

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2543 ถึงเดือนมีนาคม 2544 ซึ่งเป็นดินดอน สภาพดินของแปลงทดลองมีคุณสมบัติดังแสดงไว้ในตารางภาคผนวก 1 ส่วนข้อมูลคุณสมบัติของดินได้แสดงไว้ในภาพภาคผนวก 4

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ชั้น

Main plot กำหนดให้มีการให้น้ำ 5 ระดับคือ

1. ไม่มีการให้น้ำ
2. ให้น้ำปริมาณ 10 มิลลิเมตร
3. ให้น้ำปริมาณ 15 มิลลิเมตร
4. ให้น้ำปริมาณ 22 มิลลิเมตร
5. ให้น้ำมากที่สุดมีปริมาณ 30 มิลลิเมตร

Sub plot ประกอบด้วยอัตราปุ๋ย 3 ระดับคือ

1. ไม่มีการใส่ปุ๋ย
2. ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่มีอัตราปุ๋ย 26.7 กิโลกรัมต่อไร่
3. ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ที่มีอัตราปุ๋ย 53.4 กิโลกรัมต่อไร่

ซึ่งใน Main-plot มีการปฏิบัติโดยเริ่มจากก่อนการไถพรวนจะทำการให้น้ำครั้งแรกเข้าแปลงปลูกก่อนในวันที่ 6 พฤศจิกายน 2543 ประมาณ 40.2 มิลลิเมตร จากนั้นวันที่ 14 พฤศจิกายน 2543 จึงไถพรวนเพื่อขึ้นแปลง นับจากการให้น้ำครั้งแรกก่อนปลูก เมื่อครบ 20 วันจึงทำการให้น้ำค่าฝอยโดยใช้สายยางดำ (ท่อ PE) เจาะรู ซึ่งระยะห่างระหว่างรู ประมาณ 40 เซนติเมตร การให้น้ำนั้นจำเป็นจะต้องให้น้ำไหลผ่านมาตรวัดน้ำก่อนปล่อยลงสู่แปลง ในแต่ละสิ่งทดลองจะต้องให้น้ำไปพร้อม ๆ กันทุกครั้ง และจะให้น้ำทุก ๆ 20 วัน จนกระทั่งถึงระยะออกดอก (79 วันหลังปลูก) ได้

แก่ วันที่ 6 พ.ย.2543 (ก่อนปลูก), 26 พ.ย. 2543, 15 ธ.ค.2543, 4 ม.ค. 2544 และ 24 ม.ค. 2544 โดยการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้ต่อแปลงหาได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่ระดับ (มม) ต้องให้น้ำทั้งสิ้น} = \text{น้ำ (ความสูง m)} \times \text{พื้นที่แปลงทดลอง (m}^2\text{)}$$

เช่น

$$\text{ปริมาณน้ำที่ระดับ 30 มม ต้องให้น้ำทั้งสิ้น} = 0.03 \times 29.4 \text{ m}^3$$

$$\text{ต้องให้น้ำในแปลงทดลองทั้งสิ้น} = 882 \text{ ลิตร/ครั้ง}$$

ส่วนใน Sub-plot ต้องปฏิบัติดังนี้ การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่สองครั้งโดยใส่อย่างละครึ่งในแต่ละครั้ง ครั้งแรกจะหว่านลงแปลงขณะเตรียมแปลงปลูก ครั้งที่สองจะใส่ไปพร้อม ๆ กับการกำจัดวัชพืชที่ระยะแตกดอก โดยการโรยตามแถวแล้วใช้ดินกลบตามอีกที ขณะที่ใส่ปุ๋ยครั้งที่สองนี้ก็เป็นเวลาเดียวกับการใส่น้ำครั้งที่ 3

การปฏิบัติดูแล

ใช้คำฝอย (*Carthamus tinctorius* L.) พันธุ์พานทองซึ่งเป็นพันธุ์ที่ทางมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาให้ได้คำฝอยพันธุ์ไร้หนามเพื่อให้เกิดความสะดวกมากยิ่งขึ้นในการเก็บเกี่ยว เตรียมแปลงย่อยแต่ละแปลงซึ่งมีขนาด 4.9x6 เมตร มีร่องน้ำและคันดินกั้นระหว่างแปลง แล้วทำการปลูกวันที่ 15 พฤศจิกายน 2543 ก่อนปลูกทำการคลุกเมล็ดคำฝอยด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อราแคปแทน หยอดหลุมละ 3-5 เมล็ด และป้องกันหนอนเจาะลำต้นและแมลงในดินด้วยการหยอดฟูราดานตามแถวกลบด้วยดินเล็กน้อย ซึ่งจะใช้ระยะปลูก 40x70 เซนติเมตร ไร่จำนวน 7 แถว แถวละ 15 หลุม รวม 105 หลุมต่อแปลง เมื่อคำฝอยอายุประมาณ 15-20 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ก่อนการให้น้ำ 1 วันจะทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปหาความชื้นทุกครั้งด้วยการกำจัดวัชพืชด้วยวิธีด้าย 2 ครั้ง ครั้งแรกที่ระยะยี่ด่ำต้นและที่ระยะแตกดอก ส่วนการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้นใช้วิธีฉีดพ่นสารเคมีอะโซทรินเพื่อกำจัดไรแดงและเพลี้ยอ่อนที่ระยะยี่ด่ำต้น และฉีดพ่นสารเคมีคาร์บาริลเพื่อกำจัดหนอนกระพุ่มและหนอนเจาะสมอที่ระยะแตกดอก เมื่อคำฝอยสุกแก่ทางสรีรวิทยาแล้วจะทิ้งให้ลำต้นมีสีน้ำตาลทั้งต้นเสียก่อนจึงเก็บเกี่ยว โดยเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2544

วิธีการเก็บข้อมูล

1. ข้อมูลด้านพืช โดยทำการเก็บตัวอย่างคำฝอยทุก ๆ 12-14 วันจนกระทั่งถึงระยะออกดอกเป็นเวลาประมาณ 75-80 วัน เนื่องจากคำฝอยออกดอกไม่พร้อมกันดอกคำฝอยจะทยอยกันบาน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 14 วัน จึงผสมเกสรหมดทั้งต้น หลังจากดอกบานแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างแบบทั้งต้นทุก ๆ 7-9 วัน จนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมีดังนี้

ความสูง : วัดจากคำฝอยที่ติดเครื่องหมายไว้แปลงละ 3 ต้น จะวัดจากต้นเดิมทุกครั้ง และวัดความสูงโดยวัดจากข้อแรกไปจนกระทั่งถึงฐานของช่อดอกตำแหน่งที่หนึ่ง ซึ่งจะอยู่ตรงกลางของต้น

เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น : ซึ่งเป็นต้นเดียวกับที่วัดความสูง ครั้งละ 3 ต้น โดยจะใช้เวอร์เนียเป็นเครื่องมือวัดทำการวัดตรงลำต้นส่วนเหนือพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร

จำนวนกิ่ง จำนวนดอก และขนาดทรงพุ่ม : จากตัวอย่างคำฝอยที่เก็บมาซึ่งนับจำนวนกิ่ง/ต้น จำนวนดอก/ต้น และวัดขนาดของทรงพุ่มที่ระยะสุกแก่ซึ่งจะวัดส่วนที่กว้างที่สุด

พื้นที่ใบ : จากตัวอย่างคำฝอยที่สุกมาครั้งละ 2 ต้น/แปลง นำมาแยกใบแล้วสุ่มมา 1 ส่วนจาก 4 ส่วน นำไปวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ จากนั้นนำใบที่วัดพื้นที่ใบแล้วมาใส่ถุงแยกไว้คนละส่วนกับใบที่เหลือ นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของใบที่สุกวัดพื้นที่ และชั่งน้ำหนักแห้งของใบส่วนที่เหลือ แล้วคำนวณหาพื้นที่ใบทั้งหมดและดัชนีพื้นที่ใบ

น้ำหนักแห้ง : นำตัวอย่างคำฝอยที่เก็บมาแต่ละครั้ง แยกส่วนต่าง ๆ ออกเป็นลำต้น ช่อดอก และเมล็ด แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน

เส้นผ่าศูนย์กลางของช่อดอก : โดยวัดจากตัวอย่างที่เก็บมา 2 ต้น ในแต่ละครั้งนั้นจะใช้เวอร์เนียเป็นเครื่องมือวัด จะวัดทุกดอกแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต : เมื่อคำฝอยถึงระยะเก็บเกี่ยวแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างคำฝอยในพื้นที่ 4.2 ตารางเมตร (จำนวน 15 ต้น) เพื่อหาผลผลิต โดยตัดเฉพาะช่อดอกนำไปตากแดด จากนั้นนวดเอาเมล็ดออกจากช่อดอก สุ่มตัวอย่างมาทำการวัดหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยวิธี hot air oven แล้วชั่งหาน้ำหนักเมล็ดก่อนอบและหลังอบสำหรับการปรับค่าความชื้นเมล็ดในแต่ละสิ่งทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตเช่น น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ด/

คอก จำนวนคอก/ตัน นอกจากนี้ผู้มตัวอย่างเมล็ดที่ใช้วัดผลผลิตเพื่อเป็นตัวอย่างที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนตามวิธี Micro Kjeldahl (Yoshida *et al.*, 1976) จากนั้นนำค่าไนโตรเจนที่ได้ไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีน (%N x 6.25) และวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนตามวิธี IUPAC (Paquot, 1975) ตามลำดับ

2. ข้อมูลอากาศ โดยการเก็บข้อมูลใช้เครื่องตรวจวัดข้อมูลอากาศอัตโนมัติ datalogger ซึ่งเก็บข้อมูลเช่น อุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด ปริมาณแสงแดด ปริมาณน้ำฝน และการระเหยน้ำจาก PAN evaporation โดยแสดงไว้ในภาพภาคผนวก 4

3. ข้อมูลการวัดความชื้นดิน จะทำการวัดความชื้นดินก่อนการให้น้ำ 1 วันโดยการเจาะดินที่ความลึก 30 เซนติเมตร โดยในแต่ละกิ่งทดลองของปริมาณน้ำวัดความชื้นดินแบบวิธี Gravimetric Soil Moisture Content เพื่อนำค่าความชื้นในดินไปคำนวณปริมาณการใช้น้ำ (WU) ของค่าฝอยโดยการวัดหาปริมาณการใช้น้ำคำนวณได้จากสูตรของ Turk *et al.* (1980) มีสมการดังนี้

$$WU = I + P \pm \sum \Delta S_i \quad \text{-----} \quad (1)$$

WU = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (water use)

I = ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ให้ (irrigation)

P = ปริมาณน้ำฝน (precipitation)

ΔS = ปริมาณน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงไป ในช่วงเวลา $t+1$ และ t

เมื่อได้ปริมาณการใช้น้ำทุกๆ 20 วันแล้วนำมาหาปริมาณการใช้น้ำรวมได้ดังนี้ (มัตติกา, 2529)

$$\Delta S_i = h_{w_{t+1}} - h_{w_t} \quad \text{-----} \quad (2)$$

โดยการคำนวณหาปริมาณน้ำในดิน (h_w) เป็นหน่วยความลึกสมมูล

$$\text{จากสูตร} \quad h_{w_t} = \frac{h_s \times BD \times \theta_w}{100} \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 h_w_t &= \text{ปริมาณความชื้นในความลึก 30 ซม.} \\
 &\quad \text{(Total water depth in the 30 cm of soil) ที่เวลา } t \\
 h_s &= \text{ความลึกของดิน (30 ซม.)} \\
 B_d &= \text{ความหนาแน่นของดิน (} B_d = 1.3 \text{)} \\
 \theta_w &= \text{ความชื้นโดยน้ำหนักของดิน (\%)}
 \end{aligned}$$

ปริมาณการใช้น้ำซึ่งทุกการทดลองได้ให้น้ำก่อนปลูก 40 มม และบวกปริมาณการใช้น้ำตั้งแต่แรกที่ใช้ไปจนถึงอายุ 79 วันหลังปลูก โดยปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดคำนวณได้ดังนี้

ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช หาได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (wue)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งรวม (dry weight)}}{\text{ปริมาณการใช้น้ำของพืช (water use)}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการตอบสนองต่อปริมาณน้ำและระดับปุ๋ย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ดัชนีพื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักราก และอัตราการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมันและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ด มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งทดลองโดยใช้ Least Significant Difference

โดยในส่วนของการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต นำข้อมูลการสะสมน้ำหนักรากในส่วนต่าง ๆ ของลำฝอย ได้แก่ ลำต้น ใบ ช่อดอก และเมล็ด จากการเก็บตัวอย่างในแปลงปลูก ในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตมาสร้างเป็นสมการ Linear Regression โดยใช้น้ำหนักแห้งที่ส่วนต่างตั้งแต่อายุ 14 วันหลังปลูกจนถึง 116 วันหลังปลูก

จากสมการ $y = a + bx$ _____ (4)

เมื่อ	y	คือ	ค่าของน้ำหนักแห้ง
	x	คือ	อายุของคำฝอย (วัน)
	a	คือ	จุดตัด (intercept) ของเส้นตรงรีเกรสชันกับแกนตั้ง
	b	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (regression coefficient)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University