เรื่อง

แผนการทดลองพื้นฐาน และการเลือกใช้แผนการทดลอง

นิสา มีแสง

กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

หัวข้อ

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวางแผนการทดลอง
2. แผนการทดลองพื้นฐาน
3. การเลือกใช้แผนการทดลอง
4. การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป “STAR”
5. ค่าสถิติอื่น ๆ ที่ช่วยในการสรุปผลการทดลอง

ชนิดของแผนการทดลอง

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)
2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCRD)
3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์(Latin Square Design, LS)
4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล (Factorial Experiment)
5. แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท (Split-plot Design)

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

ลักษณะสำคัญ

- เป็นแผนการทดลองที่ง่ายที่สุด
- สิ่งทดลอง (treatment) จะจัดลงในหน่วยการทดลอง (experimental unit) โดยการสุ่มตลอด
- ไม่เหมาะกับการทดลองทางพืชไร่ หรือ งานวิจัยที่ใช้วัตถุหรือวัสดุที่มีความแปรปรวนมาก
- ใช้กับสิ่งทดลอง (treatment) ที่มีจำนวนมาก ๆ ได้
- ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนหน่วยการทดลองเท่ากัน

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

ข้อดี

- มีความยืดหยุ่นดีมาก ทั้งจำนวนสิ่งทดลอง หน่วยการทดลอง
- สามารถวางแผนการทดลอง ได้ง่าย
- กรณีมีข้อมูลสูญหาย ก็ไม่มีผลกระทบต่อการทดลองมาก
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำได้ง่าย
- มี df ของความคลาดเคลื่อน มากกว่า แผนการทดลองอื่น

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

ข้อเสีย

- ใช้ได้ดี เฉพาะกรณีที่ วัตถุหรือวัสดุในการทดลอง หรือ หน่วยการทดลองมีความสม่ำเสมอ (homogeneous) ดี

ขั้นตอนการสุ่มและวางผังการทดลอง

- จำนวนหน่วยการทดลองทั้งหมด = จำนวนสิ่งทดลองX จำนวนซ้ำ
- วิธีสุ่ม ใช้การจับสลากสิ่งทดลองที่เตรียมเขียนไว้ เท่ากับ จำนวนซ้ำที่จะดำเนินการ ลงในหน่วยการทดลองที่มีอยู่ทั้งหมด จนครบ

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

แผนการทดลอง

CRD

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

RCB

Block

	1	2	3	4
	A	D	A	B
	B	A	C	D
	C	B	B	A
	D	C	D	C

LS

Column

Row	1	2	3	4
1	A	D	B	C
2	B	A	C	D
3	C	B	D	A
4	D	C	A	B

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

CRD

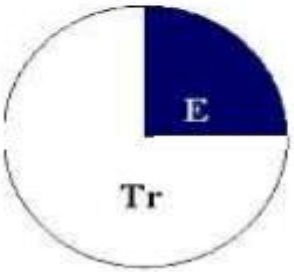
SOV	df
Treatment	t-1
Error	t(r-1)
Total	tr-1

RCB

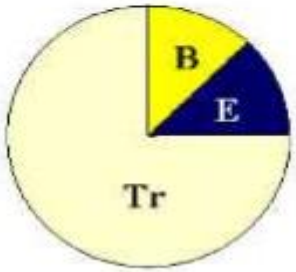
SOV	df
Treatment	t-1
Block	r-1
Error	(t-1)(r-1)
Total	tr-1

LS

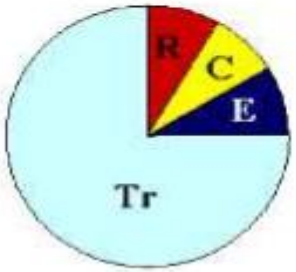
SOV	df
Treatment	t-1
Column	c-1
Row	r-1
Error	(t-1)(t-2)
Total	t^2-1



CRD



RCB



LS

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

ตัวอย่างที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีต่อผลผลิตข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 7 ทรีทเมนต์ ทำ 4 ซ้ำ

Treatment	Grain yield (kg/ha)					
	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV	ผลรวม (Total)	ค่าเฉลี่ย (mean)
Dol-Mix (1 kg)	2537	2069	2104	1797	8507	2127
Dol-Mix (2 kg)	3366	2591	2212	2544	10712	2678
DDT + y-BHC	2536	2459	2827	2385	10207	2552
Azodrin	2387	2453	1556	2116	8512	2128
Dimecron-Boom	1997	1679	1649	1859	7184	1796
Dimecron-Knap	1796	1704	1904	1320	6724	1681
Control	1401	1516	1270	1077	5264	1316
Grand total (GT)					57110	
Grand mean (GM)						2040

ที่มา: ดัดแปลงจาก (Gomez and Gomez, 1984)

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

คำอธิบาย จากตาราง

- เราจะเห็นว่า treatment ที่ 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงสุด
- เราจะใช้ค่าสถิติช่วยเราตัดสินใจว่า แตกต่างจริง หรือว่าเป็นไปโดยบังเอิญ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน

Analysis of Variance, ANOVA

- source of variation คือ แหล่งของความแปรปรวนที่แยกออกมาเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ
- d.f. degree of freedom คือ ระดับของความเป็นอิสระ

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

Analysis of Variance, ANOVA (ต่อ)

- SS sum of squares คือ ผลรวมกำลังสองของค่าที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย

- MS mean squares คือ ผลเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย = SS/d.f.

- F-test คือ อัตราส่วนของ MS (Treatment MS/Error MS) ซึ่งมาจากสมมุติฐานว่ามีค่าเท่ากัน คือ ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง treatments

- correction factor; C.F. คือ ผลรวมกำลังสองของข้อมูลทั้งหมด เพื่อแสดงในรูปผลรวมกำลังสองของค่าที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

5. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

Source of Variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	t-1	$\frac{\sum_{i=1}^{t} T_i^2}{r} - CT$	$\frac{Tr.SS}{t-1} = MST$	$\frac{MST}{MSE}$
Error	(t)(r-1)	Total.SS – Tr.SS	$\frac{Error.SS}{(t)(r-1)} = MSE$	
Total	tr-1	$\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - CT$		

6. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation; C.V.)

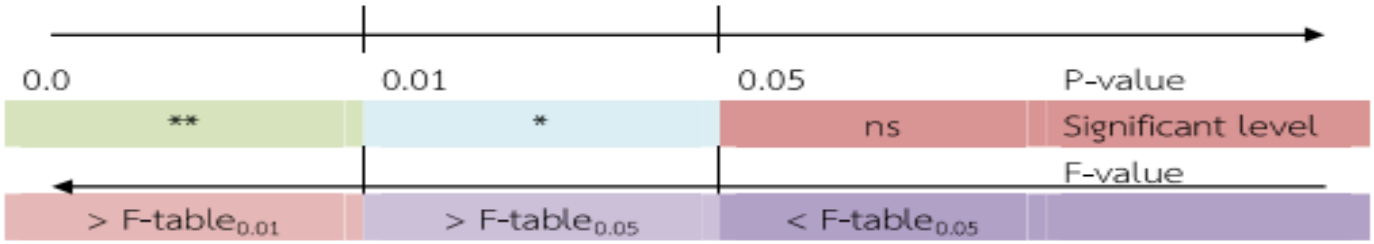
$$C.V. = \frac{\sqrt{Error\ MS}}{GM} \times 100$$

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

(Completely Randomized Design, CRD)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ค่าขึ้นไปนั้นจะใช้ F – test โดยค่า F หาได้จากอัตราส่วนความแปรปรวนโดยหาจากความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (treatment) หารด้วยความแปรปรวนภายในกลุ่ม (error) เพื่อแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนที่ได้มากน้อยเท่าไร่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (ค่าในตาราง) ถ้ามากกว่า (significant) แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีมากซึ่งเป็นผลจากมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเกิดขึ้นอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม แต่ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวมีน้อยกว่า (non significant) แสดงว่าแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน F-test : (F = t2)



Significant level	F	P-value
ns (ไม่แตกต่างทางสถิติ)	น้อยกว่า F ในตาราง ที่ 0.05 และ 0.01	ค่ามากกว่า 0.05
* (แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)	มากว่ากว่า F ในตาราง ที่ 0.05 แต่ไม่เกิน 0.01	0.01 – 0.05
** (แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01)	มากกว่า F ในตาราง ที่ 0.05 และ 0.01	ค่าน้อยกว่า 0.01

คำอธิบายการเปรียบเทียบค่า F-test ที่คำนวณได้กับ F-test จากตาราง

เปิดตาราง $F_{\alpha}(df_{trt}, df_{err})$, $F_{\alpha}(df_{r}, df_{err})$, $F_{\alpha}(df_{c}, df_{err})$ และกำหนดเขตยอมรับ Ho สำหรับทดสอบอิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ แถว และคอลัมน์ตามลำดับ

<u>ทดสอบอิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์</u>

$F_{0.05}(3,6) = 4.76$

$F_{0.01}(3,6) = 9.78$

<u>ทดสอบอิทธิพลเนื่องจากแถว</u>

$F_{0.05}(3,6) = 4.76$

$F_{0.01}(3,6) = 9.78$

<u>ทดสอบอิทธิพลเนื่องจากคอลัมน์</u>

$F_{0.05}(3,6) = 4.76$

$F_{0.01}(3,6) = 9.78$

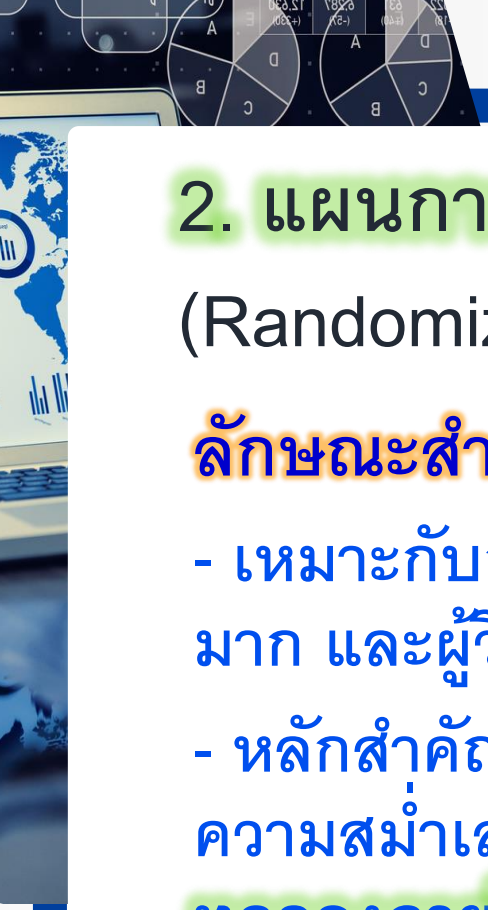
คำอธิบายการเปรียบเทียบค่า F-test ที่คำนวณได้กับ F-test จากตาราง

สรุปผลการทดลอง

เนื่องจากค่า F_T ที่คำนวณได้ (6.48) มีค่ามากกว่า $F_{0.05}(3,6) = 4.76$ แสดงว่าทรีทเมนต์หรือเครื่องรีดนมทั้ง 4 ชนิดมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนมที่รีดได้ของโคนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (significant difference) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ * ที่ค่า F ในตาราง ANOVA หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เนื่องจากค่า F_R ที่คำนวณได้ (0.92) มีค่าน้อยกว่า $F_{0.05}(3,6) = 4.76$ แสดงว่าแถวหรือระยะการให้นมทั้ง 4 ระยะไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนมที่รีดได้หรือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (non significant difference) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ NS ที่ค่า F ในตาราง ANOVA หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เนื่องจากค่า F_C ที่คำนวณได้ (2.48) มีค่าน้อยกว่า $F_{0.05}(3,6) = 4.76$ แสดงว่าคอลัมน์หรือคนรีดนมทั้ง 4 คนไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนมที่รีดได้หรือไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (non significant difference) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ NS ที่ค่า F ในตาราง ANOVA หรือที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์

(Randomized Completely Block Design, RCRD)

ลักษณะสำคัญ

- เหมาะกับการทดลองในไร่นา ที่พื้นที่มักมีความแปรปรวนมาก และผู้วิจัยพอจะทราบ ทิศทางความแปรปรวน
- หลักสำคัญของ RCBD คือ หน่วยทดลองภายในบลอค มีความสม่ำเสมอมากที่สุด หรือ ความแปรปรวนระหว่างหน่วยทดลองภายในบลอค มีน้อยที่สุด
- ใน 1 บลอค คือ 1 ซ้ำ จะมีครบทุกสิ่งทดลอง
-จะมีจำนวนบลอค หรือกี่จำนวนซ้ำ ขึ้นกับความเหมาะสมกับการทดลอง นั้น

2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์

(Randomized Completely Block Design, RCRD)

ข้อดี

- มีความยืดหยุ่นทั้ง จำนวนสิ่งทดลอง และจำนวนบลอค
- สามารถควบคุมความแปรปรวนได้ 1 ทิศทาง ทำให้สามารถวัดอิทธิพลของสิงทดลองได้ดีขึ้น โดยลดค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลือน
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ง่าย

ข้อเสีย

- กรณีมีสิ่งทดลองมากเกินไป ภายในบลอคจะไม่สม่ำเสมอ คือ หาขนาดบลอคที่มีความสม่ำเสมอได้ยาก
-กรณี มีหน่วยการทดลองสม่ำเสมอดีมาก การใช้ CRD จะมีประสิทธิภาพดีกว่า เพราะ d.f. ของความคลาดเคลื่อนสูงกว่า จึงมีค่า variance ของความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า

2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์

(Randomized Completely Block Design, RCRD)

การสุ่มและการวางผังการทดลอง

- ให้หมายเลขสิ่งทดลอง และหมายเลขของหน่วยทดลอง
- ให้หมายเลขบลอค
- ทำการสุ่มสิ่งทดลองลงในหน่วยทดลอง จนครบทุกสิ่งทดลองในแต่ละบลอค
- และทำการสุ่มใหม่ เพื่อจัดสิ่งทดลองลงในหน่วยทดลองจนครบทุกบลอค

2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์

(Randomized Completely Block Design, RCRD)

ตัวอย่างที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของการใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกัน 6 อัตราต่อการให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์ IR8 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ

Seed rate (kg/ha)	Grain yield (kg/ha)				T_j
	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV	
25	5113	5398	5307	4678	20496
50	5346	5952	4719	5064	21081
75	5272	5713	5483	5149	21617
100	5164	4831	4986	4710	19691
125	4804	4848	4832	4948	19432
150	5254	4842	4919	5098	20113
R_i	30953	31584	30246	29647	GT=122430

2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์

(Randomized Completely Block Design, RCRD)

3. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ภายในบลอก (RCBD)

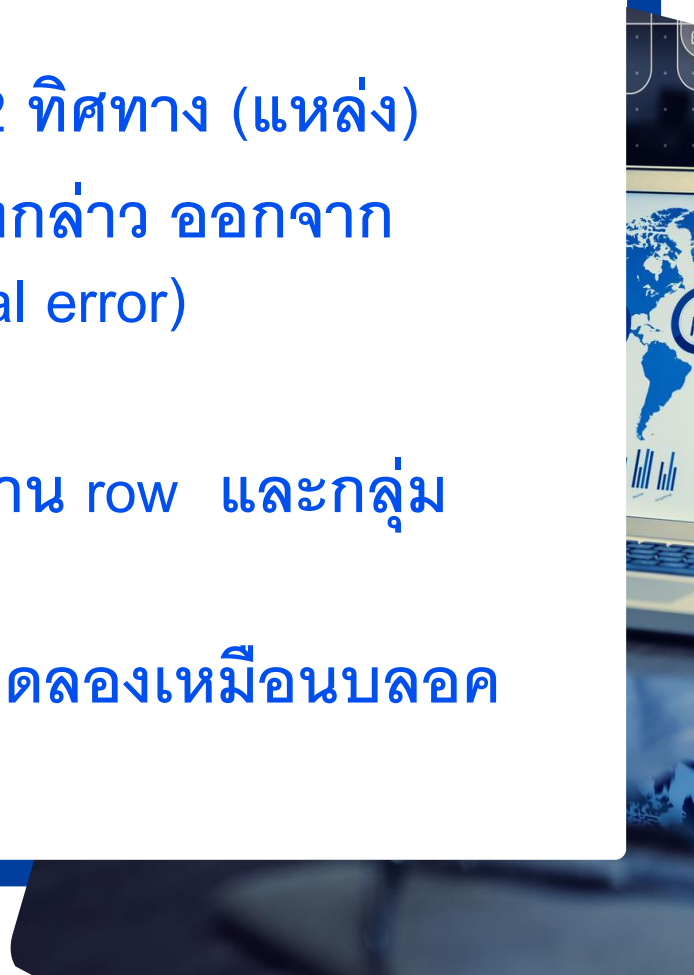
SOV	df	Sum of Squares	Mean Square	F
(1) Blocks	r-1	$\frac{\sum_{i=1}^{t} R_i^2}{t} - CT$	$\frac{Blk.SS}{r-1} = M3$	M3/M1
(2) Treatments	t-1	$\frac{\sum_{j=1}^{t} T_j^2}{r} - CT$	$\frac{Tr.SS}{t-1} = M2$	M2/M1
(3) Error	(r-1)(t-1)	(4) – (1) – (2)	$\frac{Error.SS}{(r-1)(t-1)} = M1$	
(4) Total	tr-1	$\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - CT$		

3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

ลักษณะสำคัญ

- นิยมใช้เมื่อทราบว่ามีความแปรปรวน 2 ทิศทาง (แหล่ง)
- ใช้เพื่อแยกความแปรปรวน 2 แหล่ง ดังกล่าว ออกจาก ค่าคลาดเคลื่อนการทดลอง (experimental error) ที่เราไม่สามารถควบคุมได้จริง ๆ
- ซึ่งนิยมเรียกว่า กลุ่มความแปรปรวนด้าน row และกลุ่มความแปรปรวนด้าน column
- ทั้ง row and column ต้อง มีครบทุกสิ่งทดลองเหมือนบลอคสมบูรณ์



3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

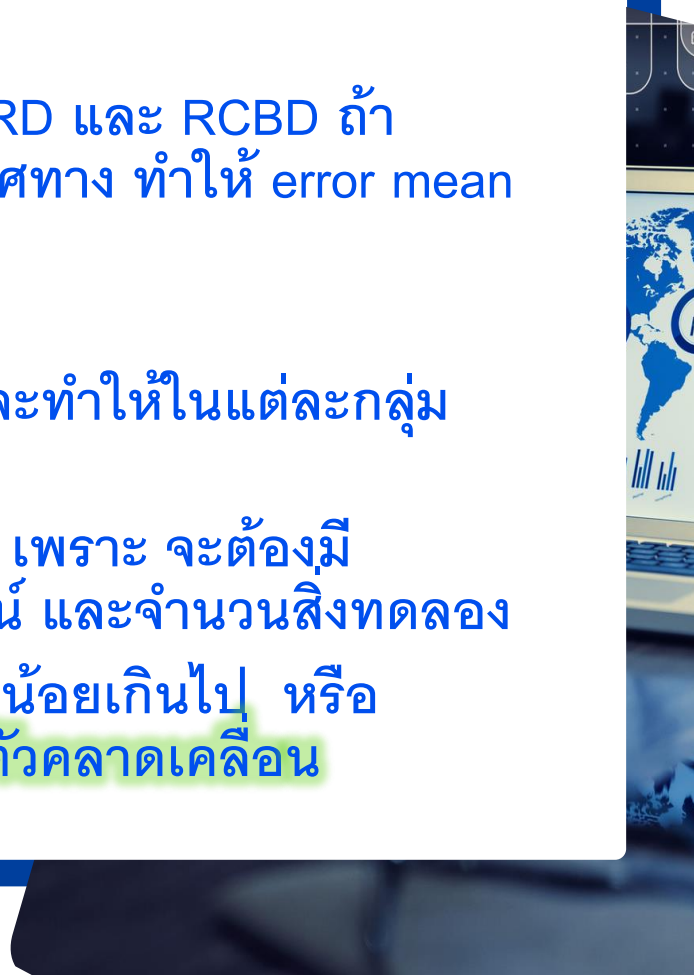
(Latin Square Design, LS)

ข้อดี

- LS สามารถควบคุมความแปรปรวนได้ดีกว่า CRD และ RCBD ถ้าทราบว่า มีแหล่งที่ทำให้เกิดความแปรปรวน 2 ทิศทาง ทำให้ error mean square มีค่าน้อยลง

ข้อเสีย

- จำนวนสิ่งทดลองต้องพอเหมาะ หากมากเกิน จะทำให้ในแต่ละกลุ่มของ row และ column ไม่สม่ำเสมอ
- จำนวนสิ่งทดลองที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 4-10 เพราะ จะต้องมีจำนวน บลอค เท่ากับจำนวนแถว จำนวนคอลัมน์ และจำนวนสิ่งทดลอง
- ถ้ามากเกิน ขนาดการทดลองใหญ่เกินไป หรือ น้อยเกินไป หรือถ้ามี สิ่งทดลองเพียง 2 treatments จะทำให้ไม่มีตัวคลาดเคลื่อน



3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

การสุ่มและการวางผังการทดลอง

- หลักเกณฑ์การสุ่มที่สำคัญ คือ การจัดสิ่งทดลองลงในแถวทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ต้องไม่ปรากฏว่า ในแต่ละแนว มีสิ่งทดลองชนิดเดียวกันซ้ำอยู่เลย และต้องมีครบทุกสิ่งทดลองในแต่ละแนวทั้งสองด้าน มีขั้นตอนการสุ่ม

1. เช่น กรณีเลือกใช้แผนการจัดสิ่งทดลอง 4X4
2. สุ่ม row ได้เป็นลำดับ ดังนี้ II, I, IV, III
3. column ได้เป็นลำดับ ดังนี้ III, II, IV, I ซึ่งจะใช้เป็นแผนการจัดสิงทดลองลง โดย
4. สุ่มสิ่งทดลองให้กับอักษร A B C D

3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

ตัวอย่างความแปรปรวน 2 ทิศทาง

1. การทดลองเปรียบเทียบปุ๋ยในการปลูกมะเขือเทศ ซึ่งหน่วยทดลอง หรือ แปลงทดลอง คือ ทิศทางที่ 1 คือ แปลงทดลองติดกับเหมือง

ทิศทางที่ 2 คือ ความความลาดเอียงของแปลงทดลอง

2. การทดลองวิธีเก็บเกี่ยวในการเก็บพืชผัก มีความแตกต่างกัน 2 ทิศทาง คือ

ทิศทางที่ 1 คือ คนเก็บเกี่ยว (ต่างกัน)

ทิศทางที่ 2 คือ ช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยว (ต่างกัน)

3. การทดลองเปรียบเทียบวิธีสกัดสารจากยอดช่อดอกของลำไย โดย

ทิศทางที่ 1 คือ ตำแหน่งที่เก็บยอดลำไยจากต้น (ต่างกัน)

ทิศทางที่ 2 คือ ต้นลำไยที่เก็บยอดลำไย(ต่างกัน)

3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

ตัวอย่างความแปรปรวน 2 ทิศทาง

4. การทดลองเปรียบเทียบระดับความลึกของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลานิล บ่อดินทดลองที่เลี้ยงปลานิล ซึ่ง (หน่วยทดลอง) มีความแตกต่างกัน 2 ทิศทาง ทิศทางที่ 1 คือ ความแรงของกระแสลม

ทิศทางที่ 2 คือ ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

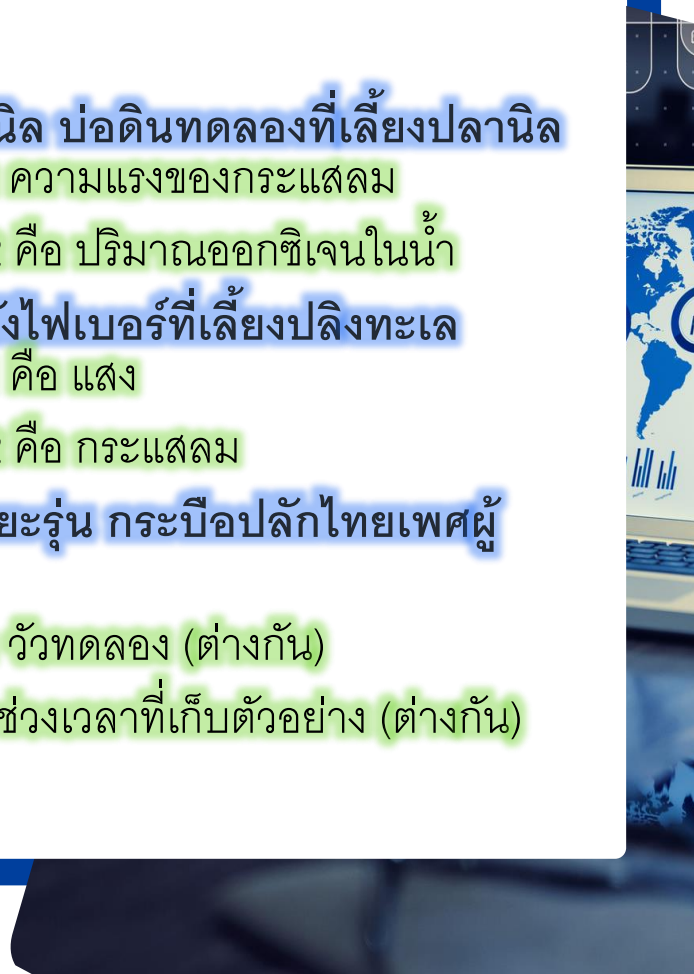
5. การศึกษาพันธุ์ปลิงทะเล ทำการทดลองเลี้ยงปลิงทะเลใน ถังไฟเบอร์ที่เลี้ยงปลิงทะเล (หน่วยทดลอง) มี ความแตกต่างกัน 2 ทิศทาง ทิศทางที่ 1 คือ แสง

ทิศทางที่ 2 คือ กระแสลม

6. การศึกษาความต้องการโปรตีนของกระบือปลักไทยเพศผู้ระยะรุ่น กระบือปลักไทยเพศผู้ระยะรุ่น (หน่วย ทดลอง) มีความแตกต่างกัน 2 ทิศทาง

ทิศทางที่ 1 คือ วัวทดลอง (ต่างกัน)

ทิศทางที่ 2 คือ ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง (ต่างกัน)



3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

ตัวอย่างที่ 3 ผลผลิตข้าวโพดลูกผสม (A, B และ D) และ พันธุ์ตรวจสอบ (C) โดยวางแผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

Row number	Grain yield (t/ha)			
	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4
1	1.640(B)	1.210(D)	1.425(C)	1.345(A)
2	1.475(C)	1.185(A)	1.400(D)	1.290(B)
3	1.670(A)	0.710(C)	1.665(B)	1.180(D)
4	1.565(D)	1.290(B)	1.655(A)	0.660(C)

ที่มา: ดัดแปลงจาก (Gomez and Gomez, 1984)

3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

3. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบลาตินสแควร์

SOV	df	Sum of Squares	Mean Square	F
(1) Row	t-1	$\frac{\sum_i Y_{i..}^2}{r} - CT$	$\frac{Row.SS}{t-1}$	
(2) Column	t-1	$\frac{\sum_i Y_{j..}^2}{r} - CT$	$\frac{Column.SS}{t-1}$	
(3) Treatments	t-1	$\frac{\sum_j Y_{..k}^2}{r} - CT$	$\frac{tr.SS}{t-1} = M2$	M2/M1
(4) Error	(t-1)(t-2)	(5) – (1) – (2) – (3)	$\frac{Error.SS}{(t-1)(t-2)} = M1$	
(5) Total	t^2-1	$\sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - CT$		

3. แผนการทดลองแบบลาตินสแควร์

(Latin Square Design, LS)

3. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบลาตินสแควร์

SOV	df	Sum of Squares	Mean Square	F
(1) Row	t-1	$\frac{\sum_i Y_{i..}^2}{r} - CT$	$\frac{Row.SS}{t-1}$	
(2) Column	t-1	$\frac{\sum_i Y_{j..}^2}{r} - CT$	$\frac{Column.SS}{t-1}$	
(3) Treatments	t-1	$\frac{\sum_j Y_{..k}^2}{r} - CT$	$\frac{tr.SS}{t-1} = M2$	M2/M1
(4) Error	(t-1)(t-2)	(5) – (1) – (2) – (3)	$\frac{Error.SS}{(t-1)(t-2)} = M1$	
(5) Total	t^2-1	$\sum_{ijk} Y_{ijk}^2 - CT$		

4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล

(Factorial Experiment)

ลักษณะสำคัญ

- คือ การจัดสิ่งทดลองแบบแฟคตอเรียล (factorial arrangement) นิยมใช้มากในงานวิจัยเกือบทุกด้าน

- สามารถศึกษาถึงผลของหลายปัจจัย (factor) ในการทดลองเดียวกัน

- แต่ละปัจจัย แยกเป็น ลักษณะปริมาณ (quantitative characters) เช่น อัตราปุ๋ย และลักษณะคุณภาพ (qualitative characters) เช่น พันธุ์พืช หรือ ชนิดพืชต่างกัน

4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล

(Factorial Experiment)

ลักษณะสำคัญ

- จุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ ศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย และ ศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ของการรวมตัว (combination) ของระดับต่างๆ ระหว่างปัจจัยทั้งหมด

- จำนวนสิ่งทดลอง คือ จำนวนของ combination ทั้งหมด

- ใช้ศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างระดับต่างๆ ของปัจจัยทั้งหมดเป็นอย่างไร หรือ ตัวอย่างที่สามารถอธิบายให้เข้าใจง่ายๆ ว่า

  - พันธุ์ข้าวนี้ มีความเฉพาะเจาะจงกับการใส่ปุ๋ยที่อัตราใด
  - พันธุ์ข้าวนี้ มีความทนทานต่อขาดน้ำได้นานที่สุดที่ระดับใด
  - ปริมาณนมโคที่ได้จากช่วงเวลาการรีดนมโค (เช้า-บ่าย) และการอาบน้ำ-ไม่อาบ

4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล

(Factorial Experiment)

ลักษณะสำคัญ

- สามารถใช้การจัดสิ่งทดลอง นี้ ในแผนการทดลองแบบต่างๆ ทั้ง CRD, RCBD, LS หรือ Incomplete block designs โดยที่ การจัดสิ่งทดลองลงในหน่วยทดลอง สิ่งทดลองจะอยู่ในรูปของ combination ของปัจจัยต่างๆ

4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล

(Factorial Experiment)

ข้อดี

- สามารถศึกษาได้หลายปัจจัยในการทดลองเดียว
- ใช้ศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้
- สามารถสรุปผลได้กว้างขึ้น

4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล

(Factorial Experiment)

ตัวอย่างที่ 4 ศึกษาผลผลิตข้าว 3 พันธุ์ กับปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ

Nitrogen level (kg/ha)	Grain yield (t/ha)			
	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV
		IR8(V_1)		
0(N_0)	3.852	2.606	3.144	2.894
40(N_1)	4.788	4.936	4.562	4.608
70(N_2)	4.576	4.454	4.884	3.924
100(N_3)	6.034	5.276	5.906	5.652
130(N_4)	5.874	5.916	5.984	5.518
		IR64(V_2)		
0(N_0)	2.846	3.794	4.108	3.444
40(N_1)	4.956	5.128	4.150	4.990
70(N_2)	5.928	5.698	5.810	4.308
100(N_3)	5.664	5.362	6.458	5.474
130(N_4)	5.458	5.546	5.786	5.932
		IR68(V_3)		
0(N_0)	4.192	3.754	3.738	3.428
40(N_1)	5.250	4.582	4.896	4.286
70(N_2)	5.822	4.848	5.678	4.932
100(N_3)	5.888	5.524	6.042	4.756
130(N_4)	5.864	6.264	6.056	5.362

ที่มา: ดัดแปลงจาก (Gomez and Gomez, 1984)

4. การทดลองแบบแฟคตอเรียล

(Factorial Experiment)

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบแฟคทอเรียล

SOV	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatment	ab-1	SS_{Tr}		
A	a-1	SS_A	MS_A	MS_A / MS_E
B	b-1	SS_B	MS_B	MS_B / MS_E
AB	(a-1)(b-1)	SS_{AB}	MS_{AB}	MS_{AB} / MS_E
Error	ab(n-1)	SS_E	MS_E	
Total	abn-1	SS_T		

5.แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plot Design)

การจัดสิ่งทดลองแบบสปลิทพลอท

การทดลองแบบสปลิทพลอทเป็นการทดลองที่มีสองปัจจัยขึ้นไป ระดับของปัจจัยหนึ่งจะทำกับหน่วยทดลองขนาดใหญ่เรียกว่า หน่วยทดลองหลัก (main plots หรือ main units) ระดับของอีกปัจจัยหนึ่งจะทำกับหน่วยทดลองขนาดเล็ก เรียกว่า หน่วยทดลองรอง (sub plots หรือ sub units)

เหตุผลในการเลือกใช้แผนการทดลองแบบสปลิทพลอทมีดังนี้

1. ปัจจัยหนึ่งมีความจำเป็นต้องใช้หน่วยทดลองขนาดใหญ่และปัจจัยอื่นสามารถใช้หน่วยทดลองขนาดเล็กได้

2. ผู้ทดลองให้ความสำคัญกับปัจจัยหนึ่งมากกว่าปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ให้ความสำคัญมากกว่าจะใช้กับหน่วยทดลองรอง

3. การสุ่มระดับของปัจจัยให้กับหน่วยทดลองที่ปฏิบัติได้ยุ่งยาก จะกำหนดให้ใช้ระดับของปัจจัยนั้นกับหน่วยทดลองหลัก

4. ในกรณีที่ผู้ทดลองศึกษาปัจจัยบางปัจจัยอยู่ก่อนแล้ว ต่อมาผู้ทดลองต้องการที่จะศึกษาปัจจัยอื่นเพิ่ม ก็ทำได้โดยการแบ่งหน่วยทดลองเดิมออกเป็นหน่วยทดลองขนาดเล็ก

5.แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plot Design)

การสุ่มระดับของปัจจัย ให้กับหน่วยทดลองทำสองขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่หนึ่ง สุ่มระดับของปัจจัยสำหรับหน่วยทดลองหลักตามแบบแผนการทดลองพื้นฐาน เช่น CRD, RCBD หรือ Latin Square ตามลักษณะของความผันแปรของหน่วยทดลองหลัก

ขั้นที่สอง สุ่มระดับของปัจจัยสำหรับหน่วยทดลองรองโดยสุ่มภายในแต่ละ หน่วยทดลองหลัก (ยุทธ, 2554)

5.แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plotDesign)

ตัวอย่างที่ 5 ศึกษาผลผลิตข้าว 4 พันธุ์ กับปุ๋ยไนโตรเจน 6 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ Split- plot จำนวน 3 ซ้ำ

Variety	Grain yield (kg/ha)		
	Rep. I	Rep. II	Rep. III
		N_0(*0 kg N/ha*)	
V_1(*IR8*)	4430	4478	3850
V_2(*IR5*)	3944	5314	3660
V_3(*C4-63*)	3464	2944	3142
V_4(*Peta*)	4126	4482	4836
		N_1(*60 kg N/ha*)	
V_1(*IR8*)	5418	5166	6432
V_2(*IR5*)	6502	5858	5586
V_3(*C4-63*)	4768	6004	5556
V_4(*Peta*)	5192	4604	4652
		N_2(*90 kg N/ha*)	
V_1(*IR8*)	6076	6420	6704
V_2(*IR5*)	6008	6127	6642
V_3(*C4-63*)	6244	5724	6014
V_4(*Peta*)	4546	5744	4146

5. แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plot Design)

		N_3(*120 kg N/ha*)	
V_1(*IR8*)	6462	7056	6680
V_2(*IR5*)	7139	6982	6564
V_3(*C4-63*)	5792	5880	6370
V_4(*Peta*)	2774	5036	3638
		N_4(*150 kg N/ha*)	
V_1(*IR8*)	7290	7848	7552
V_2(*IR5*)	7682	6594	6576
V_3(*C4-63*)	7080	6662	6320
V_4(*Peta*)	1414	1960	2766
		N_5(*180 kg N/ha*)	
V_1(*IR8*)	8452	8832	8818
V_2(*IR5*)	6228	7387	6006
V_3(*C4-63*)	5594	7122	5480
V_4(*Peta*)	2248	1380	2014

ที่มา: ดัดแปลงจาก (Gomez and Gomez, 1984)

5.แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plot Design)

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบสปลิทพลอทเมื่อจัด main plot แบบ CRD

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F
Main plot factor (A)	a-1			
Error (a)	a(r-1)			
Subplot factor (B)	b-1			
AXB	(a-1)(b-1)			
Error (b)	a(r-1)(b-1)			
Total	rab-1			

5.แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plot Design)

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบสปลิทพลอทเมื่อจัด main plot แบบ RCBD

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F
Block	r-1			
Main plot factor (A)	a-1			
Error (a)	(r-1)(b-1)			
Subplot factor (B)	b-1			
AXB	(a-1)(b-1)			
Error (b)	a(r-1)(b-1)			
Total	rab-1			

5.แผนการทดลองแบบสปลิทพลอท(Split-plot Design)

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบสปลิทพลอทเมื่อจัด main plot แบบ Latin square

SOV	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Row	a-1			
Column	a-1			
Main plot factor (A)	a-1			
Error (a)	(a-1)(a-2)			
Subplot factor (B)	b-1			
A×B	(a-1)(b-1)			
Error (b)	a(a-1)(b-1)			
Total	rab-1			

เปรียบเทียบแผนการทดลอง

Split plot VS Factorial in RCBD

Split – plot

3 ระดับน้ำ (w_1, w_2, w_3)
3 พันธุ์ข้าว (v_1, v_2, v_3)
3 ซ้ำ (v_1, v_2, v_3)

R_1	W_1	V_1	V_3	V_2
	W_2	V_3	V_1	V_2
	W_3	V_2	V_3	V_1
R_2	W_1	V_1	V_2	V_3
	W_2	V_2	V_1	V_3
	W_3	V_3	V_1	V_2
R_3	W_1	V_3	V_2	V_1
	W_2	V_2	V_1	V_3
	W_3	V_2	V_3	V_1

Factorial in RCBD

3 x 3 = 9 trt 3 ซ้ำ
W_1V_1 , W_1V_2 , W_1V_3
W_2V_1 , W_2V_2 , W_2V_3
W_3V_1 , W_3V_2 , W_3V_3

R_1	W_2V_2	W_1V_1	W_2V_1	W_2V_3	W_1V_2	W_3V_3	W_3V_2	W_1V_3	W_3V_1
R_2									
R_3									

ANOVA of Split - plot

SOV.	d.f.	SS	MS	F.test
Rep	r-1	$\frac{(R_1)^2+...+(R_r)^2}{wv}$ -CF	$\frac{\text{Rep.SS}}{\text{r-1}} = M_6$	$\frac{M_6}{M_4}$
Waters	w-1	$\frac{(W_1)^2+...+(W_V)^2}{rv}$ -CF	$\frac{\text{(W) SS}}{\text{w-1}} = M_5$	$\frac{M_5}{M_4}$
Error (a)	(r-1) (w-1)	$\frac{(W_1R_1)^2+...+(WwRr)^2}{n}$ -CF - RepSS - (W)SS	$\frac{E_{(a)}SS}{(r-1)(w-1)} = M_4$	
Varieties	v-1	$\frac{(V_1)^2+...+(V_3)^2}{wr}$ -CF	$\frac{\text{(V) SS}}{\text{v-1}} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
W x V	(v-1) (w-1)	$\frac{(W_1V_1)^2+...+(WwVv)^2}{r}$ -CF - (W)SS – (V)SS	$\frac{\text{(W)SS}}{(w-1)(v-1)} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error (b)	W(r-1) (v-1)	Total SS – other SS	$\frac{E_{(b)}SS}{w(r-1)(v-1)} = M_1$	
Total	wvr-1	$\sum$ (eaeh value)^2 -CF		

$$CF = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

ANOVA of Factorial in RCBD

SOV.	d.f.	SS	MS	F.test
Replications	r-1	$\frac{(R_1)^2+...+(R_r)^2}{wv}$ -CF	$\frac{\text{Rep SS}}{\text{r-1}} = M_6$	$\frac{M_6}{M_1}$
Treatments	wv-1	$\frac{(T_1)^2+...+(T_t)^2}{r}$ -CF	$\frac{\text{Tr. SS}}{\text{t-1}} = M_5$	$\frac{M_5}{M_1}$
Waters (W)	w-1	$\frac{(W_1)^2+...+(W_w)^2}{rv}$ -CF	$\frac{\text{(W) SS}}{\text{w-1}} = M_4$	$\frac{M_4}{M_1}$
Varieties (V)	v-1	$\frac{(v_1)^2+...+(V_v)^2}{rw}$ -CF	$\frac{\text{(V) SS}}{\text{v-1}} = M_3$	$\frac{M_3}{M_1}$
W x V	(w-1) (r-1)	Tr.SS – RepSS – (V)SS	$\frac{\text{(w x v) SS}}{\text{(w-1) (v-1)}} = M_2$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error	(r-1) (wr-1)	Total SS – Rep SS – Tr.SS	$\frac{\text{Error SS}}{\text{(r-1) (t-1)}} = M_1$	
Total	wvr-1	$\sum$ (eaeh value)^2 –CF		

$$CF = \frac{(\text{ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง})^2}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การจัดเปรียบเทียบสิ่งทดลอง

การเปรียบเทียบแบบออธอกอนอล

การทดสอบแบบออธอกอนอล (Orthogonal comparison) เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์แบบวางแผนไว้ล่วงหน้า (planed comparison) โดยผู้ทดลองต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ทรีทเมนต์ใดนั้นได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบทรีทเมนต์หนึ่งกับอีกทรีทเมนต์หนึ่ง หรือเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทรีทเมนต์หนึ่งกับอีกกลุ่มทรีทเมนต์หนึ่งก็ได้ การเปรียบเทียบแบบออธอกอนอล มีวิธีการเปรียบเทียบด้วยกัน 3 ลักษณะ ได้แก่ (1) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (class comparison) (2) การเปรียบเทียบแนวโน้ม (trend comparisons) และ (3) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกับการเปรียบเทียบแนวโน้ม การเปรียบเทียบแบบออธอกอนอลนี้ทำได้โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient) ซึ่งการเปรียบเทียบอาจเป็นดังนี้

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (class comparison) เป็นการตรวจสอบผลระหว่างกลุ่มของ ทรีทเมนต์ โดยจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มมีเท่าไหร่ก็ได้ และไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ปกติแล้วมักจะจัดกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของงานทดลอง ซึ่งมีวิธีการเปรียบเทียบดังนี้

1. การหาค่าสัมประสิทธิ์การเปรียบเทียบจากคุณสมบัติของ orthogonal contrast ที่ว่าผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของสมาชิกที่เกี่ยวข้องในการเปรียบเทียบนั้นเท่ากับศูนย์ และผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของการเปรียบเทียบกลุ่มหนึ่งกับสัมประสิทธิ์ของอีกกลุ่มหนึ่งที่ใช้เปรียบเทียบกันต้องเท่ากับศูนย์ เช่น ถ้าต้องการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของ 4 ทรีทเมนต์ (T1, T2, T3 และ T4) สามารถทำได้ดังนี้

การเปรียบเทียบที่ 1 (C1) :	กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยทรีทเมนต์ T1
	กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยทรีทเมนต์ T2, T3 และ T4
C1 :	T1 vs (T2, T3, T4)
การเปรียบเทียบที่ 2 (C2) :	กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยทรีทเมนต์ T2 และ T3
	กลุ่มที่ 2 คือ ทรีทเมนต์ T4
C2 :	(T2, T3) vs T4
การเปรียบเทียบที่ 3 (C3) :	กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยทรีทเมนต์ T2
	กลุ่มที่ 2 คือ ทรีทเมนต์ T3
C3 :	T2 vs T3

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ตารางสัมประสิทธิ์การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

การเปรียบเทียบ	T1	T2	T3	T4
C1: T1 vs (T2, T3, T4)	-3	1	1	1
C2: (T2, T3) vs T4	0	-1	-1	2
C3: T2 vs T3	0	-1	1	0

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ตัวอย่างที่ 6 การทดลองปุ๋ยไนโตรเจนในทานตะวัน ประกอบด้วยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (T2), ยูเรีย (T4), แอมโมเนียมไนเตรท (T3) และ แปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (T1) ใช้แผนการทดลองสุ่มใน บลอกสมบูรณ์ (RCBD) ทำ 5 ซ้ำ โดยผู้ทดลองมีวัตถุประสงค์ของการทดลองดังนี้

1. ศึกษาอิทธิพลของการไม่ใส่ปุ๋ยกับใส่ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตทานตะวัน

   C1: T1 vs (T2, T3, T4)

2. ผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมกับยูเรีย

   C2: (T2, T3) vs T4

3. ผลแตกต่างระหว่างแอมโมเนียมซัลเฟตกับแอมโมนียมไนเตรท

   C3: T2 vs T3

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

ตารางแสดงข้อมูลผลผลิตทานตะวัน (กก./ แปลงย่อย)

Treatment	Replication				$Y_{.j}$
	I	II	III	IV	
T1 = ไม่ใส่ปุ๋ย	32	34	31	32	129
T2 = แอมโมเนียมซัลเฟต	44	42	43	41	170
T3 = แอมโมเนียมไนเตรท	41	42	40	44	167
T4 = ยูเรีย	46	44	43	45	178
$Y_{i.}$	163	162	157	162	644

ที่มา: ชูศักดิ์ (2552)

ค่าสัมประสิทธิ์ของการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

การเปรียบเทียบ	T1	T2	T3	T4
C1: T1 vs (T2, T3, T4)	-3	1	1	1
C2: (T2, T3) vs T4	0	-1	-1	2
C3: T2 vs T3	0	-1	1	0

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

Source of Variation	d.f.
Replication	r-1
Treatment	t-1
C1: T1 vs (T2, T3, T4)	1
C2: (T2, T3) vs T4	1
C3: T2 vs T3	1
Error	r(t-1)
Total	tr-1

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

วิเคราะห์ความแปรปรวนที่แสดงแหล่งความแปรปรวน (SOV) และ d.f. ของการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F
Replication	3	5.50	1.83	0.916^{ns}
Treatment	3	357.50	119.17	59.583**
C1: T1 vs (T2, T3, T4)	1	341.33	341.33	170.667**
C2: (T2, T3) vs T4	1	15.04	15.04	7.521*
C3: T2 vs T3	1	1.13	1.13	0.563^{ns}
Error	9	18.0	2.00	
Total	15	381.0		

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

สรุปผลการทดลอง

1. ศึกษาอิทธิพลของการไม่ใส่ปุ๋ยกับใส่ปุ๋ย [C1: T1 vs (T2, T3, T4)] พบว่าการใส่ปุ๋ยให้แก่ทานตะวันมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย

2. ผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมกับยูเรีย [C2: (T2, T3) vs T4] พบว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียม (แอมโมเนียมซัลเฟต และแอมโมเนียมไนเตรท) ให้ผลผลิตแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรียอย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลแตกต่างระหว่างแอมโมเนียมซัลเฟตกับแอมโมเนียมไนเตรท [C3: T2 vs T3] พบว่าผลผลิตทานตะวันไม่แตกต่างกันเมื่อใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมไนเตรท

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เป็นการวิเคราะห์หลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อผลการวิเคราะห์ปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งหมายถึง มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบแน่ชัดว่าทรีทเมนต์ใดมีความแตกต่างจากทรีทเมนต์อื่นๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ เพื่อให้ทราบอย่างแน่ชัดว่าทรีทเมนต์ใดมีความแตกต่างกัน การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยนั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การเปรียบเทียบที่มีการวางแผนการทดลองไว้ล่วงหน้า (planned comparison) และการเปรียบเทียบที่ไม่ได้วางแผนล่วงหน้า (unplanned comparison) (ชูศักดิ์, 2552) การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์มีด้วยกันหลายวิธี เช่น LSD (least significant difference), DMRT (duncan's new multiple range test), HSD (honestly significant difference หรือ Tukey's test), Scheffe's test, S-N-K (student newman keul rang test) (ยุทธ, 2554) ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะบางการเปรียบเทียบเท่านั้น

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Least significant difference (LSD)

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD จะใช้เมื่อผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของทรีทเมนต์มีความแตกต่างทางสถิติ หรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก โดยจะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคู่ที่สนใจ และจะไม่ใช้ LSD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทุกคู่หากมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 5 ตัวขึ้นไป (สุรพล, 2528) การคำนวณทำได้ดังนี้

$$LSD_{\alpha} = t_{\alpha/2(df)}\sqrt{S^2\left(\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2}\right)}$$

$$LSD_{\alpha} = t_{\alpha/2(df)}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2}\right)}$$

เมื่อ $t_{\alpha/2}$ = ค่าที่เปิดจากตาราง t ที่ระดับความเป็นไปได้ ($\alpha/2$) ที่ 0.025 หรือ 0.005

$n1$ = ตัวหารที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของตัวทรีทเมนต์แรก

$n2$ = ตัวหารที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของตัวทรีทเมนต์ที่สอง

MSE = error mean square

df = degree of freedom ของ error

S^2 = ค่าความแปรปรวน

ถ้าจำนวนซ้ำ $n1$ เท่ากับ $n2$ จะสามารถเขียนสมการได้ใหม่คือ

$$LSD_{\alpha} = t_{\alpha/2(df)}\sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

การตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's new multiple rang test (DMRT)

การทดสอบแบบ DMRT เป็นวิธีที่คล้ายกับวิธี LSD แต่จะแตกต่างกันตรงที่การคำนวณค่าวิกฤติจะใช้ค่า Least Significant Ranges (LSR) แทนค่า LSD_{α}

$$LSR = SSR_{\alpha(p,v)} \times \sqrt{\left(\frac{1}{n1}+\frac{1}{n2}\right)\times\frac{MSE}{2}}$$

เมื่อ $SSR_{\alpha(p,v)}$ = เปิดจากตาราง significant studentized range ที่ระดับนัยสำคัญ α ที่ degree of freedom เป็น p และ v

p = จำนวนค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ที่อยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยคู่ที่ต้องการเปรียบเทียบ

v = df ของ error

MSE = mean square error

n1 และ n2 = จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่นำมาเปรียบเทียบ

Thank you

ขอบคุณค่ะ