 10.0 - 9.5 = 0.5^{ns} < 2.002$

$T_2 - T_1 = 9.5 - 6.75 = 2.75^{**} > 2.002$

สรุปผล:

T_1	T_2	T_3	T_4
6.75^{ก}	9.5^{ข}	10.75^{ข}	10.0^{ข}

ถูกลบ: ¶

นั่นคือ สุกรที่ได้รับอาหารพลังงานระดับที่ 1 จะให้จำนวนลูกสุกรต่อครอกแรกคลอดแตกต่างกับของพวกที่ได้รับพลังงานระดับที่ 2, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่พวกที่ได้รับพลังงานระดับที่ 2, 3 และ 4 นั้นให้จำนวนลูกต่อครอกแรกคลอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิธี Duncan's

$$S_{\bar{Y}} = \sqrt{\frac{MSE}{r}} = \sqrt{\frac{0.583}{4}} = 0.382$$

p	2	3	4
$SSR_{0.01}$	5.24	5.51	5.65
$LSR_{0.01}$	5.24×0.382	5.51×0.382	5.65×0.382
	$= 2.002$	$= 2.105$	$= 2.158$

$T_3 - T_1 = 10.75 - 6.75 = 4.0^{**} > 2.158$

$T_3 - T_2 = 10.75 - 9.5 = 1.25^{ns} < 2.105$

$T_3 - T_4 = 10.75 - 10.0 = 0.75^{ns} < 2.002$

$T_4 - T_1 = 10.0 - 6.75 = 3.25^{**} > 2.105$

$T_4 - T_2 = 10.0 - 9.5 = 0.5^{ns} < 2.002$

$T_2 - T_1 = 9.5 - 6.75 = 2.75^{**} > 2.002$

สรุปผล:	T_1	T_2	T_3	T_4
	$6.75^{ก}$	$9.5^{ข}$	$10.75^{ข}$	$10.0^{ข}$

ถูกลบ: ¶

การประมาณประสิทธิภาพของแผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของแผนการทดลองแบบลาตินสแควร์ โดยทั่วไปเราจะเปรียบเทียบกับแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อก โดยใช้ ค่า **relative efficiency LSD to RBD** นั่นก็คือ

$$R.E. \quad = \frac{E_e(RBD)}{E_e(LSD)} \times 100$$

เราจะต้องประมาณค่า mean square ของ error ของแผนแบบสุ่มในบล๊อกขึ้นมา ซึ่งจะมีได้ 2 กรณีด้วยกัน

กรณีที่ 1 เมื่อใช้แถวนอนเป็นบล๊อก

ในกรณีนี้แถวตั้งจะถูกดึงมารวมกับความคลาดเคลื่อน

$$E_e(RBD) = \frac{n_c E_c + (n_t + n_e) E_e(LSD)}{n_c + n_t + n_e}$$

E_c , E_e (LSD) เป็นค่า mean square ของแถวตั้ง และความคลาดเคลื่อนในแผนแบบลาตินสแควร์

ถูกลบ: ¶

n_c , n_t , n_e เป็น *df* ของแถวตั้ง ทรีทเมนต์ และความคลาดเคลื่อน ตามลำดับ ในแผนแบบลาตินสแควร์

กรณีที่ 2 เมื่อใช้แถวตั้งเป็นบล๊อก

$$E_e(RBD) = \frac{n_r E_r + (n_t + n_e) E_e(LSD)}{n_r + n_t + n_e}$$

E_r , E_e (LSD) เป็นค่า mean square ของแถวนอน และความคลาดเคลื่อนในแผนแบบลาตินสแควร์

n_r , n_t , n_e เป็น *df* ของแถวนอน ทรีทเมนต์ และความคลาดเคลื่อน ตามลำดับ ในแผนแบบลาตินสแควร์

ในกรณีที่ *df* ของความคลาดเคลื่อนในแผนแบบ LSD น้อยกว่า 20 เราจะต้องปรับค่า R.E. โดยคูณด้วยค่า precision factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$precision\ factor = \frac{(n_1+1)(n_2+3)}{(n_2+2)(n_1+3)}$$

n_1 และ n_2 เป็น df ของความคลาดเคลื่อนในแผน LSD และ RBD ตามลำดับ

ถูกลบ: ¶

จากตัวอย่างที่ 6.1 จะพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแถวตั้ง แต่แถวนอนมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงควรใช้แผนแบบสุ่มในบล๊อก โดยให้แถวตั้งเป็นบล๊อก ซึ่งจะได้ค่า *df* ของความคลาดเคลื่อนสูงขึ้น แต่การดูแค่นี้ก็ยังไม่แน่ควรดูจากค่า R.E. ด้วย

1. ใช้แถวนอนเป็นบล๊อก

$$Ee(RBD) = \frac{3(3.167)+(3+6)(0.583)}{3+3+6}$$

$$= \frac{14.748}{12} = 1.23$$

$$\text{precision factor} = \frac{(6+1)(9+3)}{(9+1)(6+3)} = 0.933$$

$$\text{R.E. (LSD to RBD)} = \frac{1.23}{0.583} \times 0.933 \times 100 = 196.8\ \%$$

หมายความว่า ถ้าเราต้องการให้ความแม่นยำเท่ากันแล้ว แผนแบบ LSD จะใช้จำนวนซ้ำ 100 ซ้ำ ในขณะที่แผนแบบ RBD จะต้องใช้จำนวนซ้ำถึง 197 ซ้ำ

ถูกลบ: ¶

2. เมื่อใช้แถวตั้งเป็นบล๊อก

$$E_e(\text{RBD}) = \frac{3(0.5)+(3+6)(0.583)}{3+3+6}$$

$$= \frac{6.747}{12} = 0.562$$

$$\text{R.E. (LSD to RBD)} = \frac{0.562}{0.583} \times 0.933 \times 100 = 89.94\ \%$$

หมายความว่า ถ้าต้องการให้ความแม่นยำเท่ากันแล้ว แผน LSD จะต้องใช้ 100 ซ้ำ แต่ แผน RBD จะใช้ 90 ซ้ำ นั่นก็คือ การใช้ RBD จะมีประสิทธิภาพดีกว่า LSD ซึ่งการใช้แผน RBD ควรจะให้แถวตั้งเป็นบล๊อกจะมีประสิทธิภาพดีกว่า

ค่าสังเกตสูญหาย

เมื่อมีค่าสังเกตหายไปเพียงค่าเดียวเราสามารถประมาณหาได้จากสูตร

$$X = \frac{r(R+C+T)-2G}{(r-1)(r-2)}$$

R, C, T - เป็นผลรวมของค่าสังเกตของแถวนอน แถวตั้ง และทรีทเมนต์ที่มีค่าสังเกตสูญหายไป

ถูกลบ: ¶

G - ผลรวมค่าสังเกตทั้งหมด

กรณีที่มีค่าสังเกตหายไปหลายค่า แต่ไม่ตลอดทั้งแถวนอน แถวตั้ง หรือทรีทเมนต์ ก็อาจจะคำนวนประมาณหาได้ด้วยวิธีการเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อก เมื่อคำนวนได้ค่าต่าง ๆ ที่หายไปแล้ว ก็นำเอาไปใส่ในตารางข้อมูลแล้ววิเคราะห์วาเรียนซ์ตามปกติ แต่จะต้องลดค่าความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน (error *df*) และ total *df* ลงเท่ากับหนึ่งสำหรับค่าสังเกตที่หายไป 1 ค่า

ทำนองเดียวกับแผนแบบสุ่มในบล๊อก ค่า sum of square ของทรีทเมนต์จะสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งค่าที่จะใช้ปรับนั้นคำนวนได้จาก

$$bias = \frac{\left[G - R - C - (r-1)T\right]^2}{\left[(r-1)(r-2)\right]^2}$$

การเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ใด ๆ กับทรีทเมนต์ที่มีค่าสังเกตสูญหายไป ในกรณีที่มีค่าสังเกตสูญหายไปเพียงค่าเดียว ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ต้องการเปรียบเทียบจะเท่ากับ

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{S^2\left\{\frac{2}{r} + \frac{1}{(r-1)(r-2)}\right\}}$$

ถูกลบ: ¶

แต่เมื่อมีค่าสังเกตหายไปมากกว่า 1 ค่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ที่มีค่าสังเกตสูญหาย จะมีค่าเท่ากับ

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{S^2\left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j}\right)}$$

r_i และ r_j เป็น effective number of replicates (ENR) คำนวนหาได้ด้วยกฎต่อไปนี้

1. เมื่ออีกทรีทเมนต์หนึ่งมีค่าสังเกตอยู่ทั้งในแถวตั้งและแถวนอน ให้ ENR เท่ากับ 1

2. ถ้าอีกทรีทเมนต์หนึ่งค่าสังเกตสูญหายไปในแถวตั้ง หรือในแถวนอน อย่างใดอย่างหนึ่งให้ ENR เท่ากับ 2/3

3. ถ้าอีกทรีทเมนต์หนึ่งค่าสังเกตหายไปทั้งในแถวตั้งและแถวนอน ให้ ENR เท่ากับ 1/3

4. ถ้าค่าสังเกตของทรีทเมนต์ที่กำลังพิจารณาสูญหายไปให้ ENR เท่ากับ 0

ถูกลบ: ¶

ตัวอย่างที่ 6.2 แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์ ขนาด 4 × 4 มีค่าสังเกตในทรีทเมนต์ A, B และ D หายไป

(A)	B	C	D
B	C	(D)	A
C	D	A	(B)
D	A	B	C

เราคำนวนหา ENR โดยเริ่มต้นด้วยทรีทเมนต์ A

แถวตั้งที่ 1 : ทรีทเมนต์ A หายไป ให้ ENR = 0

แถวตั้งที่ 2 : มี A อยู่ และมี B อยู่ทั้งในแถวตั้งและแถวนอน ให้ ENR = 1

แถวตั้งที่ 3 : มี A อยู่ แต่ B หายไปในแถวนอน ให้ ENR = 2/3

แถวตั้งที่ 4 : มี A อยู่ แต่ B หายไปในแถวตั้ง ให้ ENR = 2/3

ดังนั้น ENR ของทรีทเมนต์ A = 0 + 1 + 2/3 + 2/3 = 7/3 = 2.33

ถูกลบ: ¶

ทำนองเดียวกัน

ENR ของทรีทเมนต์ B = 1/3 + 1 + 0 + 0 = 4/3 = 1.43

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ A กับ B ก็จะเท่ากับ

$$S_{\bar{d}} = \sqrt{S^2\left(\frac{1}{2.33} + \frac{1}{1.43}\right)}$$

โดย S^2 คือ ค่า error mean square

ถูกลบ: ¶

ถูกลบ: ¶