

# การเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูลงานทดลองพืช

สุชาวดี    นาคะทัต

# การเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูลงานทดลองพืช

1. หลักสำคัญในการเก็บตัวอย่าง
2. ข้อมูลที่มีปัญหา
3. ข้อมูลข้างเคียง

# 1. หลักสำคัญในการเก็บตัวอย่าง

## 1.1 เว้นแฉกริม

## 1.2 ขนาดตัวอย่าง

$\Delta$  ขนาดที่เหมาะสม

$\Delta$  ขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด

## 1.3 สุ่มตัวอย่าง

## 1.4 ปรับผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน

## 1.1 เว้นแควริม มี 3 แบบ

1.1.1 เว้นแควริมรอบแปลง

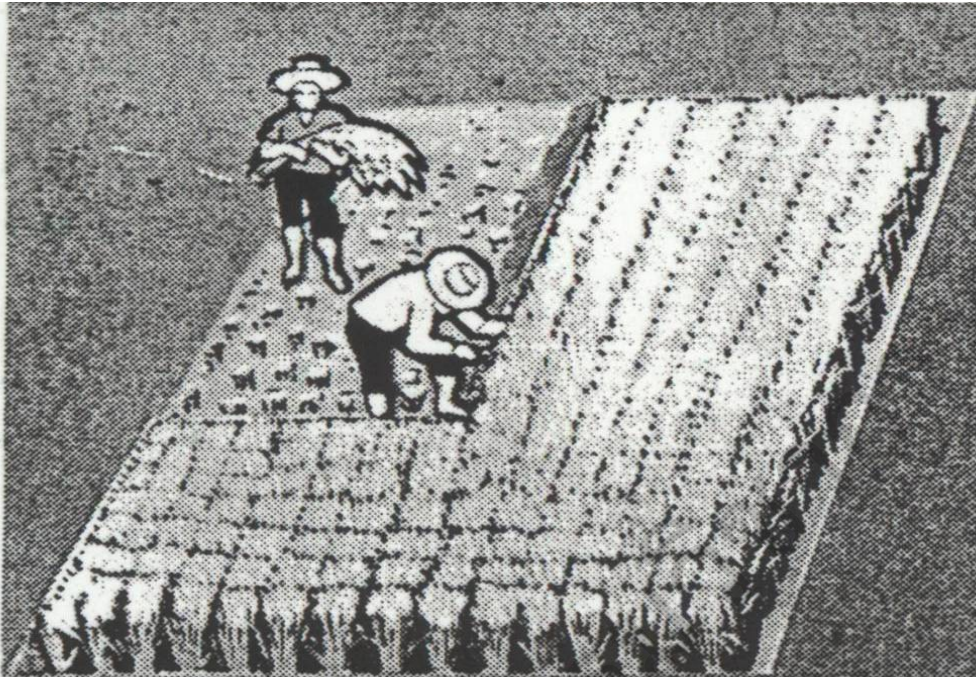
1.1.2 เว้นแควริมหัวและท้ายแปลง

1.1.3 ไม่เว้นแควริม

กรมวิชาการเกษตร

# 1.1 การเว้นแถวริม

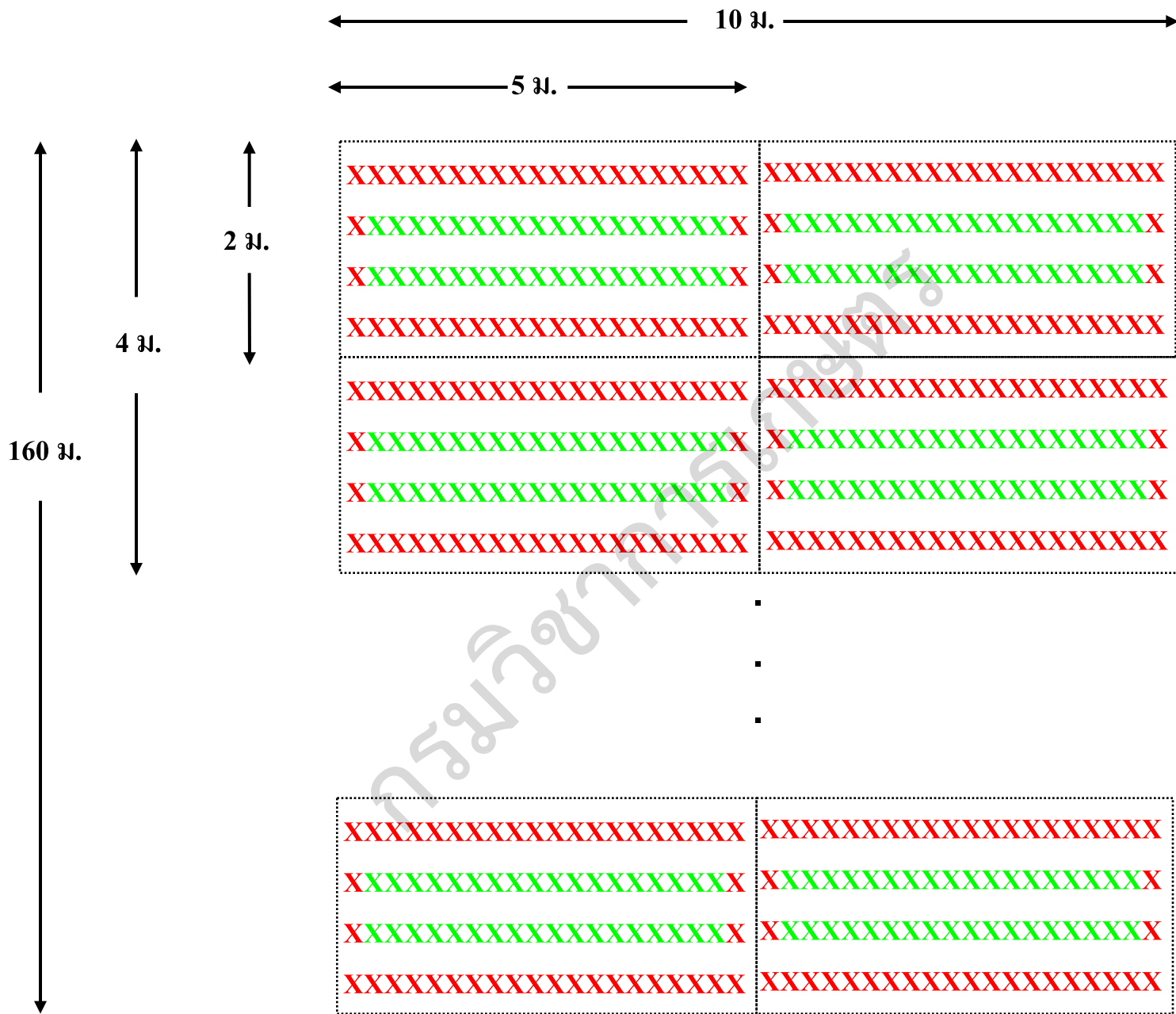
## 1.1.1 เว้นแถวริมรอบแปลง



**WRONG**



**RIGHT**



## - แปลงทดลองปู

มันล่าปะหลัง ขึ้นกับระยะปลูก

1 x 2 ม. เว้นแถวริมด้านละ 1 แถว ไม่ต้องเว้นต้นหัวท้ายแถว

1 x 1 ม. เว้นแถวริมด้านละ 1 แถว แต่ละแถวเว้นต้นหัว ท้าย ด้านละ 1 ต้น

1 x 0.75 ม. เว้นแถวริมด้านละ 1 แถว แต่ละแถวเว้นต้นหัว ท้าย ด้านละ 1 ต้น

1 x 0.50 ม. เว้นแถวริมด้านละ 1 แถว แต่ละแถวเว้นต้นหัว ท้าย ด้านละ 3 ต้น

ข้าวโพด

75 x 50 ซม. หลุมละ 2 ต้น

75 x 25 ซม. หลุมละ 1 ต้น

เว้นด้านละ 1 แถว

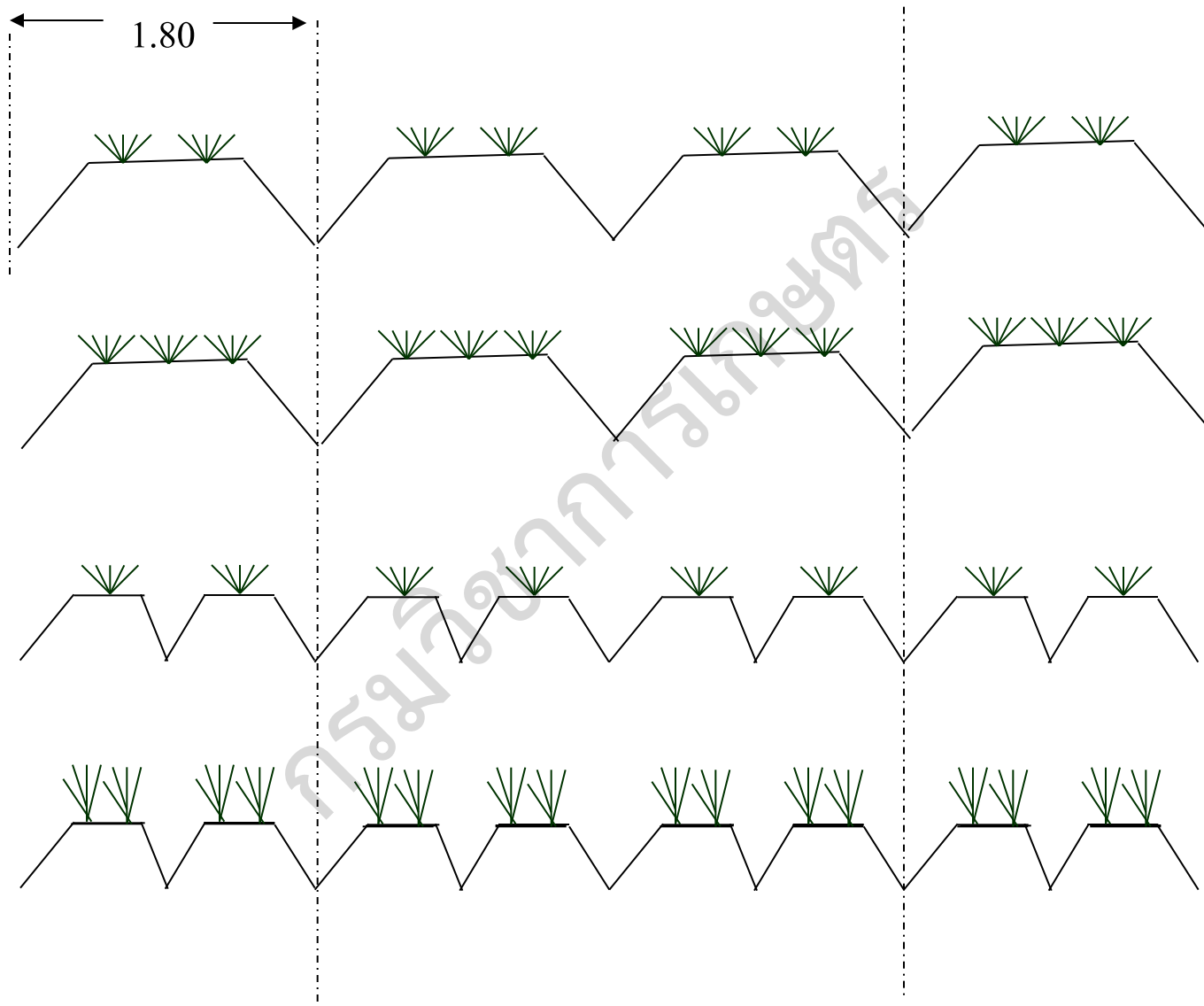
หัวท้ายแถวด้านละ 2 หลุม

ถั่วลิสง ระยะปลูก 50 x 20 ซม.

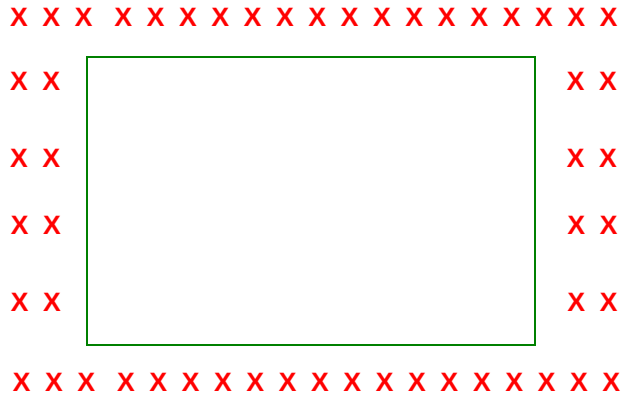
เว้นด้านละ 1 แถว

หัวท้ายแถวด้านละ 3 หลุม

# แปลงทดลองถั่วเขียวแบบยกร่อง



# แปลงทดลองปูยาง



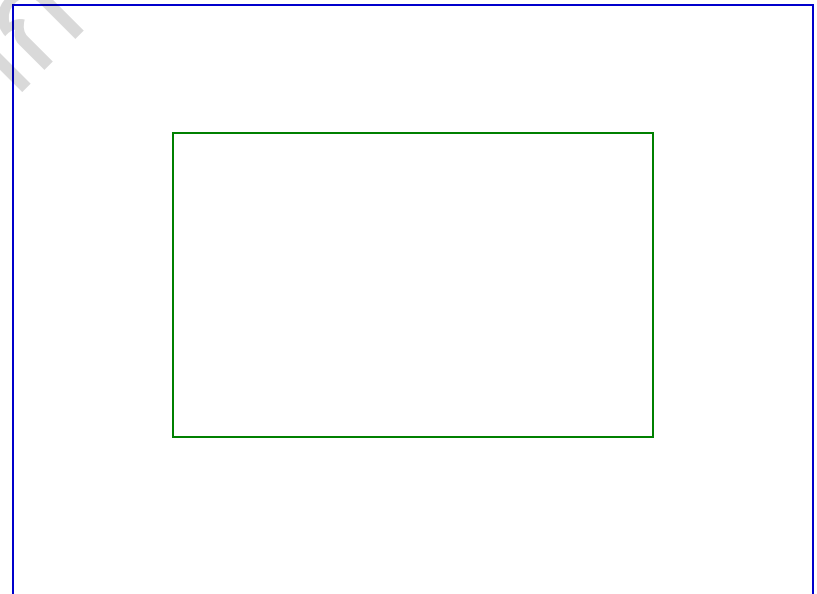
ระยะปลูก 50X20 ซม.



ระยะปลูก 50X10 ซม.

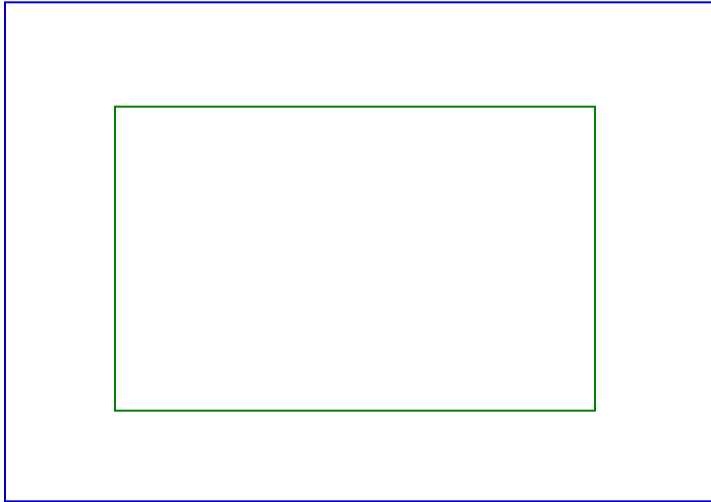


หว้าน + ไม้ปู

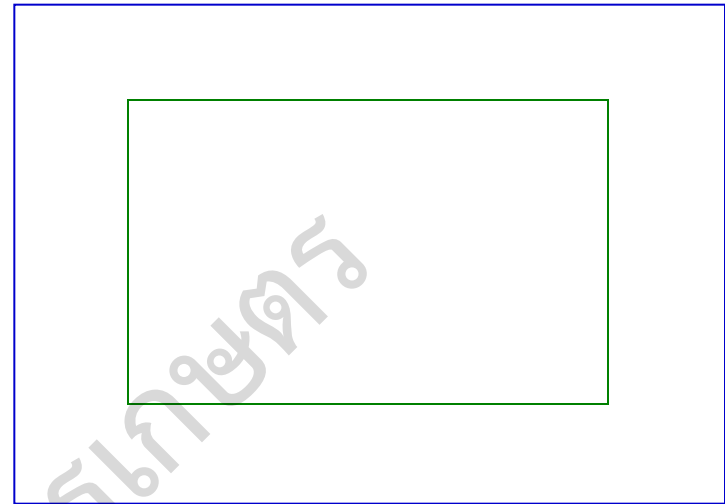


หว้าน + ไม้ปู

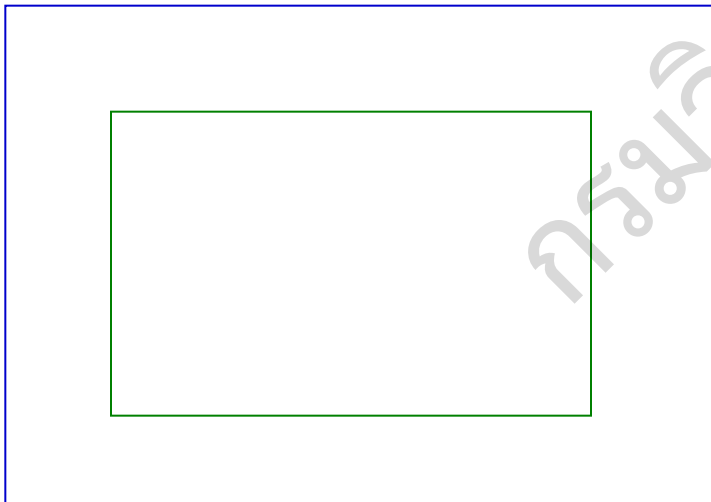
# แปลงทดลองปลูก



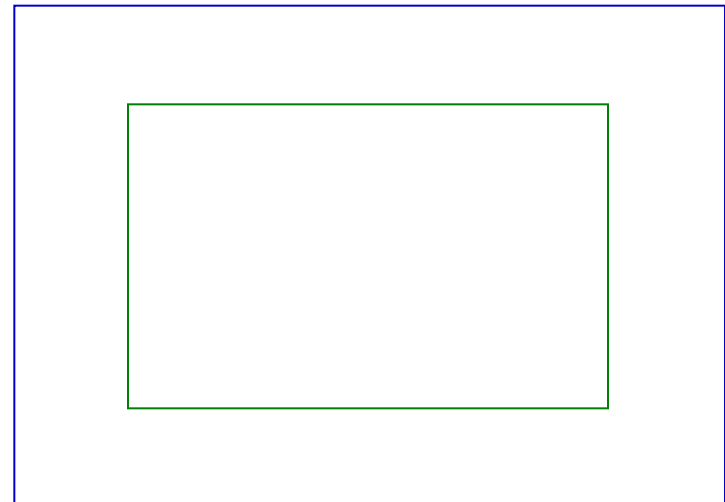
ระยะปลูก 50X20 ซม.



ระยะปลูก 50X10 ซม.

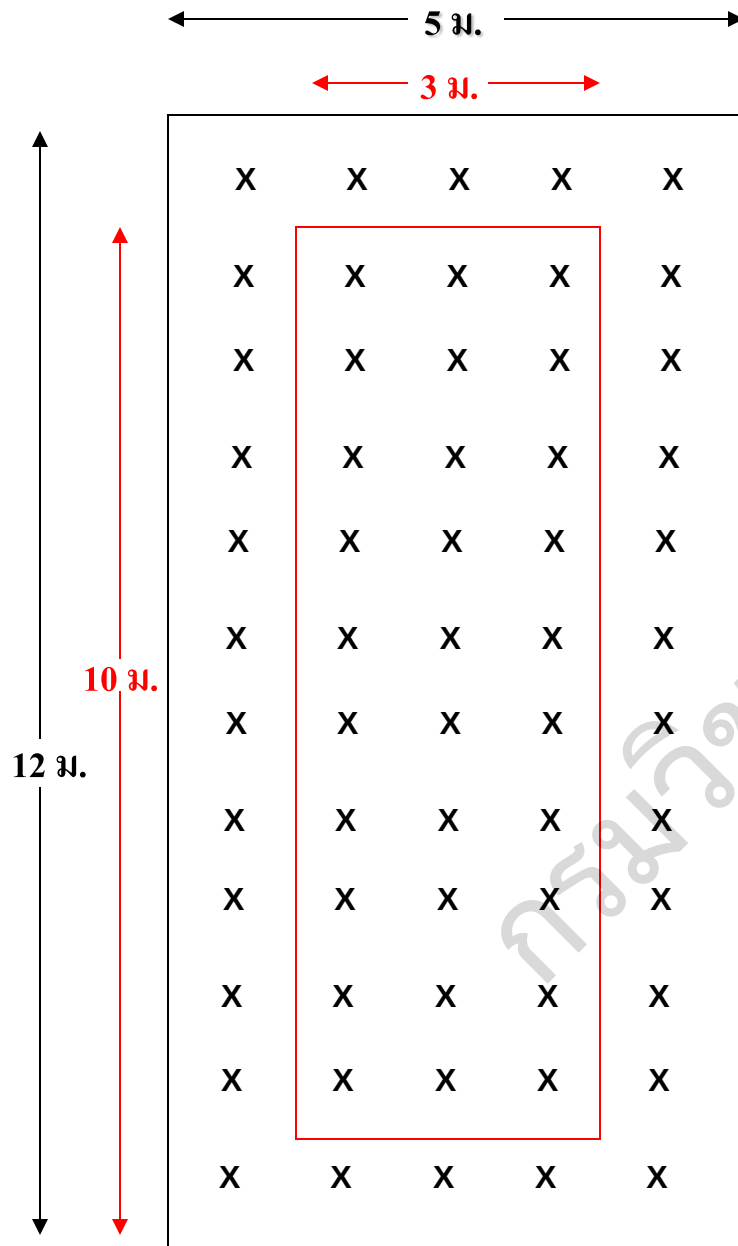


หวาน + ไล่ปุย



หวาน + ไม่ไล่ปุย

# การปลูกพืชแซมมันสำปะหลัง



## การปลูก

เนื้อที่ = 5 x 12 เมตร

ระยะระหว่างแถวและหลุม = 1x1 เมตร

จำนวนแถว = 5

แถวละ = 12 ต้น

## เก็บเกี่ยว

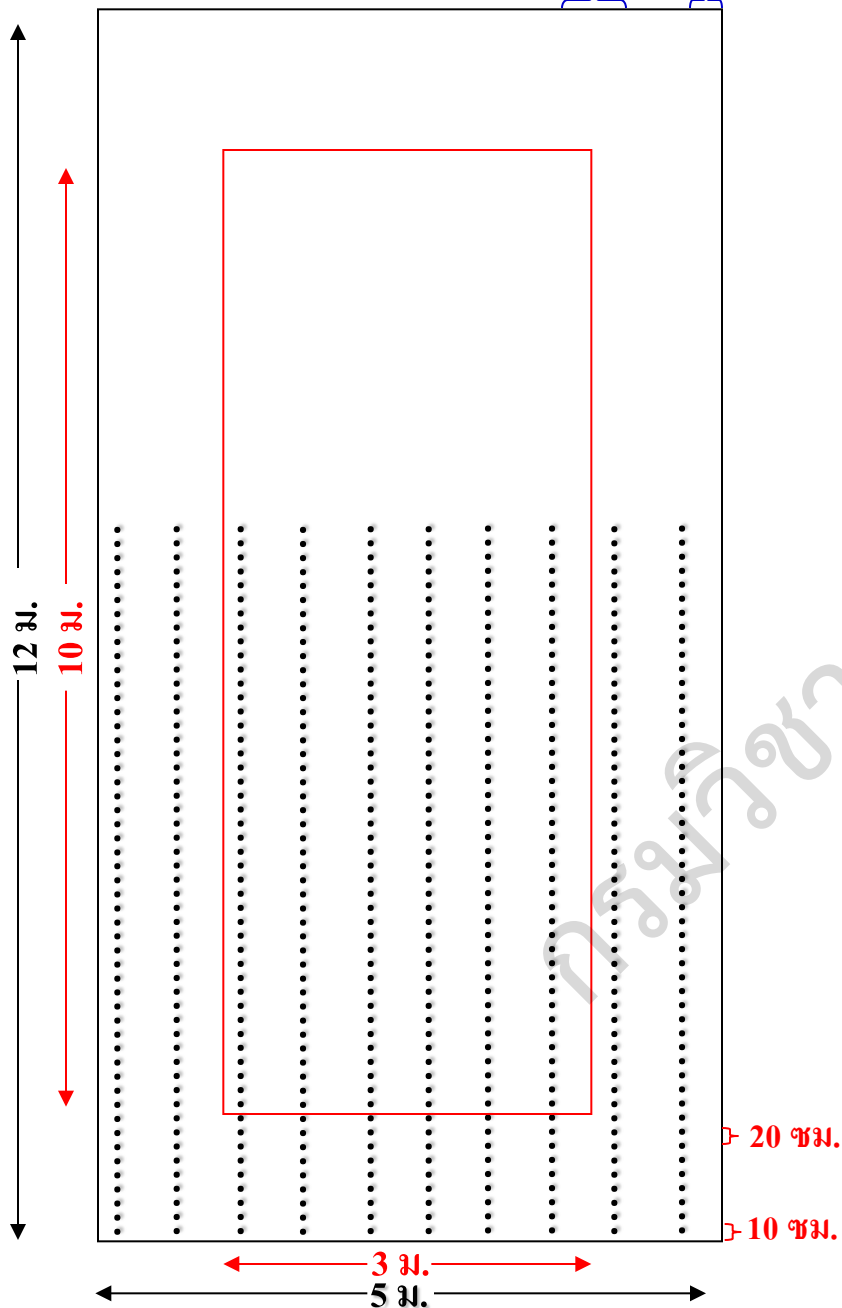
เนื้อที่ = 3 x 10 เมตร

จำนวนแถว = 3

แถวละ = 10 ต้น

# ปลูกถั่วเขียวอย่างเดียว

50 ซม. 25 ซม.



## ถั่วเขียว

### การปลูก

เนื้อที่ = 5 X 12 เมตร

ระยะระหว่าง แถว และ หลุม

= 50 X 20 ซม.

จำนวนแถว = 10 แถว

แถวละ = 60 หลุม

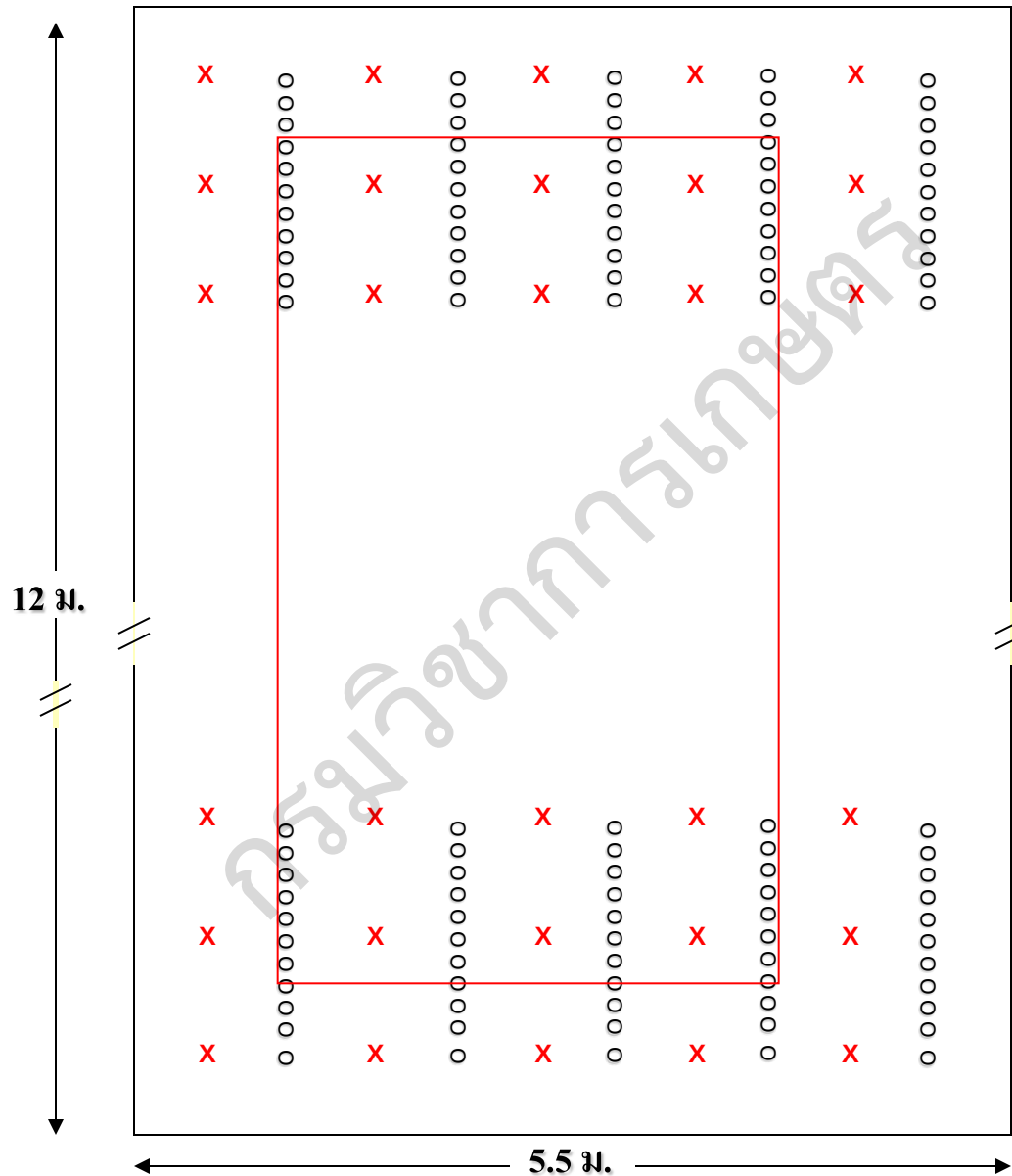
### เก็บเกี่ยว

เนื้อที่ = 3 X 10 เมตร

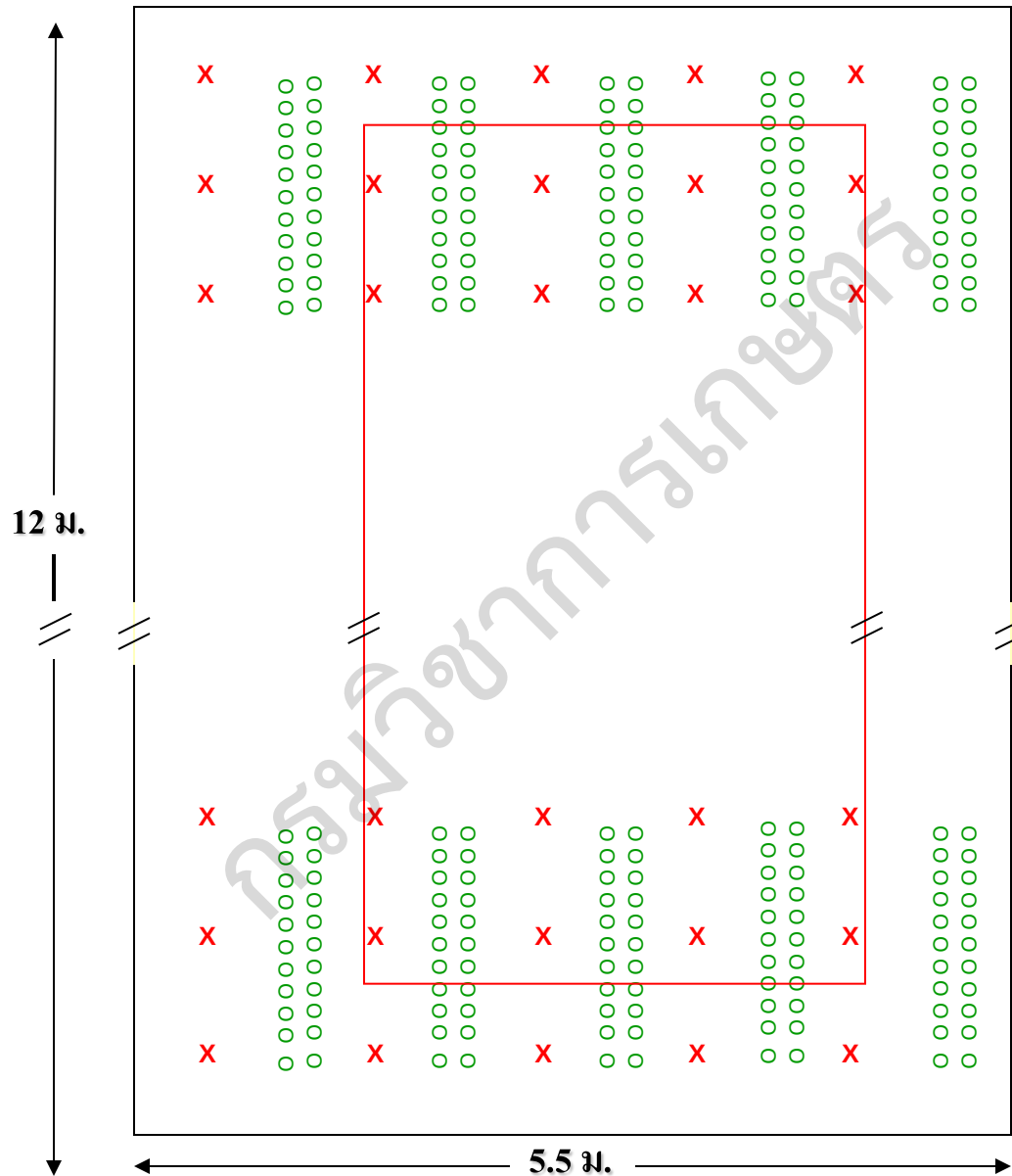
จำนวน = 6 แถว

แถวละ = 50 หลุม

# ปลูกถั่วเขียวแถวเดียวแซมมันสำปะหลัง

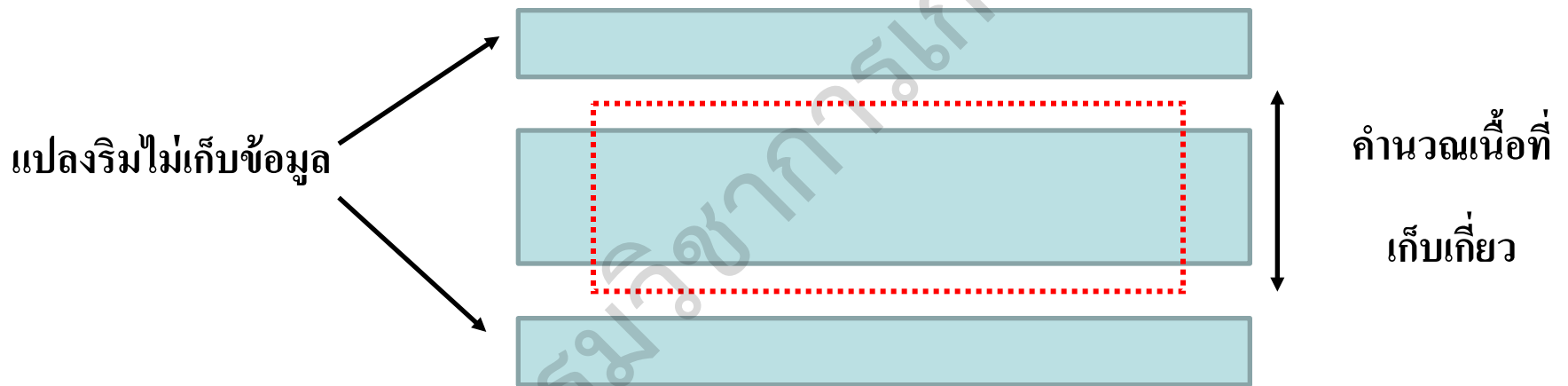


# ปลูกถั่วเขียวแถวคู่แซมมันดำปะหลัง

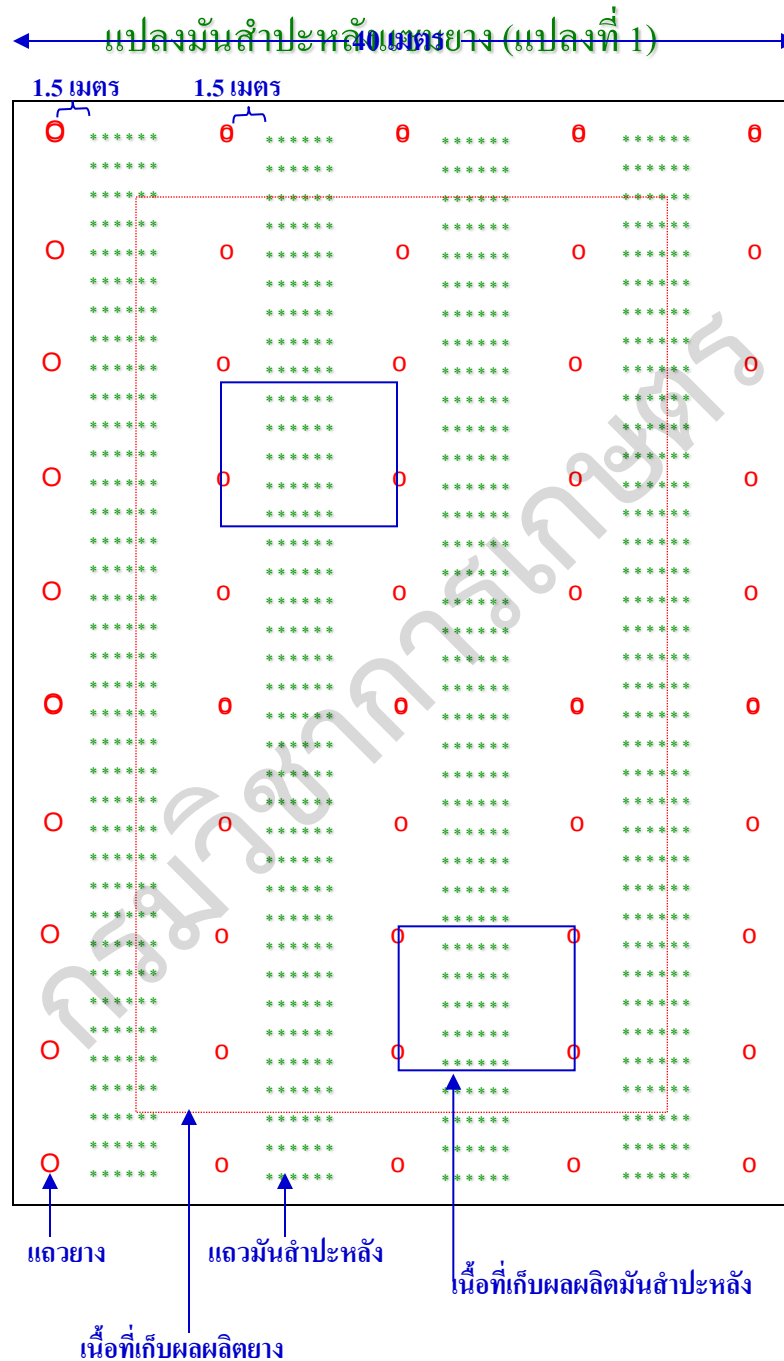


## 1.1.2 เว้นแตรวมหัวท้ายแปลง เช่น พืชที่ปลูกโดยการยกร่อง

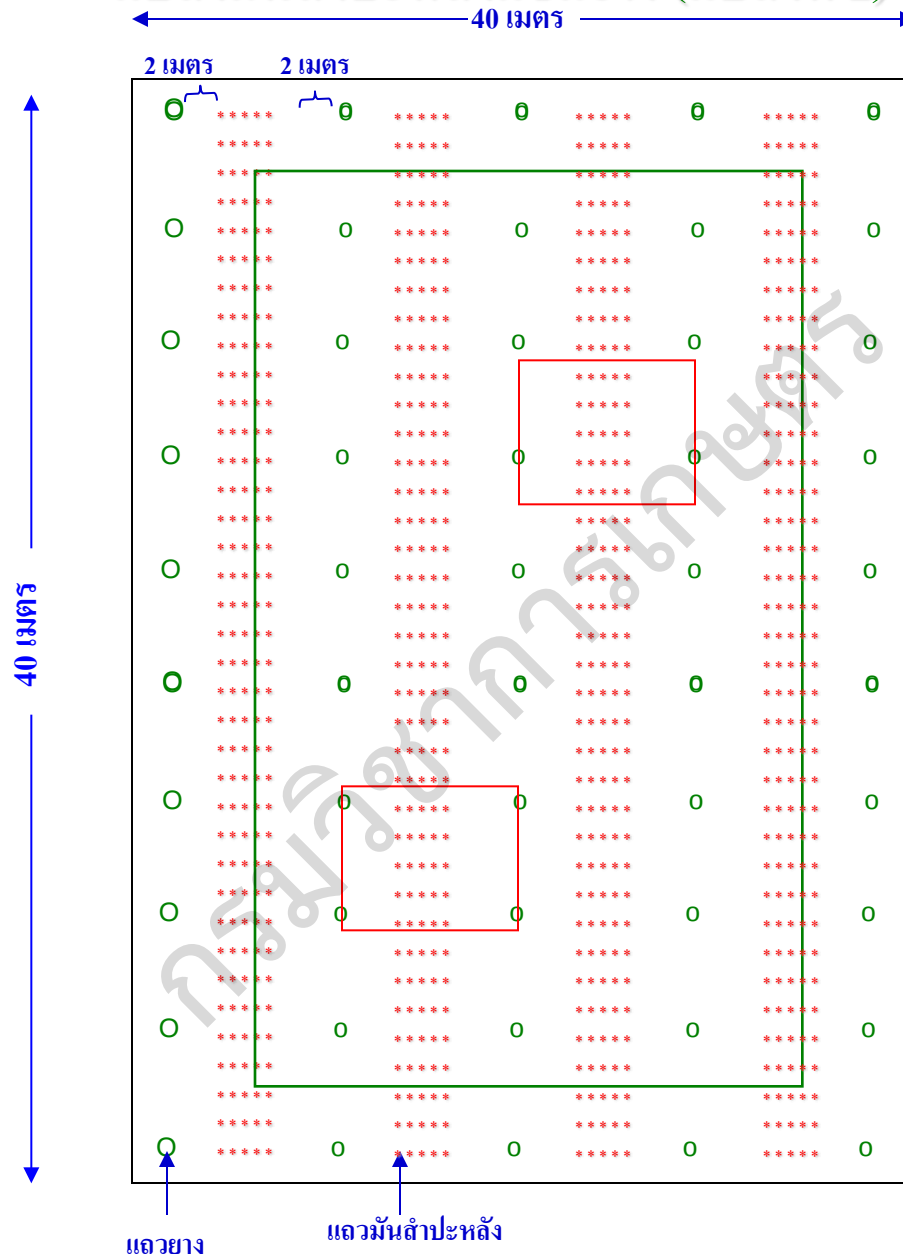
- แปลงทดลองพักไม้ดอก ไม้ผล



# - แปลงทดลองพืชไร่แซมไม้ยืนต้น

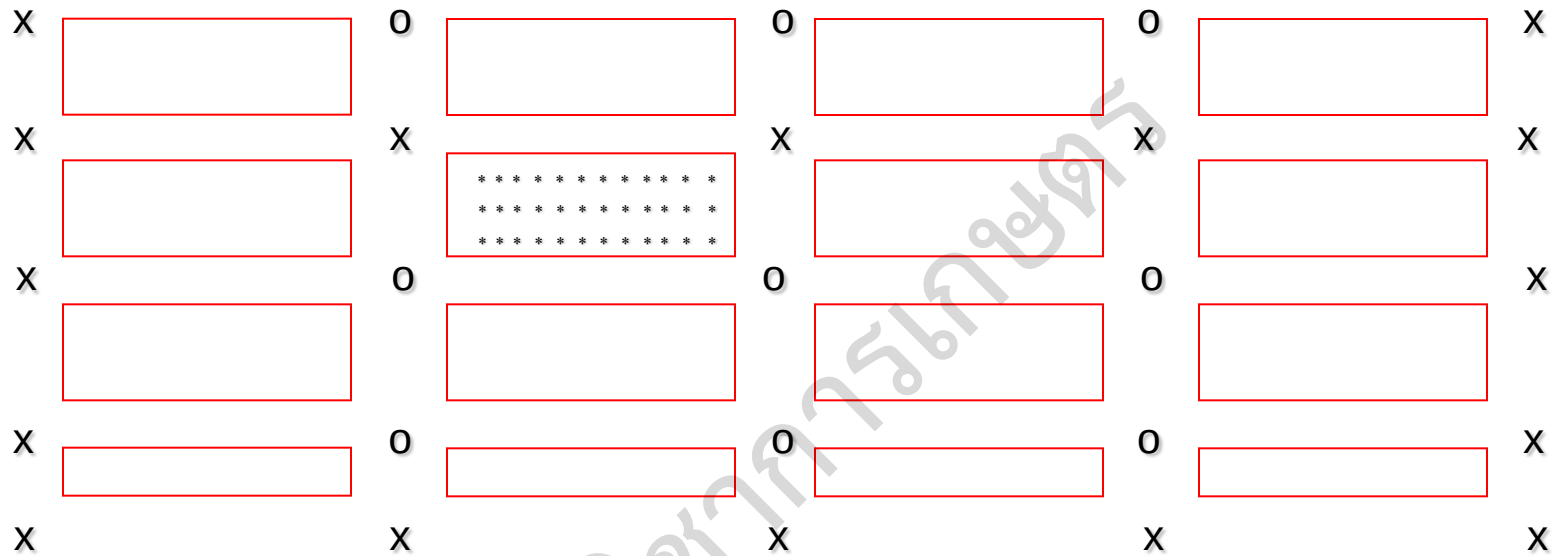


# แปลงมันสำปะหลังแซมยาง (แปลงที่ 2)



# 1.1.3 ไม่เว้นแถวริม

## การปลูกหน้าวัวในสวนยาง



ระยะปลูก

ยาง 2.5 X 8 เมตร

หน้าวัว 0.5 X 0.5 เมตร

## 1.2 ขนาดตัวอย่าง

### 1.2.1 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง

พื้นที่เก็บเกี่ยว 3 x 10      3 x 8 เมตร

การสุ่มตัวอย่างหัวมัน แบบ

-Simple Random Sampling (การสุ่มแบบง่าย)

จำนวน 6 ต้น

-Stratified Random Sampling (การสุ่มแบบชั้นภูมิ)

| <u>ขนาดหัว</u>         | <u>จำนวนตัวอย่าง</u> |
|------------------------|----------------------|
| ใหญ่ (> 500 กรัม)      | 6                    |
| กลาง(101 ถึง 500 กรัม) | 4                    |
| เล็ก( $\leq$ 100 กรัม) | 3                    |

ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม

## งานทดลองเห็ด

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดลอง 4 ซ้ำ

จำนวนถุงต่อหน่วยทดลอง

- เปรียบเทียบพันธุ์ 5 ถุง

- เขตกรรม 6 ถุง

## ฝ้ายในกระถาง

### ● พันธุ์ศรีสำโรง 3

ทดลอง

- ฮอร์โมน 2 ชนิด

- ความเข้มข้น 5 ระดับ

กระถางละ 3 ต้น/หน่วยทดลอง

ทดลอง 4 ซ้ำ

### ● พันธุ์ที่มีความแปรปรวนมาก

เพิ่มจำนวนตัวอย่างและซ้ำ

# เก็บผลผลิต งานทดลองปุ๋ยหม่อน

- จำนวนกรรมวิธีไม่มาก

มีความสม่ำเสมอภายในซ้ำ

เก็บผลผลิต 6 ต้นต่อแปลงย่อย

- จำนวนกรรมวิธีมาก

ความแปรปรวนระหว่างแปลงย่อย  $>$  ระหว่างต้น

ลดจำนวนต้น เพิ่มจำนวนซ้ำ

-หนอนโยפק หนอนคืบกล่ำปल्ली

3 – 4 อาทิตยั

33% ของจำนวนต้น/แปลง

> 4 อาทิตยั เข้าปल्ली

13% ของจำนวนต้น/แปลง

เข้าปल्ली

50% ของจำนวนต้น/แปลง

## 1.2.2 ขนาดตัวอย่างใกล้เคียงกันมากที่สุด

ระยะปลูกเนื้อที่ปลูกและเก็บเกี่ยว มันสำปะหลัง

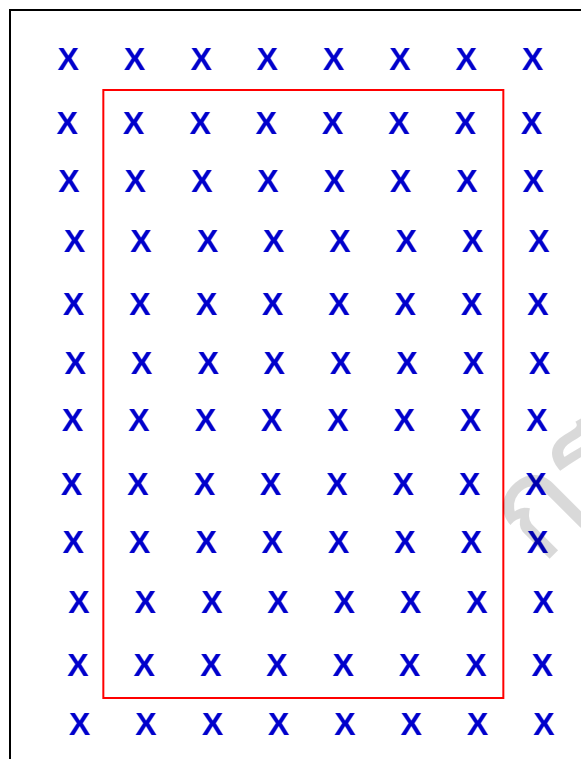
| กรรมวิธี | ระยะปลูก   |            | ปลูก     |         |                          | เก็บเกี่ยว |         |                          |
|----------|------------|------------|----------|---------|--------------------------|------------|---------|--------------------------|
|          | ระหว่างแถว | ระหว่างต้น | จำนวนแถว | ต้น/แถว | เนื้อที่(ม) <sup>2</sup> | จำนวนแถว   | ต้น/แถว | เนื้อที่(ม) <sup>2</sup> |
| 1.       | 100        | 100.00     | 8        | 12      | 96                       | 6          | 10      | 60                       |
| 2.       | 150        | 66.66      | 6        | 18      | 108                      | 4          | 15      | 60                       |
| 3.       | 200        | 50.00      | 5        | 24      | 120                      | 3          | 20      | 60                       |
| 4.       | 300        | 33.33      | 4        | 36      | 144                      | 2          | 30      | 60                       |

# แผนผังแปลงย่อย ผลของการใช้ระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง

## Treatment 1

ระยะปลูก **100 X 100** ซม.

ปลูก **8** แถว ๆ ละ **12** ต้น

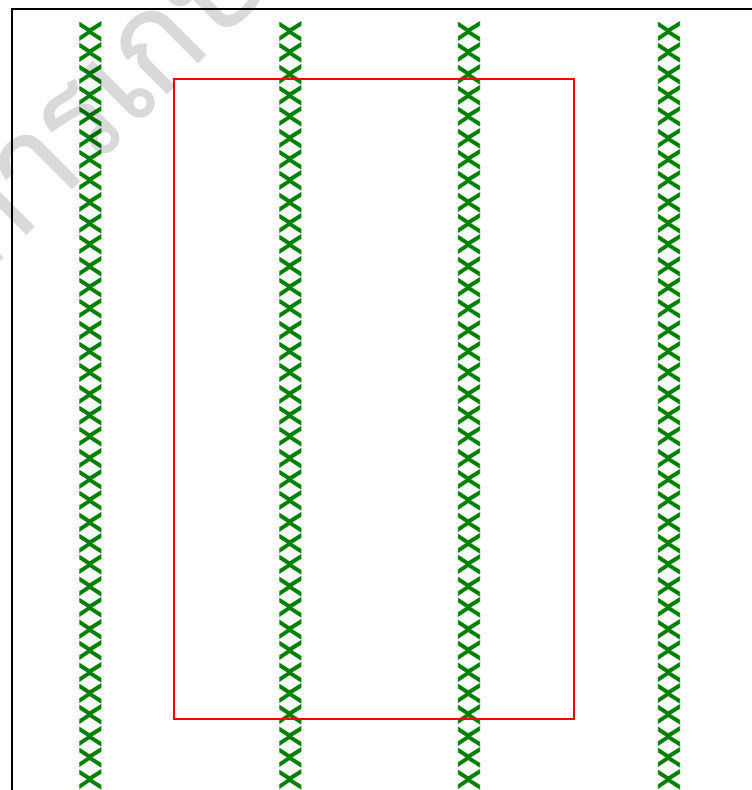


← 8 เมตร →

## Treatment 4

ระยะปลูก **300 x 33.33** ซม.

ปลูก **4** แถว ๆ ละ **36** ต้น



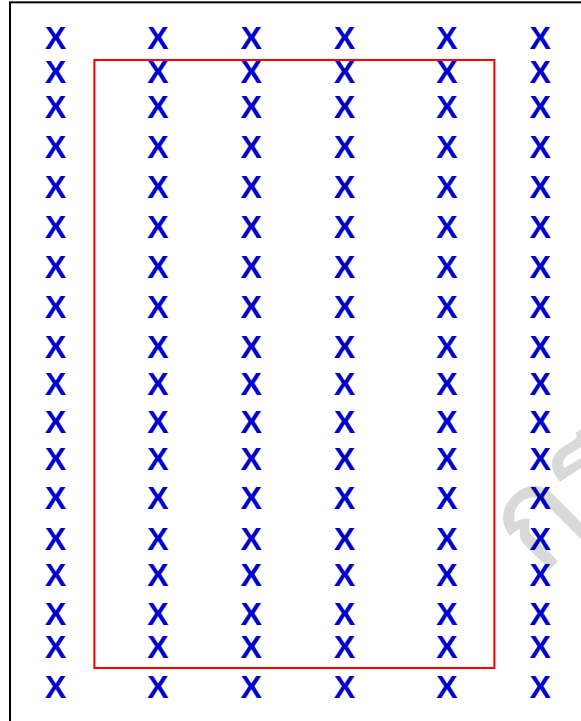
← 12 เมตร → 24

# แผนผังแปลงย่อย ผลของการใช้ระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง

## Treatment 2

ระยะปลูก **150 X 66.66** ซม.

ปลูก **6** แถว ๆ ละ **18** ต้น

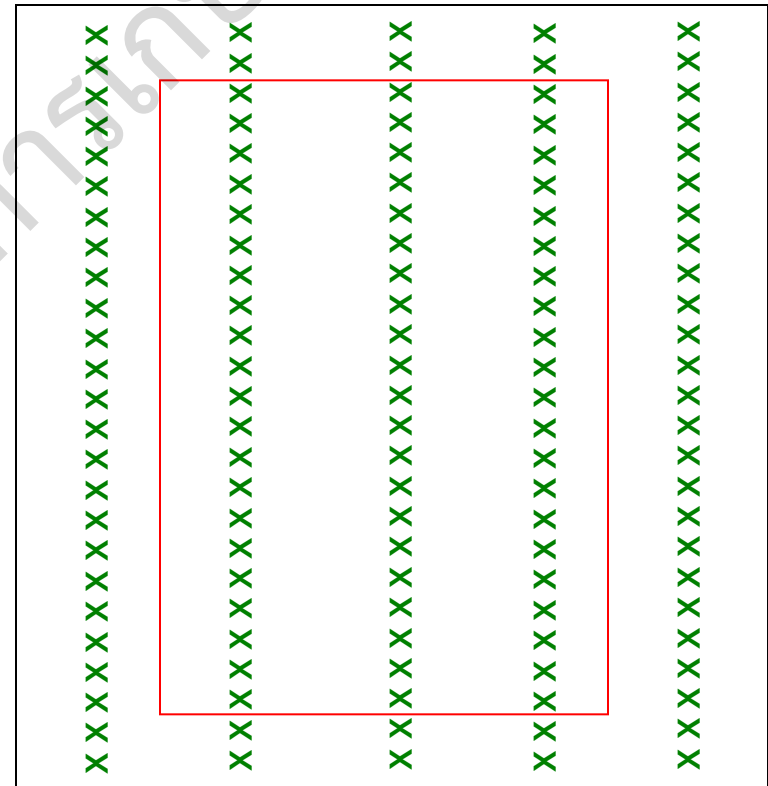


← 9 เมตร →

## Treatment 3

ระยะปลูก **200 x 50** ซม.

ปลูก **5** แถว ๆ ละ **24** ต้น

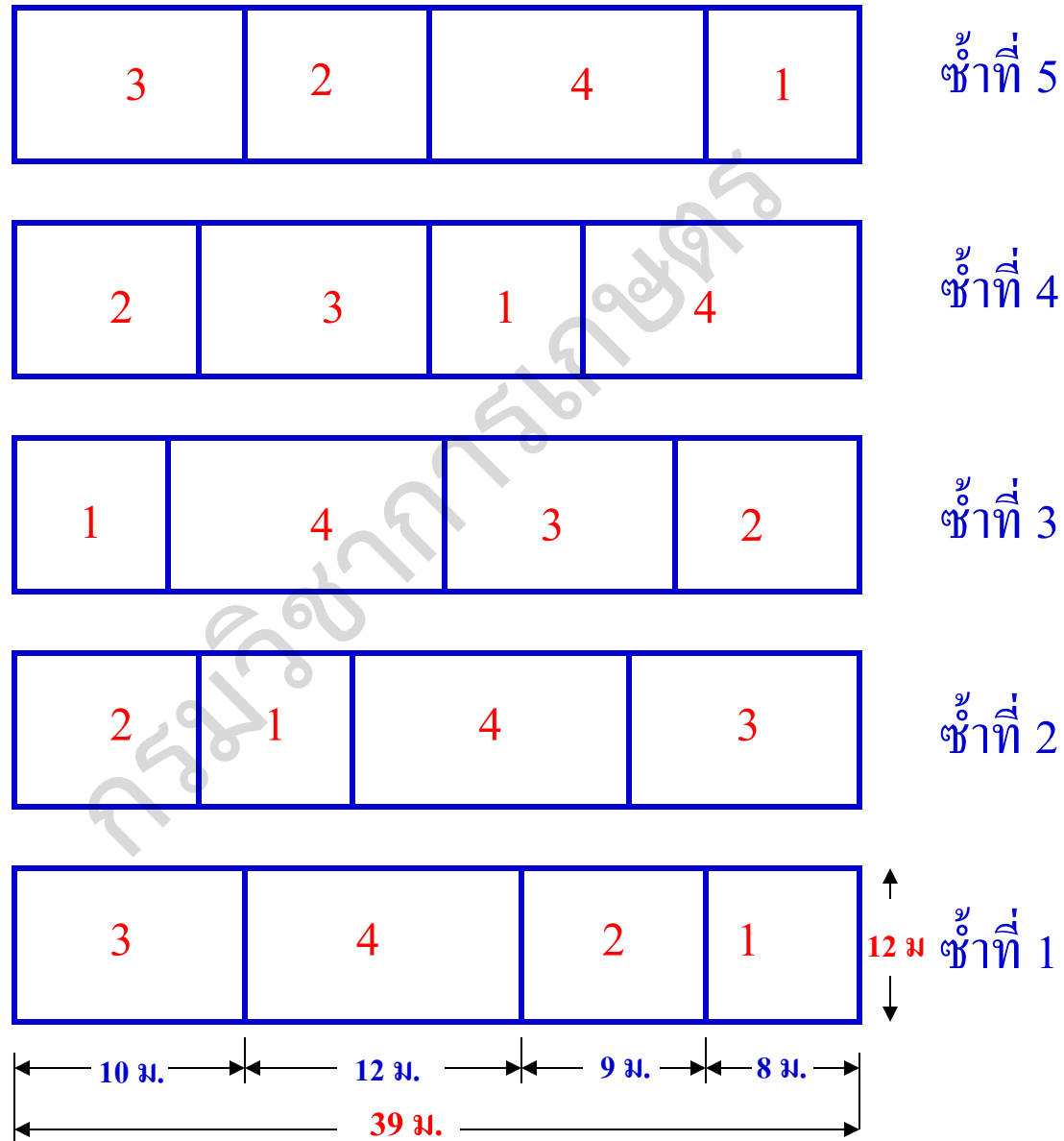


← 10 เมตร →

# แผนผังแปลงปลูกผลของการใช้ระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง

## ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

ร่องให้น้ำ



# การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม

ระยะปลูก 20 x 20 ซม.

| กรรมวิธี | แถว |     | ปลูก (แถว)         |                  |     | เก็บเกี่ยว |            |           |  |
|----------|-----|-----|--------------------|------------------|-----|------------|------------|-----------|--|
|          | แม่ | พ่อ | แม่                | พ่อ              | รวม | ยาว (ม.)   | กว้าง (ม.) | ตารางเมตร |  |
| 1        | 6   | 2   | $6 \times 3 = 18$  | $2 \times 4 = 8$ | 26  | 5.2        | x 4        | = 20.80   |  |
| 2        | 8   | 2   | $8 \times 3 = 24$  | $2 \times 4 = 8$ | 32  | 6.4        | x 3.4      | = 21.76   |  |
| 3        | 10  | 2   | $10 \times 2 = 20$ | $2 \times 3 = 6$ | 26  | 5.2        | x 4        | = 20.80   |  |
| 4        | 12  | 2   | $12 \times 2 = 24$ | $2 \times 3 = 6$ | 30  | 6.0        | x 3.6      | = 21.60   |  |

- เก็บเกี่ยวเฉพาะเมล็ดจากต้นแม่

- คำนวณเนื้อที่เก็บเกี่ยว ต้องรวมทั้งเนื้อที่ปลูกทั้งต้นแม่และต้นพ่อด้วย

## แปลงย่อย กรรมวิธี 1

ระยะปลูก 20x20 ซม.

ปลูก ต้นแม่ 6 แถว

ต้นพ่อ 2 แถว

เก็บเกี่ยว

กว้าง  $20 \times 0.20 = 4$  ม.

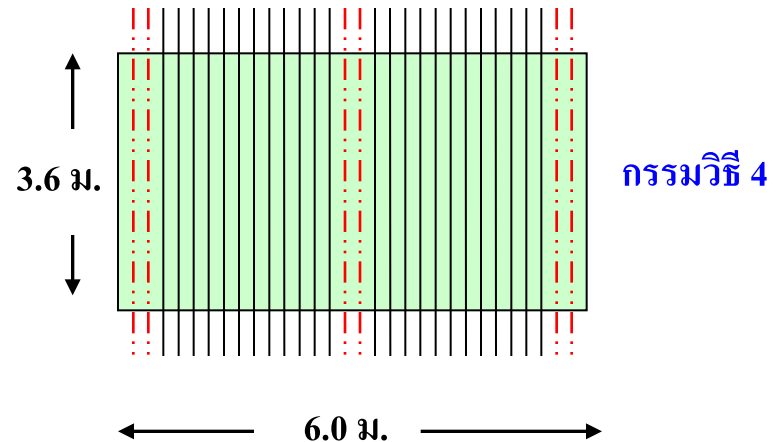
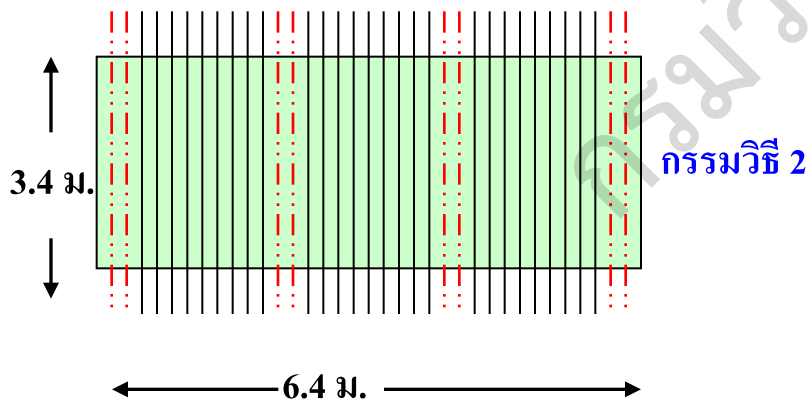
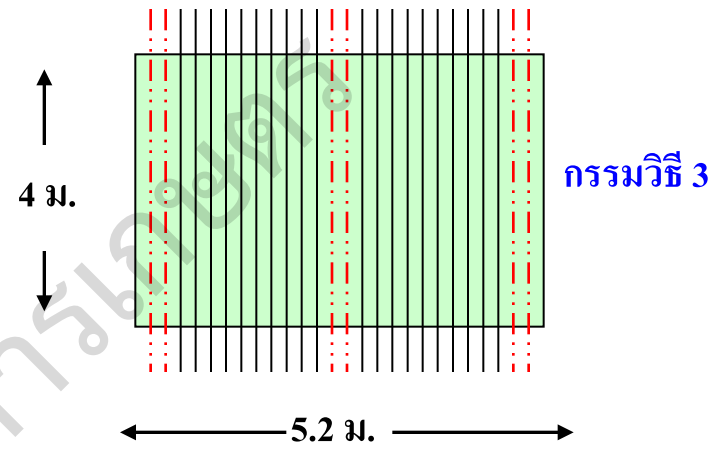
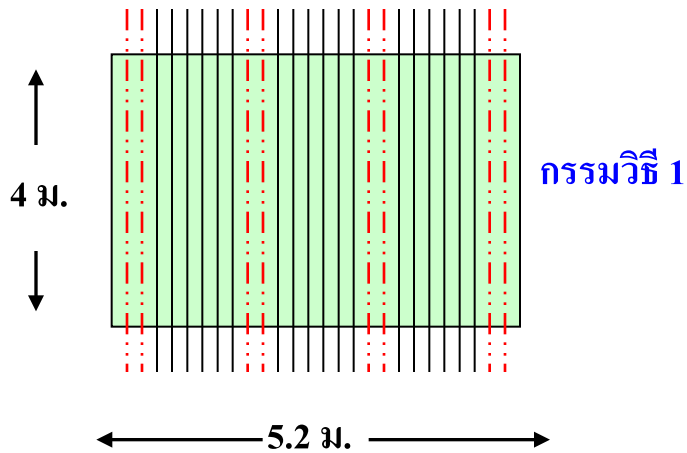
ยาว  $26 \times 0.20 = 5.20$  ม.

เนื้อที่เก็บเกี่ยว

$4 \times 5.20 = 20.80$  ตร.ม.

# การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม

## แผนผังแปลงปลูกและเก็บเกี่ยว



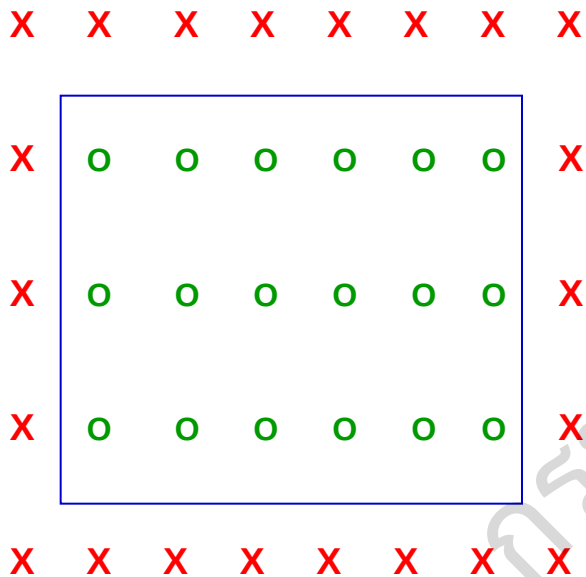
# เนื้อที่ปลูกและเก็บเกี่ยวไม้ยืนต้น ในงานวิจัยระยะปลูก

| กรรมวิธี | ระยะปลูก(เมตร) |     | ปลูก  |     |          |           | เก็บเกี่ยว |     |          |           |
|----------|----------------|-----|-------|-----|----------|-----------|------------|-----|----------|-----------|
|          | ระหว่าง        |     | จำนวน |     | ขนาดแปลง |           | จำนวน      |     | ขนาดแปลง |           |
|          | แถว            | ต้น | แถว   | ต้น | เมตร     | ตารางเมตร | แถว        | ต้น | เมตร     | ตารางเมตร |
| 1.       | 4              | 3   | 6     | 9   | 24 x 27  | 648       | 3          | 6   | 12 x 18  | 216       |
| 2.       | 5              | 3   | 5     | 9   | 25 x 27  | 675       | 3          | 5   | 15 x 15  | 225       |
| 3.       | 6              | 3   | 4     | 9   | 24 x 27  | 648       | 2          | 6   | 12 x 18  | 216       |
| 4.       | 4              | 4   | 6     | 7   | 24 x 28  | 672       | 3          | 5   | 12 x 20  | 240       |
| 5.       | 5              | 4   | 5     | 7   | 25 x 28  | 700       | 3          | 4   | 15 x 16  | 240       |
| 6.       | 6              | 4   | 4     | 7   | 24 x 28  | 672       | 2          | 5   | 12 x 20  | 240       |

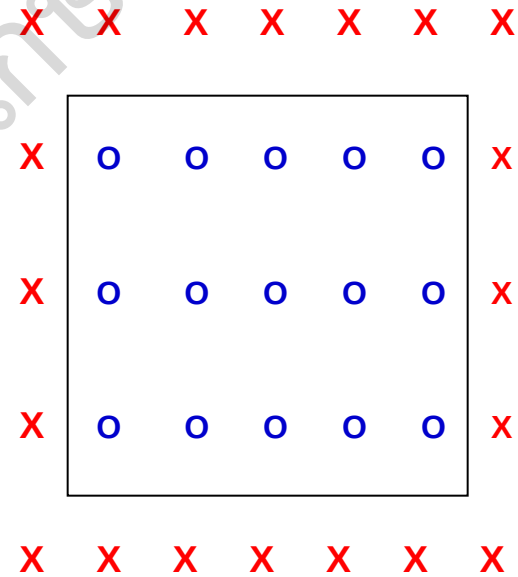
หมายเหตุ 1 ทุกแปลงย่อยให้มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด  
 2 ทุกแปลงย่อยให้มีแถวริมโดยรอบอย่างน้อย 1 แถว เช่น กรรมวิธีที่ 1  
 อาจปลูกแปลงย่อยละ 5 แถว แถวละ 8 ต้น ก็ได้

# งานวิจัยระยะปลูกไม้ยืนต้น

กรรมวิธีที่ 1  
ระยะปลูก 4 x 3 ม.



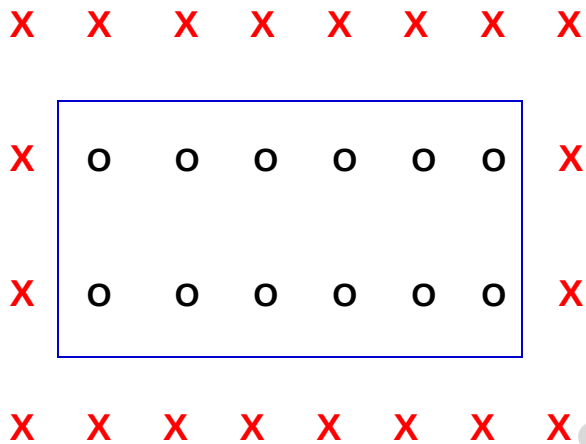
กรรมวิธีที่ 2  
ระยะปลูก 5 x 3 ม.



# งานวิจัยระยะปลูกไม้ยืนต้น

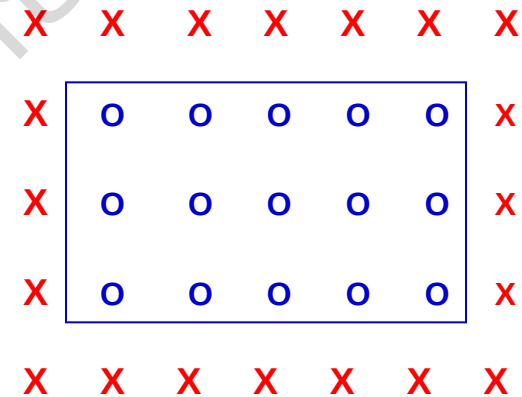
กรรมวิธีที่ 3

ระยะปลูก 6 x 3 ม.



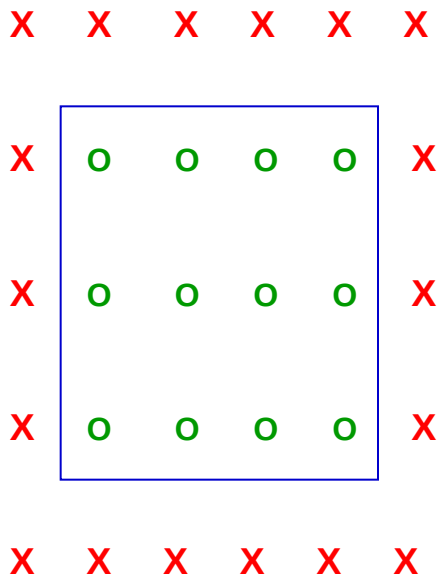
กรรมวิธีที่ 4

ระยะปลูก 4 x 4 ม.

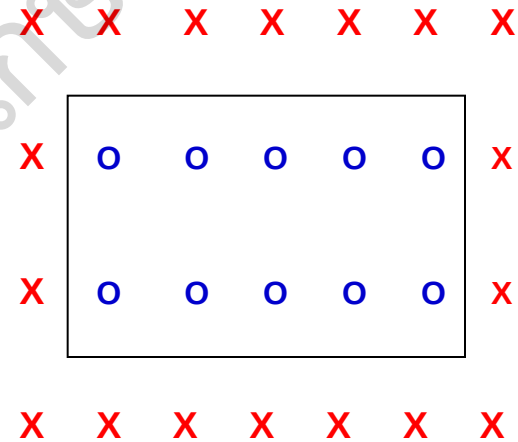


# งานวิจัยระยะปลูกไม้ยืนต้น

กรรมวิธีที่ 5  
ระยะปลูก 5 x 4 ม.

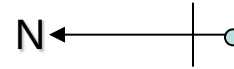
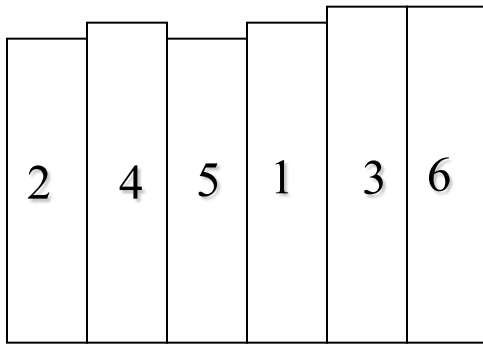


กรรมวิธีที่ 6  
ระยะปลูก 6 x 4 ม.

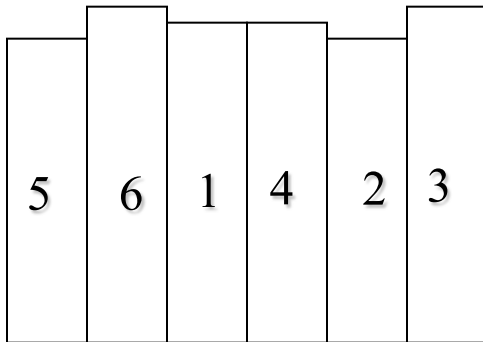


## เปรียบเทียบพริกไทย 2 พันธุ์ แลระยะปลูก 3 ระยะ

| กรรมวิธี | พันธุ์   | ระยะปลูก(เมตร) |      | ปลูก |     |                            | เก็บเกี่ยว |                            |
|----------|----------|----------------|------|------|-----|----------------------------|------------|----------------------------|
|          |          | แถว            | ต้น  | แถว  | ต้น | เนื้อที่(ม. <sup>2</sup> ) | ต้น        | เนื้อที่(ม. <sup>2</sup> ) |
| 1.       | ซาราวัก  | 2              | 2.25 | 3    | 9   | 121.5                      | 7          | 31.5                       |
| 2.       | ซาราวัก  | 2              | 2.50 | 3    | 8   | 120.0                      | 6          | 30.0                       |
| 3.       | ซาราวัก  | 2              | 2.75 | 3    | 8   | 132.0                      | 6          | 33.0                       |
| 4.       | ปะเหลียน | 2              | 2.25 | 3    | 9   | 121.5                      | 7          | 31.5                       |
| 5.       | ปะเหลียน | 2              | 2.50 | 3    | 8   | 120.0                      | 6          | 30.0                       |
| 6.       | ปะเหลียน | 2              | 2.75 | 3    | 8   | 132.0                      | 6          | 33.0                       |

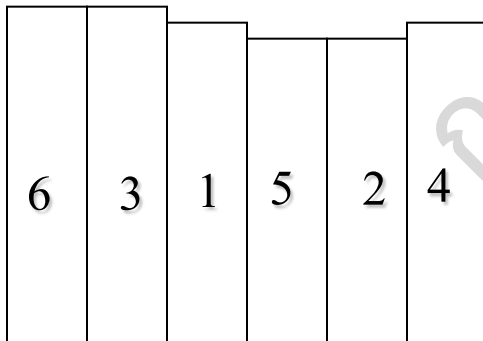


# FACTORIAL EXPERIMENT



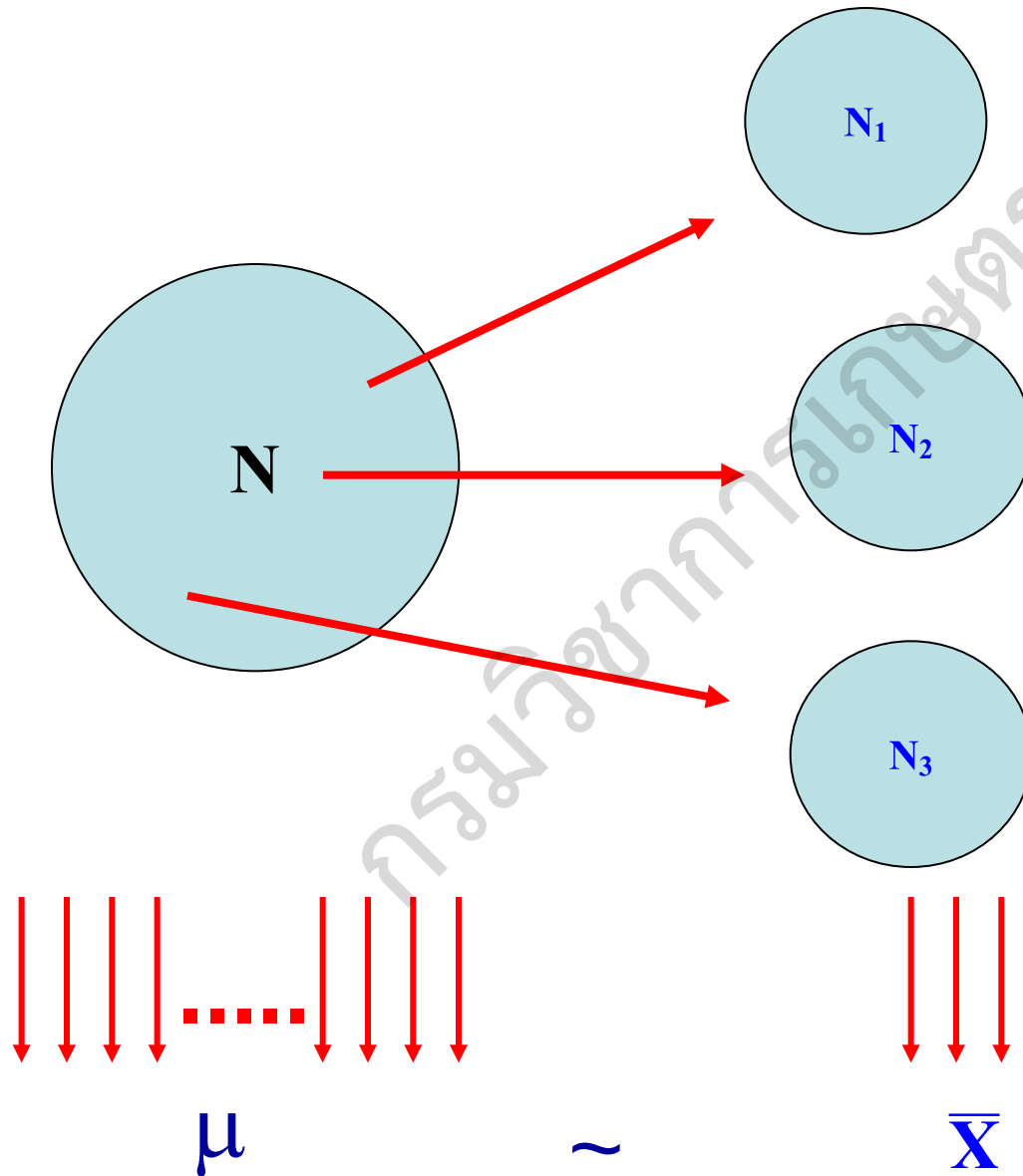
จัด treatment

combination



ในรูปแบบ RCB

### 1.3 การสุ่มตัวอย่าง



# เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง

## 1. Sampling units

1 ใบ    1 ต้น    2 x 2 ต้น    50 x 50 ซม.

## 2. Sample Size

จำนวน sampling units ในแปลงย่อย

# **แบบแผนการสุ่มตัวอย่าง (SAMPLING DESIGN)**

**คือวิธีการสุ่มตัวอย่าง (SAMPLING UNITS)**

**ทุกตัวอย่าง (n) จากแปลง หรือประชากร (POPULATION)  
ทั้งหมด**

**การสุ่มตัวอย่างมีหลายแบบ**

- 1) ตามสะดวก (CONVENIENCE)**
- 2) แบบง่าย (SIMPLE)**
- 3) หลายชั้น (MULTISTAGE)**
- 4) ชั้นภูมิ (STRATIFIED)**
- 5) มีระบบ (SYSTEMATIC)**

# 1) การสุ่มตัวอย่างตามสะดวก

## (CONVENIENCE SAMPLING)

- สุ่มเลือกตัวอย่างตามใจชอบ
- ข้อมูลที่ได้ อาจ
  - ใช้ได้ดี
  - ไม่ถูกต้อง เพราะอาจมีอคติในการเลือกตัวอย่าง

## 2) การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

### (SIMPLE RANDOM SAMPLING)

ทุกหน่วยของประชากร มีโอกาสถูกเลือกเป็นตัวอย่างเท่า ๆ กัน  
เหมาะสำหรับการสุ่มตัวอย่างจากแปลงที่พืชเจริญเติบโตค่อนข้างสม่ำเสมอ

#### \* THE RANDOM – NUMBER TECHNIQUE

- แปลงขนาดเล็ก

เช่น วัดความสูง จากแปลง

$$N = 3 \text{ แถว} \times 10 \text{ กอ} = 57 \text{ กอ}$$

$$n = \text{SAMPLING UNIT} \times \text{SAMPLE SIZE}$$

$$= 1 \times 5$$

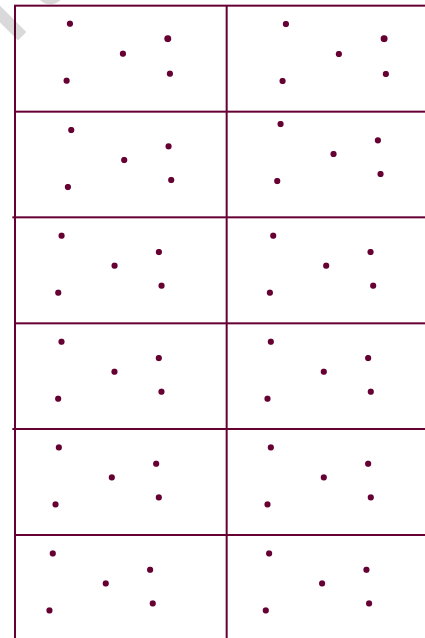
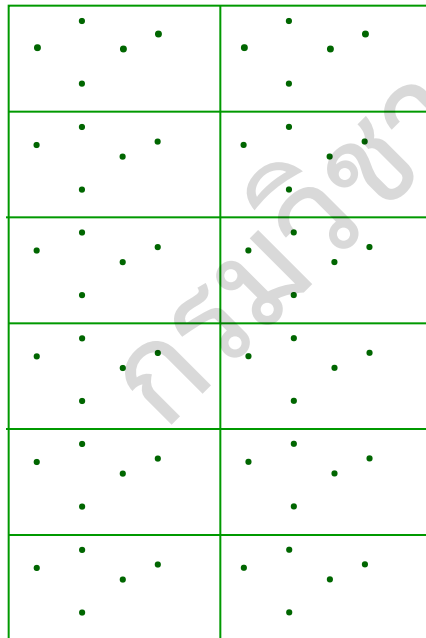
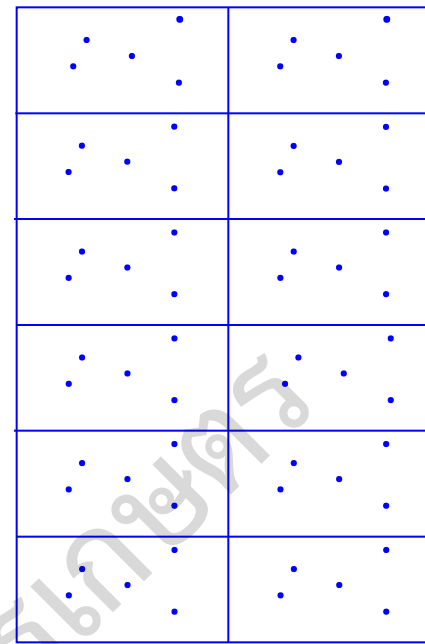
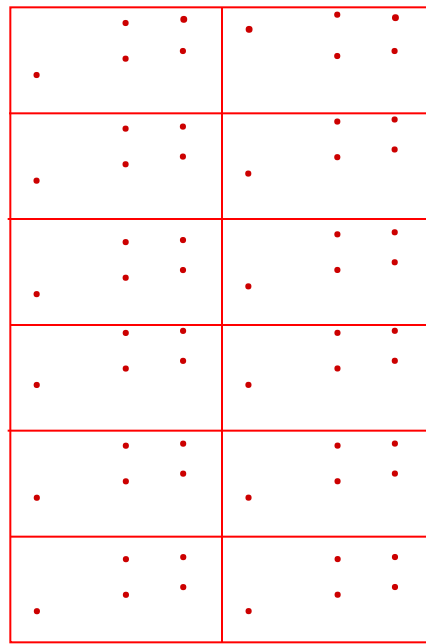
$$= 5 \text{ กอ}$$

|   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| X | X  | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X |
|   | 1  | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 19 |   |
| X | X  | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X |
|   | 38 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 20 |   |
| X | X  | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X |
|   | 39 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 57 |   |
| 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 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X |

กรมวิชาการเกษตร

# ตารางเลขคู่

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 57856 | 87037 | 57196 | 47916 | 15960 | 13036 | 84639 | 30186 | 48347 | 40710  |
| 61684 | 96598 | 28043 | 25325 | 81767 | 20795 | 39823 | 48749 | 79489 | 38320  |
| 06847 | 83825 | 12858 | 18689 | 41319 | 15959 | 38030 | 80057 | 67617 | 10001  |
| 40810 | 85323 | 18076 | 02821 | 94728 | 96808 | 11072 | 39823 | 63756 | 04478  |
| 05461 | 45023 | 88350 | 35246 | 15851 | 16129 | 57460 | 34512 | 10243 | 476333 |
| 82197 | 35028 | 96295 | 95795 | 76553 | 50223 | 37215 | 07692 | 76527 | 80764  |
| 47430 | 50260 | 03643 | 72259 | 71294 | 69176 | 21753 | 58341 | 07468 | 19219  |
| 25043 | 52002 | 84476 | 69512 | 95036 | 69065 | 96340 | 89713 | 06381 | 61522  |
| 34718 | 11667 | 96345 | 60791 | 06387 | 54221 | 40422 | 93251 | 43426 | 89176  |
| 23965 | 59598 | 09746 | 48646 | 47409 | 32406 | 80874 | 74010 | 91548 | 79394  |
| 67207 | 47166 | 44917 | 94177 | 31846 | 73872 | 92835 | 12596 | 64807 | 23978  |
| 08261 | 71927 | 96865 | 75380 | 45735 | 19446 | 78478 | 36981 | 07769 | 18230  |
| 10289 | 93145 | 14456 | 32978 | 82587 | 64377 | 54270 | 47869 | 66444 | 68728  |
| 75622 | 83203 | 14951 | 46603 | 84076 | 17564 | 53965 | 80771 | 10053 | 87972  |
| 62557 | 05584 | 27879 | 08081 | 01467 | 19691 | 39814 | 66538 | 65243 | 79009  |
| 51695 | 70000 | 68481 | 57937 | 62634 | 86727 | 69563 | 29308 | 51729 | 10453  |
| 54839 | 69596 | 25201 | 56536 | 54517 | 86909 | 92927 | 07827 | 28271 | 52075  |
| 75584 | 36241 | 59749 | 81958 | 44318 | 28067 | 67638 | 72196 | 54648 | 36886  |
| 64082 | 68375 | 30361 | 32627 | 38970 | 82481 | 64725 | 56930 | 34939 | 27641  |
| 94649 | 33784 | 84691 | 48334 | 74667 | 48289 | 29629 | 61248 | 47276 | 76162  |
| 25261 | 28316 | 37178 | 82874 | 37083 | 73818 | 78758 | 97096 | 48508 | 26484  |
| 21967 | 90859 | 05692 | 34023 | 09397 | 55027 | 39897 | 51482 | 81837 | 81783  |
| 63743 | 41490 | 72232 | 71710 | 36489 | 15291 | 68579 | 83195 | 60186 | 08142  |
| 60007 | 42869 | 21783 | 80895 | 78641 | 50359 | 00007 | 91381 | 72310 | 03280  |
| 91729 | 08960 | 70364 | 14262 | 76861 | 06406 | 85253 | 57430 | 80007 | 54272  |
| 08532 | 52316 | 41320 | 29806 | 57594 | 59360 | 50029 | 18752 | 00356 | 09587  |



จุดสุ่มตัวอย่างแปลงทดลองที่วางแผนแบบ RCB

## \* THE RANDOM – PAIR TECHNIQUE

- แปลงขนาดใหญ่

สู่ตัวเลข ตัวอย่างละ 2 ค่า

- แฉวที่

ต้นที่

- ด้านกว้าง

ด้านยาว

# การสุ่มตัวอย่างแถวและต้น

| แถวที่ | ต้นที่ |
|--------|--------|
| 7      | 6      |
| 6      | 20     |
| 2      | 3      |
| 3      | 9      |
| 9      | 15     |
| 1      | 10     |



| แถวที่ | ต้นที่ |
|--------|--------|
| 1      | 10     |
| 2      | 3      |
| 3      | 9      |
| 6      | 7      |
| 7      | 6      |
| 9      | 15     |

| แถวที่ |   | ต้นที่ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|        |   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|        | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 1      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 2      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 3      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 4      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 5      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 6      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 7      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 8      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 9      | X | X      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 10     | 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 | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |

# แผนผังการเก็บตัวอย่าง

เพื่อนับจำนวนเพลี้ยจักจั่นในละหุ่่งตัวอย่างละ 15 ต้น จำนวน 5 ตัวอย่างต่อแปลง

|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | แถวที่ | ต้นที่ |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|--------|
| 31 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
| 30 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | 2      | 7      |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | 4      | 15     |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | 5      | 3      |
| 25 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | 7      | 5      |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | 9      | 12     |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
|    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
| 20 | 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 | 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  |        |        |
| 15 | 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 | 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  |        |        |
| 10 | 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 | 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  |        |        |
| 5  | 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 | X | X | X | X | X  |        |        |
| 2  | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
| 1  | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |        |        |
|    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |        |        |

# การสุ่มตัวอย่างในแปลงขนาดใหญ่

จากด้านกว้าง

จากด้านยาว

253

74

92

187

178

167

397

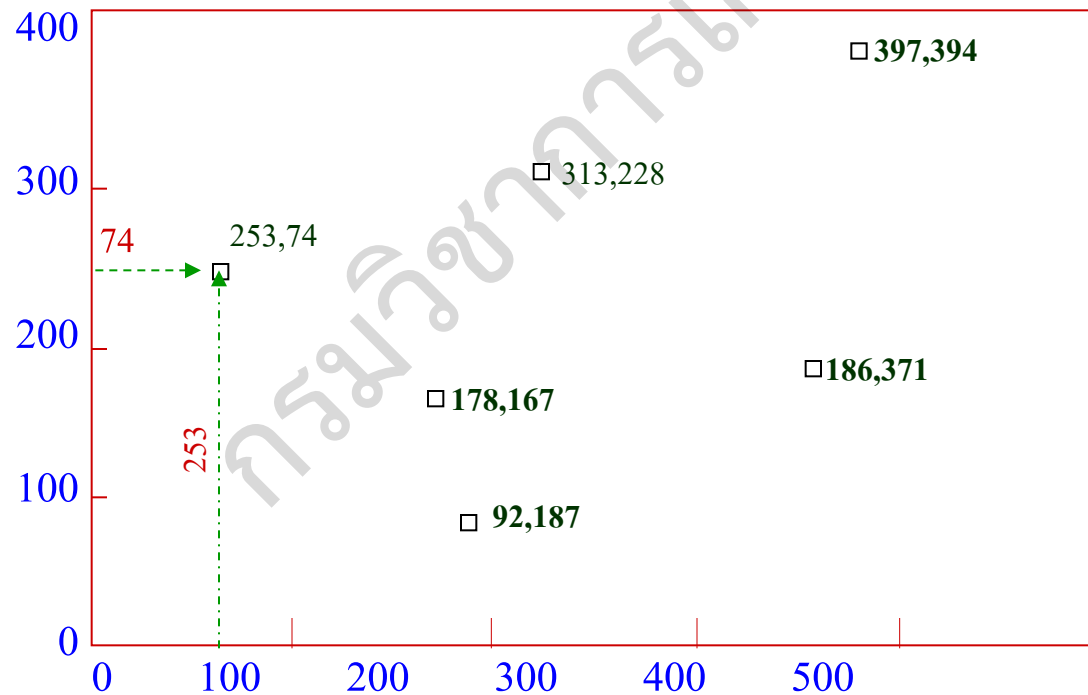
394

186

371

313

228



## ขั้นที่ 2 การคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\text{ประชากร : } \mu = X_1 + X_2 + \dots + X_N = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$\text{ตัวอย่าง : } \bar{X} = X_1 + X_2 + \dots + X_n = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$N$  = จำนวนหน่วยประชากร

$n$  = จำนวนตัวอย่าง

$X_i$  = ค่าสังเกตที่  $i$  :  $i = 1, 2, \dots, N$

$X_i$  = :  $i = 1, 2, \dots, n$

$\Sigma$  = ซิกมา (SIGMA) หมายถึงผลรวม

ตัวอย่าง: ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด ที่ความชื้นมาตรฐาน (15%)

จำนวน 5 ตัวอย่าง : 3.8146, 2.76, 3.25, 3.70, 3.39

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{3.8146 + 2.76 + 3.25 + 3.70 + 3.39}{5} \\ &= 3.38292\end{aligned}$$

### 3. สุ่มตัวอย่างแบบ หลายชั้น (MULTISTAGE RANDOM SAMPLING) มีการสุ่มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป

#### ➤ สุ่ม 2 ระดับ (TWO – STAGE SAMPLING)

- PRIMARY SAMPLING UNIT

สุ่ม SAMPLING UNIT เช่น ต้นพืช =  $n_1$

- SECONDARY SAMPLING UNIT

สุ่มส่วนที่จะวัดจาก PRIMARY SAMPLING UNIT

เช่น พื้นที่ใบ =  $n_2$

$$n = n_1 \times n_2$$

#### ➤ สุ่ม 3 ระดับ (THREE – STAGE – SAMPLING)

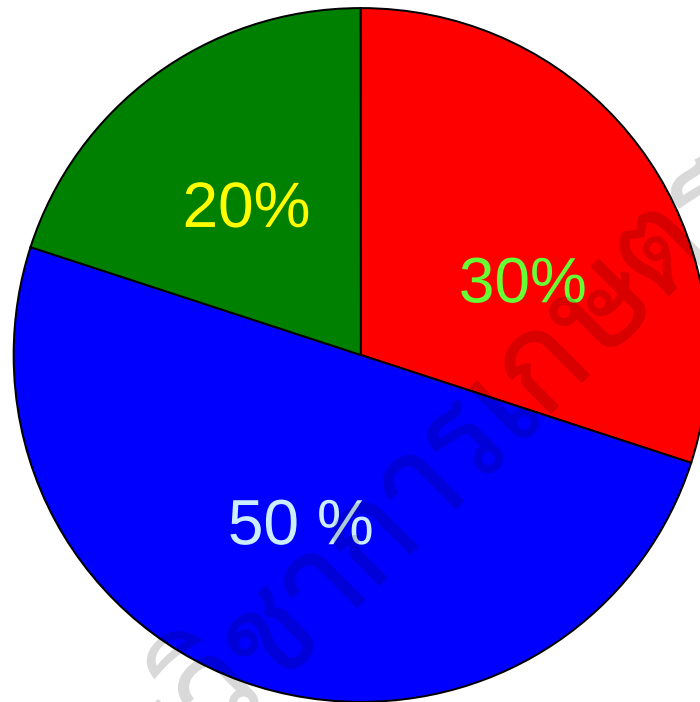
- PRIMARY SAMPLING UNIT
- SECONDARY SAMPLING UNIT
- TERTIARY SAMPLING UNIT

#### 4) การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (STRATIFIED RANDOM SAMPLING)

➤ แต่ละ SAMPLING UNIT แตกต่างกันอย่างมากกว่า  
ความแตกต่างภายใน SAMPLING UNIT

- แบ่งแปลงเป็น k STRATA (กลุ่ม)
- สุ่ม SAMPLING UNITS จากแต่ละกลุ่ม  
SAMPLE SIZE แต่ละกลุ่ม = m
  - $n = (m) (k)$

ถ้าแต่ละ STRATA (กลุ่ม) มีขนาดไม่เท่ากัน เช่น



กลุ่มตัวอย่างจากแต่ละ STRATUM  
จำนวนตัวอย่าง (SAMPLE SIZE)  
เป็นสัดส่วนกับขนาดของ STRATUM  
(PROPORTIONAL ALLOCATION)

## 5) การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (SYSTEMATIC RANDOM SAMPLING)

เก็บตัวอย่างโดยเว้นระยะเท่า ๆ กัน เช่น การเก็บผลผลิตการทำลายของโรคแมลงในสวนผลไม้

- เก็บตัวอย่าง 10 %

100 ต้น เก็บ 10 ต้น

∴ ทุก 10 ต้น เก็บ 1 ต้น

- สุ่มตัวเลข 01 ถึง 10

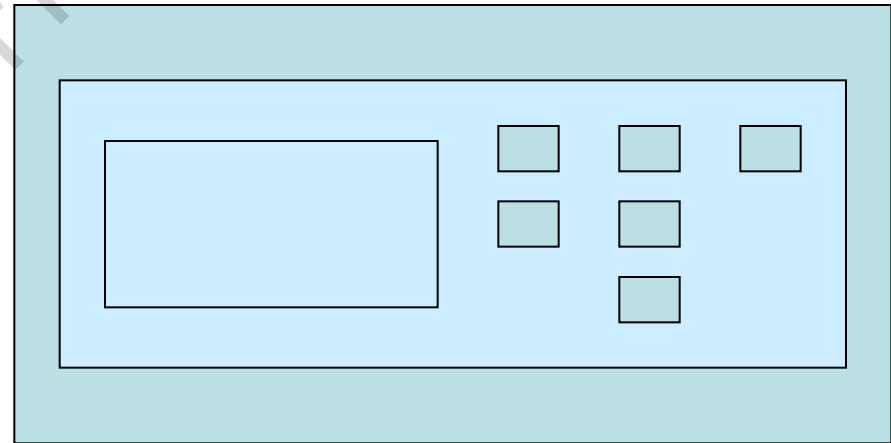
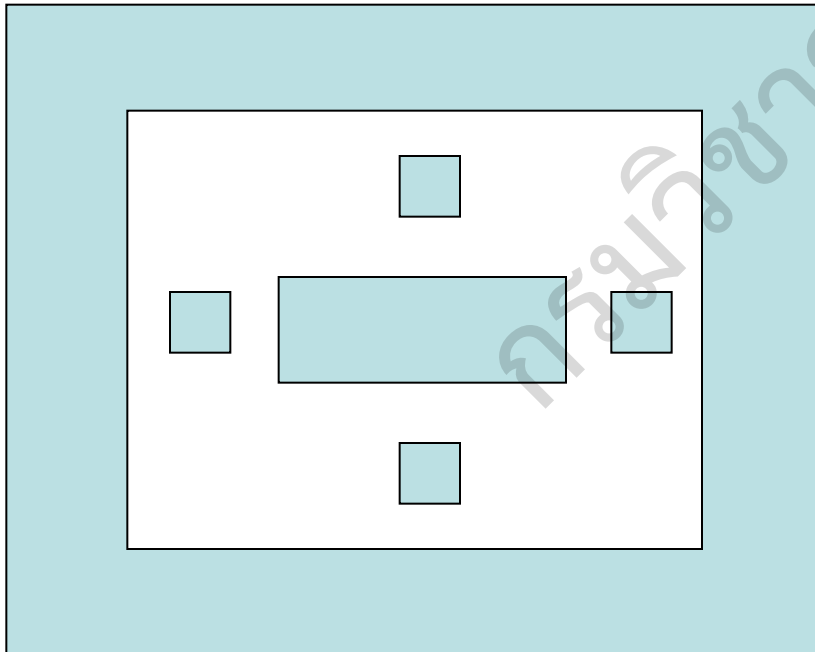
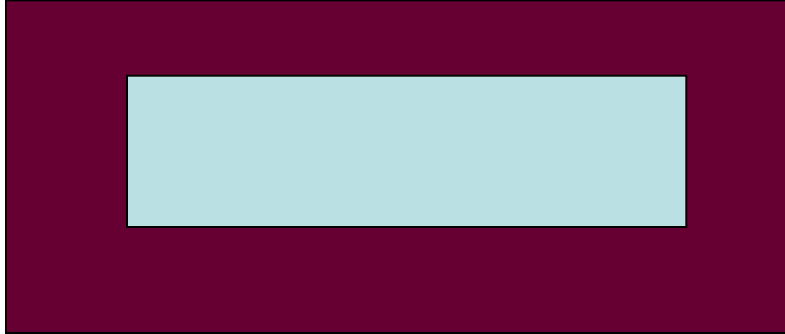
สมมติว่า ได้เลข 7

- เก็บข้อมูล จากต้นที่

07      17      27      37      47

57      67      77      87      97

# การสุ่มตัวอย่าง



# การสุ่มตัวอย่าง ข้อมูลนอกจากผลผลิต

## 1. ในพื้นที่เก็บเกี่ยว

ข้อดี สัมพันธ์กับผลผลิต

ข้อเสีย กระทบกระเทือนผลผลิต

ทำได้ เก็บข้อมูลพร้อมผลผลิต

## 2. นอกพื้นที่เก็บเกี่ยว

ข้อดี ไม่กระทบผลผลิต

ข้อเสีย ข้อมูลอาจต่างกัน

# 1.4 การปรับผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน

| พืช               | ความชื้นมาตรฐาน(%) |
|-------------------|--------------------|
| ข้าวโพด           | 15                 |
| ข้าว              | 14                 |
| ข้าวฟ่าง ถั่วลิสง | 12                 |
| ถั่วอื่น ๆ        | 8                  |

$$\text{ผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน} = \frac{100 - \text{ความชื้นที่วัดได้}}{100 - \text{ความชื้นมาตรฐาน}} \times \text{น.น.ตัวอย่างที่ชั่งได้}$$

ตัวอย่าง พ.ท. เก็บผลผลิตข้าวโพด 9 ตารางเมตร  
ชั่งน้ำหนักได้ 4.2 กิโลกรัม วัดความชื้นได้ 22.8%

$$\begin{aligned} \text{ผลผลิตข้าวโพดที่ 15\%} &= \frac{100 - 22.8}{100 - 15} \times 4.2 && \text{กิโลกรัม} \\ &= 3.8146 && \text{กิโลกรัม} \end{aligned}$$

$$\text{เนื้อที่ 9 ตารางเมตร} = 3.8146 \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$\text{เนื้อที่ 1600 ตารางเมตร} = \frac{3.8146 \times 1600}{9}$$

$$\text{ผลผลิตข้าวโพดที่ 15\%} = 678 \quad \text{กิโลกรัม/ไร่}$$

# ถ้าไม่ปรับผลผลิตที่ความชื้นมาตรฐาน

$$\begin{aligned}\text{เนื้อที่ 9 ตร.ม} &= 4.2 && \text{กิโลกรัม} \\ \text{“ 1600 “} &= \frac{4.2 \times 1600}{9} = 747 && \text{กิโลกรัม}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ผลผลิตที่ความชื้น } 22.8\% > 15\% &= 747 - 678 \\ &= 69 && \text{กิโลกรัม/ไร่}\end{aligned}$$

## คำนวณผลผลิต กิโลกรัม/พื้นที่เก็บเกี่ยว เป็นต้น/เฮกตาร์

1 ตัน = 1000 กิโลกรัม

1 เฮกตาร์ = 10000 ตารางเมตร

เนื้อที่ 9 ตารางเมตร = 3.8146 กิโลกรัม

= 3.8146 ตัน

1000

ผลผลิตข้าวโพด =  $\frac{3.8146 \times 10000}{1000 \times 9}$  ตัน/ เฮกตาร์

= 4.24 ตัน/เฮกตาร์

---

หมายเหตุ

ข้าวโพดทั้งฝัก จะกะเทาะเมล็ดได้เพียง 80%

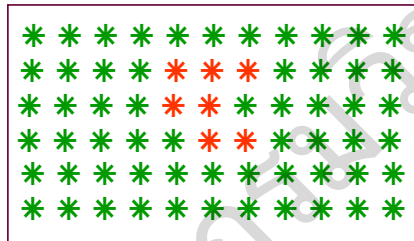
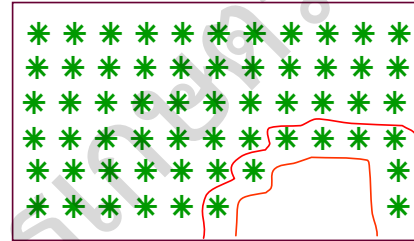
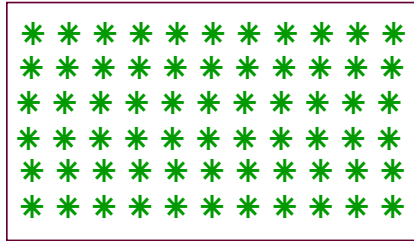
น้ำหนักข้าวโพดทั้งฝัก คูณด้วย 0.8 = น้ำหนักเมล็ด

## 2. ข้อมูลที่มีปัญหา

2.1 ข้อมูลสูญหาย (missing data)

2.2 ข้อมูลเลื้อยหาย

2.3 ข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการใช้  
วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน



# ข้อมูลเสียหาย

## 1 สาเหตุ

### 1.1 ทริตเมนต์ที่ไม่ถูกต้อง

### 1.2 ต้นพืชถูกทำลาย

- ความเสียหายไม่มีความสัมพันธ์กับทริตเมนต์ที่ศึกษา
- จำนวนต้น/หลุม หายมากกว่าร้อยละ 20

**1.3 ตัวอย่างหาย**

**1.4 ข้อมูลไม่สมเหตุผล**

**1.5 พืชพันธุ์อื่นปน**

## การปรับข้อมูลผลผลิต

$$\text{- เปอร์เซ็นต์ค้นหา} = \frac{N-n}{N} \times 100$$

$n$  = จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้

$N$  = จำนวนต้นที่ต้องเก็บเกี่ยว

## จำนวนต้นที่เก็บผลผลิต

| Tr | ซ้ำ |    |     |    | รวม |
|----|-----|----|-----|----|-----|
|    | I   | II | III | IV |     |
| 1  | 32  | 32 | 32  | 32 | 128 |
| 2  | 30  | 32 | 32  | 32 | 126 |
| 3  | 32  | 31 | 25  | 32 | 120 |
| 4  | 24  | 22 | 18  | 30 | 94  |
| 5  | 32  | 32 | 32  | 32 | 128 |

แปลงปกติ เก็บผลผลิตแปลงย่อยละ 32 ต้น  
การคำนวณเปอร์เซ็นต์ต้นหาย

$$\begin{aligned}
 \text{ต้นหาย} &= \frac{N - n}{N} \times 100 \% \\
 &= \frac{32 - 30}{32} \times 100 = 6.25\%
 \end{aligned}$$

# เปอร์เซ็นต์ต้นที่เสียหาย (ไม่เก็บผลผลิต)

| Tr | ซ้ำ |    |     |    |
|----|-----|----|-----|----|
|    | I   | II | III | IV |
| 1  | 0   | 0  | 0   | 0  |
| 2  | 6   | 0  | 0   | 0  |
| 3  | 0   | 3  | 22  | 0  |
| 4  | 25  | 30 | 44  | 6  |
| 5  | 0   | 0  | 0   | 0  |

- ต้นขายไม่เกิน 20 %

$$\text{ปรับข้อมูลผลผลิต} = \frac{N}{n} \times W$$

$$W = \text{น้ำหนักผลผลิต}$$

- ต้นหายมากกว่า 20 % = แปลงหาย
- แปลงหายมากกว่า 20 % ของแปลงย่อยทั้งการทดลอง

ผลผลิต = y

จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้ = x

## COVARIANCE ANALYSIS

# ปรับข้อมูลผลผลิต

|                              |      |          |
|------------------------------|------|----------|
| เก็บเกี่ยวข้าวโพดแปลงย่อยละ  | 70   | หลุม     |
| มีแปลงย่อยหนึ่งเก็บเกี่ยวได้ | 60   | หลุม     |
| ได้เมล็ดข้าวโพด              | 9.15 | กิโลกรัม |

## การเก็บข้อมูล

|            |         |                 |                               |                     |
|------------|---------|-----------------|-------------------------------|---------------------|
| เก็บเกี่ยว | 60 หลุม | ได้เมล็ดข้าวโพด | 9.15                          | กิโลกรัม            |
| “          | 70 หลุม | “               | $= \frac{70}{60} \times 9.15$ | กิโลกรัม            |
|            |         |                 |                               | $= 10.675$ กิโลกรัม |

# จำนวนต้นและผลผลิตต่อแปลงย่อย เพื่อการวิเคราะห์ร่วม

## วางแผนการทดลอง RCB , 4 ซ้ำ

| พันธุ์ | I        |        | II       |        | III      |        | IV       |        |
|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|        | จำนวนต้น | ผลผลิต | จำนวนต้น | ผลผลิต | จำนวนต้น | ผลผลิต | จำนวนต้น | ผลผลิต |
| 1      | 134      | 332    | 119      | 319    | 111      | 238    | 144      | 351    |
| 2      | 94       | 280    | 140      | 426    | 127      | 408    | 101      | 308    |
| 3      | 144      | 345    | 134      | 307    | 139      | 326    | 127      | 280    |
| 4      | 139      | 359    | 121      | 292    | 100      | 215    | 118      | 282    |
| 5      | 133      | 293    | 135      | 319    | 140      | 339    | 132      | 312    |
| 6      | 140      | 444    | 104      | 311    | 144      | 463    | 103      | 311    |

|            | Y    |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|
|            | REP1 | REP2 | REP3 | REP4 |
| T1         | 332  | 319  | 238  | 351  |
| T2         | 280  | 462  | 408  | 308  |
| T3         | 345  | 307  | 326  | 280  |
| T4         | 359  | 292  | 215  | 282  |
| T5         | 293  | 319  | 339  | 312  |
| T6         | 444  | 311  | 463  | 311  |
| T7         | 250  | 300  | 219  | 395  |
| T8         | 309  | 410  | 345  | 298  |
| T9         | 422  | 268  | 310  | 201  |
| T10        | 450  | 307  | 358  | 391  |
| T11        | 452  | 371  | 375  | 369  |
| T12        | 499  | 353  | 306  | 378  |
| T13        | 563  | 428  | 405  | 516  |
| T14        | 243  | 254  | 279  | 319  |
| T15        | 500  | 442  | 419  | 519  |
| T16        | 410  | 318  | 223  | 257  |
| T17        | 403  | 304  | 338  | 320  |
| T18        | 260  | 310  | 302  | 410  |
| T19        | 397  | 380  | 273  | 276  |
| T20        | 266  | 231  | 205  | 185  |
| REP TOTALS | 7477 | 6686 | 6346 | 6678 |
| REP MEANS  | 374  | 334  | 317  | 334  |

|            | X    |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|
|            | REP1 | REP2 | REP3 | REP4 |
| T1         | 134  | 119  | 111  | 144  |
| T2         | 94   | 140  | 127  | 101  |
| T3         | 144  | 134  | 139  | 127  |
| T4         | 139  | 121  | 100  | 118  |
| T5         | 133  | 135  | 140  | 132  |
| T6         | 140  | 104  | 144  | 103  |
| T7         | 103  | 118  | 96   | 96   |
| T8         | 116  | 144  | 126  | 114  |
| T9         | 144  | 100  | 113  | 84   |
| T10        | 134  | 105  | 117  | 126  |
| T11        | 136  | 104  | 122  | 120  |
| T12        | 134  | 106  | 94   | 111  |
| T13        | 144  | 110  | 100  | 134  |
| T14        | 112  | 116  | 120  | 132  |
| T15        | 140  | 124  | 119  | 144  |
| T16        | 119  | 96   | 79   | 103  |
| T17        | 132  | 107  | 115  | 109  |
| T18        | 108  | 119  | 119  | 123  |
| T19        | 144  | 140  | 110  | 114  |
| T20        | 134  | 125  | 118  | 109  |
| REP TOTALS | 2584 | 2367 | 2309 | 2344 |
| REP MEANS  | 129  | 118  | 115  | 117  |

## ANALYSIS OF COVARIANCE FOR Y

| SV          | DF | Sum of Cross Products |                |                |
|-------------|----|-----------------------|----------------|----------------|
|             |    | YY                    | YX             | XX             |
| REP (R)     | 3  | 34614.13750000        | 8824.45000000  | 2317.90000000  |
| R + ERROR   | 60 | 232013.25000000       | 50930.75000000 | 13675.00000000 |
| TREATED (T) | 19 | 293895.63750000       | 9296.90000000  | 6740.80000000  |
| ERROR       | 57 | 197399.11250000       | 42106.30000000 | 11357.10000000 |
| T + ERROR   | 76 | 491294.75000000       | 51403.20000000 | 18097.90000000 |
| TOTAL       | 79 | 525908.88750000       | 60227.65000000 | 20415.80000000 |

Covariate = X

# DESIGN : RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN

## ANALYSIS OF COVARIANCE FOR Y

|             |    | Y Adjusted for X |                |          |
|-------------|----|------------------|----------------|----------|
| SV          | DF | SS               | MS             | F        |
| REP (R)     | 3  | 1037.77405016    | 345.92468339   | <1       |
| TREATED (T) | 19 | 304004.43988158  | 16000.23367798 | 21.70 ** |
| ERROR       | 56 | 41290.55488494   | 737.33133723   |          |
| TOTAL       | 78 | 346332.76881668  |                |          |

cv = 8.0%;

R.E. = 455.5%;

\*\* = significant at 1% level; ns = not significant;

Covariate = X

TABLE OF ADJUSTED T MEANS FOR Y (AVE. OVER 4 REPS)

| TREATED | RANKS | MEANS     |
|---------|-------|-----------|
| T1      | 16    | 284.2 ijk |
| T2      | 5     | 381.4 cd  |
| T3      | 19    | 255.4 k   |
| T4      | 15    | 289.0 ijk |
| T5      | 18    | 260.3 k   |
| T6      | 8     | 372.2 def |
| T7      | 10    | 353.3 d-g |
| T8      | 13    | 322.1 ghi |
| T9      | 11    | 336.6 e-h |
| T10     | 7     | 374.8 cde |
| T11     | 4     | 390.1 bcd |
| T12     | 3     | 416.6 bc  |
| T13     | 1     | 470.8 a   |
| T14     | 17    | 273.9 jk  |
| T15     | 2     | 426.6 b   |
| T16     | 6     | 379.1 cde |
| T17     | 9     | 357.2 d-g |
| T18     | 12    | 330.9 fgh |
| T19     | 14    | 305.7 hij |
| T20     | 20    | 216.4 l   |
| MEAN    |       | 339.8     |

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

# การบันทึกข้อมูลอื่นๆ

## 1. แปลงที่เสียหาย

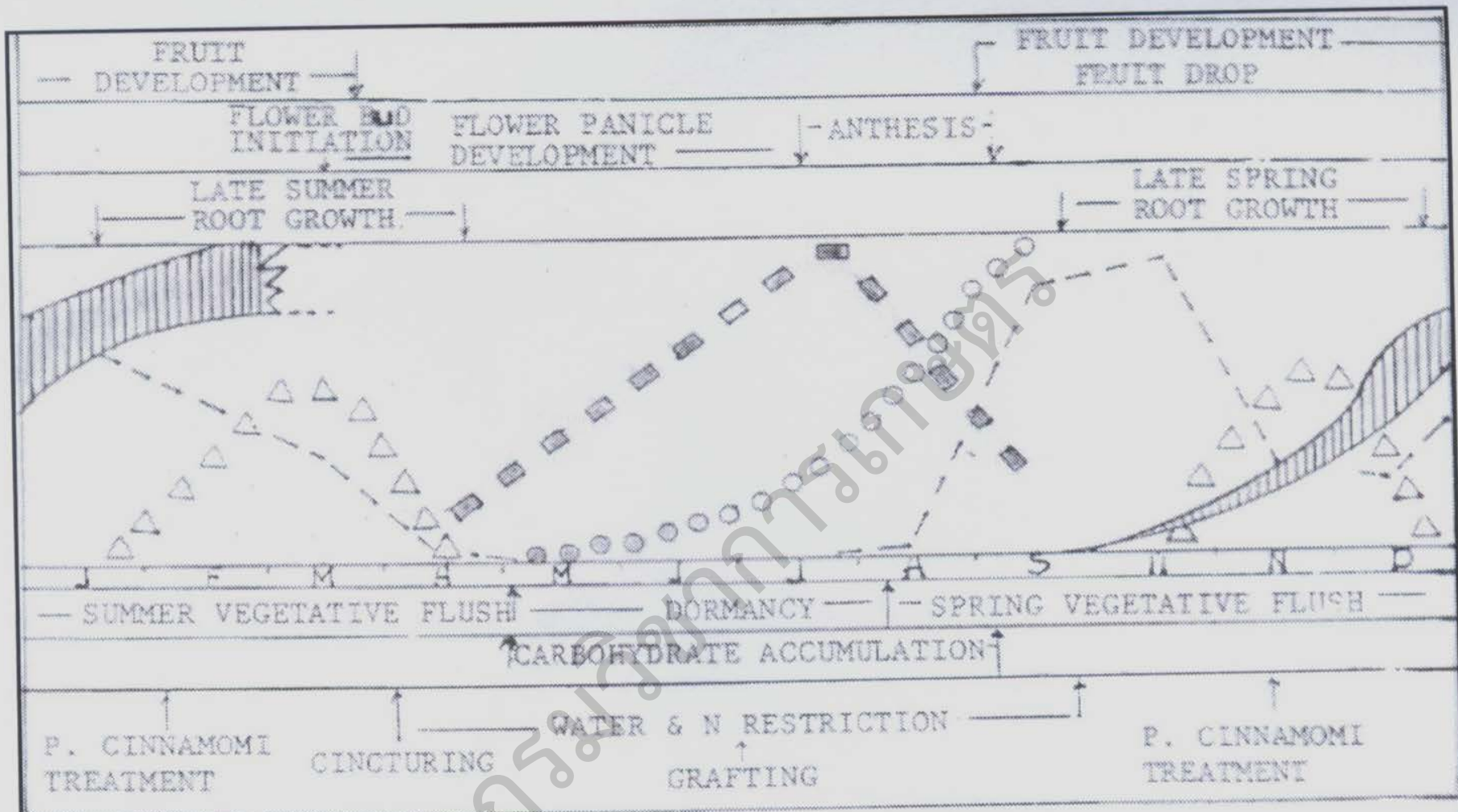
- จำนวนต้น หดุม
- สาเหตุ
- ระยะที่เสียหาย

## 2. งานทดลองที่ใช้สารเคมี

- โรค แผลง วัดความรุนแรง และปริมาณแผลง
- วัชพืช ชนิดและปริมาณ
- ปุ๋ย วิเคราะห์สมบัติของดิน
- ผลของสารเคมีต่อการเจริญเติบโตของพืช

### 3. ข้อมูลข้างเคียง ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

- อุณหภูมิ
- ปริมาณน้ำฝน
- การทิ้งช่วงของฝน
- ความชื้น
- แสงแดด



ภาพที่ ๑. ผังวงจรทาง phenology ตลอด ๑ ปี ของอโวกาโด

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

## ข้อควรปฏิบัติในการบันทึกข้อมูล

- สุ่มตัวอย่างก่อนการปฏิบัติงานในแปลง
- ทำแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล  
เรียงกรรมวิธีตามแผนผังแปลงปลูก
- วัดลักษณะต่าง ๆ ตามข้อกำหนด
- การจดบันทึก
  - \* เขียนตัวเลขให้ชัดเจน
  - \* ถ้าเขียนผิด อย่าแก้ตัวเลข ให้เขียนใหม่
  - \* แปลงย่อยใดเก็บข้อมูลไม่ได้ ใส่เลข 0 พร้อมบันทึกสาเหตุ

- ตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูลทุกขั้นตอน
- เก็บตัวอย่างไว้นานกว่าจะวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จ
- ลอกข้อมูลน้อยครั้งที่สุด
- ถ่ายเอกสารไว้ 1 ชุด ก่อนส่งวิเคราะห์ข้อมูล

## เอกสารประกอบการเขียน

สง่า ดวงรัตน์ 2544 การใช้เทคนิคทางสถิติในการดำเนินงานทดลอง เอกสารประกอบ  
คำบรรยายการฝึกอบรมสถิติหลักสูตร การใช้สถิติกับงานวิจัยเกษตร ฝ่ายวิชาการสถิติ  
กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร เล่ม 2 (303หน้า)

สุชาวดี นาคะทัต 2544 การใช้เทคนิคทางสถิติในการดำเนินงานทดลอง เอกสารประกอบ  
คำบรรยายการฝึกอบรมสถิติหลักสูตร การใช้สถิติกับงานวิจัยเกษตร ฝ่ายวิชาการสถิติ  
กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร เล่ม 2 (303หน้า)

ฝ่ายวิชาการสถิติ กองแผนงานและวิชาการ 2542 เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัยเกษตร  
(30หน้า)

Gomez, K.A. and A.A. Gomez (1984) Statistical Procedures for Agricultural Research  
(2<sup>nd</sup> ED.) John Wiley and Sons, Inc. USA. (pp 680)