

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการปลูกข้าวโพดเพื่อศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดลูกผสมต่อสภาพการปลูกในสภาพภายใต้การจัดการน้ำแบบอาศัยน้ำชลประทานและสภาพอาศัยน้ำฝน การทดลองได้ปลูกข้าวโพด ที่สถานีวิจัยการเกษตรในเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2544 ถึง สิงหาคม 2544 โดยวางแผนการทดลอง แบบ Split plot Design จำนวน 3 ซ้ำ มีสภาพการจัดการน้ำ 2 ลักษณะเป็น Main plot และข้าวโพดลูกผสม 3 พันธุ์ เป็น Sub plot โดยกำหนดให้

Main plot ประกอบด้วย

1. การจัดการน้ำ แบบสภาพอาศัยน้ำฝน
2. การจัดการน้ำ แบบสภาพชลประทาน

Sub plot ประกอบด้วย พันธุ์ข้าวโพดลูกผสม 3 พันธุ์ ได้แก่

1. พันธุ์ Pioneer 3012
2. พันธุ์ DK 888
3. พันธุ์ BIG 919

ก่อนปลูกข้าวโพด ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกโดยวิธี composited sampling เพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม การปลูกทำการเตรียมแปลงปลูกขนาดแปลงทดลองย่อย 6x13 เมตร ไถพรวน กำจัดวัชพืช แล้วยกแปลงปลูกพร้อมกับการรองระบายน้ำก่อนปลูกใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) ปริมาณ 31.5 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมให้เข้ากันกับปุ๋ยยูเรีย ปริมาณ 4.5 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านปุ๋ยให้กระจายทั่วทั้งแปลงปลูกแล้วคลุกกลบพร้อมหยอดเมล็ดข้าวโพดเป็นหลุมโดยใช้ระยะปลูก 75x25 เซนติเมตร ก่อนหยอดเมล็ด รองกันหลุมด้วยฟุราดาน 3 จี ในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อป้องกันหนอนเจาะลำต้นและฝักข้าวโพด

หลังปลูกให้น้ำโดยการปล่อยน้ำเข้าตามร่องของแปลงข้าวโพดแล้วฉีดพ่นสารเคมีคือ alachor ( 2-chloro-2, 6 diethy-N-methoxymethyl alacetanilide) 46% w/v EC ในอัตราส่วน 200 ซีซี ต่อหน้า 5 ลิตร เพื่อควบคุมวัชพืชโดยฉีดพ่นในขณะที่ดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 20-25 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุมพร้อมกับกำจัดวัชพืช แล้วจึงใส่ปุ๋ยเคมีปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) ปริมาณ 31.5 กิโลกรัมต่อไร่ ผสมให้เข้ากันกับปุ๋ยยูเรีย ปริมาณ 4.5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยเป็นแถวข้างโคนต้นแล้วพูนโคนกลบ หลังจากนั้นมีการดูแลให้น้ำแก่ ข้าวโพดในแปลงสภาพชลประทานอย่างเพียงพอไม่ให้เกิดตลอดฤดูการเพาะปลูก ส่วนการจัดการน้ำสำหรับการปลูกข้าวโพดในสภาพนาอาศัยน้ำฝนได้ทำการให้น้ำหลังปลูกหนึ่งครั้งแล้ว ไม่ได้ให้น้ำอีกตลอดฤดูการเพาะปลูก

### วิธีการเก็บข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูล 3 ส่วนคือ ข้อมูลสภาพแวดล้อมของพืชขณะที่ทำการวิจัย ข้อมูลด้านสรีระและลักษณะของข้าวโพด และข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

#### 1. ข้อมูลสภาพแวดล้อม

1.1 ข้อมูลภูมิอากาศ ทำการเก็บข้อมูลอากาศ จากสถานีวิจัยการเกษตรในเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิอากาศ ซึ่งค่าอุณหภูมิจะเก็บข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดรายวัน เพื่อใช้ในการคำนวณค่าอุณหภูมิสะสม (growing degree day : GDD) ที่ข้าวโพดใช้เพื่อการพัฒนาการ (development) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต

1.2 ข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณที่ทำการทดลอง โดยทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนการปลูกเพื่อตรวจสอบปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมโดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินแบบ composited sample ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จากผิวดิน และที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร

#### 2. ข้อมูลด้านสรีระและลักษณะของข้าวโพดที่ปลูกได้แก่

2.1 การพัฒนาการของข้าวโพด (Phenological growth stage) ทำการบันทึกระยะพัฒนาการต่างๆ ทั้งในระยะ vegetative และระยะ reproductive ได้แก่ วันที่มีการพัฒนาใบเต็มของแต่ละใบ ตั้งแต่ใบที่ 3 ถึงใบสุดท้าย ส่วนพัฒนาการด้านการสืบพันธุ์บันทึกวันที่ออกไหม วันที่ถึงระยะ

สูงแก่ทางสรีระ โดยสังเกตจากส่วนของเนื้อเยื่อ abscission layer ในเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือดำ และวันที่เก็บเกี่ยว

2.2 ข้อมูลค่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใบยอดข้าวโพด (ใบอ่อนที่คลี่เต็มที่แล้ว ; y – leaf) ในพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ ระยะ 38 วันหลังปลูก และที่ระยะ 64 วันหลังปลูก วัดค่าประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในใบ (Chlorophyll fluorescence) (แสดงถึงปฏิกิริยา photochemistry หรือ light reaction ในกระบวนการสังเคราะห์แสง) โดยเครื่องวัดประสิทธิภาพการทำงานของคลอโรฟิลล์ในพืช (Plant efficiency analyzer model :FM 1) ของบริษัท Hansatech ประเทศอังกฤษ

2.3 ข้อมูลค่าความต้านทานปากใบ อัตราการคายน้ำ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใบยอดข้าวโพด (ใบอ่อนที่คลี่เต็มที่แล้ว ; y – leaf) ในพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ ระยะ 38 วันหลังปลูก และที่ระยะ 64 วันหลังปลูก วัดค่าความต้านทานปากใบ และอัตราการคายน้ำ โดยใช้เครื่องมือวัดการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis leaf chamber model :LCA 4 ของบริษัท Hoddesdon, Herts ประเทศอังกฤษ

### 3. การเจริญเติบโต

3.1 บันทึกความกว้างยาวของใบข้าวโพดทุกใบต่อดันที่ระยะออกใหม่ เพื่อคำนวณพื้นที่ใบ โดยการแทนค่าในสมการ (Elings *et al.*, 2000)

$$\text{พื้นที่ใบ} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times 0.75$$

3.2 การประเมินปริมาณการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใบสีเขียวต่อดันในช่วงพัฒนาเมล็ด โดยประเมินการลดลงของพื้นที่ใบสีเขียวที่ระยะ 86, 90, 94, 98, 102 และ 106 วันหลังปลูก

3.3 การประเมินค่า Specific leaf weight (SLW) ที่ระยะออกใหม่ ซึ่งค่า SLW จะชี้บ่งถึงความหนาของใบ โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักใบต่อพื้นที่ใบ (กรัมต่อตารางเซนติเมตร) ทุกใบของข้าวโพดหนึ่งต้น ที่ระยะออกใหม่

3.4 บันทึกภาพลักษณะ การกระจายตัวและความลึกของกลุ่มรากข้าวโพดที่ปลูกภายใต้การจัดการน้ำแบบอาศัยน้ำฝนและแบบชลประทานที่ระยะเก็บเกี่ยว โดยขุดลึกลงไปจากโคนรากข้าวโพด 1 เมตร กว้าง 1 เมตร ใช้แผ่นไม้ตอกตะปูทุก 1 ตารางเซนติเมตรประกบแนวการกระจายตัวและความลึกของกลุ่มรากข้าวโพด แล้วทำการบันทึกภาพ

3.5 ทำการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักแห้ง ที่ระยะออกใหม่ และระยะสุกแก่ทางสรีระ โดยทำการเก็บตัวอย่างใบ ลำต้น ในระยะ 22, 30, 42, 56 และ 100 วันหลังปลูก รวมทั้งฝักข้าวโพด ครั้งละ 2 ต้นเพื่อนำตัวอย่างทุกส่วนที่แยกแล้ว ไปอบที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วนำตัวอย่างที่ได้มาชั่งแยกส่วนต่างๆ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นสมการการเจริญเติบโตส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ ลำต้น และฝักข้าวโพด เพื่อใช้วิเคราะห์หาค่า น้ำหนักแห้ง ที่ระยะออกใหม่ และระยะสุกแก่ทางสรีระ

3.6 วิเคราะห์ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดฤดูปลูก (average growth rate) เป็นการหาอัตราการสะสมน้ำหนักของพืชต่อเวลา (กรัมต่อวัน) โดยชั่งน้ำหนักข้าวโพดทั้งต้นที่ระยะ 22 วันหลังปลูก และที่ระยะเก็บเกี่ยว นำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกโดยใช้สูตร

$$\text{average growth rate} = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

average growth rate	=	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดฤดูปลูก
$W_2$	=	น้ำหนักข้าวโพดทั้งต้น (กรัม) ที่ระยะเก็บเกี่ยว
$W_1$	=	น้ำหนักข้าวโพดทั้งต้น (กรัม) ที่ระยะ 22 วันหลังปลูก
$T_2$	=	เวลาที่ระยะเก็บเกี่ยว
$T_1$	=	เวลาที่ระยะ 22 วันหลังปลูก

#### 4. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

4.1 ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดทั้งหมด ในพื้นที่ 78 ตารางเมตร ( $6 \times 13$  เมตร) หลังจากระยะสุกแก่ทางสรีระ นำไปประเมินหาผลผลิต โดยใช้ค่าความชื้นมาตรฐานของข้าวโพดที่ 15 เปอร์เซ็นต์

4.2 ทำการเก็บข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิตจากข้าวโพดจำนวน 16 ต้นในพื้นที่ 3 ตารางเมตร โดยนับจำนวนฝักแล้วทำการ กะเทาะเมล็ด นับจำนวนเมล็ดต่อฝัก จากนั้นนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง เพื่อนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งของเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และหาค่าความชื้นของเมล็ดข้าวโพด

## การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากงานทดลองในแปลงมาวิเคราะห์โดยแยกการวิเคราะห์ออกเป็นสามส่วน ได้แก่

### 1. ข้อมูลด้านพัฒนาการ

บันทึกวันที่มีการพัฒนาใบเต็มที่ของใบข้าวโพดแต่ละใบ ตั้งแต่ใบที่ 3 ถึงใบสุดท้าย วันที่ข้าวโพดออกไหม และวันที่ข้าวโพดถึงระยะสุกแก่ทางสรีระโดยสังเกตจากส่วนของเนื้อเยื่อ abscission layer ในเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือดำ แล้วคำนวณหาค่า Growing-degree day (GDD) ของข้าวโพดที่ใช้เพื่อการพัฒนาใบหนึ่งใบ GDD ของข้าวโพดที่ใช้เพื่อการพัฒนาการถึงระยะออกไหม และ GDD ของข้าวโพดที่ใช้เพื่อการพัฒนาการถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ โดย Gregory and Wilhelm (1997) ได้อธิบายวิธีการหาค่า Growing-degree day (GDD) โดยใช้สมการพื้นฐาน คือ

$$GDD = \frac{(T_{max} + T_{min})}{2} - T_{base}$$

โดย T.max. = daily maximum temperature คือ ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวัน (°C)

T.min. = daily minimum temperature คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน (°C)

T.base = daily minimum threshold temperature คือ ค่าอุณหภูมิพื้นฐานสำหรับข้าวโพด มีค่าเท่ากับ 10 °C

ค่าจากสมการที่ได้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส การแทนค่าในสมการใช้วิธี “cut-off method” นำค่า growing degree day ที่ได้ไปคำนวณหาค่าอุณหภูมิสะสม ที่ข้าวโพดใช้เพื่อการพัฒนาการในแต่ละระยะพัฒนาแบ่งออกเป็น ค่าอุณหภูมิสะสมที่ข้าวโพดใช้เพื่อการพัฒนาใบหนึ่งใบ ค่าอุณหภูมิสะสมที่ข้าวโพดใช้เพื่อการพัฒนาการช่วงระยะออกไหม และที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ

### 2. ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต

จากการเก็บตัวอย่างใบ ลำต้น ในระยะ 22, 30, 42, 56 และ 100 วันหลังปลูก รวมทั้งฝักข้าวโพด แล้วบันทึกน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ระยะดังกล่าว นำมาสร้างเป็นสมการการเจริญเติบโต ส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบและลำต้น โดยสมการที่ใช้เป็นสมการ 3<sup>rd</sup> degree Polynomial เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ a, b, c และ d

$$Y = a+bx+cx^2+dx^3$$

โดย  $Y$  = ค่าน้ำหนักแห้ง  
 $a, b, c$  และ  $d$  = ค่าสัมประสิทธิ์  
 $x$  = จำนวนวันหลังปลูก

จากสมการที่ได้แล้วนำมาประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์  $a, b, c$  และ  $d$  เพื่อใช้วิเคราะห์หาค่า  $Y$  (น้ำหนักแห้ง) ที่ระยะออกไหมและระยะสุกแก่ทางสรีระ โดยการแทนค่า  $x$  ในสมการด้วยจำนวนวันหลังปลูกที่ระยะออกไหมและระยะสุกแก่ทางสรีระ ตามลำดับ

### 3. การประเมินพื้นที่สีเขียวบนใบข้าวโพด

ทำการประเมินปริมาณพื้นที่สีเขียวบนใบข้าวโพดต่อต้านในระยะสร้างเมล็ดช่วง 86, 90, 94, 98, 102 และ 106 วันหลังปลูก นำตัวเลขที่ได้มาวิเคราะห์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณพื้นที่สีเขียวบนใบข้าวโพดต่อต้านในระยะสร้างเมล็ด โดยสมการ linear regression

### 4. ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

นำข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เพื่อหาความแตกต่างของผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตข้าวโพด

### 5. การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ (Correlation analysis)

นำข้อมูลเชิงปริมาณจากงานทดลองในแปลงปลูกของข้าวโพดทั้ง 3 พันธุ์มาสร้างแบบจำลองเชิงคุณภาพ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของการจัดการน้ำที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานและสรีระ รวมทั้งผลผลิตของข้าวโพด โดยการใช้วิธีวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ (Correlation analysis)