

## วิธีการวิจัย

การศึกษาและทดลองครั้งนี้ได้เริ่มงานทดลองตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2530 และสิ้นสุดงานทดลองเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2530 โดยทำการทดลองในแปลงทดลองของสำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ สภาพแปลงทดลองเป็นที่นาในเขตชลประทาน สภาพดินเป็นชุดดินสันทราย (San Sai Series) Typic Tropequalfs; Coarse - loamy , mixed

### แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองที่ได้ปรับปรุงมาจาก split-block design โดย Hanks et al. (1980) โดยมีวิธีการเตรียมดินและปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชเป็นปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา จัดให้วิธีการเตรียมดินเป็นตำรับหลัก (treatment mainplot) และให้ระดับของปริมาณน้ำที่ให้แก่พืชเป็นตำรับรอง (treatment subplot) มีทั้งหมด 2 ชั้น ซึ่งรายละเอียดของแต่ละตำรับมีดังนี้

#### 1. ตำรับหลัก มี 2 ระดับ คือ

1.1 ไถเตรียมดินครั้งเดียวด้วยไถจอบหมุน (minimum tillage ,  $T_1$ )

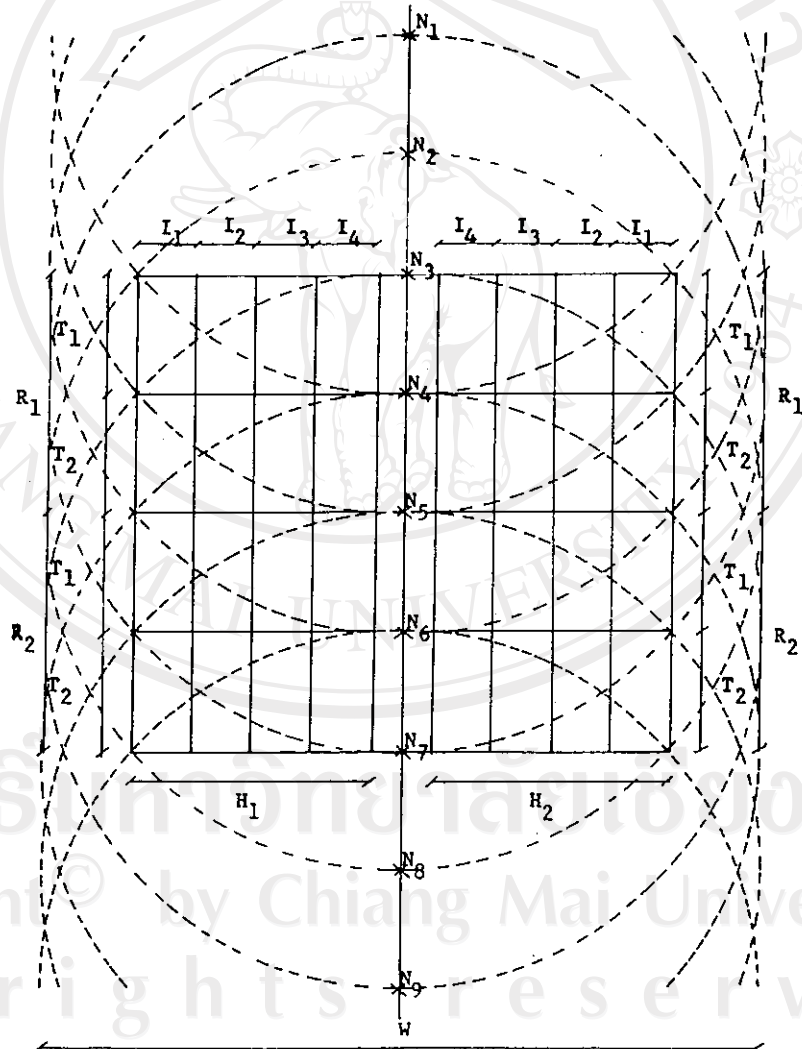
1.2 ไม่ไถเตรียมดินเลย (no-tillage ,  $T_2$ )

#### 2. ตำรับรอง มี 4 ระดับ ( $I_1$ , $I_2$ , $I_3$ และ $I_4$ ) โดยให้แต่ละระดับได้รับ

ปริมาณน้ำลดหลั่นกันอย่างต่อเนื่องด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว (line source sprinkler system, Hanks et al. 1976) ซึ่งทำให้เกิดแปลงทดลองติดกันอีกชุดหนึ่ง ในลักษณะของภาพเหมือน (mirror image) คือเกิดแปลงทดลองฝั่งซ้าย ( $H_1$ ) และแปลงทดลองฝั่งขวา ( $H_2$ ) ซึ่งสามารถวัดและวิเคราะห์ข้อมูลได้เช่นเดียวกัน

แปลงทดลองที่ใช้มีขนาด 1,200 ตารางเมตร แบ่งเป็นแปลงขนาด 3.00 x 6.00 ตารางเมตร จำนวน 32 แปลง ให้แต่ละแปลงเป็น 1 หน่วยทดลอง ภายในแต่ละหน่วยทดลองยังแบ่งเป็นแปลงขนาดย่อยอีก 3 แปลง โดยให้แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 1.00 x 6.00 ตารางเมตร จัดให้แต่ละแปลงของหน่วยทดลองวางเรียงขนานกันออกไปจากแนวเส้นแบ่งครึ่งแปลงทดลอง หรือแนวที่ใช้วางสปริงเกอร์นั่นเอง โดยให้อยู่ฝั่งละ 4 แปลงของแต่ละตำรับหลัก ดังนั้นแปลงที่อยู่ใกล้แนวสปริงเกอร์มากที่สุดก็จะได้รับน้ำมากที่สุด กำหนดให้เป็นตำรับระดับหนึ่ง ( $I_4$ ) และแปลงที่อยู่ถัดถัดออกไปก็จะได้รับน้ำลดหลั่นกันไปทั้ง 2 ฝั่ง กำหนดให้เป็นตำรับรองอีก 3 ระดับ

คือ  $I_1, I_2, I_3, I_4$  ตามลำดับ สำหรับตำรับหลักและซ้ำก็จะเรียงขนานกันแต่อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวของสปริงเกอร์ ซึ่งแนวสปริงเกอร์จะเป็นแนวแบ่งแปลงทดลอง ทำให้เกิดแปลงทดลองผั้วซ้ำ ( $H_1$ ) และแปลงทดลองผั้วขวา ( $H_2$ ) ตามแผนการทดลอง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การจัดผังการทดลองแบบ split-block design และการจัดวางระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว มาตรฐาน 1:300 ( $N_{1-9}$  = nozzle,  $T_{1-2}$  = treatment mainplot,  $I_{1-4}$  = treatment subplot,  $H_{1-2}$  = sub-subplot,  $R_{1-2}$  = replication,  $W$  = wetted diameter )

### การปลูกและการดูแลรักษา

ภายหลังการเผาตอซังข้าวและเตรียมแปลงทดลองแล้ว ทำการปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ด้วยเมล็ดที่กระเทาะเปลือกแล้ว โดยใช้ระยะปลูก 20 x 50 ซม. หลุมละ 3 - 4 เมล็ด (ภายหลังถอนให้เหลือเพียงหลุมละ 2 ต้น) ซึ่งจะได้ถั่วลิสง 2 แถวต่อหนึ่งแปลงย่อยหรือ 6 แถวในหนึ่งแปลงใหญ่(หน่วยทดลอง) ก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วลิสง และรองก้นหลุมด้วยสารเคมีกำจัดแมลงคาร์โบฟูราเซน (ฟูราดาน) เมื่อถั่วลิสงมีอายุได้ 15 วันทำรุ่นครั้งที่ 1 และใส่ปุ๋ย NPK ในอัตรา 3:9:6 กิโลกรัม/ไร่ และเมื่อถั่วลิสงมีอายุได้ 30 วันทำรุ่นครั้งที่ 2

### ระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว

ได้จัดเตรียมชุดสปริงเกอร์เพื่อใช้ในระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว โดยใช้หัวสปริงเกอร์ขนาดกลาง ( 8.5 มม. เบอร์ 254 ) จำนวน 9 หัว แต่ละหัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางการให้น้ำ (wetted diameter) 32.00 เมตร จัดให้แต่ละหัวอยู่ห่างกัน 6.10 เมตร ดังภาพที่ 1

จากการคำนวณด้วยสมการที่ได้จากการทดสอบระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว ทำให้ทราบอัตราการได้รับน้ำของแต่ละหน่วยทดลองซึ่งอยู่ห่างจากแนวสปริงเกอร์ 3.50, 6.50, 9.50 และ 12.50 เมตรตามลำดับของตำรับรอง ดังนี้คือ  $I_4$  จะได้รับน้ำในอัตรา 32.2 มม./ชม.,  $I_6$  จะได้รับน้ำในอัตรา 26.8 มม./ชม.,  $I_9$  จะได้รับน้ำในอัตรา 21.1 มม./ชม. และ  $I_{12}$  จะได้รับน้ำในอัตรา 16.0 มม./ชม. ตามลำดับ

### การควบคุมน้ำในแปลงทดลอง

ในระยะแรก (ช่วงหลังปลูกถึงถั่วลิสงเริ่มออกดอก) เป็นการให้น้ำตามร่องที่เตรียมไว้ โดยทำการให้น้ำในวันที่ 4, 15 และ 27 หลังจากงอก รวม 3 ครั้ง ครั้งละ 15 มม. เป็นปริมาณน้ำรวม 45 มม. และเมื่อรวมกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงดังกล่าวอีก 14.3 มม. ทุกหน่วยทดลองจึงได้รับน้ำรวมทั้งสิ้น 59.3 มม. เสมอกัน

เริ่มทำการควบคุมปริมาณการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว ตั้งแต่ถั่วลิสงเริ่มแทงเข็ม (อายุประมาณ 35 - 37 วัน) ถึงระยะสุดท้ายของการสร้างฝัก (อายุประมาณ 77 - 79 วัน) โดยกำหนดปริมาณน้ำที่จะให้ในแต่ละครั้งจากปริมาณการคายระเหยสูงสุดของถั่วลิสง ซึ่งคำนวณจากปริมาณการระเหยจากภาควัดการระเหย Class-A pan ในแต่ละช่วงของการ

ให้น้ำ ( 7 วัน) ซึ่งรายละเอียดของการให้น้ำดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการให้น้ำแก่ถั่วลิสงด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว

ครั้งที่	อายุถั่วลิสง (วัน)	ปริมาณการคายระเหย สูงสุดในรอบ 7 วัน (มม.)	ปริมาณน้ำที่แต่ละหน่วยทดลองได้รับ (มม.)			
			I <sub>4</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>
1	35	10.3	10.3	8.5	6.8	5.1
2	42	14.1	14.1	11.7	9.4	7.0
3	49	18.0	18.0	15.0	12.0	9.0
4	56	17.4	18.5*	18.5*	18.5*	18.5*
5	63	22.0	22.0	18.4	14.7	11.0
6	70	24.8	24.8	20.7	16.5	12.3
รวมทั้งสิ้น		106.6	107.7	92.8	77.9	62.9

\* เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงก่อนการให้น้ำครั้งที่ 4 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปริมาณการคายระเหยสูงสุดที่คำนวณได้ในช่วงนั้น ดังนั้นจึงไม่มีการให้น้ำครั้งที่ 4

ภายหลังสิ้นสุดการควบคุมปริมาณการให้น้ำแก่ถั่วลิสงด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยวแล้ว ทำการให้น้ำตามร่องแก่ถั่วลิสงอีก 3 ครั้ง ครั้งละ 20 มม. ในวันที่ 77 , 86 และ 97 หลังงอก เมื่อรวมปริมาณน้ำที่ให้กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงดังกล่าวอีก 21.5 มม. ถั่วลิสงทุกหน่วยทดลองจึงได้รับน้ำในช่วงสุดท้ายนี้อีก 81.5 มม. เสมอกัน

ดังนั้นตลอดช่วงอายุของถั่วลิสงที่ปลูกในการทดลองครั้งนี้จึงได้รับน้ำในปริมาณที่แตกต่างกันตามการจัดระดับของตำหรับรองเท่านั้น ซึ่งแต่ละหน่วยทดลองจึงได้รับปริมาณน้ำรวมคือ I<sub>1</sub> ได้รับ 203.6 มม., I<sub>2</sub> ได้รับ 218.6 มม., I<sub>3</sub> ได้รับ 233.6 มม. และ I<sub>4</sub> ได้รับ 248.5 มม.

### การเก็บและบันทึกข้อมูล

การเก็บและบันทึกข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ข้อมูลในช่วงถั่วลိสงแทงเข็มและสร้างฝัก (ช่วงที่ควบคุมน้ำด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว) และข้อมูลการเก็บเกี่ยว (ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต) สำหรับข้อมูลในช่วงถั่วลิสงแทงเข็มและสร้างฝักประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลทางดินและข้อมูลการเจริญและการพัฒนาของถั่วลิสง ดังนี้

ข้อมูลทางดิน ทำการตรวจวัดทุกครั้งก่อนการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยว โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5 ซม. โดยให้โครงสร้างของดินถูกรบกวนน้อยที่สุด ด้วยวิธีใช้กระบอกเก็บตัวอย่าง (core method) จำนวน 3 ซ้ำ และนำตัวอย่างดินไปหาความชื้นโดยปริมาตรด้วยวิธีชั่งและอบ (gravimetric method) และทำการตรวจวัดความชื้นในดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ (10, 30, 50, 70 และ 90 ซม.) ด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบใช้นิวตรอน (neutron moisture meter) จำนวน 2 ซ้ำต่อ 1 จุด นำความชื้นในดินที่ตรวจวัดได้ในแต่ละสัปดาห์และปริมาณการให้น้ำไปคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของถั่วลิสงของแต่ละสัปดาห์ ด้วยวิธีสมดุลย์ของน้ำในดิน (soil water balance method) และรวมปริมาณน้ำที่ถั่วลิสงใช้ในแต่ละสัปดาห์ตลอดช่วงการแทงเข็มและสร้างฝักเป็นปริมาณน้ำรวมที่ถั่วลิสงใช้ไปในช่วงดังกล่าว สำหรับการวัดค่าความต้านทานต่อการแทงทะลุของดินนั้น ทำการวัดในวันเดียวกับการวัดความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความต้านทานต่อการแทงทะลุแบบกรวย (cone penetrometer) ที่สร้างขึ้นเอง ตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรเกษตรแห่งอเมริกา (ASAE) ดังรายละเอียดในภาคผนวก

ข้อมูลการเจริญและการพัฒนาของถั่วลิสง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของถั่วลิสงทันทีที่เสร็จสิ้นการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์แถวเดี่ยวในแต่ละครั้ง ยกเว้นการตรวจวัดความต้านทานของปากใบที่ทำการสุ่มวัดในแปลงก่อนการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ในแต่ละครั้ง

สำหรับความต้านทานของปากใบนั้น ทำการวัดด้วยเครื่องวัดความต้านทานของปากใบแบบอัตโนมัติชนิดที่อาศัยวัดความต้านทานต่อการแพร่กระจาย (diffusive resistance porometer) โดยวัดในช่วงเวลา 12.00 - 15.00 น. ของวันที่ 6 หลังการให้น้ำแต่ละครั้ง (ก่อนการให้น้ำครั้งต่อไป 1 วัน) การวัดทำกับใบที่ 3 ของกิ่งที่ 3 ของต้นกลาง (main stem) ทุกครั้งทั้งด้านหลังใบและท้องใบ จำนวน 2 ใบ (2 ซ้ำ)

จำนวนเข็มที่แทงลงดินและไม่แทงลงดิน ได้ทำการวัดโดยสุ่มถั่วลิสง 1 ตารางเมตร (10 กอ หรือ 20 ต้น) ต่อหน่วยทดลอง นับจำนวนเข็มที่แทงลงดิน (ปลายเข็มเป็นสีขาว) และ

เข้มนที่ยังไม่แทงลงดิน ( ปลายเข้มนเป็นสีกอกเขียวหรือม่วง ) หลังจากนั้นนับจำนวนเข้มนที่สร้างเป็นฝัก ( ปลายเข้มนองเป็นกระเปาะ ) และเข้มนที่ยังไม่สร้างเป็นฝัก ( ปลายเข้มนยังคงมีขนาดปกติ ) ตลอดจนวัดความยาวของเข้มนและความยาวของก้านฝัก โดยทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 5 ต้น และสุ่มวัดความยาวของเข้มนและก้านฝักอย่างละ 6 เข้มนต่อต้น รวมทั้งสิ้น 30 เข้มนต่อหน่วยทดลอง และทำการวัดความลึกของฝักโดยพิจารณาวัดความยาวของก้านฝักส่วนที่เป็นสีขาวถึงหัวฝัก ( ส่วนของก้านฝักที่อยู่เหนือดินจะเป็นสีเขียว สีน้ำตาล หรือสีออกม่วง )

ข้อมูลการเก็บเกี่ยว ทำการสุ่มถอนถั่วลันเตาเมื่อถึงวันเก็บเกี่ยวจำนวน 1 ตารางเมตร ( 10 กอ หรือ 20 ต้น ) ต่อหน่วยทดลองเพื่อเก็บข้อมูลด้านผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต โดยนับจำนวนฝักแก่ทั้งหมด น้ำหนักฝัก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด พร้อมทั้งวัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด เปอร์เซ็นต์กระเทาะ และน้ำหนักแห้งของต้น

#### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ใช้การวิเคราะห์วาเรียนซ์ (analysis of variance) ในการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับหลัก และปฏิสัมพันธ์ร่วม (interaction) ระหว่างตำรับหลักและตำรับรอง และใช้การวิเคราะห์รีเกรสชัน (regression analysis) ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตต่าง ๆ และตัวแปรที่สนใจ ซึ่งได้แก่ ปริมาณการน้ำที่ให้แก่ถั่วลันเตา ในช่วงการแทงเข้มนและสร้างฝัก และความต้านทานต่อการแทงทะลุของดิน