

เทคนิคทางสถิติ
ในงานทดลองไม่ย่นต้น

โดย
สุชาวดี นาคะทัต

เรียบเรียงจาก “ การวางแผนการทดลอง แผนผังแปลง และการรวบรวม
ข้อมูลสำหรับการทดลองไม่ย่นต้น ” โดย

- ฝ่ายวิเคราะห์ทางสถิติ กองแผนงานและวิชาการ และ
สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร
- โครงการวิจัยเกษตรแห่งชาติ ส่วนความร่วมมือกับ
รัฐบาลออสเตรเลีย

ANALYSIS OF VARIANCE FOR X1

SV	DF	SS	MS	F
REPLICATION (R)	2	4869.5417	2434.7708	<1
TREATMENT (T)	15	377931.0000	25195.4000	1.74 ^{ns}
ERROR	30	435135.1250	14054.5042	
TOTAL	47	817935.6667		

CV = 33.1%

^{ns} = not significant

	REP1	REP2	REP3
T1	<u>100</u>	219	<u>500</u>
T2	<u>800</u>	404	<u>200</u>
T3	225	265	243
T4	148	152	212
T5	348	418	424
T6	343	352	437
T7	336	364	422
T8	435	360	50
T9	401	531	538
T10	299	287	353
T11	378	538	478
T12	391	418	493
T13	405	484	469
T14	321	434	432
T15	321	349	480
T16	339	342	214
REP TOTALS	5590	5917	5945
REP MEANS	349	370	372

ANALYSIS OF VARIANCE FOR x1

SV	DF	SS	MS	F
REP (R)	2	36588.8750	18294.4375	7.62 **
TREATMENT (T)	15	318307.2500	21220.4833	8.83 **
ERROR	30	72057.1250	2401.9042	
TOTAL	47	426953.2500		

CV = 13.2%

** = significant at 1% level

1. หน่วยทดลอง

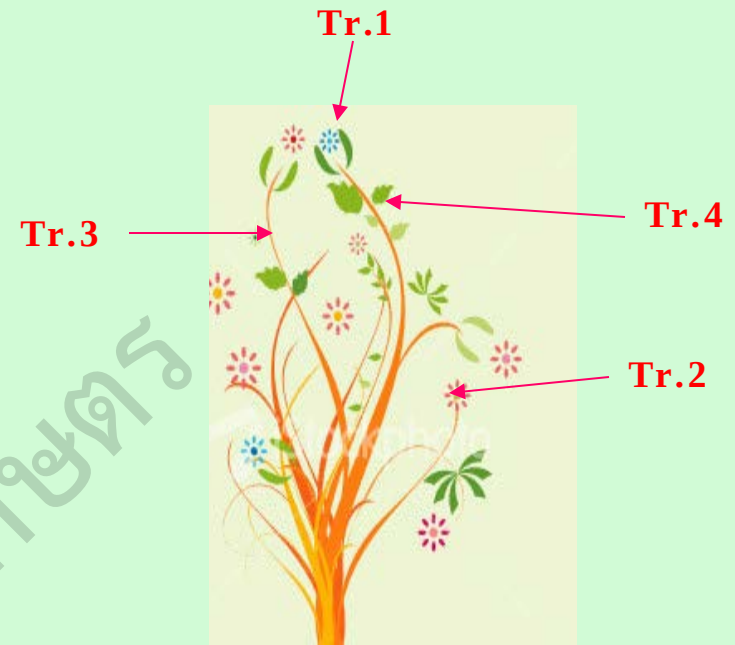
1.1 Sub – tree plots

ใช้กิ่ง ดอก ผล เป็นหน่วยทดลอง

เช่น การห่อผลเพื่อป้องกันแมลง

ไม่ควรใช้ เมื่อกรรมวิธีมีผลต่อกัน

- มีอิทธิพลกับพืชทั้งต้น
- การปนสารเคมี



1. หน่วยทดลอง

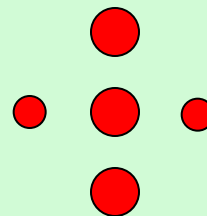
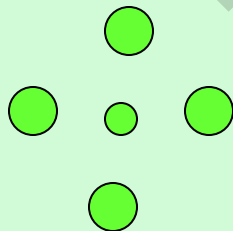
1.2 Single – tree plots

หนึ่งต้นต่อหน่วยทดลอง ใช้เมื่อเป็นงานทดลองระยะสั้น
ไม่ควรใช้ เมื่อ

- งานทดลองระยะยาว เพราะถ้าต้นหาย จะเป็น missing plot
- มีการปลิว หรือ รั่วไหลของกรรมวิธีจากต้น

หนึ่งไปสู่ต้นที่อยู่ใกล้เคียง เช่น งานทดลองปุ๋ย

- มีการแก่งแย่งระหว่างต้นแตกต่างกัน



1. หน่วยทดลอง

1.3 Multiple – tree plots

มีหลายต้นต่อแปลงย่อย

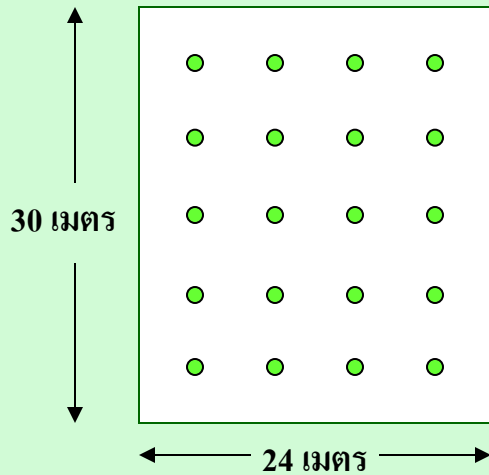
- ต้นพืช มีความแปรปรวนสูงมาก
เช่น ปลุกด้วยเมล็ด
- ลักษณะของกรรมวิธี มีผลต่อต้นข้างเดียว
เช่น งานทดลองปุ๋ย

การคำนวณเนื้อที่แปลงย่อยไม้ยืนต้น

ปลูก 20 ต้นต่อแปลงย่อย

- ปลูกแบบสี่เหลี่ยม

ระยะปลูก 6 X 6 เมตร



น.ท.แปลงย่อย

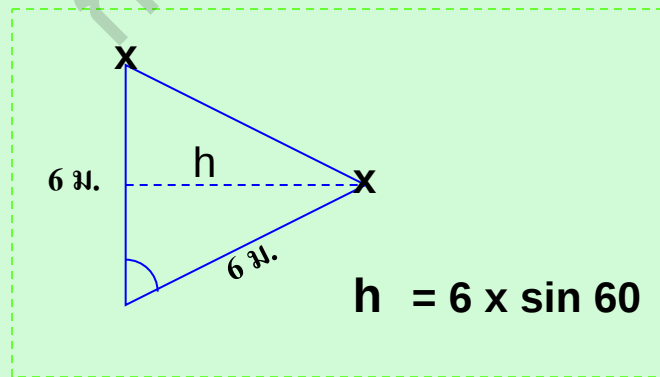
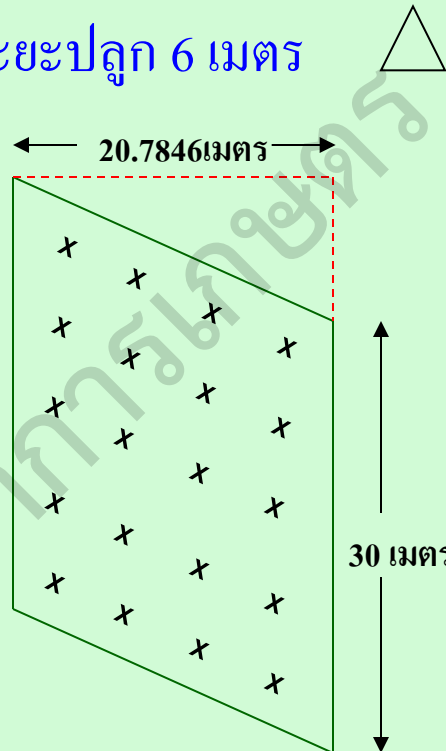
$$= (4 \times 6) \times (5 \times 6) \text{ ม.}$$

$$= 24 \times 30 \text{ ม.}$$

$$= 720 \text{ ม}^2$$

- ปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า

ระยะปลูก 6 เมตร



น.ท.แปลงย่อย

$$= 4(6 \times \sin 60) \times (5 \times 6) \text{ ม.}$$

$$= 4(6 \times \frac{\sqrt{3}}{2}) \times (5 \times 6) \text{ ม.}$$

$$= (4 \times 5.1962) \times (5 \times 6) \text{ ม.}$$

$$= 20.7846 \times 30 \text{ ม.}$$

$$= 623.54 \text{ ม}^2$$

การคำนวณเนื้อที่ปลูกแปลงย่อยไม้ยืนต้น

ปลูกแบบสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ระยะปลูกระหว่างแถว 7 ม. ระหว่างต้น 6 ม.

$$h^2 = (\text{ด้านตรงข้ามมุมฉาก})^2 - \left(\frac{1}{2} \times \text{ฐาน}\right)^2 = 7^2 - \left(\frac{1}{2} \times 6\right)^2$$

$$h^2 = 49 - 9 = 40$$

$$h = \sqrt{40} = 2\sqrt{10} = 6.3246 \text{ ม.}$$

$$\text{ด้านยาว} = 6 \times 7 \text{ ม.}$$

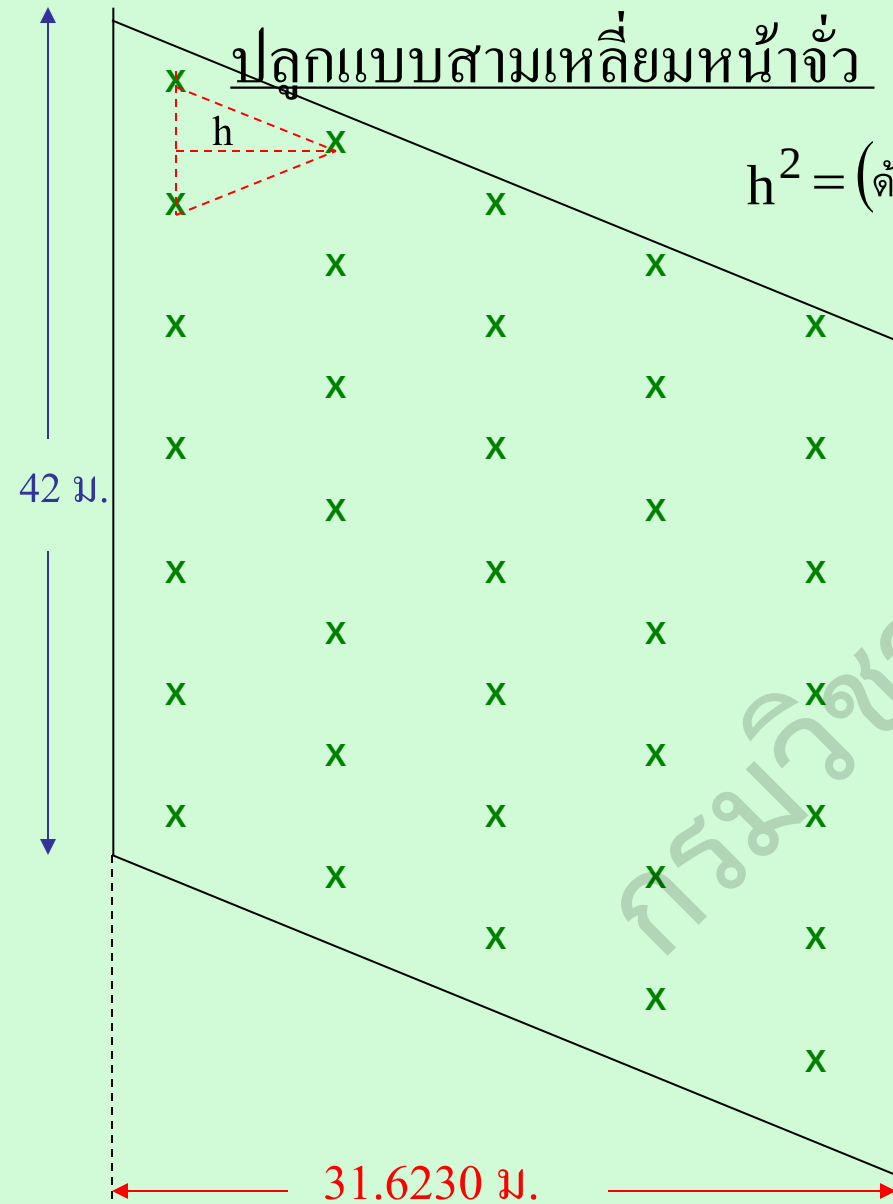
$$= 42 \text{ ม.}$$

$$\text{ด้านกว้าง} = 6.3246 \times 5 \text{ ม.}$$

$$= 31.6230 \text{ ม.}$$

$$\text{เนื้อที่} = 42 \times 31.6230 \text{ ม.}$$

$$= 1328.17 \text{ ม.}^2$$



2. ต้นคุมและต้นเก็บผลไม้ยืนต้น

2.1 แปลงทดลองที่เกษตรกรปลูกติดต่อกันเป็นพื้นที่ใหญ่

แปลงย่อยที่ 1

X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

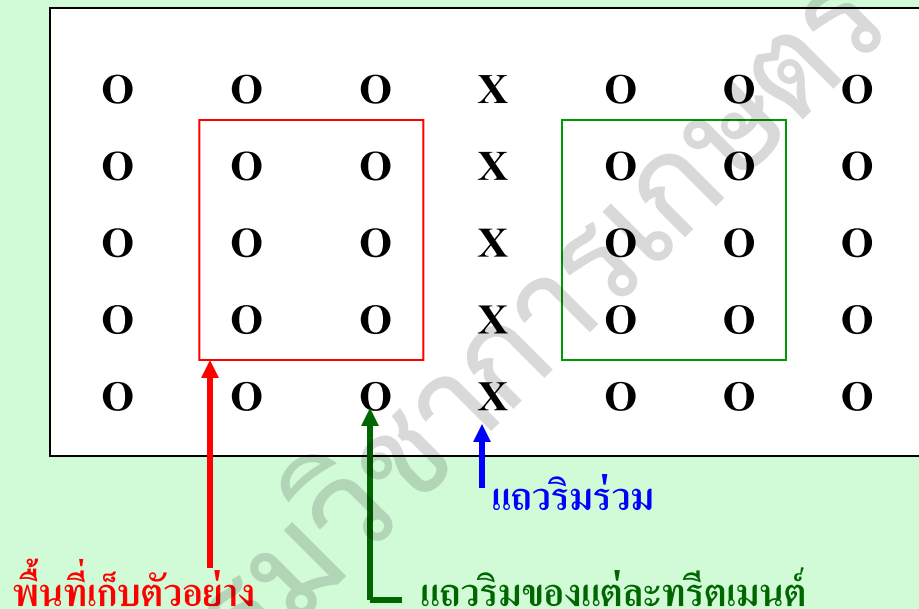
ส่วนที่เป็นต้นริม
(ไม่เก็บตัวอย่าง)

ส่วนที่ใช้เก็บตัวอย่าง

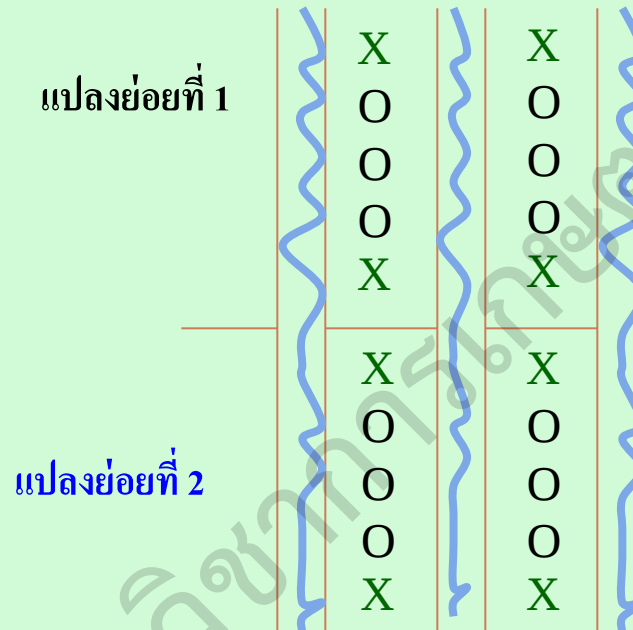
แปลงย่อยที่ 2

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

2.2 การใช้แฉวริมร่วมกับทรีตเมนต์ที่อยู่ข้างเคียง



2.3 การเว้นแถวริมของไม้ผลที่ปลูกโดยมีท้องร่อง



O ต้นที่เก็บตัวอย่าง

X ต้นที่เป็นแถวริม

|<| ท้องร่อง

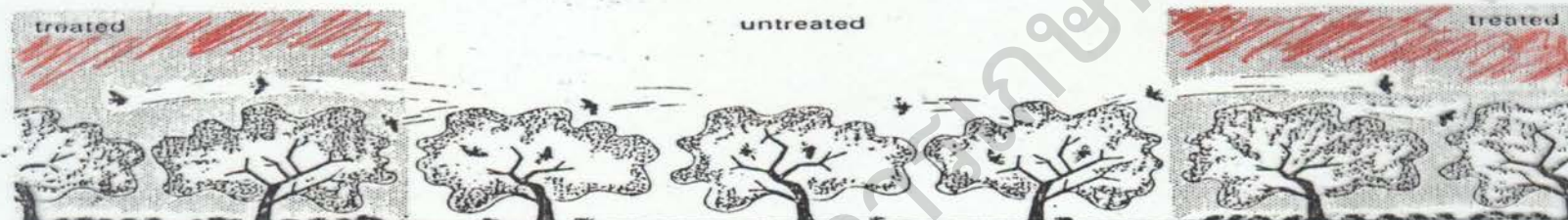
หมายเหตุ

การใช้แถบสีทารอบต้นที่โตเต็มที่แล้ว
ต้นคุ่ม ใช้สีเดียวกันทั้งการทดลอง
ต้นเก็บผล ใช้สีต่าง ๆ ในแต่ละกรรมวิธี

In most trials the untreated control plots are bordered by treated plots on at least two sides and more commonly on three or four sides. In these trials the movement of mobile pests, into and out of the control plots, may be restricted by the sprayed plots. This may lead to heavier or lighter pest attack in the control plots than would occur in isolated untreated control plots.



When all trees are untreated, the infestation is relatively uniform



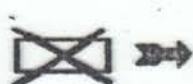
When an untreated plot is surrounded by treated plots, the insects may migrate from the untreated plot and be killed. Therefore, the infestation in the untreated plot will be estimated as lower than is actually the case



On the other hand, the insects may be repelled by the treatment and migrate to the untreated plot, thus producing an artificially high infestation in the untreated plot

Such influences caused by treated plots may be reduced by

- enlarging the plot size



- assessing only the central area of the plot



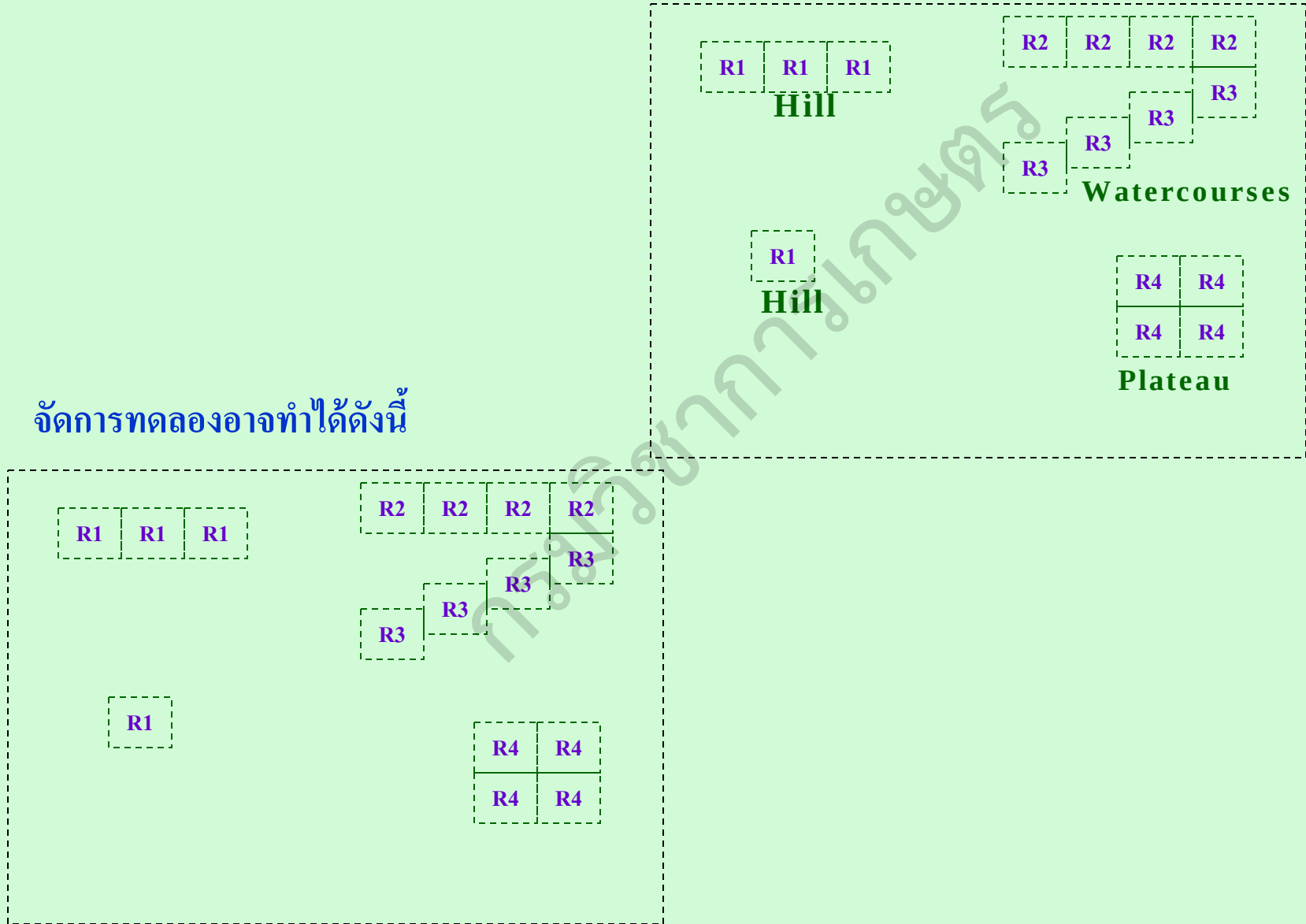
3. การจัดบล็อก (Blocking)

3.1 การใช้ต้นไม้ที่มีอยู่แล้ว (Use of Existing trees)

3.1.1 จัดกลุ่มต้นไม้ที่ใกล้เคียงกัน อยู่ในซ้ำเดียวกัน

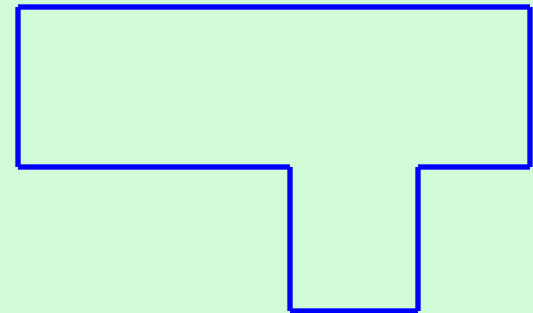
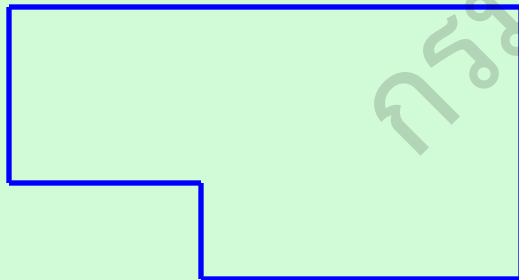
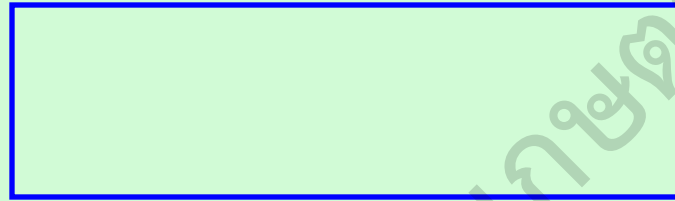
3.1.2 จัดกลุ่มสถานที่ ดิน ฟ้าอากาศ ที่เหมือนกัน อยู่ใน block เดียวกัน

จัดการทดลองอาจทำได้ดังนี้



3.1.3 รูปร่างของซ้ำ (Block)

อาจไม่ใช่สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส



3.1.4 ข้อมูลไม่สม่ำเสมอ เช่น ขนาดต้นพืชเริ่มต้นไม่เท่ากัน

ใช้ตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล (Covariance Analysis)

- ผลผลิตหรือขนาดต้นของปีที่ผ่านมา (X)
- ข้อมูลของปีทดลอง (Y)

3.2 การปลูกพืชใหม่

3.2.1 พื้นที่ลาดเอียง

ทราบทิศทางการความอุดมสมบูรณ์ของดิน

พื้นที่สูง ความอุดมสมบูรณ์น้อย
↓ ↓
ต่ำ มาก

บล็อก I

บล็อก II

วางบล็อกตั้งฉากกับ

Δ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

Δ ความลาดเอียงพื้นที่

รูปร่างของแปลงย่อย ต้องปรับให้เหมาะสมเข้ากับลักษณะพื้นที่ และระดับความสูงต่ำ

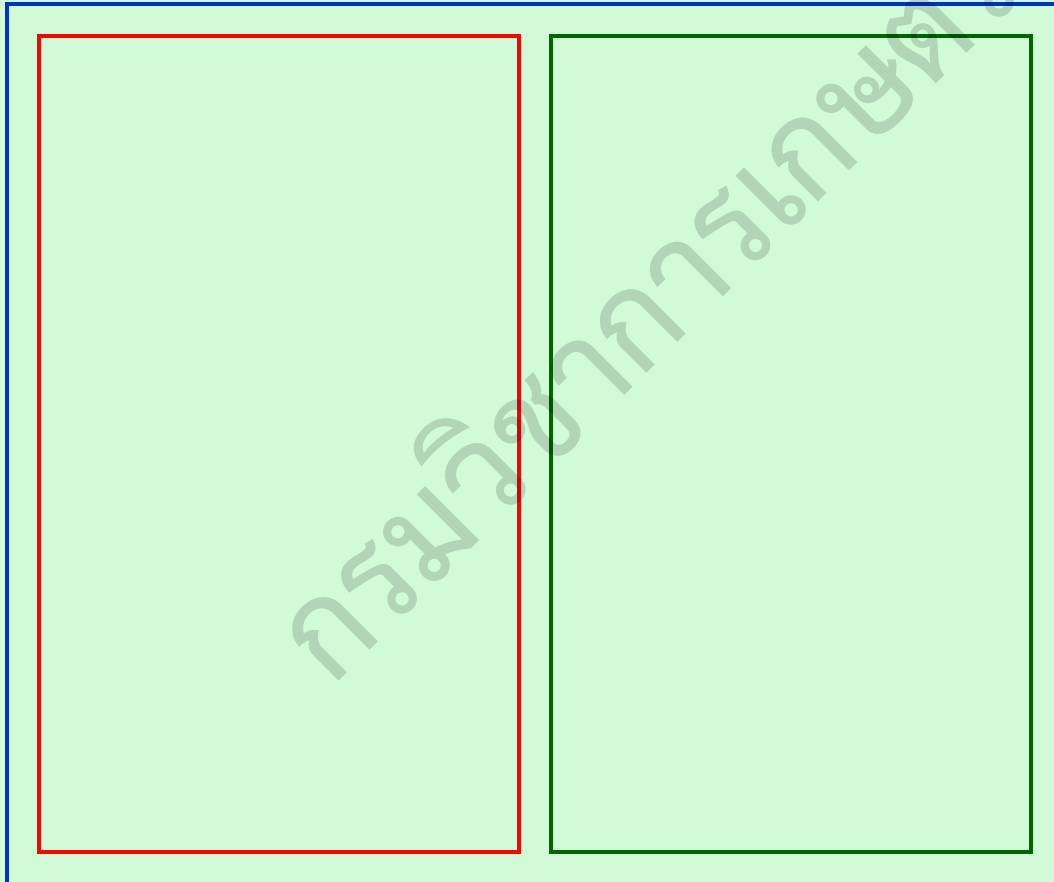
ไม้ผลมักใช้แปลงรูปร่างยาว

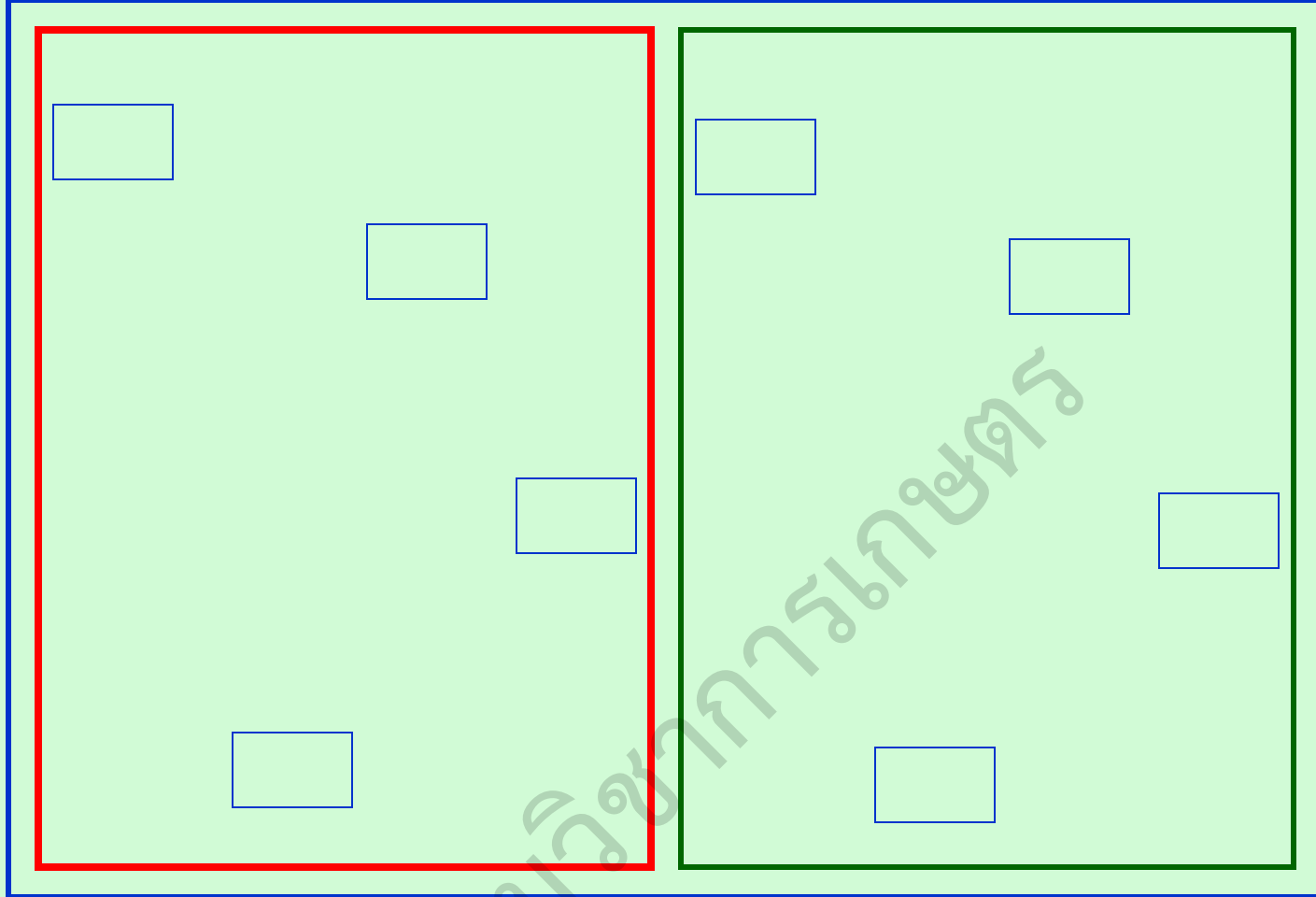
3.2.2 ในบล็อกเดียวกัน ใช้ต้นกล้าที่ใกล้เคียงกันทุกกรรมวิธี

3.2.3 ปฏิบัติงานให้เสร็จที่ละบล็อก

กรมวิชาการเกษตร

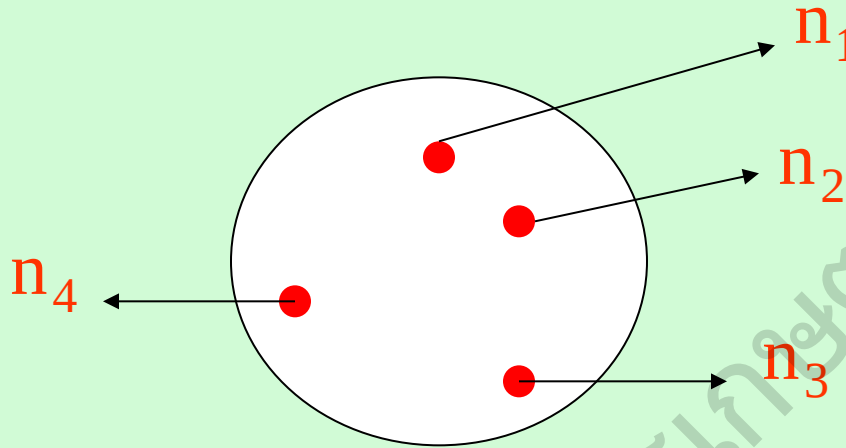
งานทดลอง 2 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ?





- ไม่ใช่ **Experimental Error**
- เป็น **Sampling Error**

4. การสุ่ม (Randomization)



N คือข้อมูลประชากรทั้งหมด ค่าเฉลี่ย = μ

n คือข้อมูลจากตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย = $\bar{x}$

4.1 เพื่อป้องกันความลำเอียง (Bias)

- การปลุกจัดกรรมวิธีที่คิดว่าดีที่สุดไว้แฉวหน้า
- เก็บข้อมูลจากตัวอย่างที่ดี

4.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Design)

4.2.1 แบบง่าย (Simple random sampling)

- ประชากรมีความสม่ำเสมอ
- ทุกต้นมีโอกาสเป็นตัวอย่างเท่ากัน

4.2.2 แบบมีระบบ (Systematic Random Sampling)

เช่น ต้องการเก็บตัวอย่าง 5%

แต่ละชุดของตัวอย่าง = $\frac{100}{5} = 20$ ต้น

- สุ่ม จากเลขที่ 01 ถึง 20

สมมติว่า ได้เลข 17

- ตัวอย่าง คือ ผล หรือ ต้นที่

17 37 57 77 97

4.2.3 แบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling)

ประชากรมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มของหน่วยย่อย เช่น

- ต้นกล้า
- สภาพพื้นที่ปลูก
- ขนาดผลไม้

จำนวนตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับขนาดของแต่ละชั้นภูมิ
เมื่อเทียบกับประชากรทั้งหมด

4.2.4 แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างจากส่วนย่อยหลายๆ ส่วน
ของประชากร

- สุ่มสวนผลไม้
- สุ่มตัวอย่างผลไม้

5. การบันทึกข้อมูล

- เพื่อแสดงความแตกต่างของกรรมวิธี
- อธิบายถึงความแตกต่าง

5.1 ข้อมูลก่อนการเจริญเติบโต

5.1.1 จำนวนยอด

5.1.2 ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละกิ่ง

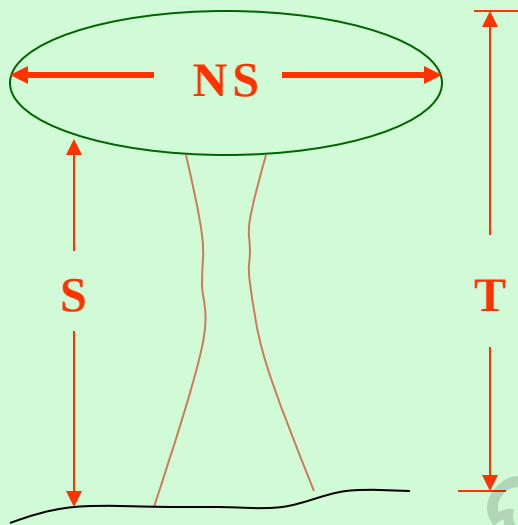
5.1.3 จำนวนกิ่ง

5.1.4 เส้นรอบวงลำต้น

วัดที่ระดับ 30 — 60 ซม. จากระดับพื้นดิน
หรือ 15 ซม. เหนือรอยทาบกิ่ง

5.1.5 พื้นที่ทรงพุ่ม

- การแผ่กระจาย



Δ ทิศตะวันออก – ตก (EW)

Δ ทิศเหนือ – ใต้ (NS)

Δ ความสูงของต้น (T)

Δ ความสูงของช่วงลำต้น (S)

Δ จำนวนกิ่งหลัก

Δ ดัชนีความสูงของยอด

5.2 ข้อมูลการติดผล (Post – Bearing Data)

- เก็บข้อมูล จากช่วงเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

เก็บทุกอาทิตย์ต่อเนื่องกัน

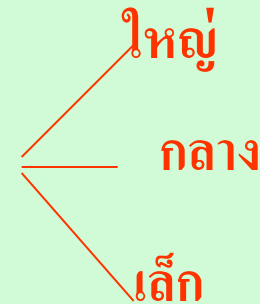
สำหรับไม้ผลที่ให้ผลปีแรก 10 – 20 ผล

ปีต่อ ๆ มา 100 ผล

5.2.1 น้ำหนักผล

- ขายได้ แบ่งตามขนาด

หรือคุณภาพ



- ขายไม่ได้



5.2.2 วันที่เก็บผล

5.2.3 การร่วงของผล

จำนวน
น้ำหนัก
สาเหตุ

5.2.4 ข้อมูลคุณภาพผลผลิต

- ขนาดผล

- สี

- Brix



- ความเป็น กรด – ด่าง

- % เนื้อ เปลือก เมล็ด

- % fresh recovery = $\frac{\text{น้ำหนักเนื้อ}}{\text{นน.ผลทั้งหมด}} \times 100$

-รสชาติ กลิ่น ความชอบ

* บล็อก แหล่งที่มา (สวน แปลง)

ผู้ชิม

วัน

* ผู้ให้คะแนน 10 - 20 คน

* จำนวนตัวอย่าง $\leq$ 4-6 ตัวอย่าง / ครั้ง

* การให้คะแนน

ลำดับที่ (ranking)

คะแนน 1-9

Scale 0-4

- ความทนทานต่อการซ้ำ
- สัมประสิทธิ์ การคายน้ำและการหายใจ
- อายุหลังการเก็บเกี่ยว
 - * ตัวอย่าง 50 ผล
 - * สุ่มตัวอย่าง 2 วัน/ครั้ง ครั้งละ 2 - 3 ผล
 - * ให้คะแนน 0-4 (แย่มาก – ดีเลิศ)
- น้ำหนักผลทั้งหมด

5.2.5 การทำลายของโรค-แมลง

- ชนิด ปริมาณ
- ช่วงเวลาการทำลาย
- อาการ ลักษณะ
- ผลการทำลาย ความรุนแรง
- แมลงที่เป็นประโยชน์

5.2.6 การวิเคราะห์ใบ การใส่ปุ๋ยไม้ผล ระยะแรกๆ วิเคราะห์สารอาหารที่ใบก่อน และ หลังการใส่ปุ๋ย

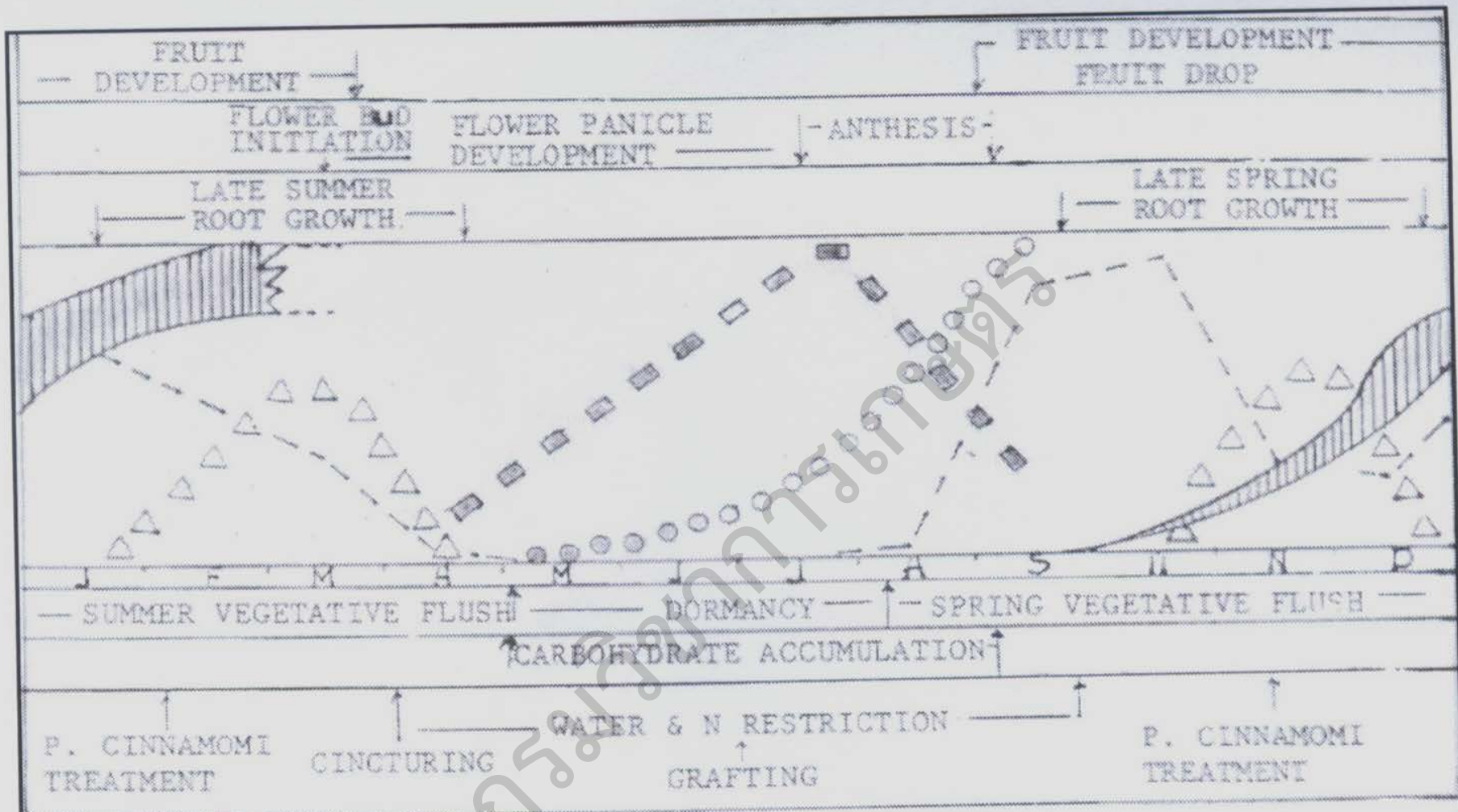
- จำนวน 5 ใบต่อต้น
ประมาณ 10 ต้น
- ล้างใบให้สะอาด ตากแห้ง บด
- วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

5.2.7 บันทึกวันที่

- ปฏิบัติงานทุกขั้นตอน
- แยกยอด
- แยกข้อ
- ทิศผล การเจริญของผล
- วันเก็บเกี่ยว

5.2.8 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต และกรรมวิธี

- อุณหภูมิ
- ปริมาณน้ำฝน
- การทิ้งช่วงของฝน



ภาพที่ ๑. ผังวงจรทาง phenology ตลอด ๑ ปี ของอโศก

--- Vegetative; ● Flower; ■ Carbohydrate; △ Root; IIII Fruit

6. ข้อมูลสูญหาย

6.1 ไม่เก็บข้อมูลจากต้นที่ติดกับต้นหาย

6.2 ไม่เก็บข้อมูลจากต้นที่เป็นแถวริม

6.3 ข้อมูลผลผลิต

ต้นตาย เสียหาย ที่ไม่ใช่สาเหตุจากกรรมวิธี

- ปลุก 1 ต้น ต่อแปลงย่อย

คำนวณข้อมูลสูญหาย

- ปลุกหลายต้น ต่อแปลงย่อย

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิต}}{\text{จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้}} \quad \text{กก/ต้น}$$

6.4 การลดความแปรปรวนเนื่องจากต้นตาย

- ใช้ต้นกล้าที่แข็งแรง
- ปลุกซ่อม
- ปฏิบัติงานเขตกรรมที่ไม่ใช่กรรมวิธีตามความจำเป็น
เช่น การปราบวัชพืช ใส่ปุ๋ย ให้น้ำ ป้องกันและกำจัด
ศัตรูพืช

6.5 งานทดลองไม้ยืนต้นที่มีการพันสารกำจัด
แมลง ควรเก็บข้อมูลแมลงจากแปลงใกล้เคียง
ที่ไม่ได้พันสารหลายๆ แปลง เพื่อใช้เป็นข้อมูล
ประกอบการพิจารณา ชนิด และปริมาณ
ศัตรูพืชจริงๆ ในธรรมชาติ
