

THÍ NGHIỆM 2 YẾU TỐ

Định nghĩa: Thí nghiệm 2 yếu tố là thí nghiệm trong đó 2 yếu tố được khảo sát cùng 1 lúc. Mỗi yếu tố phải có ít nhất là 2 mức độ (nếu một yếu tố nào đó chỉ có 1 mức độ thì thí nghiệm đó trở về thí nghiệm đơn (1) yếu tố)

Ưu điểm thí nghiệm 2 yếu tố:

- + Cùng trong 1 thời gian, không gian, có thể tìm hiểu nhiều mức độ khác nhau của 2 yếu tố.
- + Có thể biết được có hay không sự tác động tương hỗ (hỗ tương, interaction) giữa các mức độ của 2 yếu tố đó.

Tác động hỗ tương là tác động phụ trợ. Nó có thể thúc đẩy (tăng lên, dương) hoặc kìm hãm (giảm, âm) yếu tố kia về 1 đặc tính nào đó.

Các kiểu bố trí thí nghiệm 2 yếu tố thường gặp.

- Hoàn toàn ngẫu nhiên hai yếu tố (CRD-2)
- Khối đầy đủ ngẫu nhiên hoàn toàn 2 yếu tố (RCBD – 2)
- Lô phụ (split plot design)
- Lô sọc (strip plot design)

Phân hữu cơ

NT	Kí hiệu	1	2	3
0	A1	3243	3567	3964
10	A2	5879	5480	5681
20	A3	6579	6789	6816

Phân lân

NT	Kí hiệu	1	2	3
0	B1	3218	3651	3326
150	B2	4726	4681	4782
300	B3	5431	5638	5581

Kết hợp 2 yếu tố phân hữu cơ và phân lân

Kí hiệu NT	1	2	3
A1B1	3122	3169	3261
A1B2	4721	4681	4751
A1B3	5617	5781	5618
A2B1	5822	5833	5798
A2B2	6028	6159	6137
A2B3	6429	6597	6624
A3B1	6794	6891	6834
A3B2	8295	8379	8269
A3B3	8933	9012	9096

CRD và RCBD 2 factors

- Muốn tăng phạm vi suy luận.
- Xác định sự tương tác qua lại giữa các yếu tố thí nghiệm.
- Tìm ra mức độ tối ưu cho mỗi yếu tố và tổ hợp tối ưu trong việc kết hợp các yếu tố.
- Các đơn vị thí nghiệm (lô thí nghiệm) hoàn toàn đồng nhất hoặc có 1 chiều biến thiên

Rep. 1	$V_3 N_2$	$V_2 N_1$	$V_1 N_4$	$V_1 N_1$	$V_2 N_3$
	$V_3 N_0$	$V_1 N_3$	$V_3 N_4$	$V_1 N_2$	$V_3 N_3$
	$V_2 N_4$	$V_3 N_1$	$V_2 N_0$	$V_1 N_0$	$V_2 N_2$

CRD 2 Factor (a)

ANOVA

N.G.B.T	df	TSBP	TBBP	Ftính
Ytố A	a-1	ASS	MSA	MSA/MSE
Ytố B	b-1	BSS	MSB	MSB/MSE
AxB	(a-1)(b-1)	ABSS	MSAB	MSAB/MSE
Sai biệt	ab(r-1)	ESS	MSE	
Tổng	abr-1	TSS		

- a : các mức độ của yếu tố A
- b : các mức độ của yếu tố B
- r : lần lặp lại

RCBD 2 Factor (a)

ANOVA

N.G.B.T	df	TSBP	TBBP	Ftính
Lần lặp lại	$r-1$	RSS	MSR	MSR/MSE
Ytố A	$(a - 1)$	ASS	MSA	MSA/MSE
Ytố B	$(b - 1)$	BSS	MSB	MSB/MSE
AxB	$(a-1)(b-1)$	AxBSS	MSAB	MSAB/MSE
Sai biệt	$(r-1)(ab-1)$	ESS	MSE	
Tổng	$abr - 1$	TSS		

a : các mức độ của yếu tố A

b : các mức độ của yếu tố B

r : lần lặp lại

Example

ANOVA

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	Computed F^a	Tabular F	
					5%	1%
Replication	3	2.599	0.866	5.74**	2.83	4.29
Treatment	14	44.578	3.184	21.09**	1.94	2.54
Error	42	6.353	0.151			
Total	59	53.530				

*** = significant at 1% level.

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	Computed F^b	Tabular F	
					5%	1%
Replication	3	2.599	0.866	5.74**	2.83	4.29
Treatment	14	44.578	3.184	21.09**	1.94	2.54
Variety(A)	(2)	1.052	0.526	3.48*	3.22	5.15
Nitrogen(B)	(4)	41.234	10.308	68.26**	2.59	3.80
$A \times B$	(8)	2.292	0.286	1.89 ^{ns}	2.17	2.96
Error	42	6.353	0.151			
Total	59	53.530				

5. SPLIT PLOTS DESIGN

- Trong 2 yếu tố thí nghiệm có một yếu tố cần độ tin cậy cao hơn yếu tố kia.
- Một yếu tố thí nghiệm đòi hỏi diện tích của lô thí nghiệm lớn hơn yếu tố còn lại.
- Khi biết rằng sự biến thiên có thể xảy ra giữa các mức độ của yếu tố A lớn hơn yếu tố còn lại (B)
- Một yếu tố không thể xếp vào lô phụ trong khi yếu tố còn lại có thể (thí dụ như phân bón và giống)

N_4	N_3	N_1	N_0	N_5	N_2
-------	-------	-------	-------	-------	-------

N_4	N_3	N_1	N_0	N_5	N_2
V_2	V_1	V_1	V_2	V_4	V_3
—	—	—	—	—	—
V_1	V_4	V_2	V_3	V_3	V_2
—	—	—	—	—	—
V_3	V_2	V_4	V_1	V_2	V_1
—	—	—	—	—	—
V_4	V_3	V_3	V_4	V_1	V_4

RCBD 2 Factor (b) (SPLIT PLOT)

ANOVA

N.G.B.T	df	TSBP	TBBP	Ftính
<u>Lô chính</u>				
Lần lặp lại	r-1	RSS	MSR	MSR/MSE_a
Ytố A	a - 1	ASS	MSA	MSA/MSE_a
Sai biệt (a)	$(a-1)(r-1)$	$E_a SS$	MSE_a	
<u>Lô phụ</u>				
Ytố B	(b - 1)	BSS	MSB	MSB/MSE_b
AxB	$(a-1)(b-1)$	ABSS	MSAB	$MSAB/MSE_b$
Sai biệt (b)	$a(r-1)(b-1)$	$E_b SS$	MSE_b	
Tổng	abr - 1	TSS		

a : các mức độ của yếu tố A

b : các mức độ của yếu tố B

r : lần lặp lại

RCBD 2 Factor Strip plot (a) (STRIP PLOT)

ANOVA

N.G.B.T	df	TSBP	TBBP	F _{tính}
Lần lặp lại	r-1	RSS	MSR	MSR/MSE _a
Y _{tố} ngang (A)	(a - 1)	ASS	MSA	MSA/MSE _a
Sai biệt (a)	(a-1)(r-1)	E _a SS	MSE _a	
Y _{tố} dọc (B)	(b - 1)	BSS	MSB	MSB/MSE _b
Sai biệt (b)	(b-1)(r-1)	E _b SS	MSE _b	
AxB	(a-1)(b-1)	ABSS	MSAB	MSAB/MSE _c
Sai biệt (c)	(r-1)(a-1)(b-1)	E _c SS	MSE _c	
Tổng	abr - 1	TSS		

a : các mức độ của yếu tố A

b : các mức độ của yếu tố B

r : lần lặp lại

Thí dụ tính bảng ANOVA cho Thí nghiệm lô phụ (Split plot)

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	Computed F^b	Tabular F	
					5%	1%
Replication	2	1.082,577	541,228			
Nitrogen (A)	5	30,429,200	6,085,840	42.87**	3.33	5.64
Error(a)	10	1,419,678	141,968			
Variety (B)	3	89,888,101	29,962,700	85.71**	2.86	4.38
$A \times B$	15	69,343,487	4,622,899	13.22**	1.96	2.58
Error(b)	36	12,584,873	349,580			
Total	71	204,747,916				

^a $cv(a) = 6.9\%$, $cv(b) = 10.8\%$.

^b** = significant at 1% level.

$$A \text{ (nitrogen) } SS = \frac{\sum A^2}{rb} - C.F.$$

$$\text{Error}(a) SS = \frac{\sum(RA)^2}{b} - C.F. - \text{Replication } SS - A SS$$

$$B \text{ (variety) } SS = \frac{\sum B^2}{ra} - C.F.$$

$$A \times B \text{ (nitrogen} \times \text{variety) } SS = \frac{\sum(AB)^2}{r} - C.F. - B SS - A SS$$

$$\text{Error}(b) SS = \text{Total } SS - (\text{sum of all other } SS)$$

Thí dụ tính bảng ANOVA cho Thí nghiệm lô sọc (Strip plot)

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	Computed F^b	Tabular F	
					5%	1%
Replication	2	9,220,962	4,610,481			
Variety (A)	5	57,100,201	11,420,040	7.65**	3.33	5.64
Error(a)	10	14,922,620	1,492,262			
Nitrogen (B)	2	50,676,061	25,338,031	^c	—	—
Error(b)	4	2,974,909	743,727			
$A \times B$	10	23,877,980	2,387,798	5.80**	2.35	3.37
Error(c)	20	8,232,916	411,646			
Total	53	167,005,649				

^a $cv(a) = 23.1\%$, $cv(c) = 12.1\%$.

^b** = significant at 1% level.

^cError(b) $d.f$ is not adequate for valid test of significance.

So sánh trung bình các nghiệm thức

* Thí nghiệm lô phụ (Split plot)

Hình thức so sánh	Công thức tính độ lệch chuẩn (standard error)
• So sánh các yếu tố lô chính	$\sqrt{\frac{2E_a}{rb}}$
• So sánh các yếu tố lô phụ	$\sqrt{\frac{2E_b}{ra}}$
• Tương tác các yếu tố	$\sqrt{\frac{2E_b}{r}}$

- Tính LSD

$$\text{LSD} = t_{\alpha} * \text{STD_Err}$$

$$\text{LSD}_{0.05} = t_{0.05} * \text{STD_Err}$$

$$\text{LSD}_{0.01} = t_{0.01} * \text{STD_Err}$$

- Sắp xếp giảm dần trung bình các nghiệm thức

- Tính sự khác biệt giữa 2 nghiệm thức liên kề.

* Nếu khác biệt giữa 2 nghiệm thức $> \text{LSD} \Rightarrow$ 2 nghiệm thức **có** khác biệt

* Nếu khác biệt giữa 2 nghiệm thức $< \text{LSD} \Rightarrow$ 2 nghiệm thức **không** khác biệt

So sánh trung bình các nghiệm thức

* Thí nghiệm lô sọc (Strip plot)

Hình thức so sánh	Công thức tính độ lệch chuẩn (standard error)
• So sánh các yếu tố lô dọc	$\sqrt{\frac{2E_a}{rb}}$
• So sánh các yếu tố lô ngang	$\sqrt{\frac{2E_b}{ra}}$
• Tương tác các yếu tố	$\sqrt{\frac{2[(b-1)E_c + E_a]}{rb}}$

- Do sự xuất hiện của E_c và E_a trong cùng một công thức tính STD_Err nên giá trị “t” tra bảng phải được hiệu chỉnh theo công thức

$$t' = \frac{(b - 1)E_c t_c + E_a t_a}{(b - 1)E_c + E_a}$$

- Tính LSD

$$LSD = t_{\alpha} * STD_Err$$

$$LSD_{0.05} = t'_{0.05} * STD_Err$$

$$LSD_{0.01} = t'_{0.01} * STD_Err$$

- Sắp xếp giảm dần trung bình các nghiệm thức

- Tính sự khác biệt giữa 2 nghiệm thức liên kế.

* Nếu khác biệt giữa 2 nghiệm thức $> \text{LSD} \Rightarrow$ 2 nghiệm thức **có** khác biệt

* Nếu khác biệt giữa 2 nghiệm thức $< \text{LSD} \Rightarrow$ 2 nghiệm thức **không** khác biệt